

Издание Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

**В. Е. ТИМОНОВЪ,**

Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

# ВОДОСНАБЖЕНІЕ И ВОДОСТОКИ.

(Курсъ лекцій, читанныхъ студентамъ Института).

**Выпускъ I.**

Общее введеніе. (Главы I и II).

Водоснабженіе. (Главы III—VII).



**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.**

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

**1899.**

Печатано по распоряженію Института Инженеровъ путей сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

# ОГЛАВЛЕНІЕ.

## Водоснабженіе и водостоки.

### ГЛАВА ПЕРВАЯ.

#### Основанія гигиены городовъ.

	СТР.
1. Искусственная жизнь городовъ . . . . .	9
2. Загрязненіе воздуха, почвы, подземныхъ водъ и рѣкъ . . . . .	10
3. Санитарныя или оздоровительныя мѣры . . . . .	15
4. Главныя принципы гигиены городовъ . . . . .	19
5. Удаленіе твердыхъ отбросовъ, грязи и пыли . . . . .	26
6. Дренажъ почвы . . . . .	30
7. Водоснабженіе и водоудаленіе . . . . .	31
8. Кругообращеніе воды въ городѣ . . . . .	36
9. Водоснабженіе двойное и одиночное . . . . .	38
10. Задача канализаціи городовъ . . . . .	43

### ГЛАВА ВТОРАЯ.

#### Историческій обзоръ развитія санитарно-инженернаго дѣла.

11. Древніе народы Африки и Азіи . . . . .	46
12. Древніе Греки . . . . .	58
13. Римская эпоха . . . . .	61
14. Средніе вѣка . . . . .	75
15. Эпоха возрожденія . . . . .	78
16. Семнадцатый вѣкъ . . . . .	80
17. Восемнадцатый вѣкъ . . . . .	84
18. Первая часть девятнадцатаго вѣка . . . . .	86
19. Современная эпоха . . . . .	90

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

## ВОДОСНАБЖЕНІЕ.

### ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

#### Источники водоснабженія.

20. Происхожденіе воды . . . . .	101
21. Морская вода . . . . .	102
22. Атмосферная вода . . . . .	102
23. Рѣчная и озерная вода . . . . .	103
24. Грунтовая и ключевая вода . . . . .	113
25. Опредѣленіе количествъ воды, могущихъ быть полученными изъ даннаго источника . . . . .	124

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

## Количества воды, потребной для разныхъ цѣлей.

§ 26.	Способъ измѣренія количества доставляемой воды . . . . .	127
§ 27.	Примѣры количествъ воды, доставляемыхъ разными водопроводами . . .	128
§ 28.	Нормы суточного расхода воды для отдѣльныхъ потребностей города . . .	130
§ 29.	Неизбѣжная потеря воды . . . . .	134
§ 30.	Безполезная трата воды . . . . .	136
§ 31.	Колебанія расхода воды . . . . .	137
§ 32.	Приростъ населенія . . . . .	141
§ 33.	Среднія годовыя нормы суточного потребленія воды на одного жителя . .	142

## ГЛАВА ПЯТАЯ.

## Изслѣдованіе и выборъ воды для водоснабженія.

§ 34.	Требуемыя качества воды . . . . .	146
§ 35.	Качественное изслѣдованіе воды . . . . .	151
§ 36.	Гидротиметрія . . . . .	153
§ 37.	Попытки классификаціи питьевыхъ водъ . . . . .	157
§ 38.	Выборъ воды въ зависимости отъ ея назначенія . . . . .	158

## ГЛАВА ШЕСТАЯ.

## Добываніе воды.

§ 39.	Разные способы добыванія воды . . . . .	163
§ 40.	Сборъ атмосферной воды въ малыхъ и большихъ количествахъ . . . . .	164
§ 41.	Добыванія воды изъ ручьевъ, рѣкъ и озеръ . . . . .	169
§ 42.	Водохранилища съ водоудержательными плотинами для собиранія текучихъ и атмосферныхъ водъ . . . . .	179
§ 43.	Добываніе грунтовой воды колодцами . . . . .	202
§ 44.	Артезианскіе колодцы . . . . .	225
§ 45.	Классификація способовъ водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ въ зависимости отъ свойствъ водоносныхъ горизонтовъ . . . . .	229
§ 46.	Сборъ грунтовой воды горизонтальными трубами . . . . .	238
§ 47.	Нѣкоторыя теоретическія данныя для опредѣленія расхода грунтовыхъ водосборовъ . . . . .	248
§ 48.	Добываніе воды изъ ключей . . . . .	257

## ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

## Общее раепредѣленіе водопроводныхъ сооруженій и устройства для проведенія воды.

§ 49.	Классификація водопроводовъ . . . . .	269
§ 50.	Примѣры расположенія сооруженій въ водопроводахъ . . . . .	274
§ 51.	Трубопроводы . . . . .	289
§ 52.	О расчетѣ размѣровъ чугунныхъ трубъ . . . . .	310
§ 53.	Акведука-каналы . . . . .	327
§ 54.	Переходъ черезъ долины (мосты-акведуки и сифоны) . . . . .	331
§ 55.	Производство работъ по устройству акведуковъ и укладкѣ трубъ . . . .	334
§ 56.	Приборы трубопроводовъ . . . . .	341
§ 57.	Способы подъема воды . . . . .	348
§ 58.	Противопожарные водопроводы . . . . .	354
§ 59.	Приспособленію существующихъ водопроводовъ къ тушвнію пожаровъ . .	367

## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Водоснабженіе и Водостоки читаются въ настоящее время въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія въ объемѣ, отвѣчающемъ утвержденнымъ Г. Министромъ Путей Сообщенія 11 марта 1897 года программамъ и назначенному для этихъ предметовъ по учебному плану Института времени.

При составленіи названныхъ программъ и опредѣленіи размѣра времени для чтенія лекцій имѣлось въ виду, что многія свѣдѣнія, необходимыя для проектированія водоснабженія и водостоковъ, излагаются студентамъ Института въ другихъ курсахъ.

Такъ, всѣ теоретическія основанія расчетовъ для опредѣленія сѣченій трубъ, каналовъ и пр. находятся въ курсѣ Гидравлики; размѣры сооруженій, зависящія отъ условій прочности и устойчивости, опредѣляются помощью приѣмовъ, излагаемыхъ въ курсѣ Строительной Механики; проектированіе машинъ для водоснабженія и водоудаленія, паровыхъ и иныхъ, въ надлежащей мѣрѣ объясняется въ курсѣ Паровыхъ Машинъ и т. д.; насосы входятъ въ составъ особаго курса приложеній Гидравлики.

Въ виду всѣхъ этихъ обстоятельствъ настоящее руководство не заключаетъ въ себѣ многихъ данныхъ, которыя обыкновенно помѣщаются въ сочиненіяхъ о водоснабженіи.

и водостокахъ, имѣющихъ характеръ полныхъ трактатовъ, а не пособія, отвѣчающаго опредѣленной программѣ учебнаго заведенія.

Источниками при составленіи настоящаго труда служили по преимуществу сочиненія, поименованныя въ особомъ спискѣ предъ каждымъ отдѣльнымъ выпускомъ.

Сверхъ поименованныхъ сочиненій составитель пользовался данными, разбросанными въ различныхъ журнальныхъ статьяхъ или полученными непосредственно отъ лицъ, завѣдывающихъ водоснабженіями нѣкоторыхъ городовъ, что указано въ текстѣ или въ поясненіяхъ къ чертежамъ особыми ссылками.

По отношенію къ самому характеру изложенія составитель настоящаго курса также не могъ упустить изъ вида, что курсъ этотъ предназначается для лицъ, имѣющихъ уже серьезную техническую подготовку. Поэтому онъ стремился вездѣ съ возможной точностью установить основныя идеи и принципы тѣхъ или другихъ системъ, устройствъ и пр., избѣгая подробнаго разьясненія частностей, которыя въ достаточной мѣрѣ могутъ и должны быть усвоены изъ помѣщенныхъ въ курсѣ чертежей и таблицъ.

## Указатель литературы къ первому выпуску.

- Ф. Е. Максименко. Атласъ водопроводныхъ сооружений.
- Ф. Е. Максименко. Курсъ водопроводовъ (Литогр. изд.).
- G. Beshmann. Salubrité urbaine. Distribution d'eau. Assainissement. 1 издание 1888, II издание 1898. Paris.
- Edward Cresy. An Encyclopaedia of Civil Engineering, historical, theoretical and practical, London, 1847.
- Труды русскихъ водопроводныхъ съездовъ:
- а) Съездъ первый. 1893. Москва.
  - б) Съездъ второй. 1895. Варшава.
  - в) Съездъ третій. 1897. С.-Петербургъ.
- O. Lueger. Die Wasserversorgung der Städte. Darmstadt. 1890.
- A. Frühling und F. Lincke. Wasserversorgung und Entwässerung der Städte. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III Bd. I Abth. 2 Hälfte. Leipzig. 1893.
- J. T. Fanning. A practical Treatise on Water-Supply Engineering. New-York. 1877.
- Войславъ. О способахъ водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ въ зависимости отъ свойствъ водоносныхъ горизонтовъ. (Изв. С. И. П. С., 1895 г.).
- М. И. Алтуховъ. Новѣйшія усовершенствованія въ американскихъ водопроводахъ по примѣненію ихъ къ тушенію пожаровъ. Спб. 1880.
- E. Delhotel. Traité de l'épuration des eaux naturelles et industrielles Paris. 1893.
- H. Darcy. Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Paris. 1856.
- Н. П. Зяминъ. Объ улучшенныхъ способахъ фильтрованія воды механическими фильтрами. Москва. 1897.
- Н. П. Зяминъ. Хозяйственно-противопожарная водопроводная система. Бар. Дельвигъ. Руководство къ устройству водопроводовъ. Москва. 1856.
- Н. Бѣдлѣубскій. Новочеркасскій водопроводъ. Спб. 1868.
- И. Пербергъ. Московскій водопроводъ. Москва. 1892.
- Debauve. Manuel de l'Ingénieur. 16-me fascicule. Distributions des eaux. Paris. 1875.
- E. Grahn. Statistik der städtischen Wasserversorgungen mit einer geschichtlichen Einleitung. München. 1878.

- Въ этомъ сочиненіи приведено описаніе весьма многихъ водопроводовъ Германіи, Австріи и Швейцаріи, коему предпосланъ очень обстоятельный историческій обзоръ развитія водопроводныхъ сооружений и машинъ съ древнихъ временъ до нашего періода. Краткое описаніе русскихъ водопроводовъ, составленное по даннымъ, собираемымъ постояннымъ бюро русскихъ водопроводныхъ Съездовъ. 1897. Москва.
- Н. К. Чижовъ. Водопроводы. Расчетъ и устройство городского водоснабженія. Курсъ, читанный въ Инст. Гражд. Инс. Императора Николая I. Литогр. изд. 1898. Спб.
- Handbuch der Architektur. Bade- und Schwimm-Anstalten. Stuttgart. 1899.
- Heusinger von Waldegg. Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik. Leipzig. 1873.
- A. Jacob. On the Designing and Construction of Storage Reservoirs. London. 1867.
- И. Борзовъ. Атласъ чертежей по устройству желѣзно-дорожныхъ водоснабженій. Вып. I. Приемники, очистители, храненіе и распределеніе воды на станціяхъ. Спб. 1898.
- Stadler. Die Wasserversorgung der Stadt Wien. Wien. 1873.
- J. G. Richert. Om vattenledning och vattenaflopp. Stockholm. 1869.
- A. Bürkli-Ziegler. Die Wasserversorgung der Stadt Zürich. Winterthur. 1872.
- E. Lent. Köln in hygienischer Beziehung. 1898.
- T. Schramke. Description of the New-York Croton Aqueduct.
- Huet. Note sur les Aqueducs du Croton et du Potomac. Paris. 1864.
- Tudsberry & Brightmore. The principles of Waterwork Engineering. London. 1897.
- W. K. Burton. The Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks. London, 1894.
- G. W. Fuller. Report on the investigations into the purification of the Ohio River Water at Louisville Kentucky. New-York. 1898.
- Merrimann. Elements of Sanitary Engineering. New-York. 1898.
- Hartman-Knoke. Die Pumpen. Berlin. 1897.
- Berättelse öfver Stockholms vattenlednings verksamhet under ar. 1897.
- В. Г. Линдлей. Описаніе водопроводныхъ и канализаціонныхъ сооруженийъ города Варшавы. Варшава. 1895.
- J. Wein. Die Wasserversorgung der Hauptstadt Budapesth. Budapesth. 1883.
- Rey. Le puits artésien de Grenelle. Paris. 1844.
- Таблица и атласъ чертежей нормальныхъ размѣровъ раструбныхъ и фланцевыхъ соединеній чугунныхъ трубъ, выаб. перв. русск. водопр. Съѣздомъ. Москва. 1894.



# ПРОГРАММЫ

КУРСОВЪ

## ВОДОСНАБЖЕНІЯ И ВОДОСТОКОВЪ,

УТВЕРЖДЕННЫЯ

Г. Министромъ Путей Сообщенія

ДЛЯ

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

Императора Александра I

11 Марта 1897 года.

# ПРОГРАММА КУРСА ВОДОСНАБЖЕНІЯ.

---

## I. Количества и качества воды, потребной для разныхъ цѣлей.

1. Количество воды для домашнихъ, заводскихъ, городскихъ и пр. потребностей. Колебанія суточного расхода.
2. Происхожденіе воды: атмосферные осадки, ключи, колодцы, рѣки, озера.
3. Жесткость и др. свойства водъ разныхъ происхожденій.
4. Выборъ воды въ зависимости отъ ея назначенія.

## II. Добываніе воды.

5. Разные способы добыванія воды. Добываніе воды изъ ручьевъ, рѣкъ и озеръ.
6. Сборъ грунтовой воды колодцами и горизонтальными трубами.
7. Артезіанскіе колодцы.
8. Сборъ атмосферной воды въ малыхъ и большихъ количествахъ.

## III. Храненіе воды.

9. Общія основанія устройства малыхъ и большихъ резервуаровъ въ зависимости отъ ихъ назначенія.
10. Форма резервуаровъ. Матеріаль для образованія ограждающихъ стѣнъ.
11. Сооруженія для выпуска воды изъ резервуаровъ.

## IV. Очищеніе воды.

12. Общіе принципы. Очистка небольшихъ количествъ воды. Очистка значительныхъ количествъ воды. Отстойные бассейны. Мас-совые фильтры.

## V. Сооруженія для провода воды.

13. Водопроводы съ естественнымъ уклономъ, открытые и закрытые.

14. Водопроводы съ напоромъ. Трубы. Дюкеры. Способы подъема воды.

## VI. Городское водоснабженіе.

15. Общія указанія для начертанія городской водопроводной сѣти.

16. Насосныя станціи. Водонапорныя башни. Уравнительные водоемы. Основные данныя относительно эксплуатаціи водопровода. Водомѣры. Пожарныя устройства.

## VII. Водоснабженіе желѣзнодорожныхъ станцій.

17. Особенности водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій. Количество и качество воды. Приемники рѣчной воды. Отстойники и фильтры. Пользованіе грунтовой водой. Водопроводы съ самотекомъ и напоромъ. Водоподъемное зданіе и машины. Распредѣленіе воды по станціи. Гидравлическіе краны.

---

# ПРОГРАММА КУРСА ВОДОСТОКОВЪ.

---

## I. Общія понятія.

1. *Основанія гигиены городовъ.* Искусственная жизнь городовъ. Загрязненіе воздуха, почвы, подземныхъ водъ и рѣкъ. Санитарныя или оздоровительныя мѣры. Главные принципы гигиены городовъ. Удаленіе твердыхъ отбросовъ. Дренажъ почвы. Санитарное и антисанитарное значеніе воды. Водоснабженіе и водоудаленіе.

Кругообращеніе воды въ городахъ. Водоснабженіе одиночное и двойное. Задача канализаціи городовъ.

Историческій обзоръ развитія санитарно-инженернаго дѣла.

2. *Количество и составъ сточныхъ водъ.* Вещества, подлежащія удаленію изъ предѣловъ населенныхъ мѣстностей. Свойства поверх-

ностныхъ (уличныхъ) водъ. Количество уличныхъ водъ. Свойства домовыхъ водъ. Фабричныя воды. Грунтовыя воды. Составъ сточныхъ водъ.

3. *Системы водостоковъ и главныйя основанія для ихъ проектированія.* Силы, посредствомъ коихъ удаляются нечистоты. Классификація системъ удаленія нечистотъ. Данные, необходимыя для составленія проекта водостоковъ. Общій порядокъ расчета сѣти водостоковъ.

4. *Поперечныя сѣченія водостоковъ, поверхностныхъ и подземныхъ.* Общія указанія. Прямоугольное сѣченіе. Трапецидальное сѣченіе. Круглое сѣченіе. Овоидальное сѣченіе. Лотковое сѣченіе. Водостоки-туннели съ кюветомъ. Сѣченіе водосточныхъ трубъ при наличности значительныхъ напоровъ. Водостоки нерациональныхъ типовъ.

## II. Общесплавная система водостоковъ.

5. *Общее расположеніе сѣти.* Непосредственный спускъ нечистотъ въ рѣки. Пересѣчная схема. Радіальная схема. Скорость теченія. Уклонъ поверхности воды въ водостокахъ. Уклонъ подошвы водостоковъ.

6. *Приемники сточныхъ водъ.* Приемники уличныхъ поверхностныхъ водъ. Приемники дворовыхъ водъ. Приемники домовыхъ отбросовъ. Домовая канализація. Гидравлическіе затворы внутри домовъ.

7. *Устройство уличныхъ водостоковъ.* Трубопроводы. Гончарныя и штейнгутовыя трубы. Асфальтовыя и цементныя трубы. Металлическія трубы. Кирпичные коллекторы. Бетонные коллекторы. Производство работъ по сооруженію водостоковъ.

8. *Соединительныя, смотровыя, водоотводныя и дренажныя сооруженія водосточной сѣти.* Патрубки. Соединительные колодцы въ трубопроводахъ. Соединеніе овоидальныхъ коллекторовъ. Смотровые колодцы. Ливнеотводы. Пересѣченія съ газовыми и водопроводными трубами. Дюкеры или сифоны. Приспособленія для дренажа почвы.

9. *Поддержаніе чистоты въ водосточной сѣти.* Необходимость промывки и вентиляціи водостоковъ. Промывка трубопроводовъ чистой и сточной водой. Промывка коллекторовъ большихъ размѣровъ. Промывка стоковъ водой рѣки, каналовъ и т. п. Расположеніе про-

мывныхъ приборовъ. Сохраненіе чистоты воздуха въ предѣлахъ сѣти. Дезинфекція коллекторнаго воздуха въ мѣстахъ сообщенія съ наружнымъ.

### III. Раздѣльные системы водосточныхъ.

10. *Общія основанія устройства раздѣльныхъ системъ.* Способъ Лернура. Способъ Бурова. Способъ Беринга. Способъ Берлье.

11. *Гидроневматическая система Шона.* Общее описаніе. Эжекторъ и его дѣйствіе. Эжекторныя станціи. Канализація сжатого воздуха. Промываніе водосточной сѣти. Примѣненіе системы Шона.

### IV. Очистка сточныхъ водъ.

12. *Послѣдствія спуска нечистотъ въ рѣки.* Общее положеніе вопроса о судьбахъ нечистотъ и сточныхъ водъ. Загрязненіе рѣкъ. Мнѣнія объ уменьшеніи опасности загрязненія рѣкъ исключеніемъ изъ сточныхъ водъ изверженій. Самоочищеніе рѣчной воды. Неопредѣленность современной постановки вопроса о пользованіи рѣками для спуска нечистотъ.

13. *Очистка сточныхъ водъ химическимъ и механическимъ путемъ.* Общія основанія искусственной очистки сточныхъ водъ. Очистительные бассейны въ Франкфуртѣ-на-Майнѣ. Способъ Рекнеръ-Роте и его примѣненіе въ Эссенѣ. Торфяной фильтръ Петри. Условія необходимости очистки сточныхъ водъ предъ спускомъ ихъ въ рѣки.

14. *Очистка сточныхъ водъ посредствомъ фильтраціи чрезъ почву.* Очистительныя свойства почвы. Относительная пригодность разныхъ почвъ для цѣлей очистки въ зависимости отъ состава почвъ. Количественное значеніе очистительной способности почвъ. Практическія затрудненія въ примѣненіи очистки сточныхъ водъ фильтраціей и соединеніе фильтраціи съ орошеніемъ.

15. *Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.* Историческія указанія. Основныя черты очистительнаго процесса при орошеніи. Значеніе состава почвы. Отношеніе между количествомъ водъ и орошаемой поверхностью. Сооруженія для отвода сточныхъ водъ на орошаемыя поля. Поля для орошенія и ихъ устройство. Зимнее орошеніе и зимніе бассейны. Значеніе орошаемыхъ сточными водами полей въ санитарномъ отношеніи.

# ВВЕДЕНИЕ

КЪ КУРСАМЪ

## ВОДОСНАВЖЕНІЯ И ВОДОСТОКОВЪ.

---

**Глава I.** Основанія гигиены городовъ.

**Глава II.** Историческій обзоръ санитарно-инженернаго дѣла.

# Водоснабженіе и водостоки.

## ВВЕДЕНІЕ.

### ГЛАВА ПЕРВАЯ.

#### Основанія гігіены городовъ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 1. Искусственная жизнь городовъ.—§ 2. Загрязненіе воздуха, почвы, подземныхъ водъ и рѣкъ.—§ 3. Санитарныя или оздоровительныя мѣры.—§ 4. Главныя принципы гігіены городовъ.—§ 5. Удаленіе твердыхъ отбросовъ и пр.—§ 6. Дренажъ почвы.—§ 7. Водоснабженіе и водоудаленіе.—§ 8. Кругообращеніе воды въ городѣ.—§ 9. Водоснабженіе одиночное и двойное.—§ 10. Задача канализаціи городовъ.

#### § 1. Искусственная жизнь городовъ.

Людямъ, живущимъ небольшими группами на обширномъ пространствѣ полей, лѣсовъ и луговъ, природа почти всегда доставляетъ въ изобиліи необходимыя условія для здоровья: чистый воздухъ, воду свободную отъ вредныхъ примѣсей и почву, быстро обезвреживающую не унесенные проточными водами остатки гнѣющихъ органическихъ веществъ.

Но съ увеличеніемъ количества людей, сосредоточенныхъ на одной и той же площади, появляется рядъ вредно вліяющихъ на здоровье причинъ, съ которыми природа одна не въ состояніи бороться. Въ этихъ случаяхъ необходимо придти къ ней на помощь, примѣняя тѣмъ болѣе сложные и совершенные способы борьбы съ антисанитарными условіями, чѣмъ многочисленнѣе и гуще населеніе города.

Такимъ образомъ, однимъ изъ условій благополучнаго существованія большихъ городовъ является вообще нѣкотораго рода *искусственная жизнь*. Безъ нея было бы невозможно наблюдаемое повсюду развитіе громадныхъ столицъ, быстрый родъ которыхъ требуетъ постоянно рѣшенія все болѣе и болѣе трудныхъ задачъ по ихъ оздоровленію.

## § 2. Загрязненіе воздуха, почвы, подземныхъ водъ и рѣкъ.

Дыханіе большаго числа людей, собранныхъ въ ограниченномъ пространствѣ, обуславливаетъ различныя вредныя для здоровья измѣненія въ составѣ воздуха: количество кислорода уменьшается, а количество водяныхъ паровъ и углекислоты увеличивается. Кромѣ того въ воздухѣ накапливаются ограниченскія частицы, способствующія порчѣ воздуха и распространенію различныхъ болѣзней. Изъ этого слѣдуетъ, что воздухъ—это необходимое вещество для жизни, легко теряетъ тѣ свои свойства, которыя обуславливаютъ поддержаніе жизни, и становится, наоборотъ настоящимъ ядомъ. Къ этой первой причинѣ порчи воздуха (дыханіе) присоединяются еще въ городахъ многія другія: сожиганіе твердыхъ и газообразныхъ матеріаловъ въ печахъ и топкахъ, въ лампахъ, фонаряхъ и пр., разложеніе животныхъ и растительныхъ остатковъ на дворахъ, огородахъ, на рынкахъ и водосточныхъ канавахъ, испаренія выгребныхъ ямъ, больницъ, фабрикъ и заводовъ.

Наряду съ загрязненіемъ воздуха при скученномъ населеніи происходитъ загрязненіе почвы, подземныхъ водъ и рѣкъ.

Если бы не принимать особыхъ мѣръ для очистки городскихъ улицъ то органическія вещества и разнаго рода нечистоты скоро образуютъ на нихъ толстые все болѣе и болѣе нарастающіе слои грязи. Явленіе это слишкомъ знакомо всѣмъ видѣвшимъ наши провинціальныя города, чтобы о немъ нужно было распространяться. Грязь проникаетъ и въ верхніе слои почвы, которые кромѣ того постепенно загрязняются еще стекающими въ открытыхъ лоткахъ или по подземнымъ трубамъ грязными водами, содержимымъ выгребныхъ ямъ съ проницаемыми стѣнками, продуктами гніенія человѣческихъ труповъ на кладбищахъ и пр. Во всѣхъ современныхъ городахъ и даже въ тѣхъ изъ нихъ, гдѣ принимаются всевозможныя

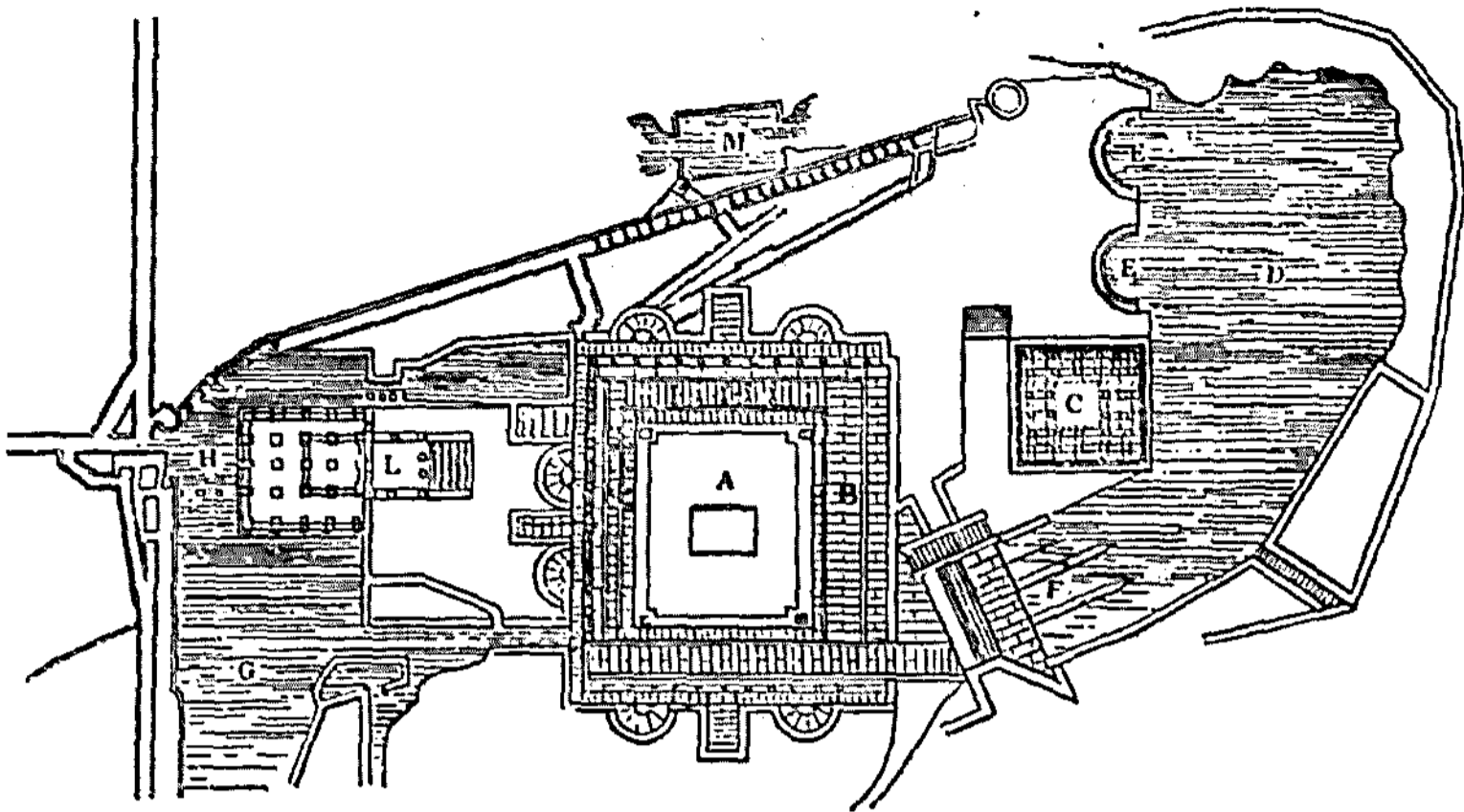


мѣры для устраненія причинъ, дѣйствующихъ вредно на здоровье, существуютъ въ большей или меньшей степени подобныя печальныя условія. Среди нихъ слѣдуетъ, въ настоящее время, помѣстить и освѣщеніе газомъ, который улетучивается черезъ неизбѣжныя течи въ разныхъ частяхъ громадной сѣти трубъ, проникаетъ въ окружающую почву, пропитываетъ ее углеродистыми соединеніями и сообщаетъ ей черный цвѣтъ и характерный запахъ. Почва при такихъ условіяхъ теряетъ способность питать растенія, санитарное значеніе коихъ такъ велико (см. § 4). Кромѣ того тутъ является опасность взрывовъ, которые могутъ произойти отъ утечки газа и скопленія гремучей смѣси въ водосточныхъ каналахъ, подвалахъ домовъ, и пр.

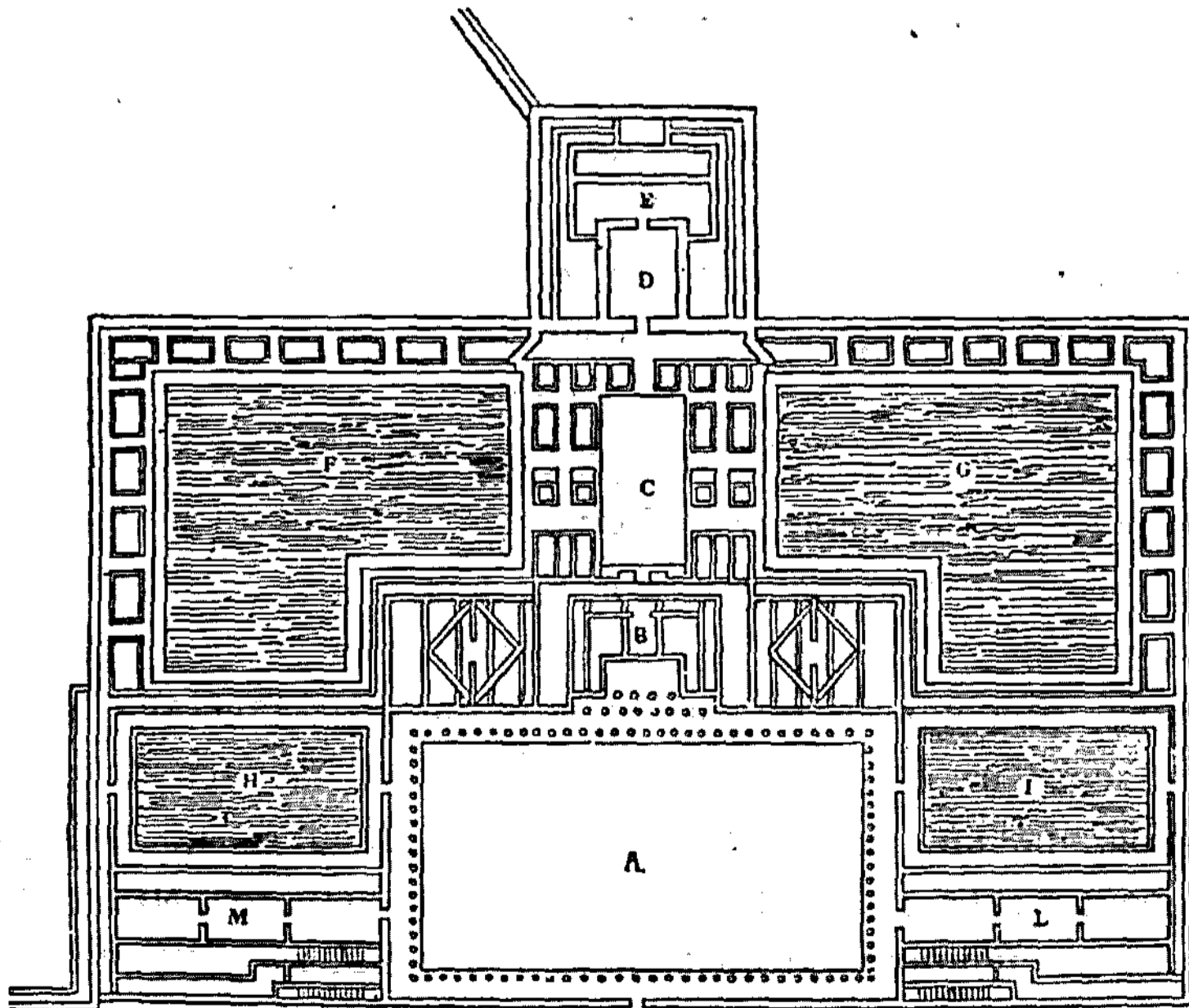
Подземныя (грунтовая) воды, находясь на небольшой глубинѣ, подвергаются тѣмъ же причинамъ загрязненія, какъ и почва, и обыкновенно еще болѣе способствуютъ вредному дѣйствию этого загрязненія. Съ одной стороны грунтовая вода почти всегда утилизуется для разныхъ цѣлей въ домашнемъ хозяйствѣ, а часто даже для питья, и такимъ образомъ, будучи загрязнены, непосредственно вліяютъ на здоровье; съ другой стороны—уровень этихъ водъ подверженъ періодическимъ измѣненіямъ, такъ что иногда обнажаются слои почвы, которые большею частью находятся подъ водою, иногда же, наоборотъ, воды затопляютъ такіе слои, которые обыкновенно остаются сухими, и такія перемѣны въ нѣкоторыхъ случаяхъ существеннымъ образомъ измѣняютъ установившееся постепенно состояніе этихъ слоевъ, вызывая выдѣленіе вредныхъ для здоровья испареній, и даже иногда служатъ прямою причиною появленія эпидемическихъ болѣзней. Въ Индіи давно замѣчено, что возникновеніе холеры всегда совпадаетъ съ періодомъ пониженія уровня грунтовыхъ водъ.

Наконецъ, рѣки, пересекающія города или даже протекающія вблизи нихъ, получаютъ также значительное количество органическихъ остатковъ въ видѣ городскихъ отбросовъ разнаго рода. вмѣстѣ съ дождевою водою, стекающею непосредственно по поверхности улицъ, черезъ устья изливающихся въ рѣку водосточныхъ каналовъ, а также съ питающими ее подземными водами, въ рѣку непрерывно попадаютъ элементы загрязненія, составъ которыхъ тѣмъ болѣе является опаснымъ въ отношеніи вліянія на здоровье обывателей, чѣмъ гуще городъ населенъ и чѣмъ больше въ немъ развита промышленность. По мѣрѣ прибавленія этихъ вредныхъ примѣсей, рѣч-

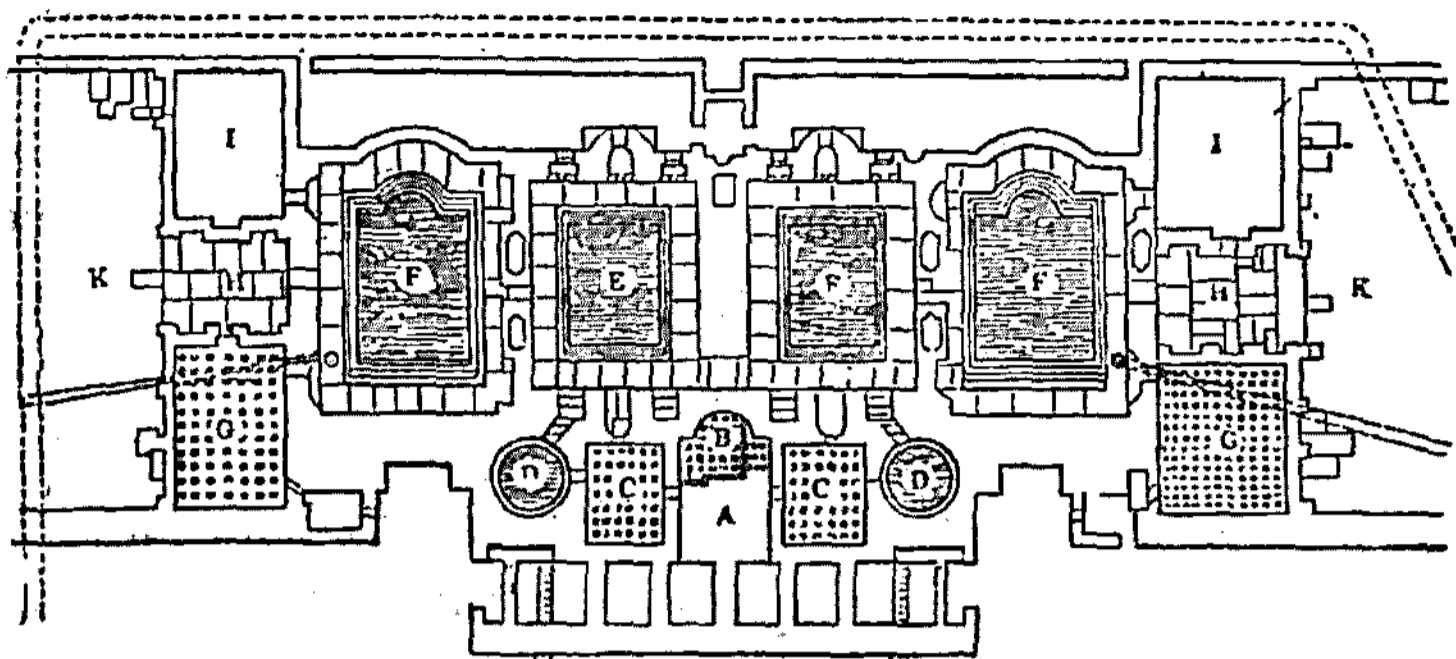
Нупальни и бани древнихъ Римлянъ.



Черт. 1. Планъ римскихъ купаленъ въ г. Нимѣ. Вода получается изъ рѣчки и собирается въ резервуарахъ. *A*—большой дворъ, окруженный врытымъ перестилемъ *B*; *C*—нѣжнѣ купальни; *D*—резервуаръ—источникъ воды; *E*—полу винтовыхъ лѣстницы ведущія въ водѣ; *F*—моеть черезъ каналъ; *G*—второй резервуаръ, откуда вода проведена въ частныя купальни; влѣво отъ резервуара *G*—отводный каналъ отработавшей воды изъ купаленъ; *L*—небольшой храмъ; *M*—третій резервуаръ—меньшихъ размѣровъ (Cresy—*Cyclopaedia of Civil Engineering*. London, 1847).



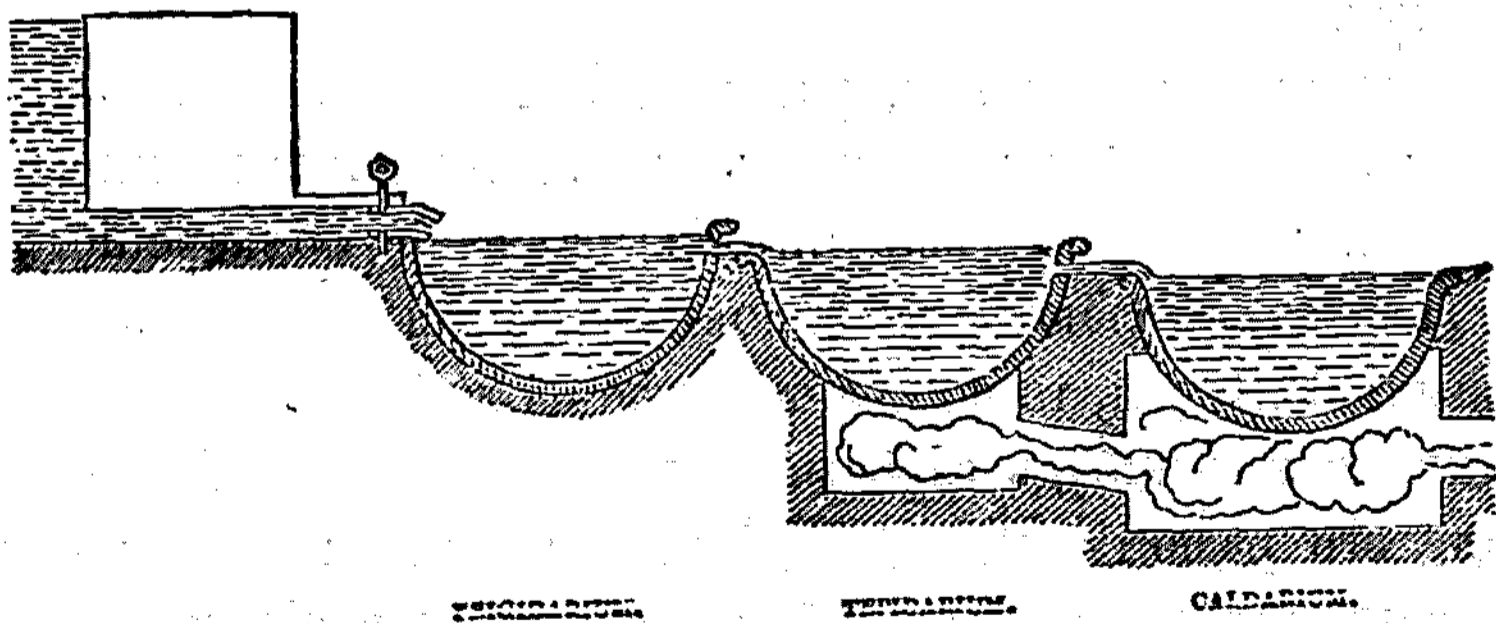
Черт. 2. Планъ римскихъ купаленъ въ Stura. Онѣ были построены въ морѣ близъ Анциума при устьѣ рѣчки Stura, нынѣ называемой Conca. *A*—большой дворъ, окруженный колоннадами; *B*—вестибюль; *C*—залъ сообщающійся съ морскими купальными бассейнами; *F*—большіе и *H*—малые бассейны для купанья и плаванья—съ морской водой, окруженные кабинетами для купальщиковъ; *D-E*—выступы зданія, откуда начинается морской молъ; *L* и *M*—входы въ купальни со стороны города (Cresy).



Черт. 3.

Планъ римскихъ бань въ Baden-Weiler.

Въ этихъ баняхъ имѣлись отдѣленія для мужчинъ и женщинъ, симметрично расположенныя относительно оси зданія. Значеніе буквъ: *A*—hypocaustum, *B*—очагъ, *C*—caldaria, *D*—покрытыя сводами Sudatorii, *E*—tepidaria, *F*—frigidaria, *G*—залы съ полами нагрѣваемыми печами, какъ въ caldaria, *H*—вестибюли, *I*—elaesthesia, *K*—exedrae (Cresy).



Черт. 4.

Разрѣзъ котловъ для нагрѣванія воды въ римскихъ баняхъ (по Витрувію). Они дѣлались изъ мѣди и располагались такъ, что вода стекала изъ одного въ другой, постепенно переходя отъ самой низкой температуры къ самой высокой (Cresy).

ная вода постепенно теряет свои естественныя качества, такъ что въ нѣкоторыхъ частяхъ рѣки, гдѣ количество вредныхъ веществъ становится особенно значительнымъ, вымираетъ вся рыба.

Вездѣ, гдѣ скопляются органическія отбросы: и въ воздухѣ, и въ почвѣ и въ подземныхъ и въ текучихъ водахъ, происходитъ разложеніе этихъ отбросовъ и микроскопъ обнаруживаетъ присутствіе безконечно мелкихъ организмовъ, которые, согласно новѣйшимъ научнымъ открытіямъ, играютъ громадную роль въ природѣ и имѣютъ весьма глубокое вліяніе на условія общественной и индивидуальной жизни. Нѣкоторые изъ этихъ организмовъ живутъ и дышутъ подобно растеніямъ; другіе, напротивъ приближаются къ животному царству, поглощаютъ изъ воздуха кислородъ и выдѣляютъ углекислоту.

Тѣ и другіе носятъ общее названіе *микробовъ* и размножаются или посредствомъ дѣленія (*раздвоеніе*), или же образованіемъ *споръ* или жизнеспособныхъ *зародышей*, которые могутъ быть переносимы на дальнія разстоянія, сохраняя почти безконечную способность къ развитію при встрѣчѣ благопріятной для этого среды.

Многіе изъ этихъ микроскопическихъ организмовъ безвредны, и мы ихъ безнаказанно поглощаемъ постоянно вмѣстѣ съ воздухомъ, которымъ мы дышемъ, съ водою, которую пьемъ, а также въ самой нашей пищѣ. Но нѣкоторые изъ нихъ обладаютъ, невидимому, способностью вызывать опредѣленныя болѣзни, такъ называемыя *инфекціонныя*.

Современное состояніе науки не даетъ еще возможности утверждать, что всякая болѣзнь имѣетъ своего микроба; но многочисленныя факты, уже давно извѣстные и нашедшіе объясненіе въ этой новой гипотезѣ, дѣлаютъ ее вѣроятною, если не для всѣхъ заразительныхъ болѣзней, то по крайней мѣрѣ для большинства изъ нихъ.

Одинъ какой-нибудь зародышъ, попадая въ условія, благопріятныя для его развитія, немедленно даетъ начало тысячамъ подобныхъ же зародышей, и единственный случай заболѣванія можетъ, такимъ образомъ, сдѣлаться въ весьма короткое время исходною точкою многочисленнаго ряда такихъ же заболѣваній, началомъ настоящей *эпидеміи*.

Эти микроскопическіе зародыши носятъ въ воздухѣ и обыкновенная пыль всегда содержитъ ихъ въ громадномъ количествѣ. Если воздухъ и не представляетъ благопріятной среды для развитія мик-

робовъ, оиъ во всякомъ случаѣ играетъ для ихъ роль проводника, и вѣтеръ разноситъ ихъ на дальнія разстоянія по всѣмъ направле- ніямъ. Воздухъ нашихъ жилищъ и улицъ наполняется микробами, которыя, черезъ дыханіе, могутъ осаждаться въ нашихъ легкихъ или проглатываться съ нищей и, такимъ образомъ, проникать во внутрь организма.

Текучая вода также содержитъ и несетъ съ собою зародыши и микробовъ; нѣтъ, притомъ, сомнѣнія, что она часто представляетъ благопріятныя условія для ихъ развитія и распространенія и что они въ ней *размножаются*. Многочисленныя наблюденія приводятъ къ убѣжденію, что вода можетъ вызвать и передать заболѣваніе зобомъ, дизентеріею, болотною лихорадкою и пр. Вода, загрязненная изверженіями городовъ, содержимымъ водостоконъ, отбросами промышленности и другими подобными веществами, въ этомъ отно- шеніи особенно подозрительна.

Отсюда очевидна опасность, которой постоянно подтвержена жизнь обитателей большихъ городовъ, и нельзя не проникнуться сознаніемъ громадной важности тѣхъ задачъ, которыя имѣютъ цѣлью оздоровленіе городовъ, и благотворныхъ послѣдствій, которыя должны получиться отъ изученія и совершенствованія способовъ ихъ рѣшенія.

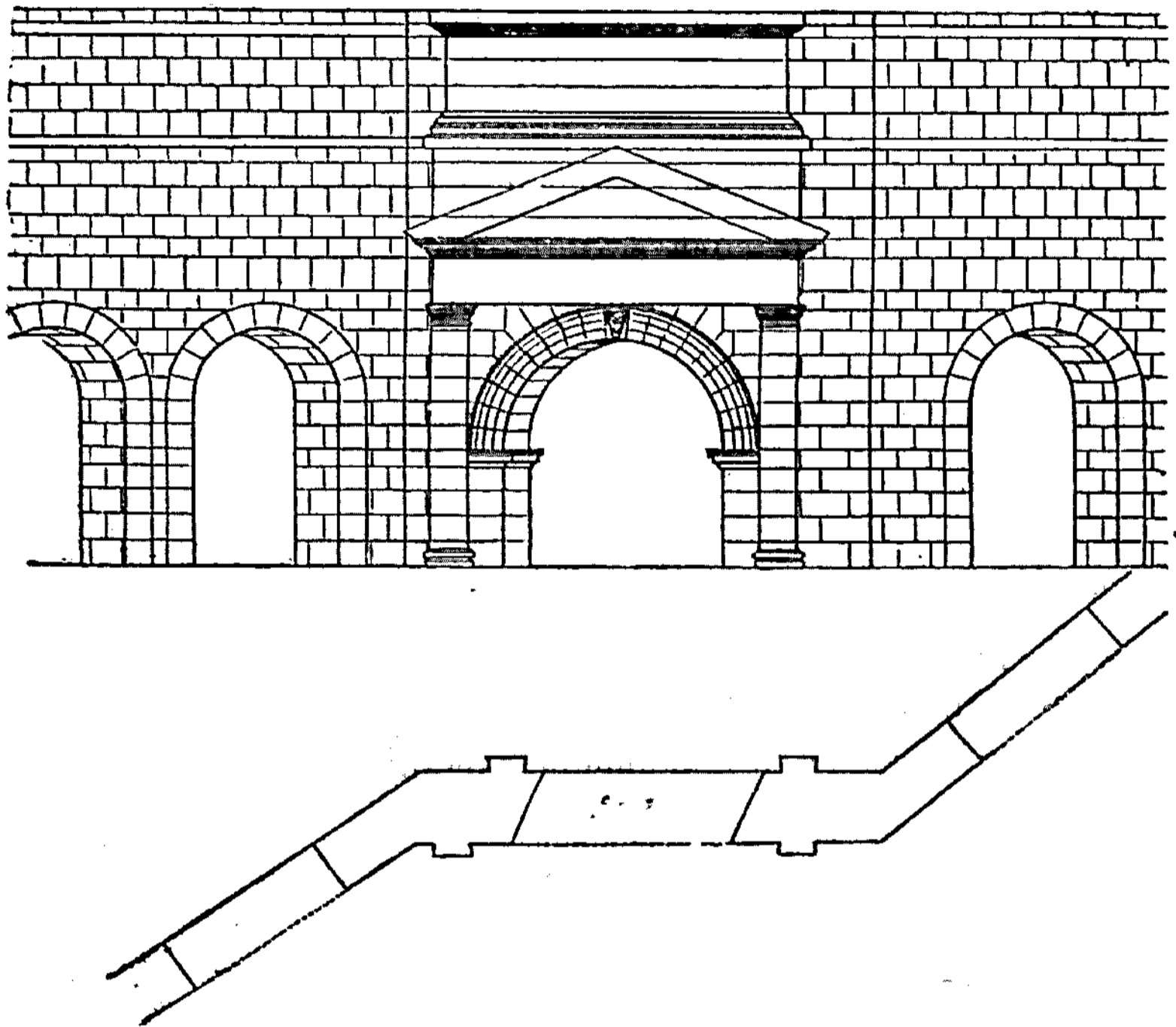
### § 3. Санитарныя или оздоровительныя мѣры.

Вынужденные испытывать на себѣ тяжелыя послѣдствія загряз- ненія воздуха, почвы и воды, обитатели городовъ во всѣ времена чувствовали необходимость бороться съ этими причинами, угрожаю- щими ихъ здоровью, принимая рядъ мѣръ, единственною цѣлью ко- торыхъ было возмѣстить искусственными способами тѣ преимущества, которыхъ не можетъ дать имъ природа. Они придумали и осуще- ствили цѣлую массу приемовъ для уничтоженія опасныхъ послѣдствій для здоровья людей отъ жизни скученными большими массаами въ одномъ мѣстѣ.

Совокупность этихъ приемовъ обнимаетъ то, что можно было бы назвать *гигіеною городовъ*, и наука имѣющая предметомъ изученіе законовъ оздоровленія, изслѣдованіе и постоянныя усовершенство- ванія практическихъ средствъ для примѣненія этихъ законовъ, по- лучила названіе *санитарной науки*.

Водопроводные мосты древнихъ Римлянъ.

Водоенабженіе города Рима.



Черт. 5 и 6.

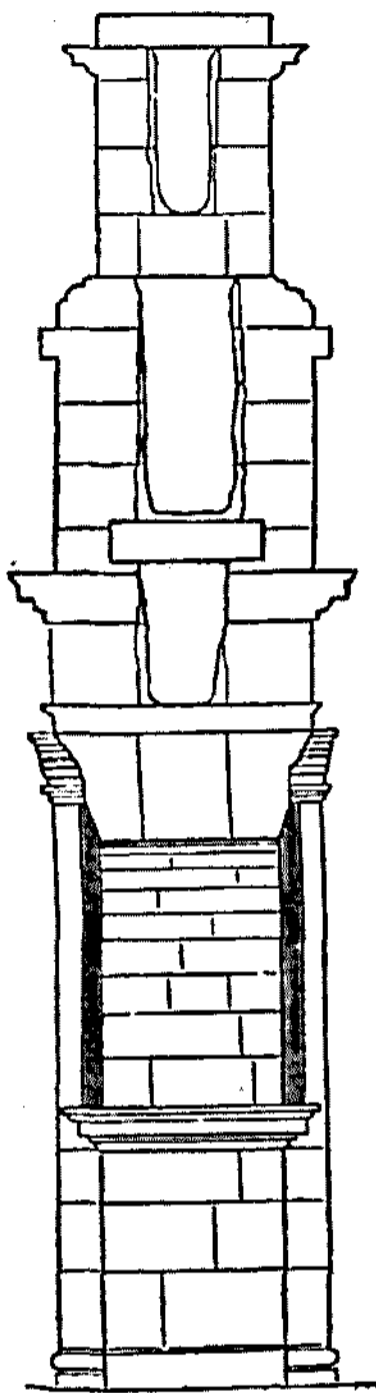
Фасадъ и планъ части водопроводнаго моста (моста-акведука)  
Терула и Юліа, въ городѣ Римѣ.

Водопроводъ Терула построенъ за 126 лѣтъ до  
Р. Х. Къ нему въ царствованіе Юлія Цезаря былъ  
присоединенъ новый водопроводъ, названный Aqua  
Julia. Чертежи ноказываютъ общую часть моста  
акведука обоихъ водопроводовъ (Cresy).

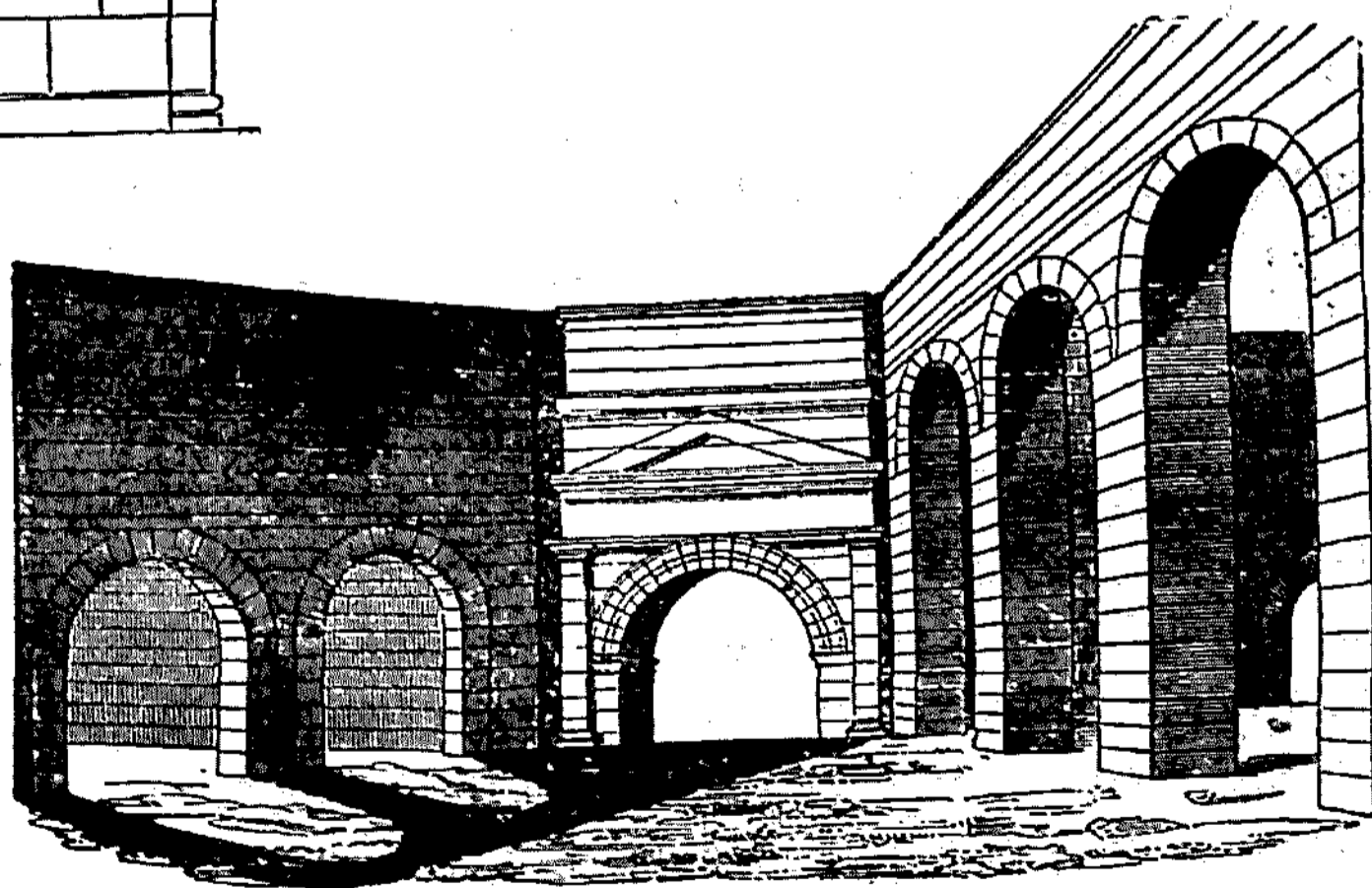
Водопроводные мосты древних Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.

Черт. 7.— Поперечный разрѣзь моста акведука водопроводовъ Julia, Terula и Marcia.



Всѣ эти три водопровода получали воду изъ разныхъ источниковъ. Вода была разнаго качества. У города три водопровода сходились на общемъ мостѣ акведука (черт. 7). Разныя воды текли другъ надъ другомъ въ отдѣльныхъ каналахъ. Чтобы предупредить просачиваніе воды изъ верхнихъ каналовъ въ нижніе, принимались особыя мѣры. Дно cadaго канала было изъ ігльнаго камня, задѣланнаго краями въ кладку. Сверхъ камня былъ положенъ слой черепицы и цемента. Каждый каналъ былъ доступенъ осмотру при помощи особыхъ входныхъ отверстій. Такой осмотръ регулярно производился особыми суб-инженерами, которые были обязаны постоянно доносить о состояніи сооружений (Cresy).



Черт. 8.

Видъ соединенія римскихъ водопроводовъ Julia, Terula и Marcia (черт. 7) въ одинъ общій акведукъ.

Эта наука не нова, и древніе въ этомъ иаправленіи достигли въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ такого совершенства, до котораго намъ еще очень далеко, но только въ послѣднее время санитарная наука опять пріобрѣла почетъ и лишь съ недавнихъ поръ снова заняла подобающее мѣсто среди другихъ стремленій человѣчества. Теперь нѣтъ ни одной цивилизованной страны, гдѣ не посвящали бы много усилій и денежныхъ средствъ улучшенію условій городской жизни, примѣненію и распространенію санитарныхъ или оздоровительныхъ мѣръ.

Дѣло идетъ, это уже благоразумно сознали, о сохраненіи жизни.

«Жизнь безцѣнна», сказалъ совершенно справедливо знаменитый англійскій гигиенистъ Baldwin Latham, и для защиты ея никакія жертвы не могутъ считаться чрезмѣрными. И такъ какъ обитатели городовъ всѣ вмѣстѣ подвергаются опасности и по необходимости должны быть между собою солидарны, то нѣтъ ни одного человека, который могъ бы относиться безразлично къ общему санитарному благополучію, хотя бы опъ благодаря своему положенію, жилъ повидимому при самыхъ прекрасныхъ условіяхъ. Всѣ заинтересованы въ улучшеніи общественнаго здоровья и уменьшеніи общей цифры смертности. Для лицъ же, завѣдующихъ городскими дѣлами, первѣйшею обязанностью должно быть—устраивать и безпрестанно совершенствовать санитарную часть городского управленія и стремиться къ тому, чтобы всегда и вездѣ соблюдались правила, необходимыя для охраны санитарнаго благополучія.

Для охраны санитарнаго благополучія возможно дѣлать и еще остается сдѣлать очень много. Много городовъ, въ особенности у насъ въ Россіи, находятся еще въ весьма печальныхъ санитарныхъ условіяхъ; самые простые гигиеническіе законы у насъ не признаются и не приняты даже наиболѣе элементарныя мѣры къ оздоровленію. Въ большинствѣ случаевъ замѣчается непростительный индифферентизмъ, освященный рутиною.

Ирекрасные результаты, полученные повсюду, гдѣ современно приложены были серьезныя усилія и принесены были достачиыя жертвы для улучшенія санитарнаго состоянія городовъ, должны поощрять къ раепропространенію этого замѣчательнаго движенія и въ предѣлахъ нашего отечества.

Въ Англии лишь ноль-вѣка тому назадъ возникли заботы объ



улучшеніи санитарныхъ условій населенныхъ мѣстностей; и уже въ первую половину этого короткаго періода удалось сохранить много человѣческихъ жизней, предотвратить многія болѣзни и даже общественныя бѣдствія: статистика доказываетъ, насколько улучшилось общественное здоровье, и полученные въ короткое время результаты могутъ служить указаніемъ того, что должно получиться въ болѣе продолжительный періодъ, если съ настойчивостью и совокупными усиліями большаго числа людей преслѣдовать ту же цѣль въ широкомъ масштабѣ. Въ нѣкоторыхъ городахъ смертность уменьшилась въ теченіи первыхъ двадцати-пяти лѣтъ послѣ принятія общественныхъ санитарныхъ мѣръ на 5, 10, 20 и 30%. Въ Лондонѣ она уменьшилась, съ 1846 до 1871 года, на 10%.

Эти цифры достаточно краснорѣчивы, и работы, помощью которыхъ получаютъ подобные результаты, слѣдуетъ считать громаднымъ благодѣяніемъ для человѣчества.

Извѣстно, что на одинъ смертный случай въ городахъ приходится всегда 20 или 30 случаевъ тяжкихъ болѣзней. Такимъ образомъ, надо полагать, что вмѣстѣ съ пониженіемъ общей цифры смертности, принятыми санитарными мѣрами достигнуто соответственное уменьшеніе числа заболѣваній. Сколько вслѣдствіе этого предотвращено страданій, сколько сэкономлено расходовъ, сколько сохранено времени для труда.

#### § 4. Главные принципы гигиены городовъ.

Гигиена городовъ сводится къ небольшому числу основныхъ принциповъ, въ соблюденію которыхъ направлены всѣ мѣры, предпринимаемыя съ цѣлью улучшенія условій общественнаго здоровья.

Необходимый для дыханія воздухъ долженъ быть сохраненъ по возможности чистымъ (вентиляція улицъ и здавій, растительность въ городахъ).

Вода должна доставляться въ количествѣ достаточномъ для удовлетворенія всѣхъ потребностей чистоты, столь важной для сохраненія здоровья; съ другой стороны, воду эту, но крайней мѣрѣ ту часть ея, которая предназначена для питья и домашняго употребленія, необходимо выбирать крайне тщательно и охранять ее отъ всякаго рода загрязненій (водоснабженіе).

Почва и подземныя воды должны быть защищены всѣми средствами отъ угрожающаго имъ постоянно зараженія (мостовыя, дренажъ).

Наконецъ, необходимо принимать всевозможныя мѣры для быстрого удаленія всѣхъ веществъ, способныхъ къ разложенію, съ цѣлью охранить отъ заразы дома, улицы, атмосферу, подземные каналы и рѣки (водоудаленіе, удаленіе твердыхъ отбросовъ, пыли и грязи).

Для достиженія цѣли оздоровленія недостаточно исполнить одно изъ указанныхъ условій. Они всѣ необходимы и слѣдуетъ стремиться осуществить ихъ одновременно.

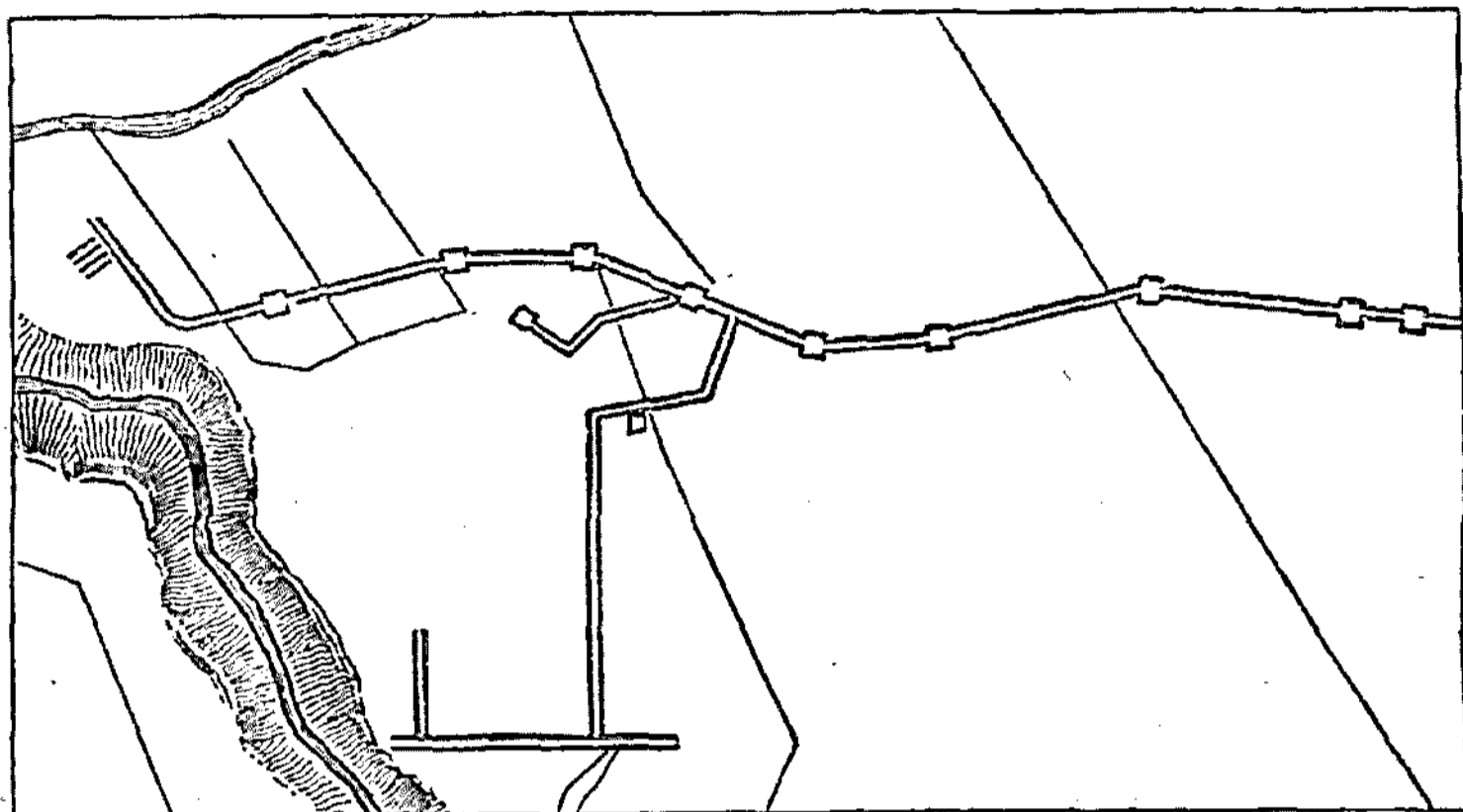
Естественныя причины, производящія перемѣщеніе воздуха на городскихъ площадяхъ и улицахъ, обыкновенно, обезнечиваютъ достаточно быстрое возобновленіе воздуха, такъ что искусственныя средства для сохраненія чистоты воздуха въ городахъ едва ли представляются нужными. Необходимо, однако, по мѣрѣ возможности, придти въ этомъ отношеніи на помощь природѣ, облегчая дѣйствіе вѣтра и сокращая всѣми доступными мѣрами обыкновенныя причины порчи воздуха.

Такимъ образомъ, при начертаніи городскихъ улицъ слѣдуетъ стараться располагать ихъ такъ, чтобы воздушныя теченія могли слѣдовать по нимъ безпрепятственно и солнце заглядывало въ нихъ почаще. При этомъ слѣдуетъ сообразоваться съ расположеніемъ странъ свѣта и направленіемъ господствующихъ вѣтровъ. Необходимо избѣгать образованія узкихъ и темныхъ переулковъ, окаймленныхъ слишкомъ высокими домами, и тѣсныхъ дворовъ, образующихъ въ нѣкоторомъ родѣ глубокіе колодцы, гдѣ воздухъ возобновляется съ трудомъ.

Съ другой стороны, должно принимать мѣры, чтобы вредные для дыханія газы, вытекающіе изъ трубъ различныхъ топокъ или происходящіе отъ освѣщенія, были удаляемы возможно скорѣе: для этого необходимо, чтобы газы черезъ высокія трубы отводились въ верхніе слои атмосферы, надъ крышами домовъ, гдѣ вѣтры не встрѣчаютъ препятствій. Заведенія, выдѣляющія непріятные и вредные для здоровья газы, должны быть расположены по возможности дальше отъ городскихъ жилищъ и помѣщаться за городомъ въ такихъ мѣстахъ, чтобы газы эти не направлялись господствующими вѣтрами къ центру города, а, наоборотъ, разсѣивались бы вѣтромъ по другимъ направленіямъ.

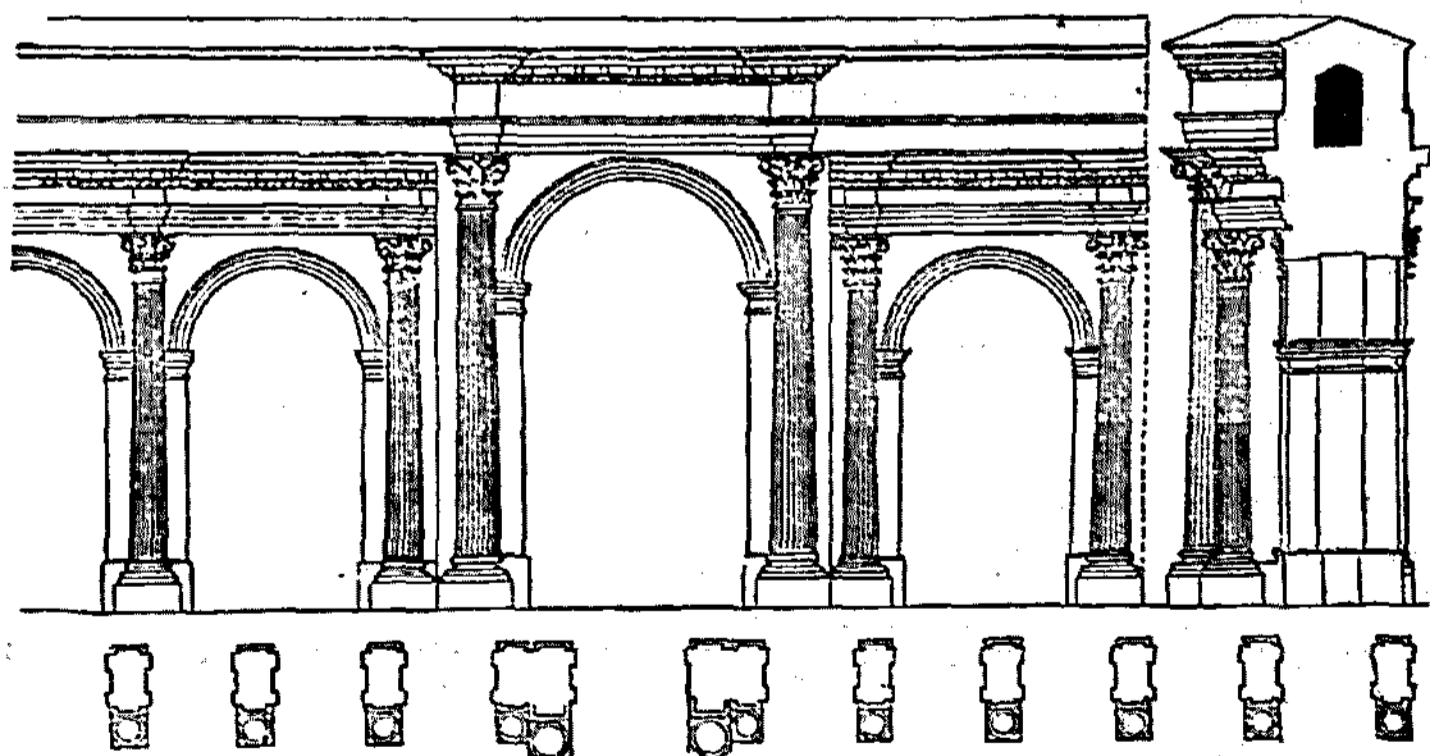
Водопроводные мосты древних Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 9.

Планъ водопровода *Virgo*, устроеннаго послѣ 442 года по основаніи Рима. Длина его болѣе 8 миль. Онъ имѣлъ отстойный бассейнъ покрытый сводами (черт. 39—41). Его аркады (черт. 10) отличались большой красотой и богатствами украшеній (*Cresy*).



Черт. 10 и 11.

Фасадъ и разрѣзъ моста римскаго водопровода *Virgo* (водопроводный каналъ покрытъ на разрѣзѣ черной краской).

Едва ли нужно прибавлять, что на улицах города не должны быть оставляемы вещества, способныя разлагаться, а, наоборот, необходимо убирать эти вещества и увозить ихъ прочь, прежде чѣмъ начнется ихъ гніеніе.

Онытъ показываетъ, однако, что для городовъ очепь значительныхъ размѣровъ, какъ напр. Лондонъ, эти мѣры не могутъ быть соблюдены въ достаточной степени, чтобы дать жителямъ дѣйстви-тельно чистый воздухъ. Въ Лондонѣ, поэтому, поднятъ вопросъ о снабженіи города воздухомъ изъ отдаленной мѣстности при помощи цѣлой сѣти воздухопроводовъ. Мы повидимому находимся, такимъ образомъ, наканунѣ эры *искусственной вентиляціи городовъ*.

Для поддержанія чистоты воздуха, рекомендуютъ также сохра-нять въ городахъ достаточно мѣста для растительности. Дѣйствительно растенія, какъ извѣстно, имѣютъ свойство утилизировать, для своего дыханія и питанія, какъ разъ тѣ элементы, которые выдѣляются всѣми существами, принадлежащими къ животному царству. Пре-творяя эти вещества, растенія выдѣляютъ ихъ въ атмосферу въ видѣ газовъ, снова способныхъ служить для дыханія людей и животныхъ.

Растенія служатъ еще причиною безпрестаннаго движенія грун-товыхъ водъ, весьма благопріятнаго для оздоровленія почвы, и для своего роста они извлекаютъ изъ почвы разлагающіяся вещества, которыя могли бы служить въ ближайшемъ или отдаленномъ вре-мени причиною зараженій.

Поэтому нѣтъ никакого сомнѣнія, что слѣдуетъ сочувствовать вся-кой мѣрѣ, имѣющей цѣлью сохранить для растительности часть площади, занятой городскими поселеніями.

Возрастаніе стоимости земель въ большихъ городахъ побуждаетъ, однако, собственниковъ увеличивать постепенно застраиваемыя пло-щади, уменьшая размѣры дворовъ, огородовъ и садовъ. Обществен-ныя управленія должны бороться противъ этого вреднаго стремленія, создавая и ставя подъ охрану общества площади и участки, покры-тые растительностью.

Аллеи, парки, общественные сады, скверы, которыя столько спо-собствуютъ украшенію города, доставляя также жителямъ удоволь-ствіе, въ то же время являются могущественными средствами оздо-ровленія.

Воздухъ внутри зданій, въ особенности въ такихъ помѣщеніяхъ,

которыя служатъ для собраній, какъ напริมѣръ: театры, цирки, рестораны и пр., а также въ общихъ жилищахъ, каковы казармы, тюрьмы, школы и пр., въ помещеніяхъ, отведенныхъ для больныхъ, госпиталяхъ, ночлежныхъ домахъ, амбулаторіяхъ, — весьма быстро портится дыханіемъ людей, и вредными для здоровья газами, выдѣляющимися изъ, источниковъ свѣта и теплоты. Замокнутый въ тѣсныхъ пространствахъ и отдѣленный отъ другихъ помещеній, воздухъ въ зданіяхъ подобнаго рода скоро сдѣлался бы совершенно негоднымъ для дыханія, если бы не употреблялись спеціальныя искусственныя средства для весьма частаго возобновленія его. *Вентиляція* зданій принадлежитъ къ числу существенныхъ условій, которыя необходимо имѣть въ виду при постройкѣ зданій, имѣющихъ указанныя выше назначенія; между тѣмъ весьма часто обращаютъ на нее еще слишкомъ мало вниманія, считая ее второстепеннымъ дѣломъ.

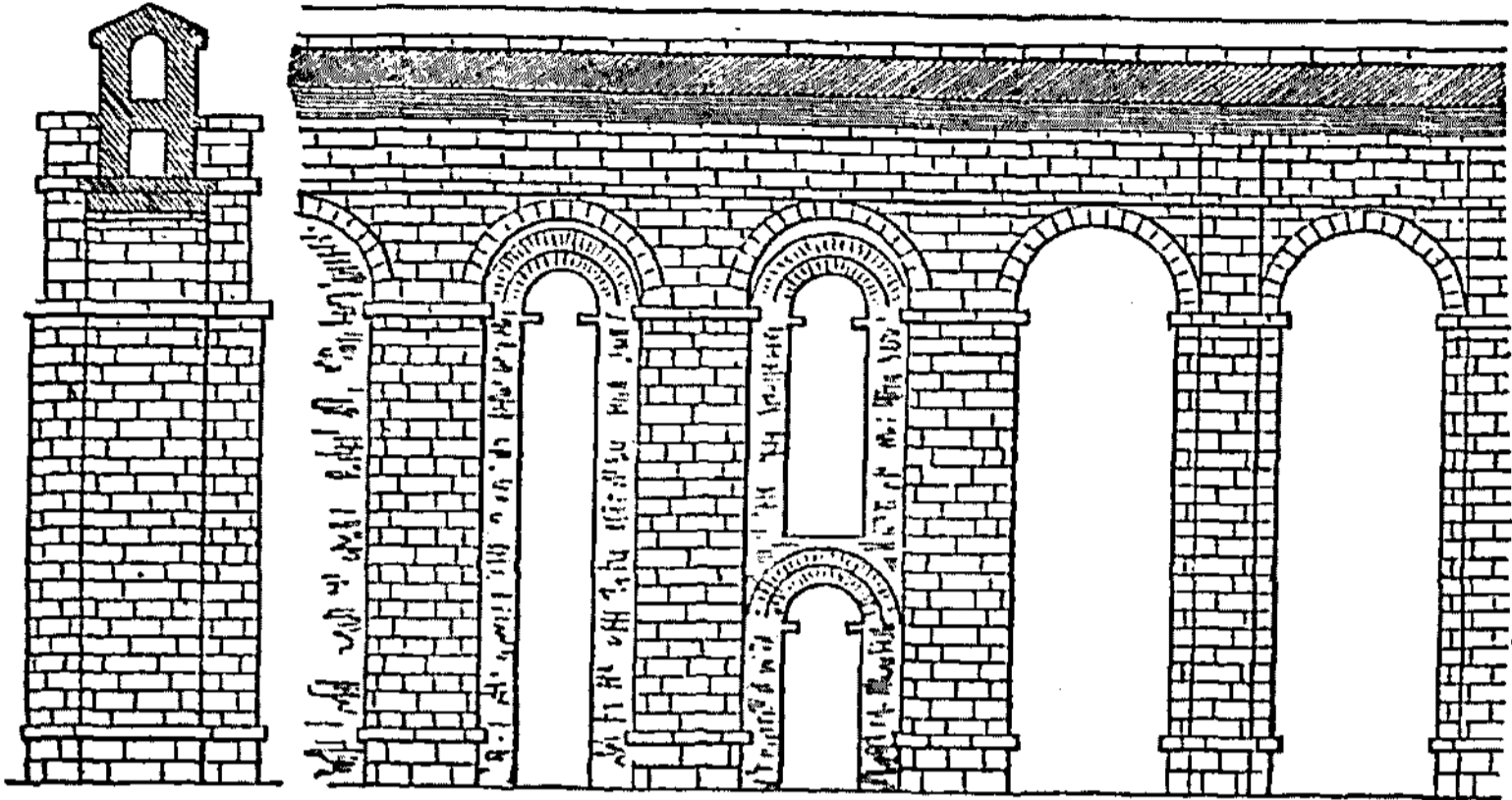
Необходимо также заботиться о закрытіи доступа во внутрь жилищъ всякому испорченному воздуху и принять особыя мѣры предосторожности, чтобы внутренній воздухъ помещеній не могъ придти въ соприкосновеніе съ воздухомъ канализаціонныхъ трубъ, выгребныхъ ямъ и пр. Вентиляціонныя трубы постоянныхъ погребовъ, спускныя трубы дождевыхъ и домашнихъ водъ и отхожихъ мѣстъ могли бы сдѣлаться очагами заразы, еслибы у насъ не было надлежащихъ способовъ, помощью которыхъ можно во всякое время закрыть совершеннымъ образомъ сообщеніе между ними и обитаемыми помещеніями.

Для оздоровленія или ассенизаціи почвы прежде всего необходимо, точно также, какъ и для оздоровленія атмосферы, удалять, на сколько возможно скорѣе, всѣ твердые и жидкіе остатки, отбросы животныхъ и растеній, трупы животныхъ, гніющія или способныя къ разложенію вещества, грязь, отбросы домашнего хозяйства и всякаго рода образующійся неизбежно во всѣхъ городскихъ поселеніяхъ мусоръ, оставленіе коего неубраннымъ и послѣдующее разложеніе можетъ быть одною изъ самыхъ серьезныхъ причинъ зараженій.

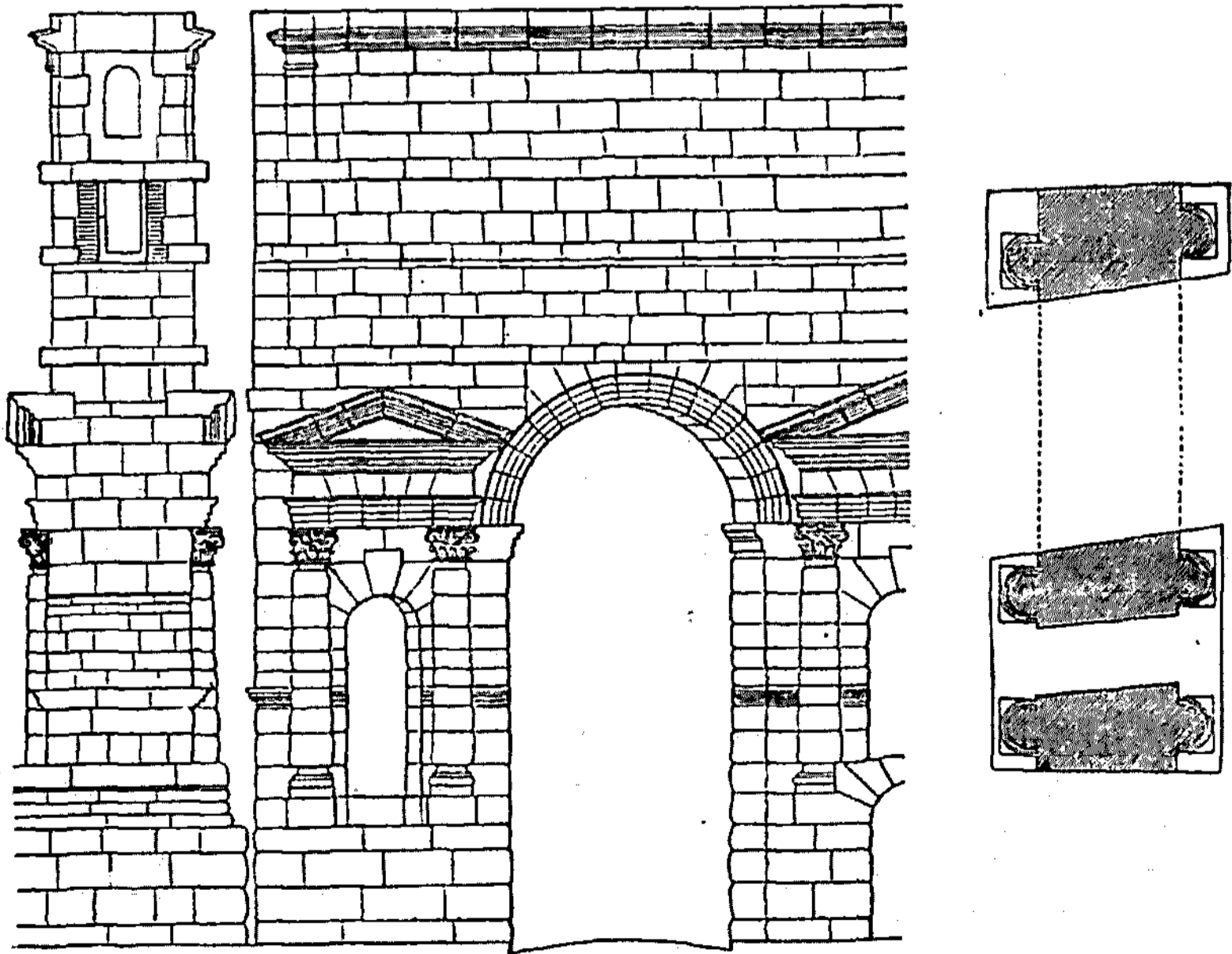
Нѣкоторые санитарные дѣятели предлагали сжигать вещества способныя къ разложенію. Къ этимъ мѣрамъ относится также и проповѣдуемая многими въ послѣдніе годы «*кремація*» или *сожиганіе покойниковъ*. Этимъ средствомъ дѣйствительно достигается весьма быстрое и безопасное истребленіе тѣхъ веществъ, которыя при обык-

Водопроводные мосты древних Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 12 и 13.—Общій водопроводный мостъ Aqua Anio Vetus и Aqua Claudia. Часть фасада и разръзъ (Cresy).

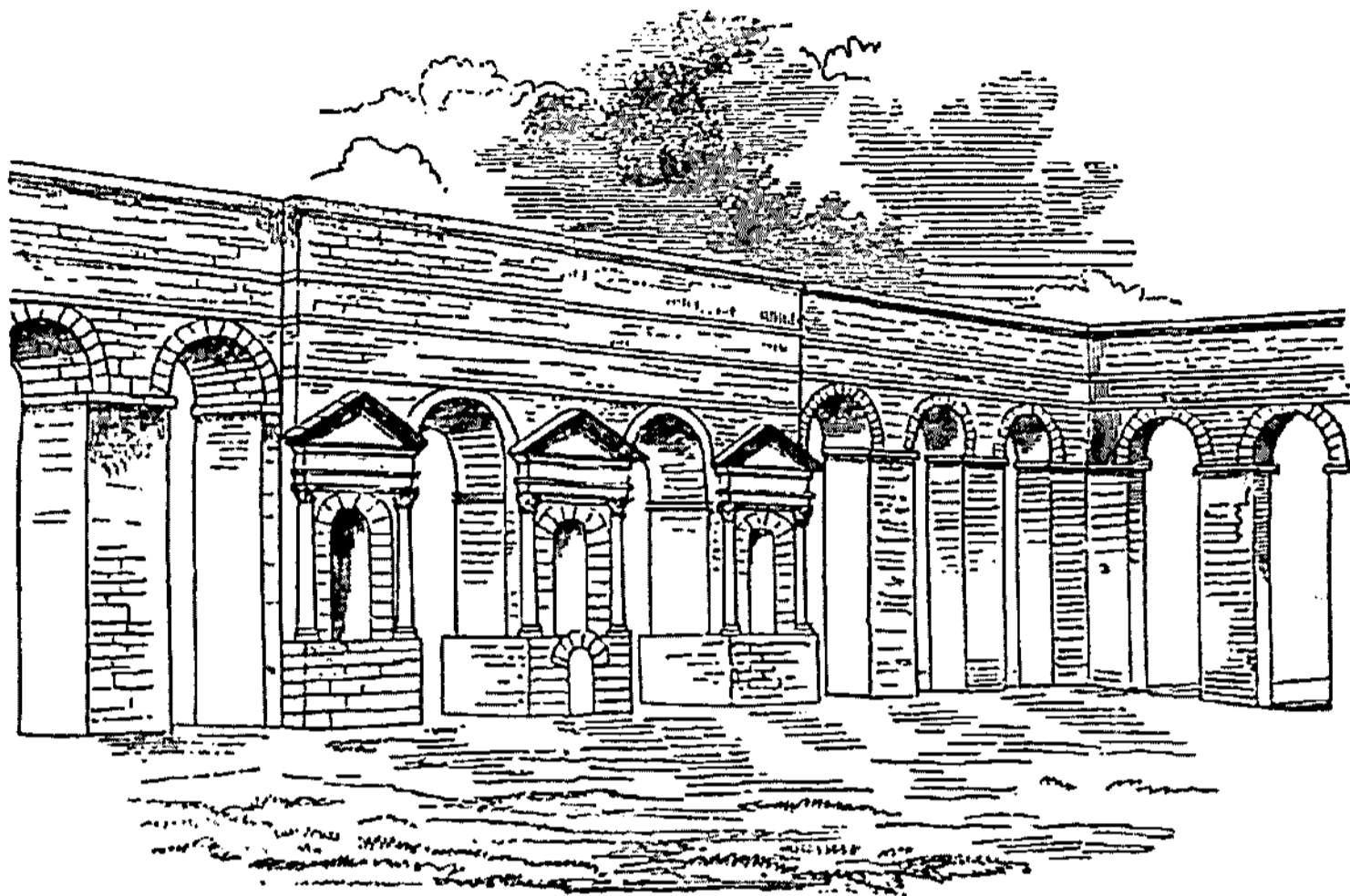


Черт. 16.

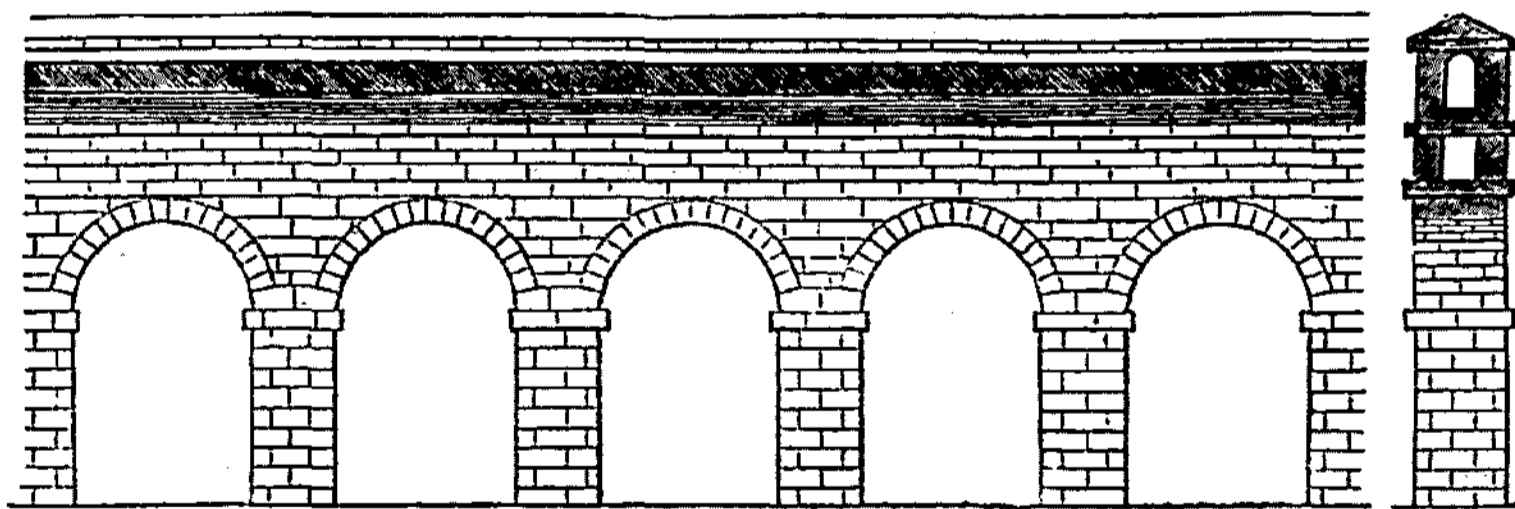
Черт. 14, 15 и 16. Общій водопроводный мостъ Aqua Claudia и Aqua Anio Novas. (Часть фасада, разръзъ и часть плана).

Водопроводные мосты древних Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 17.—Общій мостъ водопроводовъ Aqua Claudia и Aqua Anio Novus. (См. черт. 14—16).



Черт. 18 и 19.—Часть фасада и плана и разрѣзь римскаго акведука Claudia и Anio Novus. На немъ сходятся два различныя водопровода, вода коихъ не смѣшивались, будучи разнаго качества. Общая длина водопровода Claudia (начать 481 г. по основаніи Рима) была 46406 римск. шаг., изъ коихъ 36230 —подъ землей и 10176 на аркадахъ; длина Anio Novus была 58700 рим. шаг., изъ нихъ 49300—подъ землей, 9300 на поверхности и 6491 на аркадахъ. Нѣкоторыя изъ нихъ имѣли болѣе 100 ф. вышины. Прежде чѣмъ войти въ акведукъ вода Anio Novus отстаивалась въ особомъ резервуарѣ (Cresy).

новенныхъ обстоятельствахъ уничтожаются дѣйствіемъ воздуха и почвы въ теченіи весьма продолжительнаго времени. Но въ большинствѣ случаевъ довольствуются тѣмъ, что располагаютъ *кладбища*, а также *бойни*, *свалочныя мѣста* и т. п. по возможности дальше отъ населенныхъ центровъ.

Запрещеніе устройства *выгребныхъ ямъ* и бездонныхъ колодцевъ для поглощенія нечистотъ, сооруженіе водостоковъ, усовершенствованныя системы удаленія нечистотъ — имѣютъ цѣлью предупредить вредоносное дѣйствіе жидкихъ остатковъ на почву и обезпечить быстрое удаленіе ихъ на дальнее разстояніе. Удаленіе пыли, грязи и отбросовъ домашняго хозяйства должно обезпечиваться при этомъ другими способами.

## § 5. Удаленіе твердыхъ отбросовъ, грязи и пыли.

Эта послѣдняя задача, которая на первый взглядъ кажется весьма простою, причиняетъ во многихъ городахъ весьма серьезныя затрудненія. Между системою, принятою въ Константинополь, гдѣ забота объ очисткѣ городскихъ улицъ отъ разныхъ отбросовъ и объ удаленіи остатковъ домашняго хозяйства предоставлена всецѣло бродячимъ собакамъ, и усовершенствованными сложными санитарными устройствами нѣкоторыхъ культурныхъ городовъ, есть еще много промежуточныхъ способовъ, болѣе или менѣе удовлетворительныхъ.

Вообще, устройство постоянныхъ свалокъ нечистотъ, *навозныхъ кучъ* и пр. должно быть также запрещено въ городахъ, какъ и устройство открытыхъ выгребовъ. Жители во французскихъ и германскихъ провинціальныхъ городахъ обязаны складывать домовый мусоръ на улицу, но лишь въ опредѣленные дни и въ извѣстные часы. Специальные рабочіе, вооруженные надлежащими инструментами, убираютъ немедленно грязь и всякія другіе твердые отбросы послѣ того, какъ *тряпичники* извлекутъ изъ нихъ все, что можетъ еще пригодиться для какого нибудь дѣла: тряпье, старую бумагу и т. д. Мусоръ этотъ увозится на телѣгахъ на отдаленныя свалочныя мѣста, гдѣ происходитъ разложеніе и вся масса превращается въ богатое удобреніе, которое охотно разбирается крестьянами.

Въ нѣкоторыхъ городахъ операція удаленія мусора является источникомъ дохода для общественнаго управленія. Во многихъ слу-



чаяхъ, гдѣ количество этихъ нечистотъ не слишкомъ значительно, удаленіе ихъ не требуется особенно часто и разстояніе перевозки не черезчуръ далеко, сосѣдніе земледѣльцы охотно берутъ на себя трудъ вывозки, засчитывая въ уплату городскому управленію свою работу въ качествѣ части договорной платы за получаемое ими удобреніе, или же принимая это удобреніе, какъ долю причитающагося имъ вознагражденія за удаленіе нечистотъ.

Въ Парижѣ, лѣтъ двадцать тому назадъ, городъ имѣлъ еще доходы отъ оплаты за пользованіе вывозкою отбросовъ домашняго хозяйства. Съ тѣхъ поръ они сдѣлались, напротивъ, предметомъ все болѣе и болѣе значительнаго расхода для городского бюджета (болѣе 2 милліоновъ франковъ въ годъ), хотя способъ вывозки не измѣнился. Ежедневно, рано утромъ, по всѣмъ городскимъ улицамъ проѣзжаютъ большія открытыя телѣги, принадлежащія подрядчикамъ, которые служатъ посредниками между городскимъ управленіемъ и земледѣльцами. Нагруженные мусоромъ, телѣги доставляютъ его на мѣста свалки въ окрестностяхъ города или на станціи желѣзныхъ дорогъ, откуда онъ отправляется для удобренія полей, но различнымъ направленіямъ. Домовые отбросы дозволяется выносить на улицу лишь незадолго до назначеннаго времени для проѣзда мусорныхъ телѣгъ. Мусоръ долженъ помѣщаться въ ящикахъ особой формы, которые быстро опоражниваются особымъ небольшимъ механическимъ элеваторомъ, подвѣшеннымъ къ задку телѣги. Тряпичники имѣютъ право искать лишь въ ящикахъ, не выворачивая ихъ содержимаго.

Уличная же грязь, большею частью, спускается въ каналы водостоковъ.

При этихъ условіяхъ очистка производится быстро и довольно удовлетворительнымъ образомъ. Однако, нѣсколько разъ уже подымался вопросъ о замѣнѣ открытыхъ телѣгъ крытыми фургонами, объ улучшеніи способа нагрузки и болѣе быстромъ отправленіи на станціяхъ. Также остается еще найти практическіе и удобные способы для удаленія домашнихъ отбросовъ изъ различныхъ этажей дома во дворъ, для облегченія ихъ уборки и храненія до того момента, когда они должны быть вынесены на улицу.

Въ нѣкоторыхъ городахъ за границей вывозка мусора и грязи образуетъ цѣлую службу, имѣющую свой личный составъ, инструменты

и склады и составляющую иногда источникъ дохода для городского управленія. Таковы, напримѣръ, условія въ нѣкоторыхъ частяхъ Лондона. Въ большинствѣ же случаевъ, напротивъ, содержаще свалочныхъ мѣстъ причиняетъ значительный убытокъ администраціи города.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ удаленіе мусора представляется такимъ труднымъ дѣломъ, что прибѣгаютъ къ сожиганію его: спеціальныя устройства для этой цѣли существуютъ въ Манчестерѣ, Лидсѣ и Лондонѣ.

Въ Россіи мы находимся въ отношеніи уборки мусора и грязи въ совершенномъ младенчествѣ, даже въ столицахъ.

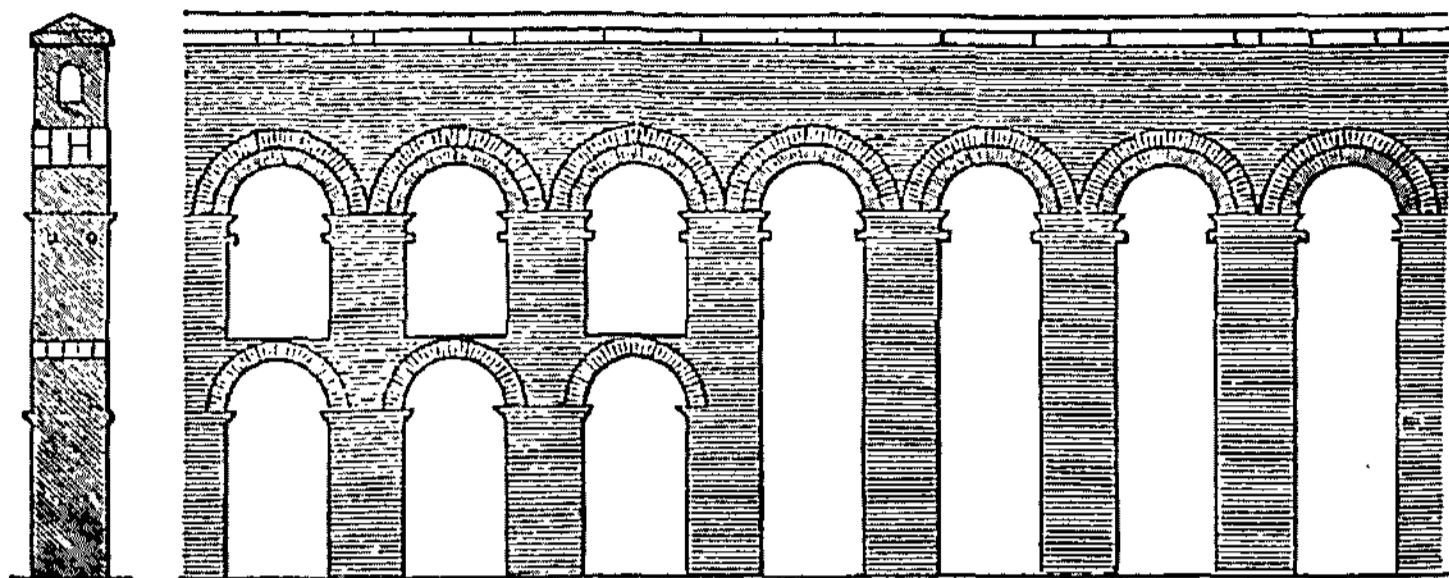
Какія бы мѣры ни были приняты для полного и быстрого удаленія твердыхъ отбросовъ, фактически невозможно достигнуть того, чтобы на городскихъ улицахъ не оставалась хотя бы малая часть этихъ отбросовъ. Правда, изъ этихъ остатковъ часть опять удаляется при метеніи улицъ, смывается дождями и уносится въ водостоки. Но нѣкоторая доля этихъ твердыхъ нечистотъ все таки остается, и эти остатки, обращаясь въ жидкую грязь, не замедлили бы пропитать верхшій слой почвы и скоро совершенно загрязнили бы его, еслибы онъ не былъ хорошо защищенъ отъ проникновенія въ него органическихъ веществъ, соотвѣтственною *одеждою*.

Городскія улицы обдѣлываются въ видѣ шоссе, мостовыхъ, тротуаровъ—различною одеждою, соотвѣтствующею потребностямъ движешя. Эти способы обдѣлки въ большинствѣ случаевъ удовлетворяютъ указаннымъ выше санитарнымъ условіямъ, но не всѣ они въ одинаковой степени совершенны.

Нѣкоторыя обдѣлки совсѣмъ непроницаемы, напримѣръ *асфальтовые и цементныя*, и вполне защищаютъ нижшій слой отъ проникновенія въ него органическихъ остатковъ.

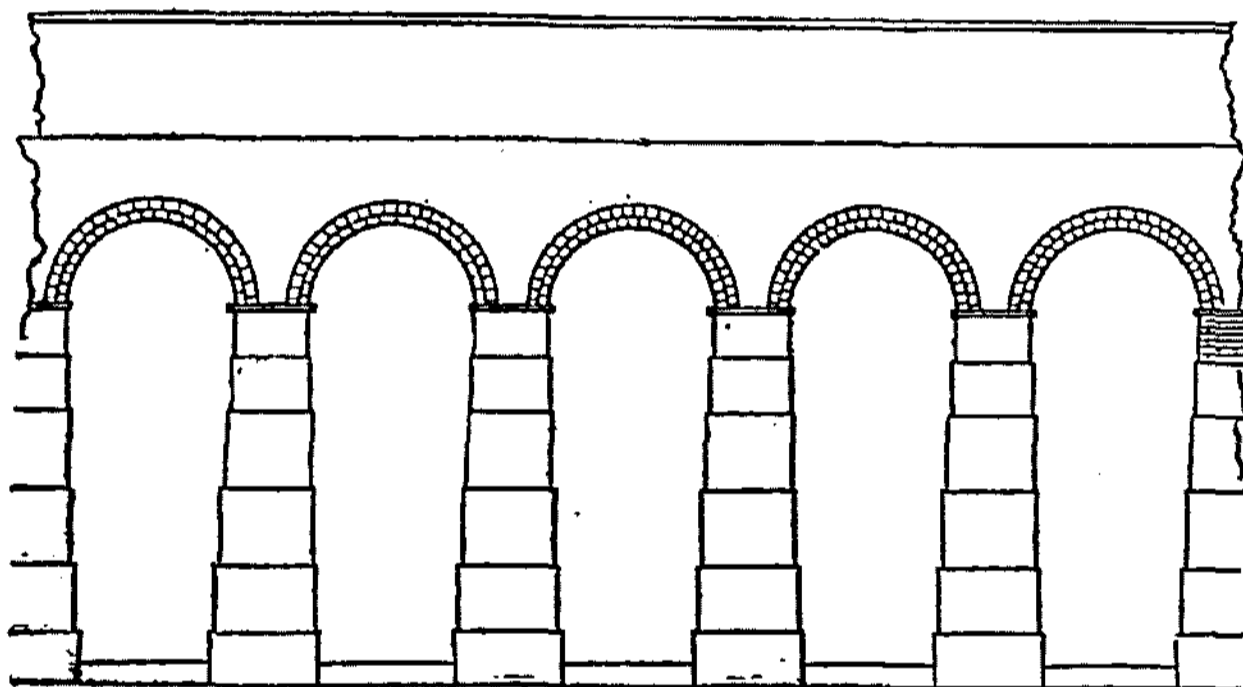
Менѣе совершенны другіе способы устройства одежды изъ непроницаемыхъ матеріаловъ, соединенныхъ, однако, такимъ образомъ, что между ними остается большее или меньшее количество швовъ. Въ послѣдніе, при нѣкоторыхъ условіяхъ, можетъ забираться вода, содержащая органическія примѣси, которыя затѣмъ подвергаются разложенію. Къ этой категоріи одеждъ принадлежитъ *булыжная мостовая*, которая при обыкновенныхъ условіяхъ не проницаема, но послѣ большихъ дождей песчаный слой въ швахъ между камнями иногда оказывается размытымъ или швы эти растрескиваются при

Водоснабженіе города Рима.

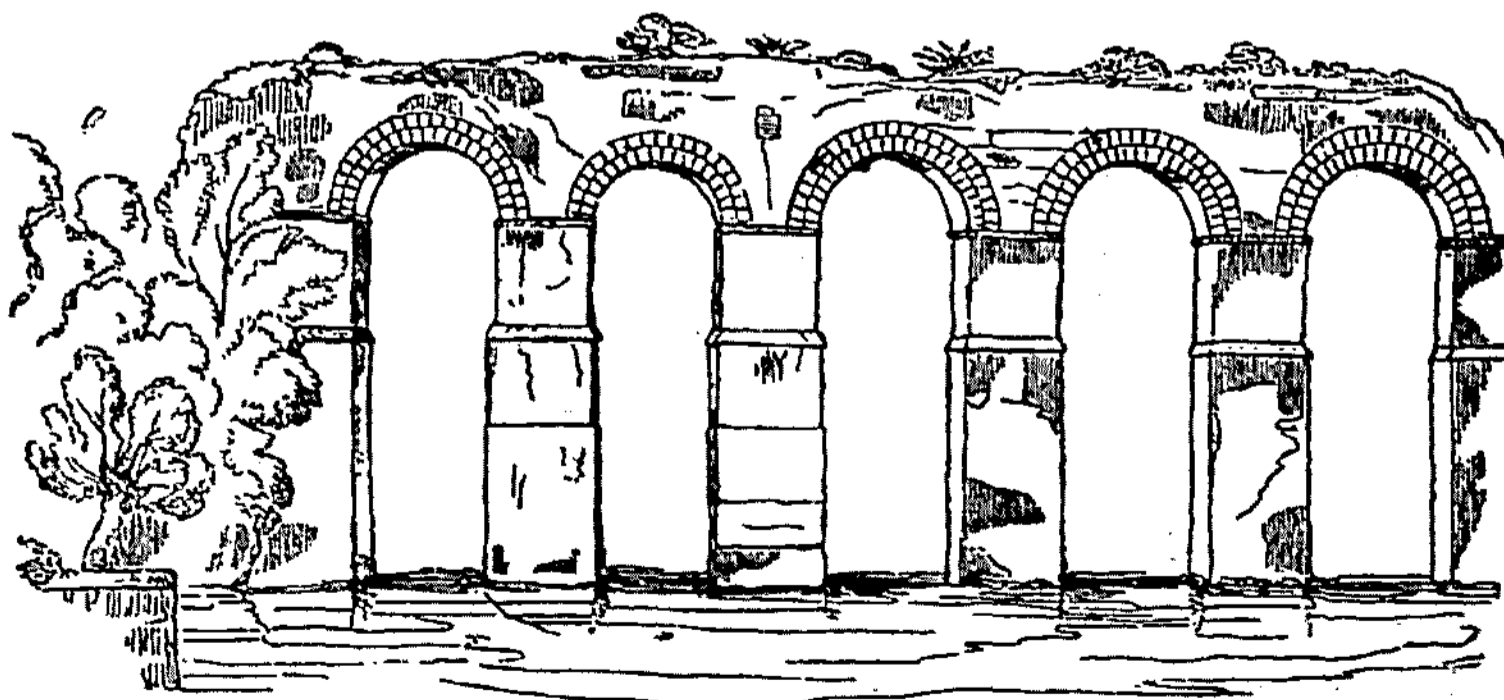


Черт. 20. — Фасадъ и разрѣзь водопроводнаго моста Александрина, построеннаго императоромъ Александромъ Северомъ въ III вѣкѣ до Р. X.

Водоснабженіе города Меца.



Черт. 21. — Фасадъ моста акведука въ Жоу.



Черт. 22. — Общій видъ моста акведука въ Жоу въ полуразр. состояніи.

*Примѣчаніе:* Къ черт. 21 и 22. — Мецскій водопроводъ Римлянъ вмѣлъ въ длину 11373 туаза. Онъ доставлялъ городу воду ключей и пересѣвалъ р. Мозель мостомъ, представленнымъ на черт. 21 и 22 (Cresy).

внезапной оттепели. То же неудобство представляет каменная одежда въ видѣ шоссейнаго слоя, хотя и въ меньшей степени, такъ какъ въ шоссейной корѣ отдѣльные камешки или щебенки со всѣхъ сторонъ облѣплены несомъ и швы между ними распределены по всѣмъ направленіямъ и чрезвычайно малы.

Наконецъ, нѣкоторыя одежды состоятъ изъ матеріаловъ, непроницаемость которыхъ сама по себѣ не совершенна. Къ этому разряду относятся *досчатые тротуары* и *торцовыя мостовыя*. Даже въ томъ случаѣ, когда швы этихъ мостовыхъ заливаются асфальтомъ или цементомъ, полная непроницаемость не можетъ быть достигнута по причинѣ гигроскопичности и недостаточной долговѣчности самаго дерева. Неудивительно поэтому, что верхній слой такой мостовой, въ особенности на выбоинахъ, пропитывается иногда гнилостными веществами, что несомнѣнно должно вызывать неудобства, въ особенности во время жаровъ.

## § 6. Дренажъ почвы.

Дурнымъ условіемъ для гигиены города или участка является, вообще, существованіе подъ землею слоя грунтовыхъ водъ на *небольшой* глубинѣ.

Всѣ жидкія нечистоты, проникшія въ почву, вмѣсто того, чтобы просачиваться дальше, постепенно подвергаясь полному измѣненію, задерживаются стоячимъ слоемъ подпочвенныхъ водъ и загрязняютъ его. При этихъ условіяхъ у обывателей чаще всего является пожеланіе устраивать бездонные выгребы для спуска нечистотъ въ слой подземной воды, чтобы избѣгнуть расходовъ на очистку, и самыя строгія правила и бдительный надзоръ не въ состояніи совершенно прекратить подобныя, вредныя для общественнаго здоровья, злоупотребленія. Затѣмъ, малѣйшее разстройство и нарушеніе непроницаемости имѣющихъ дно выгребовъ, водостоковъ и пр. немедленно отражается загрязненіемъ предпочвеннаго слоя.

Уровень слоя грунтовыхъ водъ измѣняется въ зависимости отъ времени года и состоянія сухости или сырости атмосферы, и эти измѣненія вообще, какъ было указано, имѣютъ вредное вліяніе, съ точки зрѣнія санитарныхъ условій, потому что съ пониженіемъ уровня воды обнажаются загрязненные слои почвы, гніеніе кото-

рыхъ тогда ускоряется и, наоборотъ, при поднятіи уровня воды она приноситъ съ собою въ верхніе слои причины разложенія и зараженія. Весьма часто эти перемѣщенія уровня подпочвенныхъ водъ непосредственно вызываютъ болѣзни и эндеміи, какъ объ этомъ уже упомянуто въ § 2.

Древніе знали о вредномъ вліяніи подпочвенныхъ водъ. Витрувій говоритъ о нихъ и совѣтуетъ бороться съ ними помощью *дренажа*.

Дѣйствительно, часто оказывается весьма полезнымъ понизить уровень грунтовыхъ водъ или дать имъ стокъ. Застоявшаяся вода тогда пріобрѣтаетъ подвижность и при возобновленіи ея въ почву переходитъ нѣкоторое количество кислорода, которое облегчаетъ процессъ постепенной переработки органическихъ веществъ.

Но до настоящаго времени случаи примѣненія дренажа въ городахъ еще весьма малочисленны. Въ нѣкоторыхъ довольно рѣдкихъ случаяхъ, при устройствѣ водостоковъ укладывали также дренажныя трубы, преимущественно въ тѣхъ же выемкахъ, рядомъ съ самыми водосточными трубами, или подъ ними, но безъ всякаго съ ними сообщенія. Это было сдѣлано, на примѣръ, въ Данцигѣ, въ нѣкоторыхъ участкахъ Мюнхена и въ различныхъ городахъ Англіи и Америки. Многочисленными наблюденіями установленъ фактъ весьма благопріятнаго вліянія дренажа на общественное здоровье и послѣ устройства его замѣчалось уменьшеніе числа заболѣваній чахоткою, тифозною горячкою, воспаленіемъ легкихъ и другими подобными болѣзнями.

## § 7. Водоснабженіе и водоудаленіе.

Явное вліяніе воды на благополучіе человѣческаго тѣла придаетъ ей совершенно особую важность. Она является необходимымъ проводникомъ новыхъ элементовъ, которые она доставляетъ организму, пробѣгая по всѣмъ частямъ его, затѣмъ она же уноситъ съ собою вещества, которыя не были усвоены организмомъ или выдѣляются различными его органами. Отсюда ясно вытекаетъ необходимость выбора для питья, по возможности, самой чистой воды. Это требованіе столь просто и естественно, что всѣми понимается какъ бы инстинктивно, и во всѣ времена, у всѣхъ народовъ, считалось такою безспорною истиной, противъ которой немыслимо было бы возражать.

Результаты новѣйшей науки также подтвердили самымъ положительнымъ образомъ, что вода, употребляемая для питья, имѣетъ громадное значеніе въ санитарномъ отношеніи. Едва ли, по сему, какой-либо изъ санитарныхъ вопросовъ имѣетъ большее право на вниманіе гигиенистовъ, чѣмъ вопросъ о снабженіи городовъ доброкачественною водою.

Рядомъ съ заботами о доставленіи городскимъ жителямъ хорошей воды для питья, должно заботиться, какъ разъяснено выше, объ оздоровленіи самаго города, и въ числѣ всѣхъ дѣятелей, которыми можно пользоваться для достиженія этой цѣли, наиболѣе видная роль принадлежитъ опять-таки водѣ. Дождь очищаетъ атмосферу, отнимая отъ воздуха часть накопившихся въ немъ вредныхъ примѣсей. Затѣмъ, протекая по землѣ, на крышахъ и пр., дождевая вода увлекаетъ съ собою пыль и всякія другія мелкія частицы. Но дождь не можетъ освободить городскія улицы отъ всѣхъ нечистотъ, накопившихся въ разныхъ мѣстахъ. Для удаленія подобнаго рода частицъ мусора и грязи, которыя не могли быть смыты дождемъ или сметены вѣтромъ, необходимо прибѣгнуть къ искусственному воспроизведенію дождя, употребляя поливку и періодическую промывку улицъ, для чего необходимо имѣть обильное количество воды.

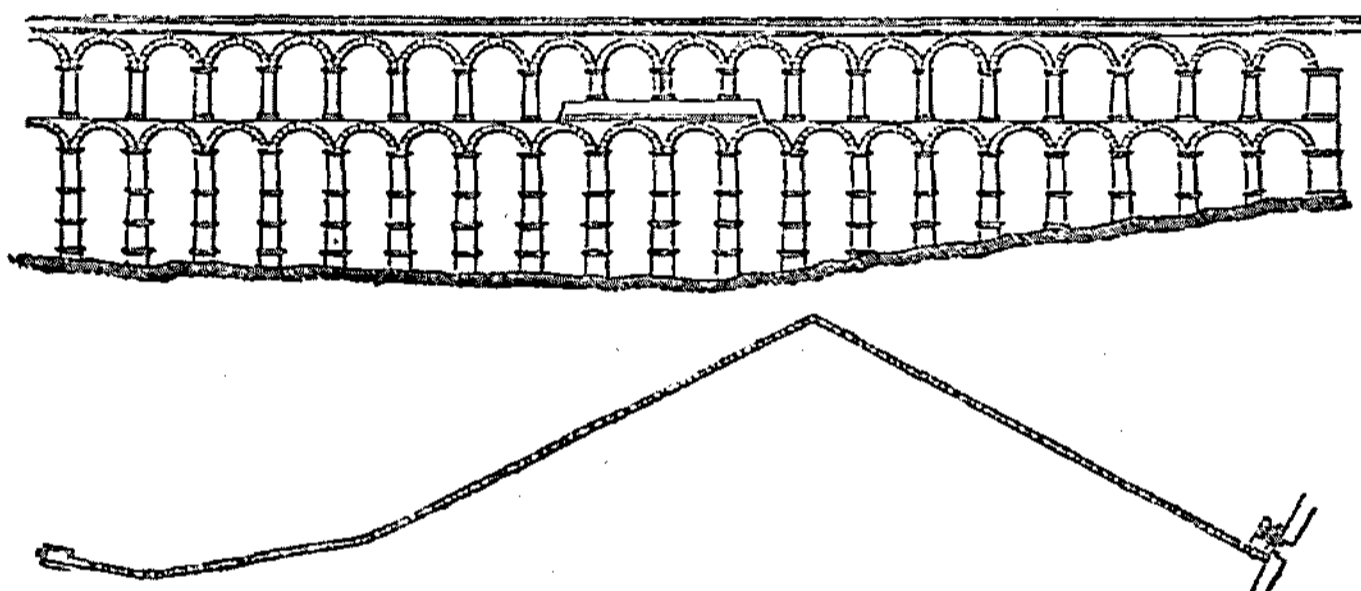
Къ этимъ главнымъ заботамъ — снабженію водою для питья и оздоровленію при помощи воды — присоединяется еще рядъ другихъ задачъ, которыя могутъ быть разрѣшены лишь при помощи воды и которыя составляютъ необходимое условіе человѣческой жизни и общественнаго здоровья: таковы доставленіе воды для домашняго употребленія, для варки пищи, для стирки и мытья всякаго рода, для бань и пр., и пр.

Вода, употребленная въ дѣло и содержащая различныя органическія примѣси, уже болѣе негодна къ употребленію, и, наоборотъ, присутствіе ея лишь вредно. Если ее оставить на мѣстѣ, то содержащаяся въ ней, въ видѣ раствора или просто въ формѣ мути, органическія вещества вскорѣ начнутъ разлагаться, распространяя дурной запахъ, вредныя испаренія и міазмы. Такая вода можетъ въ короткое время сдѣлаться серьезною причиною болѣзни. Поэтому необходимо заботиться о возможно быстромъ удаленіи этой воды, облегчая ей стокъ по поверхности земли или черезъ подземные каналы. Необходимо освободить отъ этой воды какъ жилища, такъ

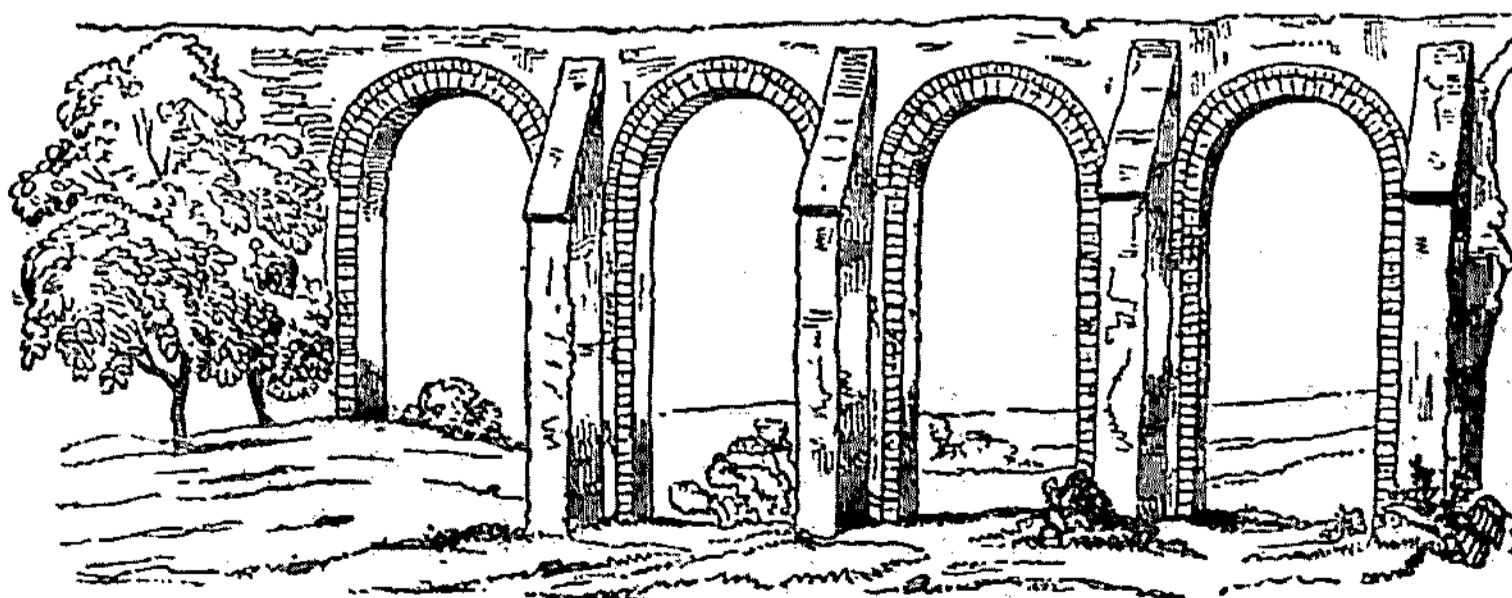
Водопроводные мосты древних Римлянъ.



Черт. 23. — Водопроводный мостъ близъ Volsci (Этрурія). Время сооруженія точно неизвѣстно; его относятъ къ имперскому періоду.



Черт. 24. — Водопроводный мостъ въ Сеговин (фасадъ и планъ). Построенъ Траяномъ. Кладка изъ отесанныхъ камней безъ раствора. Длина моста 2200 футъ. Высота до 100 футъ.



Черт. 25. — Водопроводный мостъ Esterelle близъ Монса. Его особенность контрфорсы у быковъ, вызванные сильными вѣтрами, дующими по долину (Cresy).

и улицы и отвести ее въ возможно короткое время на такое разстояніе, чтобы разложеніе содержащихся въ ней органическихъ веществъ не могло имѣть вреднаго вліянія на здоровье населенія города.

Однако, этого еще недостаточно; слѣдуетъ опасаться, что загрязненная вода, стекая по естественному склону мѣстности, принесетъ заразу въ нѣкоторыя сосѣднія, ниже расположенныя мѣстности, раньше, чѣмъ естественные дѣятели освободятъ ее отъ содержащихся въ ней органическихъ веществъ и совершенно ее очистятъ. Поэтому можетъ оказаться необходимою *очистка* отработавшей воды искусственными способами.

Краткій обзоръ разнообразной дѣятельности воды въ городскихъ поселеніяхъ даетъ возможность усмотрѣть выдающуюся важность ея для дѣла охраненія народнаго здравія. Отсюда легко понять громадное значеніе всего того, что касается доставленія воды и снабженія ею, а также отведенія ея и очистки.

Дѣйствительно, въ городахъ пока еще весьма рѣдко производятся работы, направленныя къ очисткѣ воздуха и оздоровленіе почвы: въ этомъ отношеніи чаще всего ограничиваются примѣненіемъ лишь нѣкоторыхъ полицейскихъ и административныхъ мѣръ, имѣющихъ цѣлью предупрежденіе порчи воздуха и зараженія почвы. Если иногда для этой цѣли и производятся какія-нибудь работы, то большею частью, лишь вслѣдствіе исключительныхъ обстоятельствъ, причѣмъ обыкновенно эти работы являются вспомогательными въ ряду болѣе важныхъ работъ другого характера.

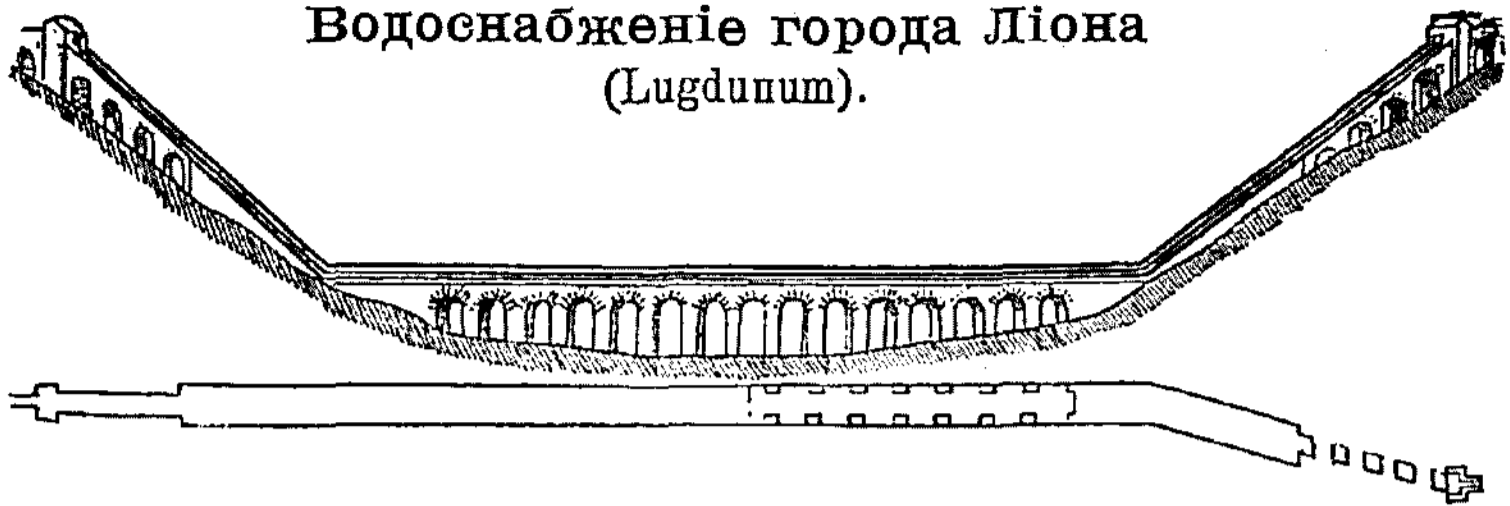
Затѣмъ, способъ устройства дорожной одежды главнымъ образомъ примѣняется такой, который можетъ доставить наибольше удобствъ для движенія экипажей.

Разсадка деревьевъ, полезная въ санитарномъ отношеніи, производится главнымъ образомъ для украшенія города и доставленія пріятнаго отдыха жителямъ. Вентиляцію какого-либо зданія, сообразно его назначенію, устраиваютъ часто не при самой постройкѣ, а впоследствии, когда опытъ выяснитъ нѣкоторые недостатки или неудобства, получающіеся вслѣдствіе недостатка чистаго воздуха. Наконецъ, дренажъ подпочвеннаго слоя подъ существующими жилищами предпринимается лишь въ чрезвычайныхъ елучаяхъ, въ силу какихъ-либо настоятельныхъ для этого мотивовъ.

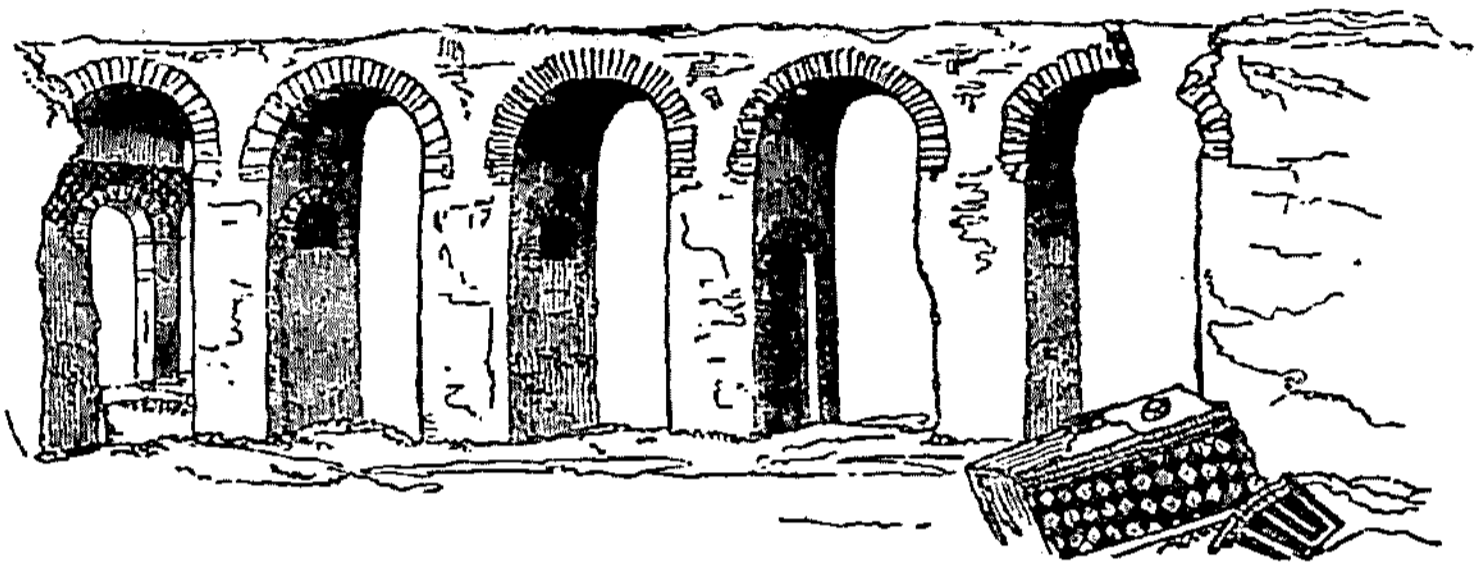
Но нельзя себѣ вообразить какой-либо изъ болѣе значительныхъ благоустроениыхъ современныхъ городовъ безъ *водоснабженія*, до-



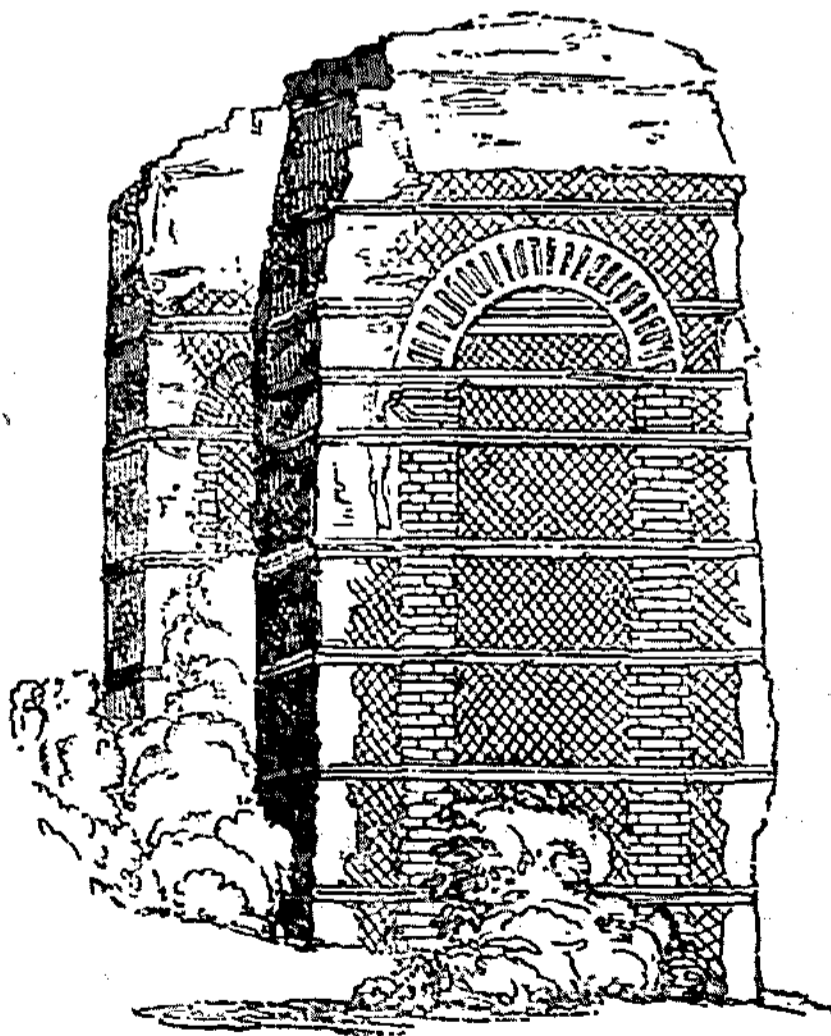
Водоснабженіе города Ліона  
(Lugdunum).



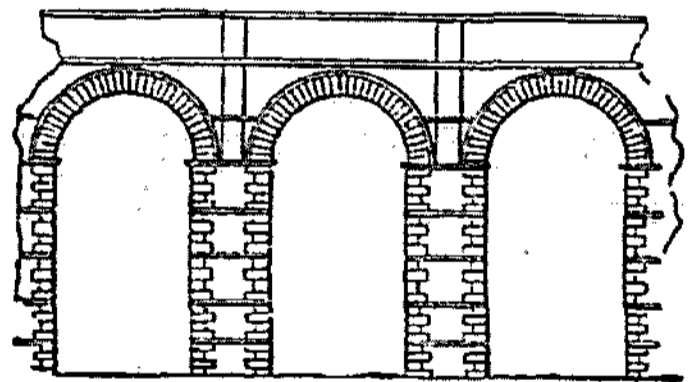
Черт. 26.—Фасадъ и планъ одного изъ мостовъ-сифоновъ водопровода Ліона.



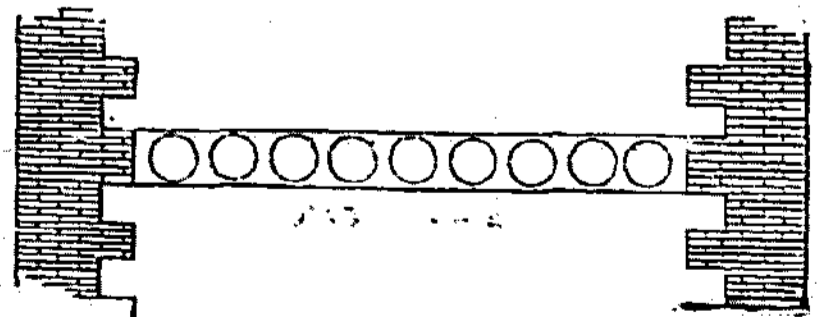
Черт. 27.—Видъ водопроводнаго моста St. Just въ Ліонѣ.



Черт. 28.—Современный видъ быковъ рам-екаго водопроводнаго моста въ Ліонѣ.



Черт. 29.—Фасадъ части водо-проводнаго моста.



Черт. 30.—Деталь кладки быка.

*Примѣчаніе къ черт. 26—30.* Водоснабженіе Lugdunum'a Римлянъ (нынѣшняго Ліона) представляетъ ту замѣчательную особенность, что въ немъ большая роль была отведена мостамъ-сифонамъ, по которымъ вода переходила черезъ долины, подъ напоромъ, при посредствѣ сванцовыхъ трубъ.

ставляющаго ко всѣмъ пунктамъ города необходимое количество воды для всякаго рода употребленія, для питья, мытья и другихъ хозяйственныхъ и гигиеническихъ потребностей,—и безъ *канализационной стѣны*, назначенной для удобнаго и быстраго удаленія воды, загрязненной органическими веществами.

И дѣйствительно, вода, являющаяся одновременно элементомъ питанія и дѣятелемъ для охраны здоровья, естественнымъ проводникомъ пищи и въ то же время—вредныхъ зародышей, точно такъ же, какъ и всякаго рода выдѣленій, — должна, безъ сомнѣнія, въ ряду другихъ необходимыхъ для жизни элементовъ, прежде всего привлекать къ себѣ вниманіе обитателей городовъ.

### § 8. Кругообращеніе воды въ городѣ.

Итакъ, съ одной стороны, общественное здравіе требуетъ, чтобы всѣмъ жителямъ города, въ какой бы части его они ни жили, доставлялась вода возможно лучшаго качества и въ такомъ количествѣ, которое во всякое время удовлетворяло бы всѣмъ ихъ потребностямъ; съ другой стороны, въ силу тѣхъ же требованій общественнаго здравія, необходимо, чтобы загрязненная различными вредными примѣсями и органическими веществами вода немедленно удалялась изъ домовъ, а затѣмъ возможно скорѣе была бы отведена на дальнее разстояніе отъ черты города.

Поэтому приходится установить въ городахъ родъ *непрерывнаго кругообращенія* или циркуляціи воды, и это система кругообращенія можетъ считаться однимъ изъ необходимыхъ условій жизни, однимъ изъ наиболѣе важныхъ правилъ гигиены.

Для этого требуется, чтобы чистая вода, доставляясь въ достаточномъ количествѣ каждому городу, непрерывно притекала въ различные его участки и распредѣлялась по всѣмъ домамъ и квартирамъ. Въ то же время отработавшая, загрязненная вода должна находить во всякомъ помѣщеніи выходное устье, черезъ которое она вытекала бы и, соединяясь съ грязными водами изъ сосѣднихъ обитаемыхъ помѣщеній, постепенно сливалась съ водой, притекающей изъ другихъ участковъ города, чтобы, наконецъ, общемою массою излиться въ такое мѣсто, гдѣ она уже не можетъ причинить вреда.

Легко понять, что подобная полная система циркуляціи требует сложныхъ и разнообразныхъ устройствъ, изъ которыхъ одни должны собирать воду изъ источниковъ водоснабженія, проводить ее и непрерывно собирать въ назначенныхъ для этого мѣстахъ для образованія необходимаго запаса; другія устройства должны быть назначены для распредѣленія воды, сначала по отдѣльнымъ участкамъ, а затѣмъ по развѣтвляющимся почти до безконечности, все болѣе и болѣе мелкимъ проводамъ, для доставленія къ безчисленнымъ отверстиямъ, откуда она разбирается для употребленія; наконецъ, еще одинъ рядъ устройствъ долженъ собирать грязныя воды во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ образуются, отводить ихъ сначала помощью отдѣльныхъ пріемниковъ, которые, соединяясь, образуютъ систему послѣдовательно сливающихся и увеличивающихся проводовъ, такъ что въ концѣ концовъ отработавшая вода общею массою течетъ въ водостокъ большаго сѣченія, который и выводитъ ее за предѣлы города.

Часто сравниваютъ эту систему циркуляціи воды въ городахъ съ движеніемъ крови въ организмъ животнаго.

Какъ въ одномъ, такъ и въ другомъ случаѣ, жизненная жидкость протекаетъ и распредѣляется по полной системѣ каналовъ, развѣтвленій и сосудовъ все меньшаго и меньшаго діаметра и, наконецъ, черезъ мельчайшія трубки достигаетъ тѣхъ пунктовъ, гдѣ происходятъ превращенія, существенно необходимыя для правильнаго функционированія различныхъ частей организма. Затѣмъ, отслуживши своему назначенію, измѣнившись въ составѣ, вслѣдствіе употребленія въ дѣло, принявши въ себя бесполезныя или вредныя вещества, выдѣляемая тѣмъ самымъ организмомъ, которому она принесла жизнь, эта же жидкость, продолжая свое движеніе, переходитъ въ рядъ другихъ каналовъ, сначала весьма узкихъ и многочисленныхъ, а затѣмъ все болѣе и болѣе расширяющихся и объединяющихся въ небольшое число проводовъ, и наконецъ изливается въ общіе отводные стволы, которые приводятъ ее въ соприкосновеніе съ естественными дѣятелями, имѣющими назначеніе оживлять ее для новаго употребленія.

Водоснабженіе и сѣть водопроводовъ соотвѣтствуютъ *системѣ артерій*; водосточныя трубы, отводные каналы и коллекторы образуютъ *систему венъ*.

## § 9. Водоснабженіе двойное и одиночное.

Сначала человекъ употреблялъ воду только для утоленія жажды; онъ нуждался въ небольшомъ количествѣ ея и былъ не всегда разборчивъ относительно ея качества. Затѣмъ постепенно развивается потребность къ опрятности, человекъ при этомъ употребляетъ больше воды, которую онъ хочетъ имѣть свѣжею и чистою. Впослѣдствіи онъ научается пользоваться водою для разнообразныхъ потребностей: онъ употребляетъ ее для варки пищи, для мытья своей одежды; вскорѣ онъ начинаетъ ее утилизировать въ качествѣ движущей силы и проч. Съ каждымъ шагомъ впередъ человѣческой промышленности открывается новый способъ употребленія воды до того момента, когда она дѣлается необходимымъ элементомъ въ домахъ, на улицахъ, въ мастерскихъ, и, наконецъ, превращается въ одно изъ наиболѣе драгоценныхъ средствъ къ охраненію общественнаго здравія.

Въ современныхъ городахъ водоснабженіе должно удовлетворять такимъ образомъ весьма различнымъ и многообразнымъ потребностямъ.

На первомъ мѣстѣ слѣдуетъ поставить снабженіе водою для *домашняго употребленія*, причемъ наиболѣе важна вода, употребляемая для *питья*. Есть мѣстности, гдѣ пьютъ мало воды: въ сѣверныхъ странахъ, на примѣръ, обыкновенное питье составляетъ пиво, сидръ и другія жидкости, получаемыя посредствомъ броженія, такъ что въ этихъ краяхъ относительно мало придають значенія вкусу, свѣжести и чистотѣ воды для питья. Въ другихъ мѣстахъ, а въ особенности въ южныхъ краяхъ, вода, напротивъ, есть обыкновенный напитокъ, и поэтому качества ея весьма высоко цѣнятся. Но повсюду вода употребляется для мытья тѣла, для варки пищи и различныхъ относящихся къ этому потребностей, для стирки бѣлья, для содержанія въ чистотѣ комнатъ, для чистки дворовъ и пр.; затѣмъ идетъ водою домашнихъ животныхъ, поливка садовъ и огородовъ и пр. Наконецъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ домахъ водою пользуются, какъ движущею силою, и въ этомъ отношеніи наиболѣе извѣстнымъ примѣромъ могутъ служить гидравлическія подъемныя машины, которыя въ послѣдніе годы распространяются въ большихъ городахъ.

Въ то же время водоснабженіе должно удовлетворять разнообразнымъ *общественнымъ нуждамъ*. Водою изъ водопроводовъ поль-

зуются для санитарныхъ цѣлей—поливки и очистки улицъ, промывки водосточныхъ каиавъ и пр., для украшенія и освѣженія мѣстъ отведенныхъ для прогулокъ — поливки деревьевъ, питанія фонтановъ, а также, въ интересахъ безопасности—для тушенія пожаровъ.

Затѣмъ слѣдуютъ различныя *промышленныя потребности*, столь разнообразныя, что ихъ невозможно перечислить даже приблизительно: нѣтъ ни одной мастерской, въ которой вода не играла бы важной роли, ни одной фабрики, гдѣ бы она не примѣнялась.

Изъ приведеннаго выше краткаго разсмотрѣнія разнообразныхъ назначеній воды вытекаетъ, что разнообразные случаи пользованія ею можно раздѣлить на двѣ различныя категоріи.

Въ однихъ случаяхъ вода непосредственно или посредственно приводится въ соприкосновеніе съ нашими органами, и при этихъ условіяхъ заботы объ общественномъ здоровіи возлагаютъ на насъ обязанность требовать, чтобы получаемая вода была совершенно чиста, такъ что возможность присутствія въ водѣ вредныхъ примѣсей не должна быть допущена.

Въ другихъ случаяхъ, гдѣ вода употребляется для мытья и вообще чистки всякаго рода, а также для другихъ цѣлей, съ примѣненіемъ нагрѣванія или химическихъ дѣйствій, абсолютная чистота воды не составляетъ необходимости. Изъ этого не слѣдуетъ, что мы должны отказаться отъ стремленія достать для указанныхъ цѣлей по возможности наиболѣе чистую воду, такъ какъ для нѣкоторыхъ промышленныхъ цѣлей въ этомъ отношеніи существуютъ весьма серьезныя требованія. Такъ, на примѣръ, для питанія паровыхъ котловъ заслуживаетъ предпочтеніе вода, содержащая наименьшее количество солей; но родъ микробовъ, которые могутъ содержаться въ этой водѣ, для насъ безразличенъ. Вообще для удовлетворенія потребностей, относящихся ко второй категоріи, можно пользоваться встрѣчающеюся въ большинствѣ случаевъ, водою.

Такимъ образомъ, можно разсматривать воду, назначенную для снабженія города, съ двухъ точекъ зрѣнія, отличая ту воду, которая назначена къ употребленію для санитарныхъ цѣлей въ тѣсномъ смыслѣ слова, причемъ качество ея безусловно должно имѣть вліяніе на общественное здоровье, отъ той воды, которая назначена для употребленія съ другими цѣлями, причемъ чистота ея гораздо менѣе важна, чѣмъ количество.

Съ одной стороны нужна вода *для питья*, беря это слово въ весьма широкомъ смыслѣ, съ другой стороны — вода для мытья и другихъ подобныхъ примѣненій, или *вода для промышленныхъ цѣлей*. Въ Германіи эти два разряда воды получили различныя названія, нынѣ общепринятыя, Trinkwasser—вода для питья, и Nutzwasser—вода для промышленнаго употребленія.

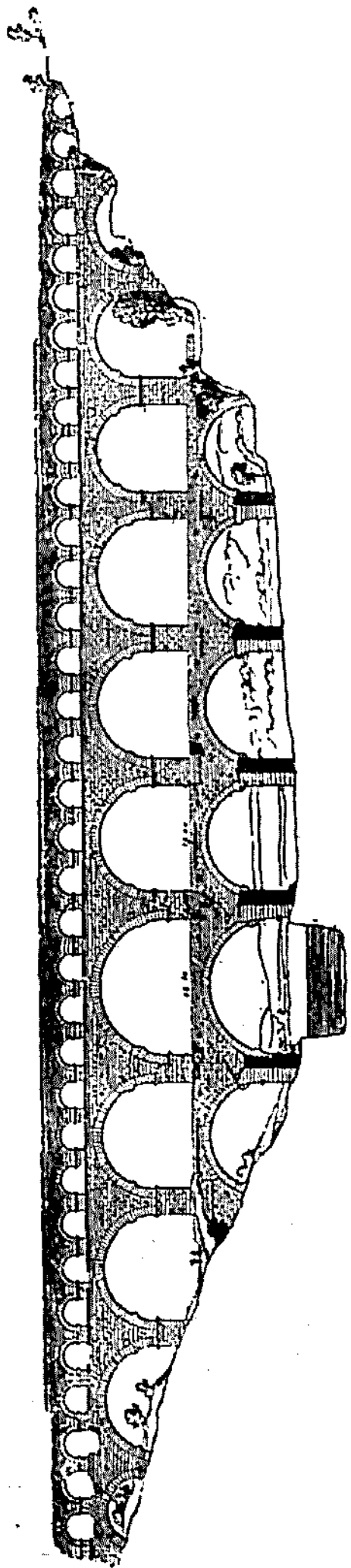
Совокупность всѣхъ устройствъ, назначенныхъ для доставленія необходимой воды для частныхъ, общественныхъ и промышленныхъ потребностей цѣлой группы жилищъ, чаще всего—цѣлаго города или нѣсколькихъ сосѣднихъ поселеній, а въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ—отдѣльной части какого-нибудь города, называется *водопроводомъ*.

Выборъ источника, изъ котораго заимствуется вода, и общее расположеніе необходимыхъ сооружений должны быть проектированы такъ, чтобы по возможности удовлетворить наилучшимъ образомъ всѣмъ главнымъ требованіямъ. Если, какъ это часто бываетъ, всѣ поставленныя условія не могутъ быть одновременно удовлетворены въ самой полной мѣрѣ, тогда необходимо съ точностью опредѣлить тѣ условія, которыя имѣютъ наибольшее значеніе и непременно должны быть выполнены, безъ чрезмѣрнаго ущерба для тѣхъ или другихъ поставленныхъ требованій. Соотвѣтственно этимъ заданіямъ составляется проектъ и исполняются работы.

Иногда по санитарнымъ соображеніямъ приходится совершенно отказаться отъ такого проекта, который былъ бы превосходенъ во всѣхъ другихъ отношеніяхъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходимо рѣшиться на самыя тяжелыя денежныя жертвы, для предотвращенія санитарныхъ неудобствъ, если существуетъ опасность, что неиринятіе своевременныхъ мѣръ можетъ повлечь за собою вредъ для обществениаго здоровья. Иногда наоборотъ приходится мириться съ нѣкоторыми неудобствами, не быть даже, особенно щепетильными въ требованіяхъ относительно абсолютной чистоты воды и т. п., напр., когда дѣло идетъ прежде всего о доставленіи въ достаточномъ количествѣ необходимой воды для промышленныхъ нуждъ.

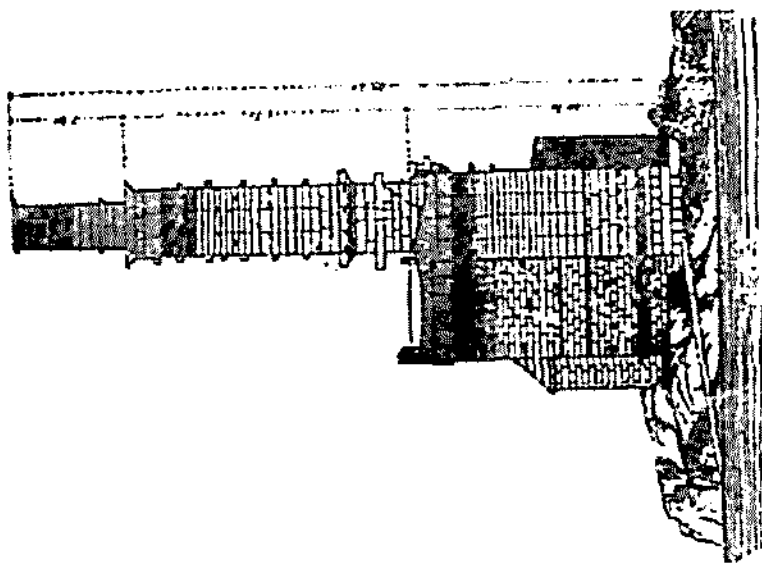
Не смотря на разнообразіе потребностей и множество различныхъ условій, иногда совершенно противоположныхъ, которыя представляются при устройствѣ водоснабженія, слѣдуетъ предпочитать вообще систему *одиночнаго водоснабженія*; та же самая вода при

Водоснабженіе города Нима (Франція).  
Гардскій мостъ (Pont du Gard).



Черт. 31. — Фасадъ Гардскаго водопроводнаго моста въ современномъ ооотояніи (Debauc).

Поясненіе: Гардскій мостъ — одинъ изъ первыхъ водопроводныхъ мостовъ, построенныхъ римлянами въ Италіи. Онъ считается однимъ изъ шедевровъ римскаго водчества. Высота уровня воды въ акведукъ надъ уровнемъ воды въ рѣкѣ болѣе 157 футъ; полная высота болѣе 161 футъ; длина поверху болѣе 885 футъ. Онъ входитъ въ составъ гравитаціоннаго водопровода общей длиною 134.575 футъ, которымъ снабжался водою городъ Нимъ. Водопроводъ имѣлъ еще нѣсколько другихъ мостовъ акведуковъ, нынѣ разрушенныхъ. Гардскій мостъ построенъ изъ тщательно отесанныхъ камней, положенныхъ безъ раствора; цементированъ только ключъ водопроводнаго канала. Уклонъ поверхности воды былъ—0,0004 (Cresy).



Черт. 32.  
Разрѣзъ Гардскаго водопроводнаго моста въ современномномъ состояніи.

этомъ служить для всѣхъ родовъ потребленія и доставляется всѣмъ жителямъ одною сѣтью водопроводовъ. Система эта заслуживаетъ предпочтенія по ея простотѣ, дешевизнѣ первоначальнаго устройства и эксплуатаціи и легкости содержанія. Она оказывается единственною цѣлесообразною, когда дѣло идетъ о доставленіи воды поселенію небольшихъ или среднихъ размѣровъ, причемъ необходимо достигнуть этой цѣли возможно скорѣе и проще и не имѣется особыхъ препятствій для полученія достаточнаго количества воды удовлетворительнаго качества.

Но во всѣхъ большихъ городахъ, гдѣ, по разнообразію потребностей, нельзя удовлетворить ихъ однимъ водопроводомъ и необходимо пользоваться нѣсколькими отдѣльными водопроводами, равно и въ тѣхъ поселеніяхъ, гдѣ часть воды уже доставляется существующими водопроводами, но вслѣдствіе развитія города настала необходимость обратиться къ дополнительному водоснабженію, а также во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда вода, добываемая съ легкостью, отличается низкимъ качествомъ, или когда полученіе чистой воды обходится очень дорого, тогда правильно будетъ обратиться къ системѣ *двойнаго водоснабженія*, т. е. устроить двѣ отдѣльныя полныя и параллельныя сѣти трубъ, изъ которыхъ одна доставляла бы чистую воду, назначенную для питья и употребленія въ домашнемъ хозяйствѣ, а другая менѣе доброкачественную воду для мытья, для снабженія фонтановъ, поливки улицъ и другихъ городскихъ потребностей, а также для промышленныхъ цѣлей. Это раздѣленіе устройствъ, конечно, усложняетъ дѣло и затрудняетъ эксплуатацію, но тѣмъ не менѣе оно можетъ оказаться иногда весьма выгоднымъ. Принципъ этого раздѣленія является, впрочемъ, естественнымъ слѣдствіемъ указаннаго выше различія между двумя назначеніями воды, доставляемой водоснабженіемъ.

Выборъ между этими двумя системами, конечно, совершенно зависитъ отъ мѣстныхъ условій, и по этому предмету нельзя дать никакихъ общихъ указаній. Въ каждомъ частномъ случаѣ, въ зависимости отъ мѣстныхъ обстоятельствъ и особыхъ требованій, необходимо разсмотрѣть предварительно различные способы рѣшенія поставленной задачи и затѣмъ, послѣ тщательнаго сравненія, выбрать тотъ способъ, который кажется наиболѣе подходящимъ.



## § 10. Задача канализации городовъ.

Быстрое удаленіе грязныхъ водъ, которыя неминуемо въ скоромъ времени стали бы вредными, есть необходимое продолженіе всякаго водоснабженія; къ *водоснабженію* должна присоединиться *ассенизація* при посредствѣ *водостоковъ* или *канализація* города, чтобы образовать тотъ кругооборотъ, ту непрерывную циркуляцію, о важномъ значеніи которой для оздоровленія городовъ сказано было выше.

Воды, употребленныя въ домашнемъ хозяйствѣ, *помои*, выпускаемые изъ домовъ, воды, выпускаемыя изъ фабрикъ, наконецъ, человѣческія изверженія—нечистоты изъ отхожихъ мѣстъ и ватерклозетовъ, всѣ это вмѣстѣ составляютъ *сточныя воды*, отъ которыхъ необходимо освобождаться съ наивозможно большею скоростью.

Къ этому количеству грязныхъ водъ, относительно небольшому и почти постоянному, слѣдуетъ прибавить весьма переменный притокъ *дождевыхъ водъ*. Дождевую воду часто собираютъ и употребляютъ для хозяйственныхъ цѣлей; но въ городахъ вода эта такъ загрязняется, что ее нельзя не считать вредною, и повсюду, гдѣ устроено водоснабженіе, скоро перестаютъ пользоваться дождевою водою и помышляютъ лишь о томъ, чтобы возможно скорѣе и легче отъ нея освободиться.

Обильный и продолжительный ливень совершенно смываетъ нечистоты съ поверхности улицъ и въ значительной мѣрѣ содѣйствуетъ очищенію ихъ; менѣе продолжительные и слабые дожди дополняютъ поливку, производятъ естественную промывку сточныхъ канавъ и облегчаютъ очистку всѣхъ каналовъ, назначенныхъ для отвода вредныхъ водъ. Дождь такимъ образомъ слѣдуетъ считать вспомогательнымъ средствомъ ассенизаціи.

Но, съ другой стороны, количество дождевыхъ водъ, выпадающихъ во время грозы на данной площади, на столько превосходитъ количество грязныхъ водъ, доставляемыхъ тою же площадью, даже въ густо населенныхъ городахъ, что при условіи отвода дождевыхъ водъ приходится придавать сооруженіямъ городской ассенизаціонной сѣти гораздо большіе размѣры, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда сѣть эта служила бы лишь для стока нечистотъ и водъ домашняго хозяйства. Такимъ образомъ, смотря по обстоятельствамъ, дождевыя

воды могут играть роль весьма важнаго вспомогательнаго средства ассенизаціи или значительной для нея помѣхи.

Весьма часто, однако, стараются утилизировать дождевыя воды для ассенизаціи города и водосточную сѣть устраиваютъ такимъ образомъ, чтобы по капаламъ ея могли стекать одновременно всѣ грязныя воды вмѣстѣ съ дождевыми (обще-сплавная система).

Но въ послѣднее время, въ особенности въ Англіи и въ Америкѣ, удаляютъ отдѣльно дождевыя и отдѣльно домашнія воды вмѣстѣ съ нечистотами, устраивая для этого двѣ совершенно независимыя сѣти различнаго характера и состоящія изъ совершенно обособленныхъ сооруженій; устройство подобной *раздѣльной системы* водостоковъ оправдывается при этомъ приведенными выше соображеніями о роли дождевыхъ водъ.

Для правильнаго стока въ водосточные каналы всѣхъ попадающихъ на поверхность улицъ грязныхъ водъ, а равно и всѣхъ дождевыхъ водъ, необходимо придать соотвѣтственную профіль поверхности улицъ. Въ этомъ отношеніи современное устройство мостовыхъ, въ серединѣ выпуклыхъ, съ лотками съ обѣихъ сторонъ и возвышенными троттуарами для пѣшеходовъ, значительно лучше старинной постройки улицъ, покатыхъ отъ обоихъ краевъ къ серединѣ, съ средипнымъ лоткомъ. Продольные уклоны должны быть достаточны, чтобы не могло образоваться застоя воды, и чтобы всѣ воды въ самое короткое время попадали въ ближайшія пріемныя устья водосточной сѣти.

Здѣсь воды изливаются въ подземные каналы, гдѣ температура мало отклоняется отъ постоянной средней величины и гдѣ онѣ укрыты отъ вліянія свѣта и теплоты, ускоряющихъ обыкновенно разложеніе.

Собранныя такимъ образомъ въ трубахъ иебольшаго сѣченія и съ гладкой внутреннею поверхностью, грязныя воды быстро стекаютъ, не находя нигдѣ большихъ препятствій и не дѣйствуя иепріятно на зрѣніе и обоняніе. Не причиняя никакихъ неудобствъ улицамъ, онѣ текутъ вдоль всего города до того мѣста, гдѣ онѣ должны изливаться, причемъ мѣсто это по возможности выбирается такимъ образомъ, чтобы сточныя воды здѣсь не могли уже имѣть вреднаго вліянія на общественное здоровье.

Дѣйствіе сѣти водостоковъ не всегда влечетъ за собою полную ассенизацію. Чаше всего коллекторы впадаютъ въ рѣку, теченіе кото-

рой должно уносить въ даль все содержимое водостоковъ, чтобы всѣ вредныя составныя части уничтожались отъ смѣшенія съ обильнымъ количествомъ свѣжей воды и отъ естественнаго окисленія.

Но когда приходится отвести сточныя воды весьма большаго города и для этого имѣется рѣка съ небольшимъ сравнительно расходомъ воды, нечистоты не могутъ вполнѣ обезвредиться, и рѣка скоро въ свою очередь заражается. Въ водѣ ея образуются подозрительнаго свойства осадки, она начинаетъ портиться и дѣлается негодною для питья, рыба перестаетъ въ ней водиться, изъ нея выдѣляются зловонные газы и пр.

Въ такихъ случаяхъ задача ассенизаціи, какъ уже упомянуто въ § 7, не можетъ оканчиваться спускомъ нечистотъ въ рѣку, и жители городовъ должны принять необходимыя мѣры для предупрежденія зараженія рѣчной воды, которая скоро можетъ сдѣлаться вредною для нихъ самихъ и для жителей селеній, расположенныхъ по рѣкѣ ниже города.

Тогда прибѣгаютъ къ различнымъ способамъ *очищенія* сточныхъ водъ. Эта мѣра, во многихъ случаяхъ, должна составлять естественное дополненіе всякой значительной системы ассенизаціи городовъ.

---

## ГЛАВА ВТОРАЯ.

# Историческій обзоръ развитія санитарно-инженернаго дѣла.

СОДЕРЖАНІЕ: § 11. Древніе народы Африки и Азии.—§ 12. Древніе Греки.—§ 13. Римская эпоха.—§ 14. Средніе вѣка.—§ 15. Эпоха возрожденія.—§ 16. Семнадцатый вѣкъ.—§ 17. Восемнадцатый вѣкъ.—§ 18. Первая часть девятнадцатаго вѣка.—§ 19. Современная эпоха.

### § 11. Древніе народы Африки и Азии.

Оставшіеся до нашего времени памятники свидѣтельствуютъ, что многіе народы, съ самой глубокой древности, имѣли довольно высокое представленіе объ основныхъ законахъ общественнаго здравія. Почти повсюду существовали въ видѣ *религіозныхъ предписаній* правила, направленныя собственно къ охранѣ общественнаго здравія, и цѣлый рядъ обычаевъ *религіознаго культа* назначенъ былъ для укрѣпленія и регламентаціи строгаго примѣненія подобныхъ правилъ. Заботы о чистотѣ тѣла, омовенія, купанія въ священныхъ водахъ предписаны всѣми древними религіями.

Источники и фонтаны поставлены были подъ особую охрану божества, и весьма часто храмы воздвигались въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ключи пробиваются изъ-подъ земли. Дельфійскій оракуль, храмъ въ Геліополисѣ и Соломоновъ храмъ устроены были вблизи естественныхъ источниковъ.

Нѣтъ ни одного обитаемаго мѣста въ древнемъ мірѣ, имя котораго сохранено исторіею, гдѣ бы не находились слѣды специальныхъ устройствъ и часто весьма значительныхъ, для доставленія воды годной для питья или же для отвода вредныхъ водъ. Иногда устройство этихъ сооруженій исполнялось въ такихъ грандіозныхъ размѣ-

рахъ и съ такими условіями прочности и долговѣчности, что они пережили самые красивые, самые знаменитые памятники древней архитектуры и служатъ почти единственными указаніями мѣстъ исчезнувшей цивилизаціи. Таковы напримѣръ существующіе еще нынѣ колодцы въ Геліополисѣ и Эфесѣ, реставрированный Кароагенскій акведукъ и др.

Месопотамія и Египетъ, эти колыбели нашей цивилизаціи, представляютъ собою страны съ теплымъ и сухимъ климатомъ, гдѣ дожди выпадаютъ не часто, а источники встрѣчаются рѣдко. Здѣсь необходимость въ водѣ давала себя чувствовать тѣмъ болѣе сильно, что средства для полученія ея были недостаточны. Поэтому изобрѣтательность человѣческаго ума въ этихъ странахъ весьма рано направлена была къ отысканію искусственныхъ способовъ для собиранія, подъема и сохраненія запасовъ воды для питья. Слѣды этихъ стремленій находятся повсюду. Письменные памятники всѣхъ эпохъ и историческіе факты доказываютъ важное значеніе, которое придавалось жителями этихъ странъ запасамъ воды: Авраамъ покупаетъ колодезь у Авимелеха, Моисей сейчасъ же послѣ перехода черезъ Черное море извлекаетъ свѣжую воду изъ скалы, бьющія изъ земли ключи встрѣчаются въ мечтаніяхъ поэтовъ и Магометъ не забываетъ украсить ими рай, который онъ обѣщаетъ правовѣрнымъ.

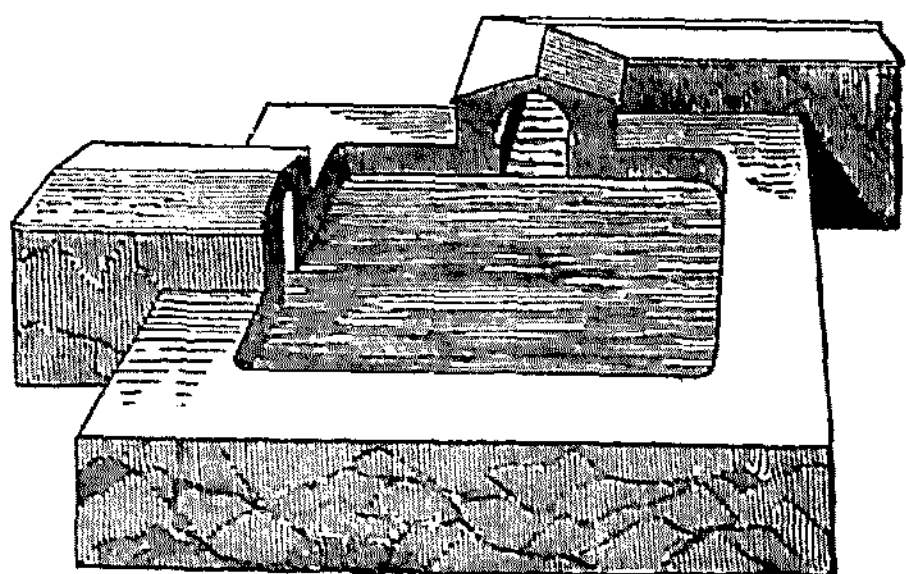
Вообще на всемъ Востокѣ вода играетъ выдающуюся роль. Это же отношеніе къ водѣ встрѣчается опять въ Греціи и во всемъ римскомъ мірѣ, гдѣ все, что касается употребленія воды, получило чрезвычайное развитіе.

Благополучіе древняго Египта основано было всецѣло на изумительной искусственной системѣ орошенія, которая имѣла цѣлью утилизацію высокихъ водъ при разливѣ рѣки Нила.

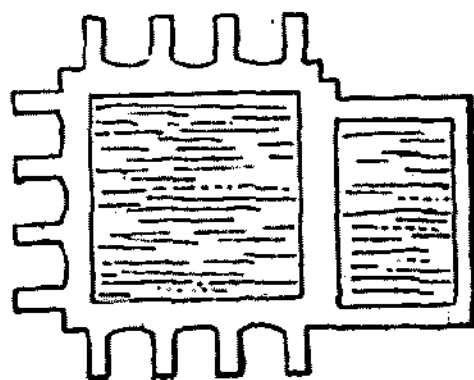
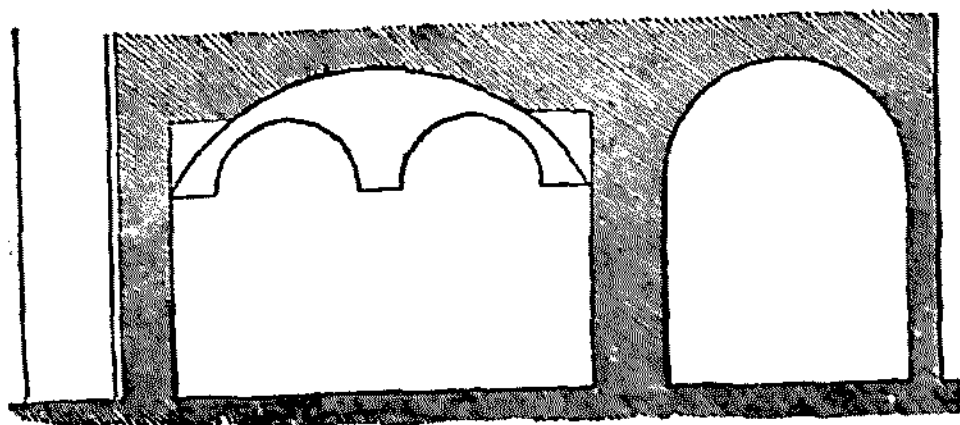
Несомнѣнно, что древніе обитатели Египта изобрѣли *искусственныя водохранилища* для накопленія значительныхъ маесъ водъ въ обильное влагою время, чтобы пользоваться ими впослѣдствіи малыми частями въ періоды засухъ. Они построили для этой цѣли гигантскія сооруженія. Наиболѣе извѣстное, если не самое большое, изъ этихъ водохранилищъ, Меридское озеро, имѣло водную площадь болѣе 12.000 гектаровъ. Указателями его уровня служили, какъ думаетъ историкъ, двѣ пирамиды, высотой въ 165 метровъ.

Египтянамъ мы также обязаны изобрѣтеніемъ различныхъ ти-

Отстойные бассейны, фильтры и резервуары древних Римлянъ.

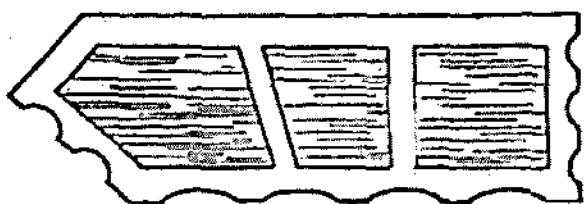
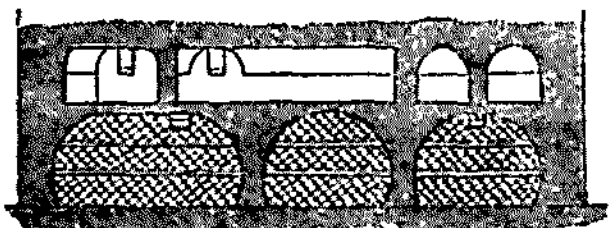


Черт. 33.—Видъ римской Лимарин или отстойнаго бассейна, имѣющаго цѣлю дать возможность водѣ оставить наносы, прежде чѣмъ поступить въ распределительный каналъ. Впускной и выпускной каналы расположены подь прямымъ угломъ.



Черт. 34 и 35.

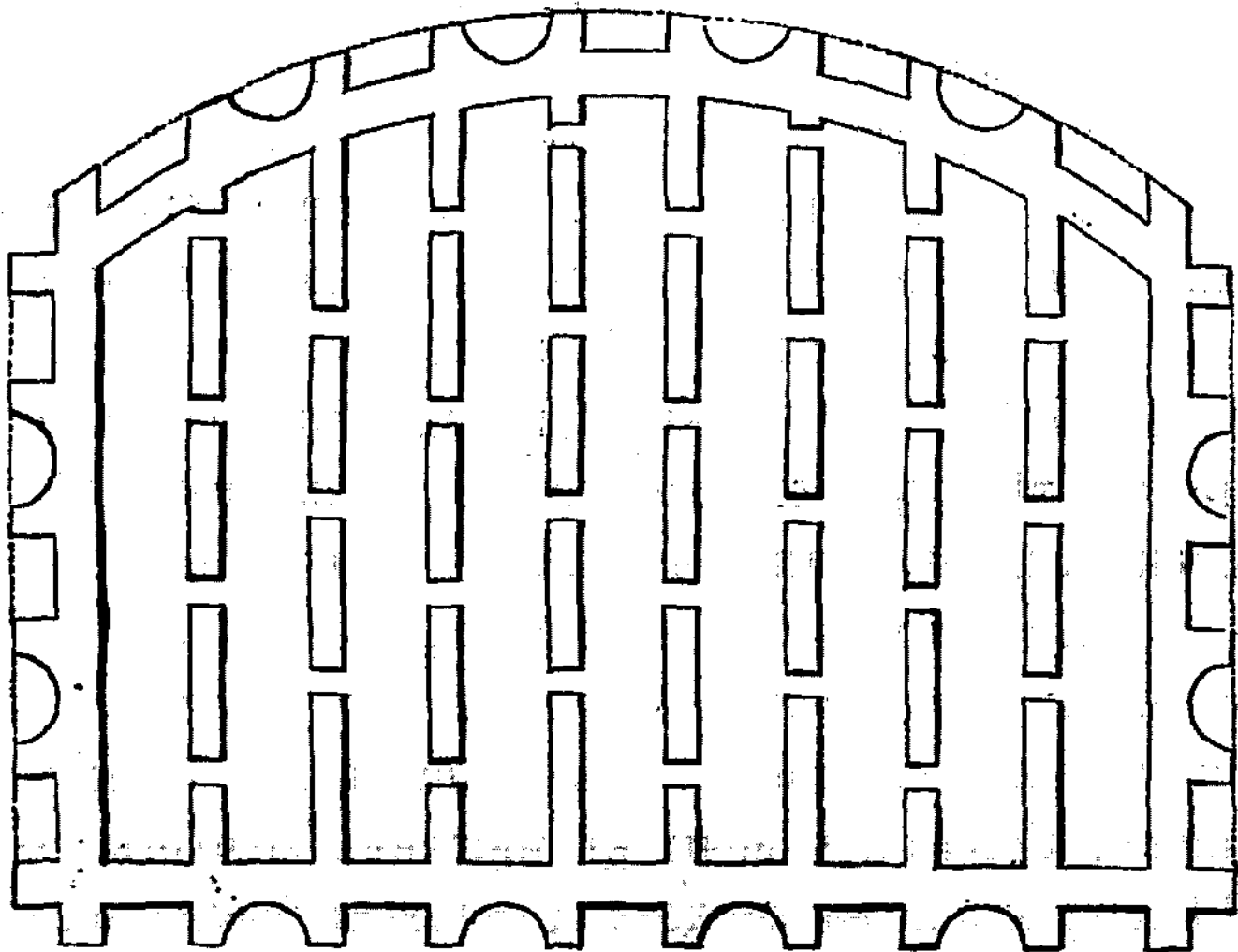
Разрѣзъ и планъ римской *Contectis piscinis*, т. е. резервуара покрытаго сводами и служащаго для храненія запаса воды внѣ вліянія колебаній температуры и пр.



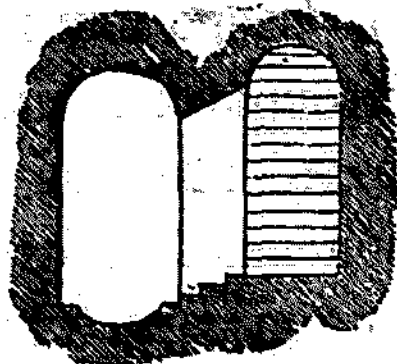
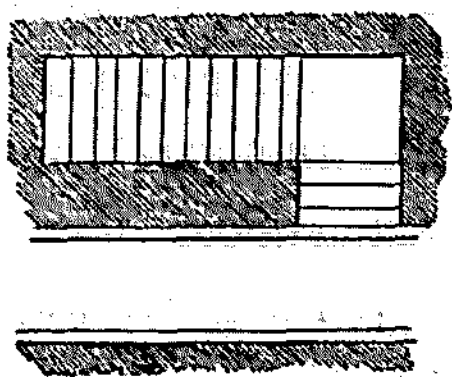
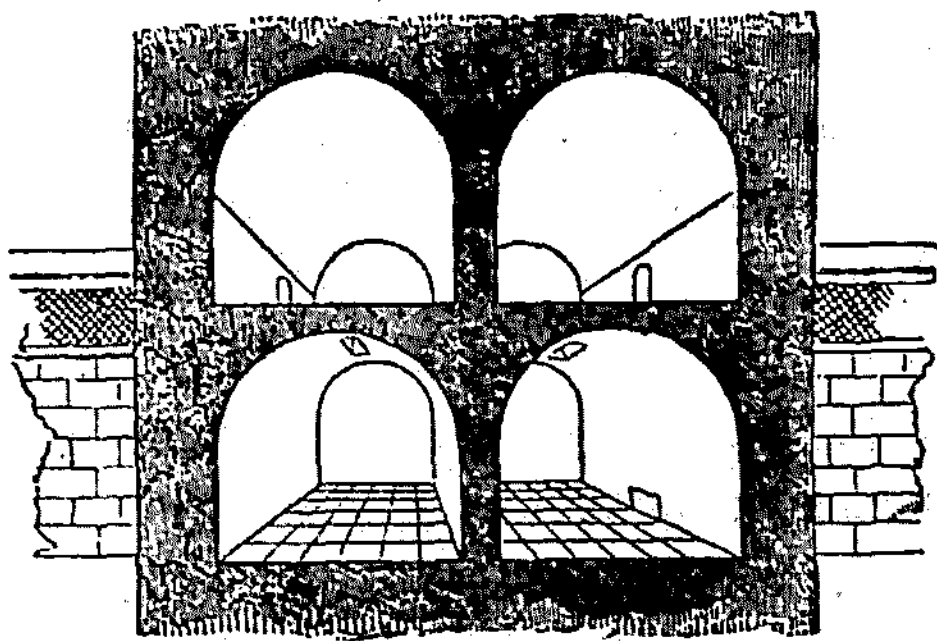
Черт. 36 и 37.—Разрѣзъ и планъ римскаго фильтра соединеннаго съ резервуарами чистой воды. Вода поступала въ нижнія три отдѣленія, гдѣ, проходя изъ одного въ другое, чрезъ фильтрующія препятствія, становилась все чище и чище и въ очищенномъ видѣ проходила въ верхнія галлерей, откуда ее можно было брать для употребленія (*Cresy*).

Отстойные бассейны, фильтры и резервуары древнихъ Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 38.—Планъ резервуара Sette Sale, въ которомъ вода собиралась для бань Тита въ Римѣ, а по мнѣнію нѣкоторыхъ писателей для арены Колизея, когда она превращалась въ бассейнъ для водныхъ представлений (папнашѳа). Наружныя стѣны имѣютъ обратныя арки. Резервуаръ покрытъ сводами. Онъ состоитъ изъ девяти сообщающихся между собой отдѣленій.



Черт. 39, 40 и 41. — Отстойный бассейнъ и резервуаръ (Соспертакула) римскаго водопровода *Virgo*. Вода входила въ верхннѣ одной изъ верхнихъ галлерей и спускалась по второй верхней галлерей въ нижнія отдѣленія, гдѣ и отстаивалась. Объемъ этого резервуара былъ точно измѣренъ для разныхъ горизонтовъ — имѣлась возможность выпускать воду въ каждый моментъ въ желаемомъ количествѣ. На чертѣжѣ внизу показанъ планъ и разрѣзъ лѣстницы, ведущей къ верхнимъ отдѣленіямъ резервуара (Сресу).

повъ *водоподъемныхъ машинъ*, которыя служили для поднятія воды изъ Нила на обоихъ берегахъ его, для орошенія полей, и устройство которыхъ удалось возстановить, благодаря іероглифическимъ надписямъ.

Люди, которые создали въ долиномъ объемъ эту удивительную систему оплодотворенія долины Нила, умѣли хорошо цѣнить услуги, доставляемыя водою въ жгучемъ климатѣ, и потому должны были подвинуть весьма далеко искусство, обнимающее способы ея собиранія, храненія и распределенія. Вблизи пирамиды Гнзе находятся *колодцы*, которые безъ сомнѣнія относятся къ одному съ нею времени. *Колодезь Иосифа*, въ Канрѣ, сдѣланъ въ весьма отдаленную эпоху, а между тѣмъ устройство его свидѣтельствуеетъ объ очень высокомъ уровнѣ гидравлическихъ знаній строителей. Онъ состоитъ изъ двухъ послѣдовательныхъ колодцевъ, весьма большихъ размѣровъ, высѣченныхъ въ скалѣ и соединенныхъ промежуточною камерою, гдѣ помѣщаяся механизмъ, приводившій въ дѣйствіе водоподъемную машину. Горизонтъ воды въ нижнемъ колодцѣ находился на глубинѣ 90 метровъ подъ землею. Считаютъ почти несомнѣннымъ, что въ эпоху Фараоновъ Египтяне знакомы были съ употребленіемъ гончарныхъ и свинцовыхъ трубъ.

Гигіена, наука, устанавливающая законы и правила чистоты и опрятности, была въ большомъ почетѣ у жрецовъ древняго Египта. Отъ нихъ, безъ всякаго сомнѣнія, Моисей заимствовалъ нѣкоторыя изъ своихъ санитарныхъ предписаній.

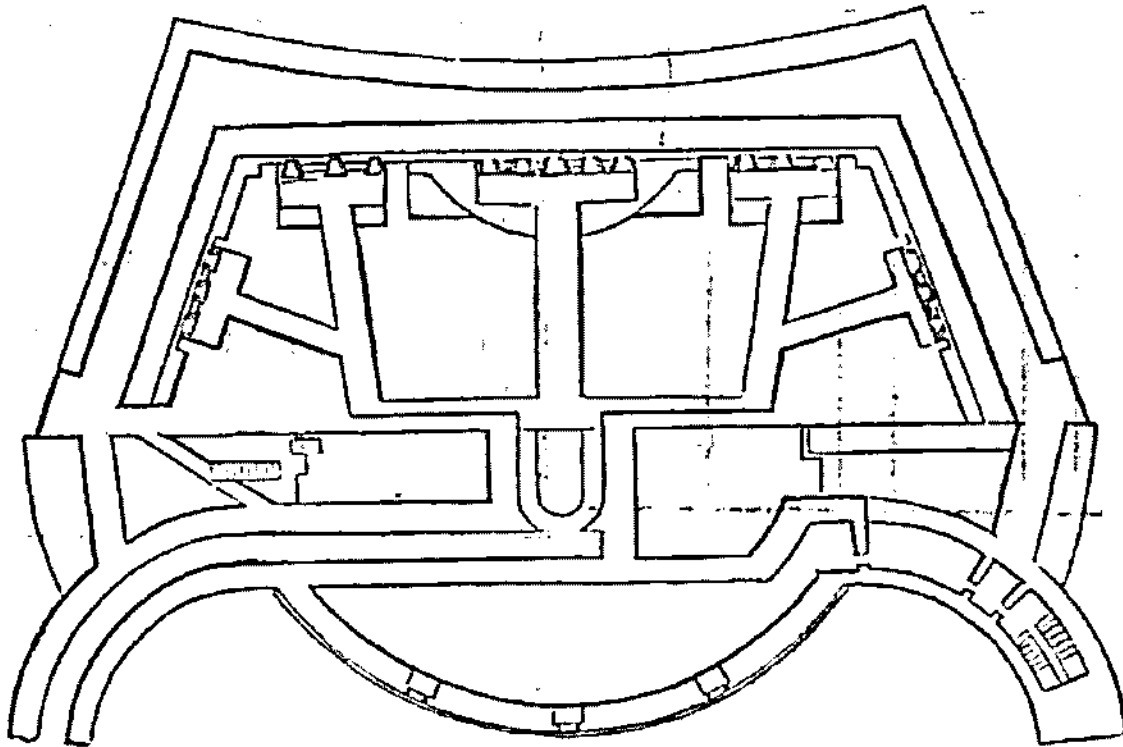
Хотя у насъ сохранилось меньше памятниковъ, относящихся къ гидравлическимъ познаніямъ древнихъ народовъ Азіи, однако, нѣтъ сомнѣнія, что у Ассиріянъ и Персовъ искусство орошенія находилось на высокой степени совершенства. На берегахъ Евфрата, какъ и на берегахъ Нила, были весьма распространены чернальиыя машины для поливки полей, и весьма возможно, что въ этой странѣ надо искать происхожденіе норіи.

Ассурскій колодець, открытый среди развалинъ Ниневіи, устроенъ былъ въ доисторическія времена. Озеро или искусственное водохранилище, созданное царицею Нитокресою, имѣло такіе громадныя размѣры, что оно могло принять въ себя 22 дневный расходъ Евфрата. Для орошенія Вавилонскихъ *висячихъ садовъ* вода изъ Евфрата подымалась машиною на высоту 92 метровъ и затѣмъ рас-



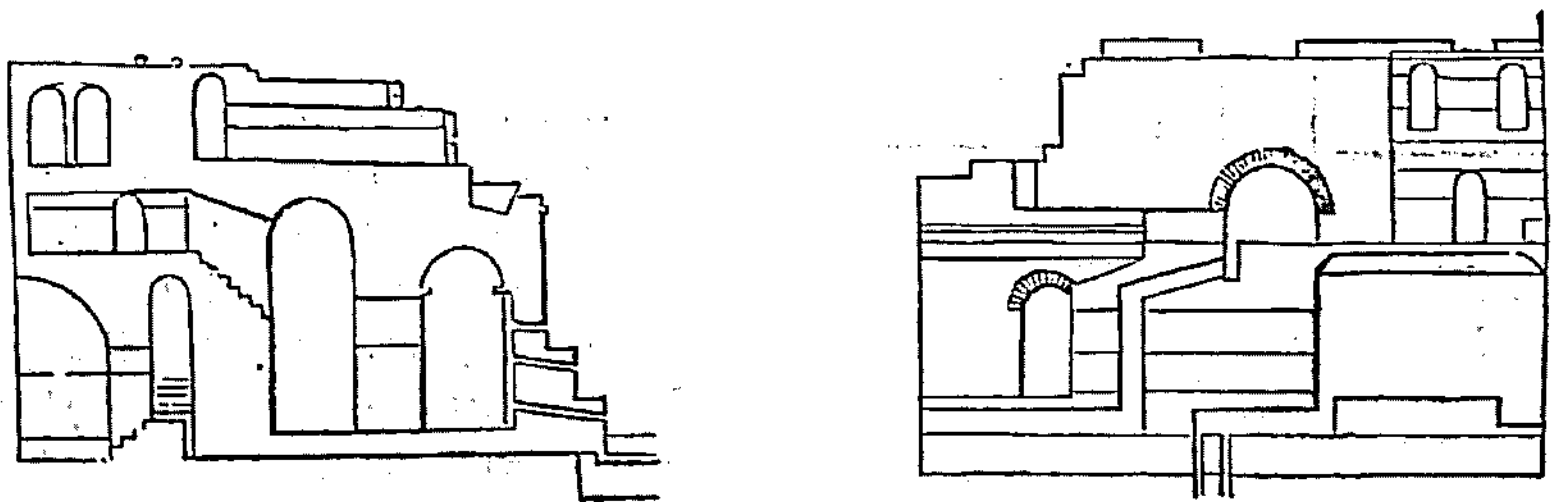
Отстойные бассейны, фильтры и резервуары древнихъ Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 42.

Планъ резервуара чистой воды (Castellum) въ водопроводѣ гор. Рима Aqua Julia. Резервуаръ былъ помещенъ передъ городской стѣной. Онъ имѣлъ три отдѣленія, изъ коихъ вода распредѣлялась такимъ образомъ, чтобы сначала могли быть удовлетворены общественныя, а затѣмъ уже частныя нужды.

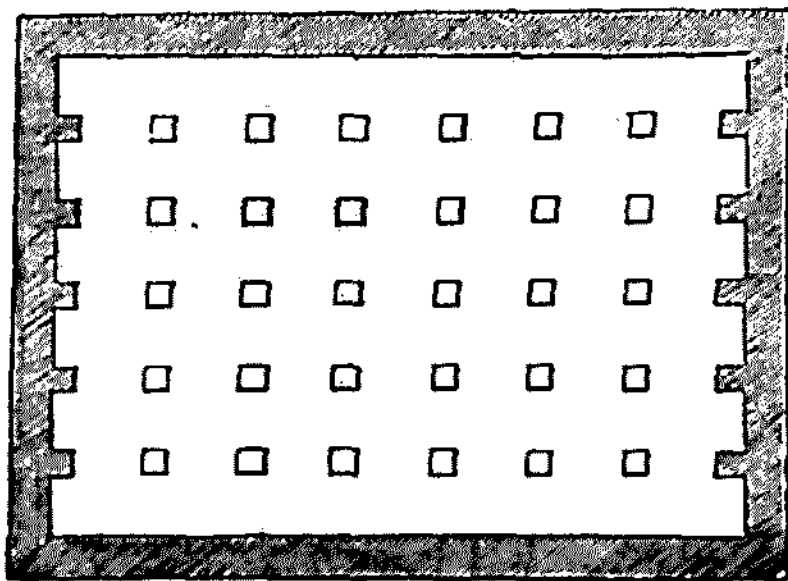
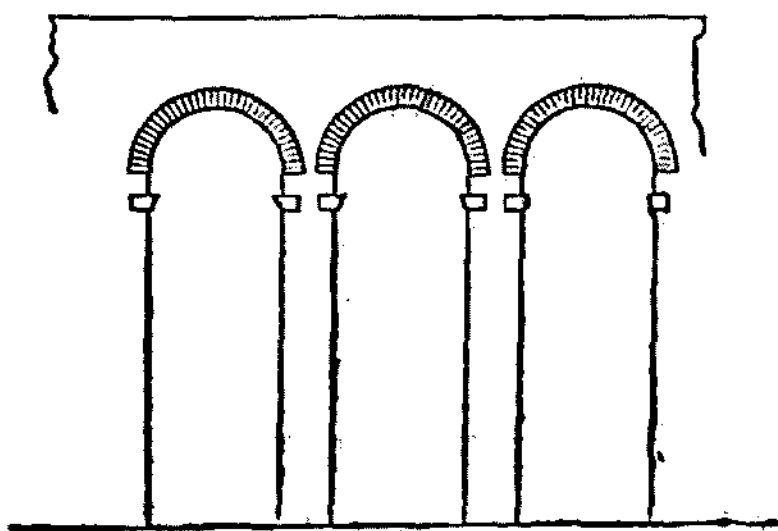


Черт. 43 и 44.

Разрѣзы резервуара чистой воды (Castellum) (черт. 42) въ водопроводѣ города Рима Aqua Julia.

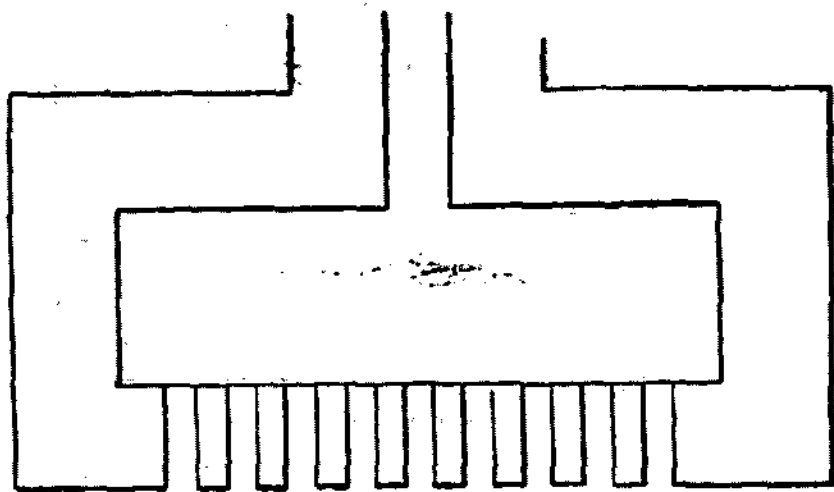
Отстойные бассейны, фильтры и резервуары древних Римлянъ.

Водоснабженіе города Рима.



Черт. 45, 46, 47 и 48.

Разрѣзъ, планъ и детали крытаго резервуара большаго размѣровъ.

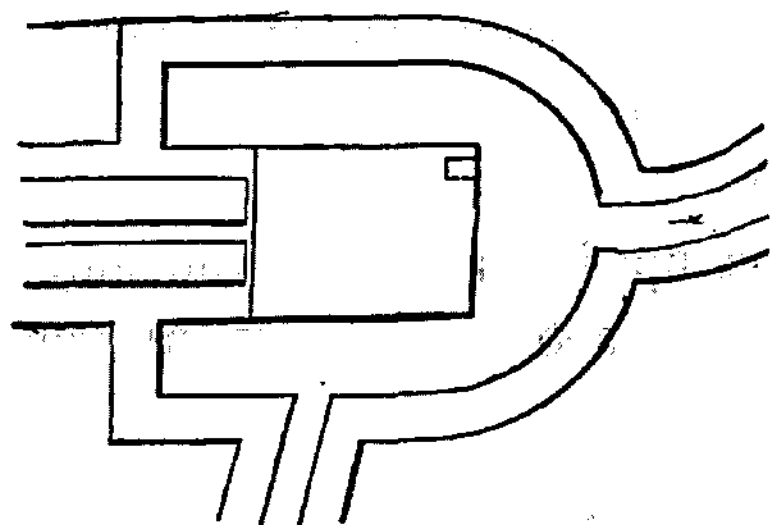


Черт. 49.—Планъ резервуара помѣщавшагося предъ мостомъ-сифономъ Лионскаго водопровода. Онъ помѣщался на вершинѣ башни. Его длина 14 футовъ, ширина  $4\frac{1}{2}$  фута. Со стороны долины онъ имѣлъ 9 овальныхъ отверстій на высотѣ 9 ф. отъ дна, къ которымъ примыкали 9 свинцовыхъ трубъ діаметромъ въ

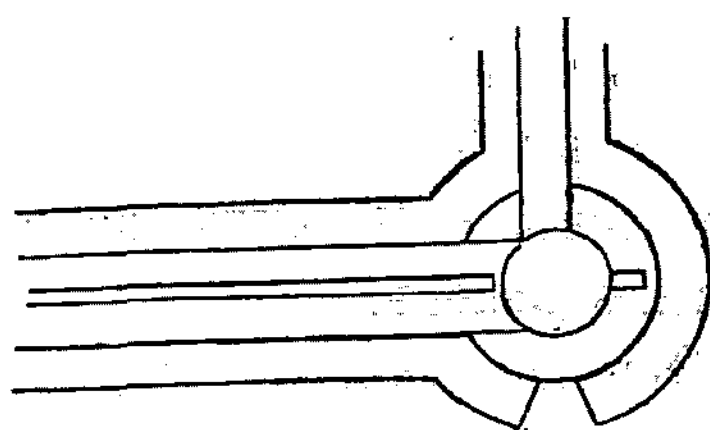
8 дюймовъ, составлявшихъ 9 параллельныхъ сифоновъ и переходившихъ по мосту (черт. 26) на другую сторону долины въ другой, приемный, резервуаръ. Назначеніе описаннаго резервуара — задерживать осадки и дать возможность удобно перейти отъ открытаго канала къ сифону (Cresy).

Отстойные бассейны, фильтры и резервуары древнихъ Римлянъ.

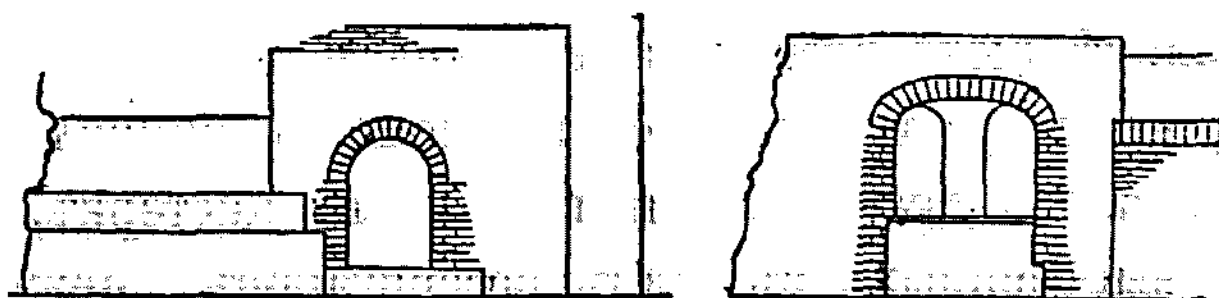
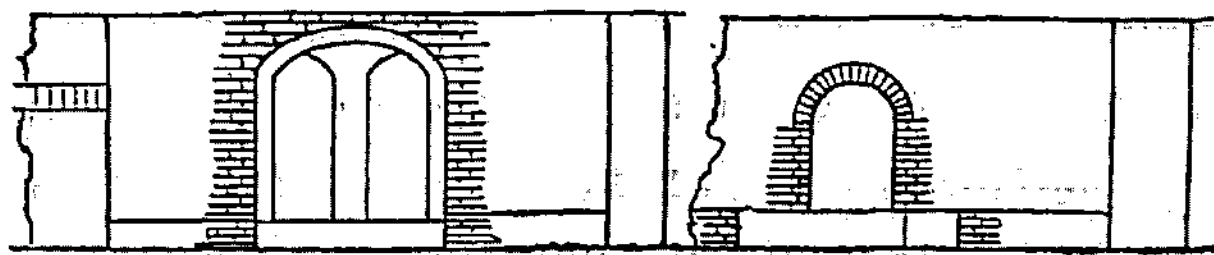
Водоснабженіе города Меца.



Черт. 50.—Планъ отстойнаго бассейна въ водопроводѣ древняго Меца.



Черт. 51.—Планъ резервуара чистой воды въ водопроводѣ древняго Меца.



Черт. 52, 53, 54 и 55.

Разрѣзы резервуара чистой воды въ водопроводѣ древняго Меца (Cresy).

предѣлялась подь напоромъ по металлическимъ трубамъ. Семирамида могла съ справедливой гордостью сказать: «Я заставила теченіе воды направиться, согласно моей волѣ, и моя воля обратила ее туда, гдѣ она должна была принести пользу; черезъ нее я сдѣлала плодородными изсохшія земли». Ниневія и Вавилонъ снабжены были сѣтью настоящихъ водостоковъ. Употребленіе воды для удаленія экскрементовъ повидимому появилось пржеде всего въ древней Азіи.

Персы столь хорошо понимали необходимость охранять рѣки отъ нѣкоторыхъ причинъ загрязненія, что ихъ законы запрещали бросать туда человѣческія изверженія.

Законы Моисея также изобилуютъ предписаніями, относящимися къ гигиенѣ, и Израильтяне благочестиво соблюдали ихъ въ теченіи многихъ вѣковъ.

Они понимали необходимость возможно скорѣйшаго удаленія изъ жилищъ всѣхъ органическихъ разлагающихся веществъ и изверженія уносились прочь за предѣлы обитаемыхъ строеній и глубоко закапывались въ землю.

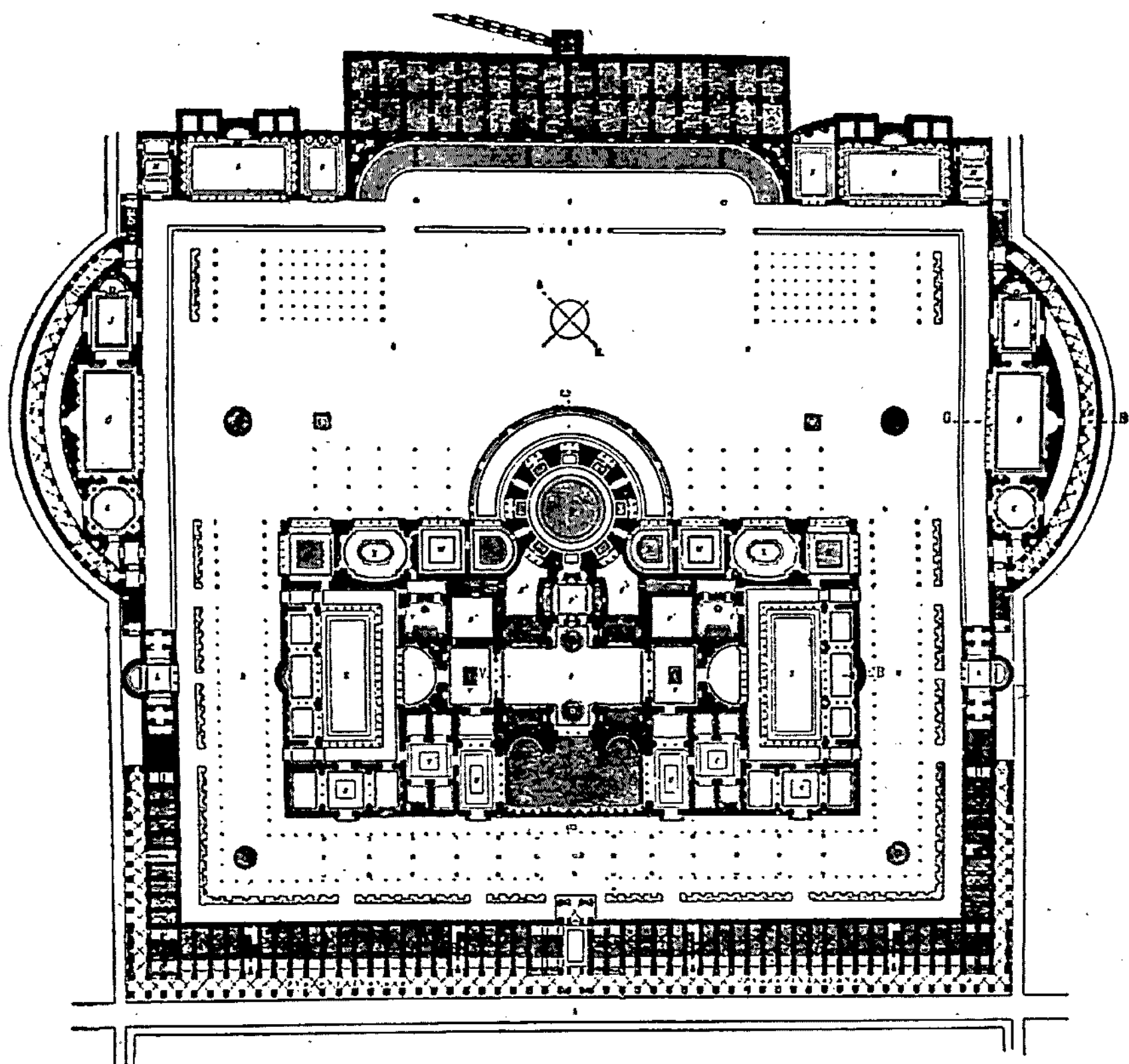
Вода играла выдающуюся роль въ исторіи еврейскаго народа. У колодца Елеазаръ встрѣчаетъ Ревекку, и молодая дѣвушка спускается по ступенькамъ, ведущимъ къ колодцу, чтобы почерпнуть своимъ кувшиномъ воду, которую она предлагаетъ посланцу Авраама. Знаменитый колодезь Іакова, изъ котораго патріархъ утолялъ свою жажду, расположенъ у Сихема и еще въ настоящее время изъ него ньютъ воду паломники, направляющіеся изъ Галилеи къ Іерусалиму; онъ высѣченъ въ скалѣ и глубина его болѣе 30 метровъ. Колодезь, изъ котораго пилъ воду царь Давидъ, между Виелеемомъ и Іерусалимомъ, и теперь еще посѣщается путешественниками.

Въ Іерусалимѣ было всего два колодца и одинъ источникъ на мѣстѣ храма; но искусство явилось на помощь природѣ, и дождевая вода собиралась тамъ въ большомъ числѣ цистернъ, открытыхъ прудовъ, или высѣченныхъ въ скалѣ резервуаровъ. Между Виелеемомъ и Хеврономъ находятся слѣды обширныхъ прудовъ Соломона, изъ которыхъ вода по каменной галлерей, діаметромъ въ 0,25 метра, текла къ храму на Сіонскую гору.

По свидѣтельству исторіи, вода лилась потокомъ къ Іерусалиму и та часть ея, которая не была потреблена въ городѣ, шла на поливку садовъ.

Купальни и бани древнихъ Римлянъ.

Термы Каракаллы въ Римѣ.



Черт. 56.—Планъ ( $\frac{1}{4.000}$  нат. в.)

I. Круговыя строевія и площади.

- A* — главный входъ;
- B* — передняя площадь;
- D* — мѣста для сидѣнья;
- E* — резервуары воды;
- F* — отдѣльныя бани;
- G* } выходы, залы для ораторовъ,
- H* } библиотекы, галлерей для про-
- I* } гулокъ, магазины и пр.
- K* }
- L* }
- M* }
- N* }

II. Центральное строеніе.

- N'* — дворы;
- O* — frigidarium;
- P* — tepidarium;
- Q* — caldarium;
- R, W, X, Y, Z'* — продолженіе бан-ныхъ помѣщеній;
- S* — входный залъ;
- T* — соединительные дворы;
- V* — передняя къ tepidarium'у;
- Z* — дворы съ колонадами.

(Handb. der Archit., изд. 1899 г., 5 Halbbd. 3. стр. 14; оттуда-же черт. 57, 58 и 59.)

Открывши мѣсто, гдѣ стоялъ Соломоновъ храмъ, можно было возстановить общее его очертаніе въ планѣ, благодаря найденной цѣлой системѣ подземныхъ подопроводныхъ галлерей, высѣченныхъ подъ нимъ въ твердой скалѣ и поэтому ускользнувшихъ отъ разрушенія. Расположеніе ихъ совершенно соотвѣтствуетъ сохранившимся описаніямъ въ талмудѣ, и не подлежитъ повидимому сомнѣнію, что въ Іерусалимѣ дѣйствовала полная система ассенизаціи и очистки нечистотъ въ почвѣ; кровь приносимыхъ въ жертву животныхъ отводилась вмѣстѣ съ грязными водами изъ храма, и вѣроятно также со сточными водами всего города, къ двумъ бассейнамъ, расположеннымъ на разныхъ высотахъ и соединеннымъ подземною галлереею. Въ первомъ изъ этихъ бассейновъ осаждались твердыя вещества, которые продавались на удобреніе садовникамъ долины Кедрона; во второмъ бассейнѣ собирались воды, для орошенія царскихъ садовъ.

Народы крайняго Востока также умѣли въ самыя отдаленныя времена доставлять себѣ искусственными мѣрами необходимую воду для своихъ потребностей.

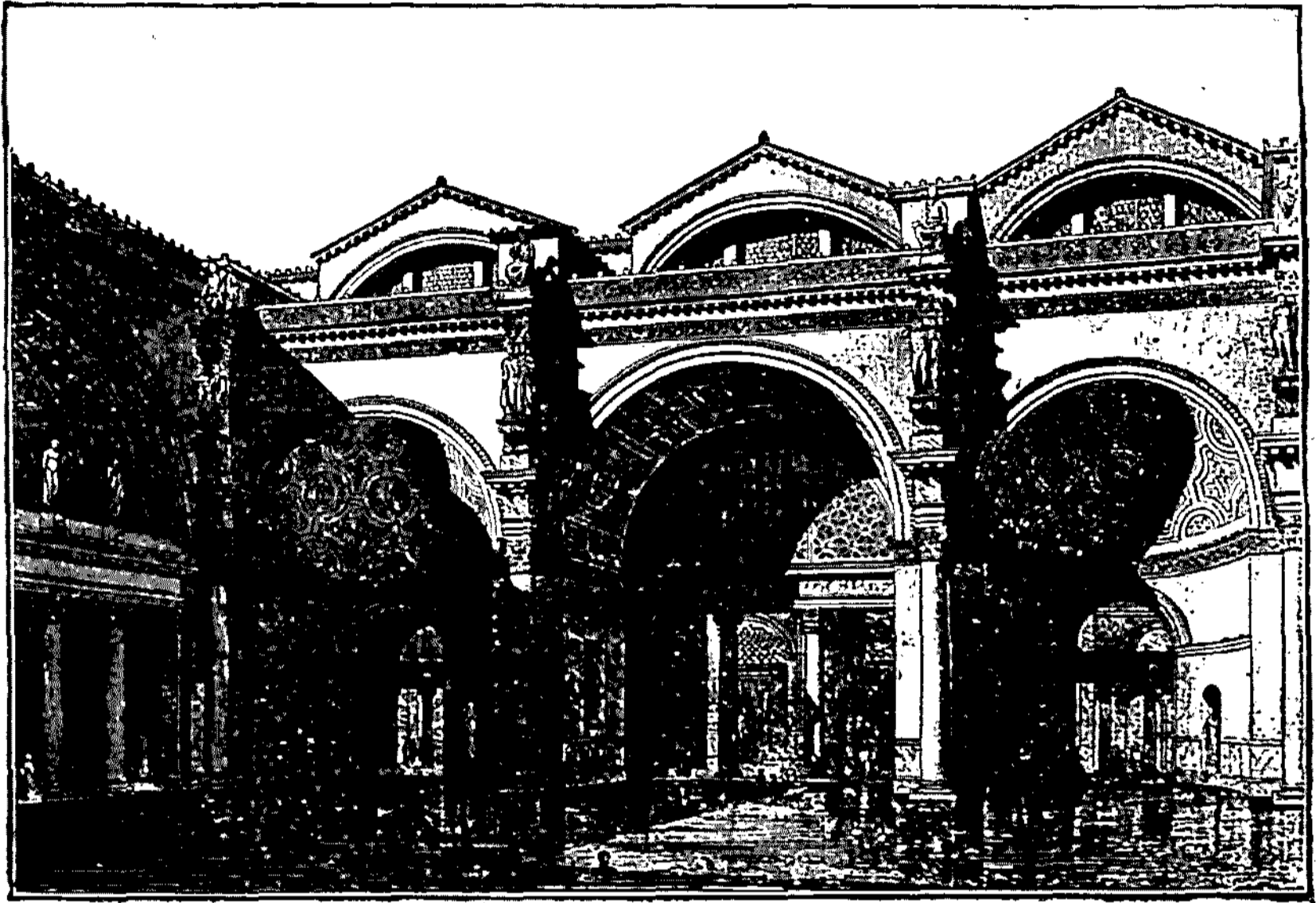
Китайцы во всѣ времена были, по имѣющимся свѣдѣніямъ, чрезвычайно искусны въ копаніи весьма глубокихъ колодцевъ, и полагаютъ также, что они весьма рано уже были знакомы съ устройствомъ артезіанскихъ колодцевъ.

Въ Индіи колодцы и пруды такъ распространены, что происхожденіе ихъ необходимо приходится отнести къ самой глубокой древности. Англичане, при занятіи этой страны, нашли въ ней многія тысячи подобныхъ сооруженій. Въ одной Мадрасской провинціи насчитали болѣе 53.000 прудовъ или искусственныхъ водохранилищъ, и нѣкоторые изъ этихъ резервуаровъ отличаются колоссальными размѣрами. Одинъ изъ нихъ занимаетъ площадь въ 20.000 гектаровъ и имѣетъ въ окружности 48 километровъ. На Цейлонѣ нѣкоторыя долины заграждены земляными водоудержательными плотинами, которыя превосходятъ своими размѣрами величайшія сооруженія этого рода, устроенныя въ наше время.

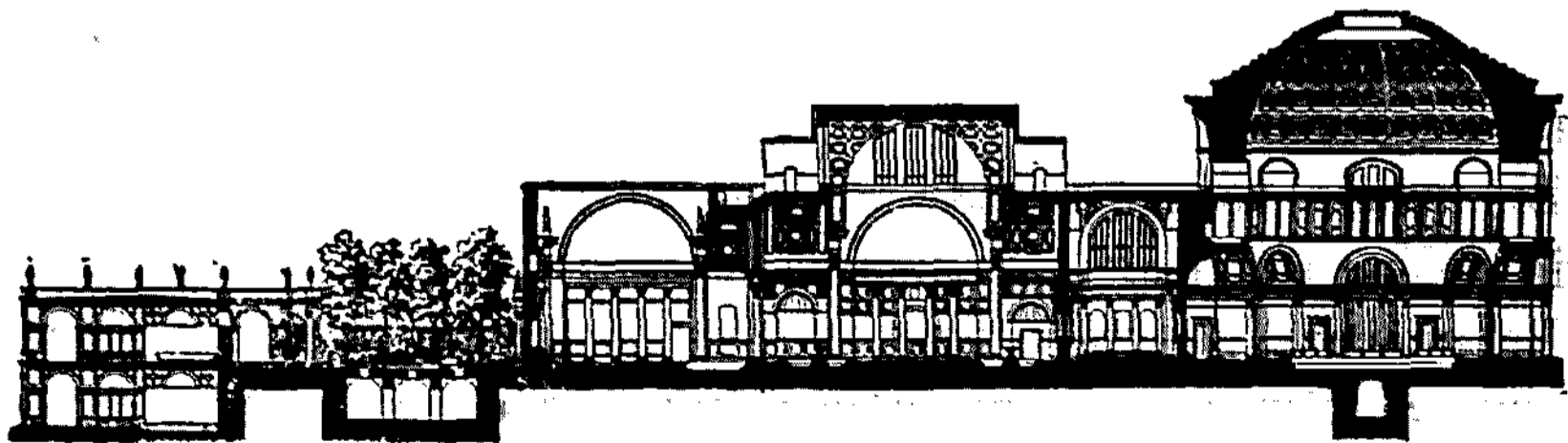
Индійской медицинѣ, въ эпоху Ведъ, извѣстно было вліяніе воды на здоровье; она предписывала чистоту жилищъ и одежды и присвоивала цѣлебныя свойства чистой водѣ вообще, въ особенности водамъ Ганга, священной рѣки Индусовъ.

Купальни и бани древнихъ Римлянъ.

Термы Каракаллы въ Римѣ.



Черт. 57. — Frigidarium (0 — плана, черт. 56).



Черт. 58. — Разрѣзъ центрального строенія по линіи *AB — BC*  
плана (черт. 56),  $\frac{1}{2000}$  нат. велич.

## § 12. Древніе Греки.

Влеченіе, проявленное Греками древнихъ временъ къ широкому пользованію водою въ жилищахъ и садахъ, слѣдуетъ, по всей вѣроятности, отнести къ числу многихъ заимствованій, сдѣланныхъ ими изъ цивилизаціи болѣе древнихъ народовъ Малой Азіи и Египта. Въ *Одиссеи* упоминается уже о существованіи двойной системы каналовъ въ садахъ Алкиноя. Одному изъ героевъ греческой мифологіи, Геркулесу, преданіе приписываетъ изобрѣтеніе теплыхъ ваннъ. Къ числу весьма цѣнимыхъ Греками и жителями Востока роскошныхъ устройствъ принадлежатъ искусно исполненные фонтаны, художественные каскады и водометы для освѣженія воздуха.

Ключи почитались ими священными; не зная ихъ происхожденія, Греки охотно приписывали его сверхъестественнымъ причинамъ. Ключи представлялись воображенію то путями сообщенія къ внутренности земли, то тѣми расщелинами, черезъ которыя просочилась въ землю вода послѣ потопа. Ихъ часто старались ограждать отъ взоровъ непосвященныхъ, окружая ихъ зданіями, предназначенными культу боговъ.

Вода была для Грековъ одною изъ четырехъ стихій природы; они высоко цѣнили ея благотворныя дѣйствія и поэты ихъ воспѣвали ей хвалу.

Не имѣя никакихъ средствъ анализа, Греки, однако, научились различать относительныя качества различныхъ водъ: Гиппократъ приписываетъ болотной водѣ, а равно и жесткой водѣ вредное вліяніе на здоровье; онъ предлагаетъ даже не пить воды, сохраняемой въ цистернахъ, но превозносить употребленіе свѣжей и въ особенности ключевой воды.

Въ Греціи колодцы были весьма многочисленны и заслугу прорытія перваго колодца приписывали Дапаѣ.

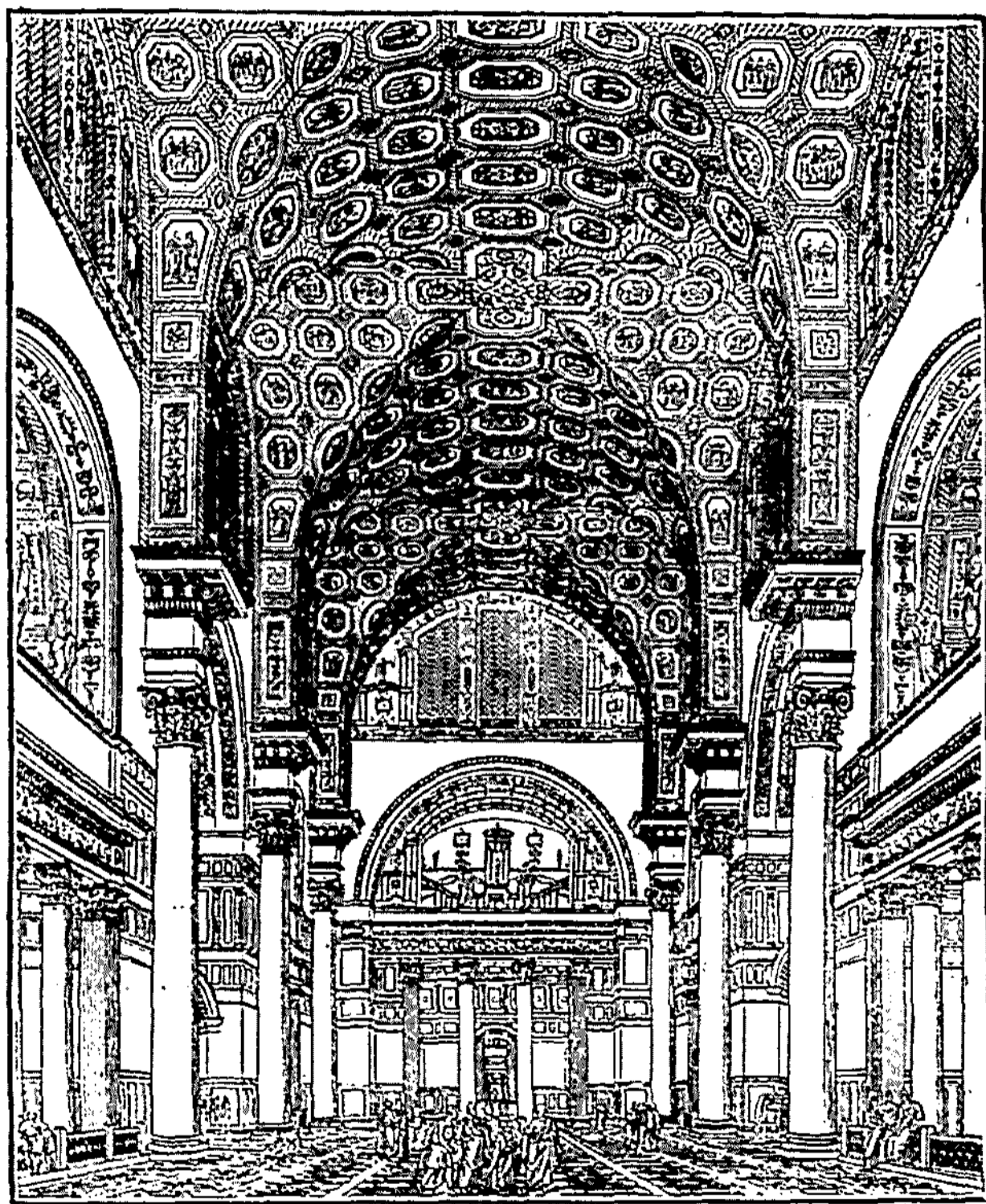
Во многихъ пунктахъ этой страны найдены остатки древнихъ акведуковъ. Геродотъ даетъ нѣкоторыя подробности объ акведукѣ города Самоса, построенномъ архитекторомъ изъ Мегары, по имени Эвпалинось. Акведукъ этотъ состоялъ изъ подземной галлерей, шириною 2,46 метра и длиною 1295 метровъ.

Греками употреблялись различные типы *насосовъ*. Въ сочиненіяхъ Геродота находится самое древнее изъ извѣстныхъ описаній



Купальни и бани древнихъ Римлянъ.

Термы Каракаллы въ Римѣ.



Черт. 59. — T e r m i d a r i u m .

(P — плана, черт. 56).

*всасывающаго насоса*, состоящаго изъ трубы, въ которой движется сплошной поршень. У Грековъ употреблялся также *подземный насосъ*, съ полымъ поршнемъ, снабженнымъ клапаномъ; большинство ихъ кораблей снабжено было этимъ приборомъ. Наконецъ, Витрувій приписываетъ греку Ктезивію, ученику Герона, изобрѣтеніе *нагнетательнаго насоса*, который, слѣдовательно, появился за 150 лѣтъ до Р. Х. и сначала повидимому состоялъ изъ двухъ цилиндровъ и воздушнаго резервуара, какъ наши пожарные насосы. Насосъ былъ деревянный, а поршни чаще всего дѣлались изъ кожи.

Греки умѣли проводить воду помощью деревянныхъ желобовъ или гончарныхъ и свинцовыхъ трубъ, снабженныхъ деревянными или металлическими кранами.

Въ домахъ своихъ они устраивали часто отхожія мѣста, а при отсутствіи ихъ пользовались переносными сосудами.

Бани, которыя долгое время считались предметомъ роскоши, доступнымъ лишь для богачей, впоследствии въ Греціи приобрѣли значеніе общедоступныхъ учрежденій.

Сохранились многочисленныя письменныя доказательства того, что Греки придавали очень большое значеніе мѣрамъ чистоты и оздоровленія.

Однимъ изъ наиболее поразительныхъ—можетъ служить надпись на Дельфійскомъ храмѣ, состоявшая изъ слѣдующихъ словъ: «Запрещено производить нечистоты на этой священной почвѣ». Грустно признаться, что человѣчество въ теченіи тридцати вѣковъ совершенно не ушло впередъ въ этомъ отношеніи, такъ какъ еще въ настоящее время приходится писать на нашихъ зданіяхъ о такомъ же запрещеніи.

Великіе законодатели древней Греціи не упускали издавать постановленія, относящіяся до отысканія и употребленія воды. Солонъ опредѣлилъ периметръ, до котораго должно распространяться пользованіе общественнымъ колодеземъ. Въ этого периметра каждый долженъ для своего употребленія копать собственный колодезь и не ближе двухъ метровъ отъ сосѣднихъ владѣній. Но если кто нибудь, вырывъ колодезь до 20 метровъ, не находилъ въ немъ воды, то онъ имѣлъ право пользоваться каждый день водою въ размѣрѣ 54 литровъ изъ колодца своего сосѣда.

Платонъ и Аристотель оба считали необходимымъ условіемъ для

охраны общественнаго здоровья въ каждомъ человѣческомъ обществѣ доставленіе достаточнаго количества доброкачественной воды для нитья; поэтому они вмѣняли въ обязанность всѣмъ лицамъ на которыхъ возложено завѣдываніе общественными дѣлами, обращать на этотъ предметъ всѣ свои попеченія.

### § 13. Римская эпоха.

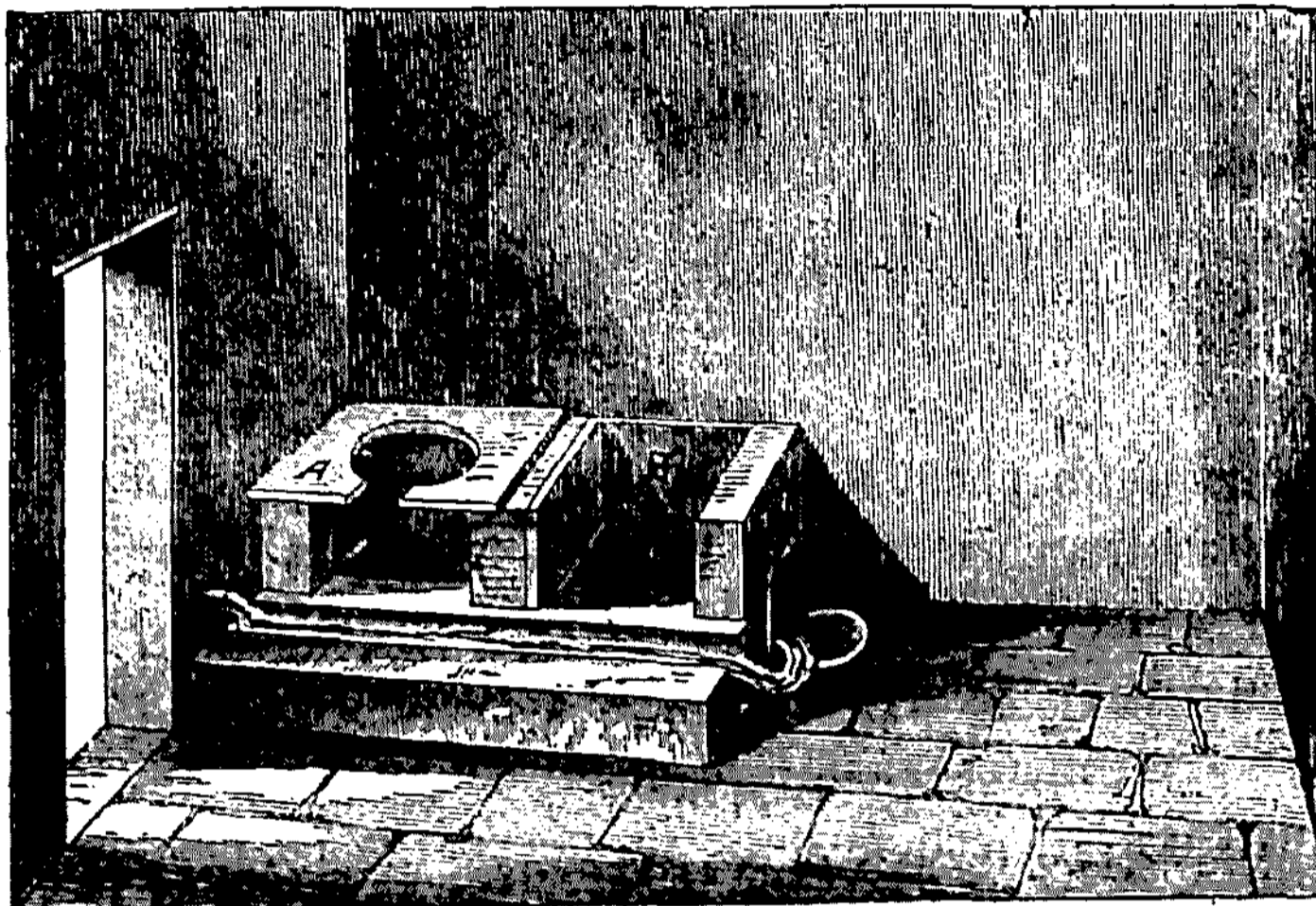
Въ древнемъ Римѣ обильное, доходившее до расточительности, употребленіе воды для общественныхъ и частныхъ надобностей стало дѣйствительною необходимостью, до такой степени, что лица, желавшія снискать себѣ расположеніе народа, считали лучшимъ для этого средствомъ жертвовать значительныя суммы на постройку новыхъ сооружений для собиранія, проведенія и утилизаціи воды. Для полученія обильныхъ количествъ водъ, Римляне не жалѣли трудовъ и не отступали ни предъ какими препятствіями и матеріальными жертвами. Они такъ далеко подвинули искусство гидравлики, что еще въ настоящее время ихъ успѣхи въ этомъ дѣлѣ служатъ предметомъ удивленія. Оставленные ими образцы величественныхъ сооружений и замѣчательная организація устроенной ими санитарной службы сдѣлали древній Римъ классическимъ городомъ водоснабженія и его примѣненій.

*Бани* и купальни находились въ Римѣ и римскихъ колоніяхъ всегда въ почетѣ (черт. 1—4 и 56—59), и большая часть воды, доставлявшаяся водопроводами, потреблялась банями. Въ первые три или четыре вѣка для этого пользовались водою изъ Тибра и мѣста для купанія находились вблизи Марсова Поля. Впослѣдствіи устроенъ былъ громаднѣйшій прудъ съ общественными купальнями, куда вода доставлялась водопроводомъ *Arria Claudia*.

Врачъ Цицерона, невидимому, содѣйствовалъ распространенію болѣе утонченныхъ пріемовъ греческаго водолеченія. Вскорѣ появились горячія *бани* (термы), роскошь которыхъ достигла замѣчательнаго развитія. Бани сдѣлались мѣстомъ собраній и развлеченія. Наболѣе богатые и вліятельные граждане проводили въ нихъ большую часть дня. Нѣкоторые пользовались банею до семи разъ въ день, и Плиній могъ сказать, что въ теченіи шести вѣковъ бани составляли всю медицину Римлянъ.

Водостоки древнихъ Римлянъ.

Ассенизація Помпей и Пуццуоли.



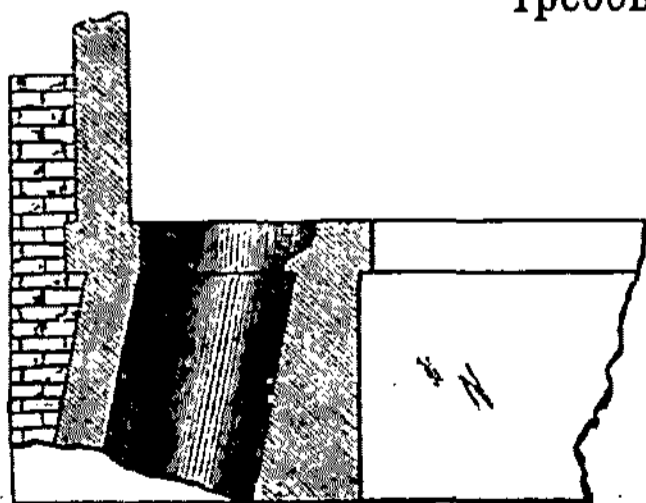
Черт. 60.

Помпейскій *sterquilinium*.

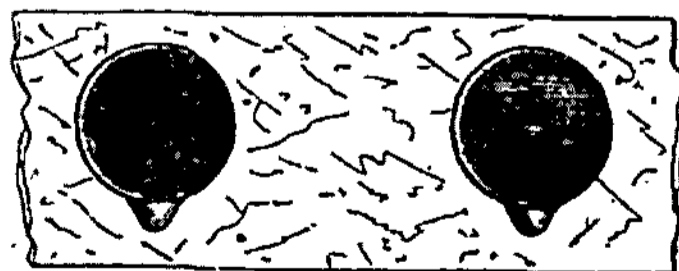
А.—Приемникъ съ сидѣніемъ. В.—Приемникъ безъ сидѣнья.

С.—Писсуаръ.

Впереди водопроводный желобъ для промывки всѣхъ трехъ приемниковъ. Все устройство отличается замѣчательнымъ соотвѣтствіемъ санитарнымъ требованіямъ (В. Latham).



Черт. 61.

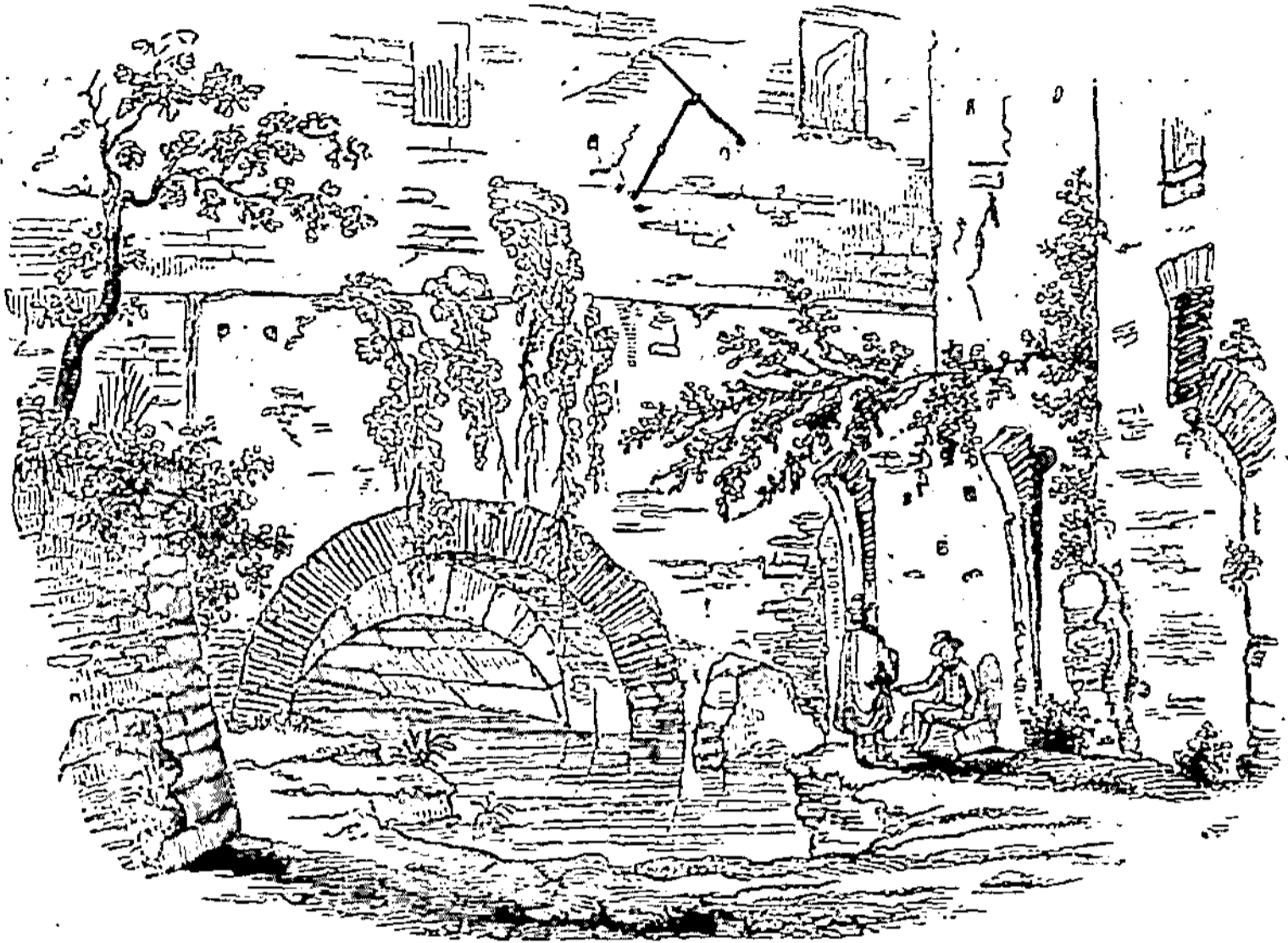


Черт. 62.

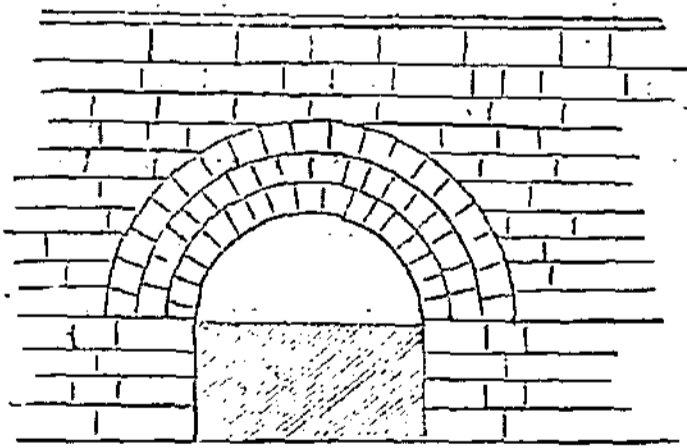
Разрѣзъ и планъ, ретирадъ открытыхъ Гг. Cochin и Bellicard въ Pozzuoli и описанныхъ въ «Antiquités d'Herculanum».

Водостоки древнихъ Римлянъ.

Ассенизація города Рима.

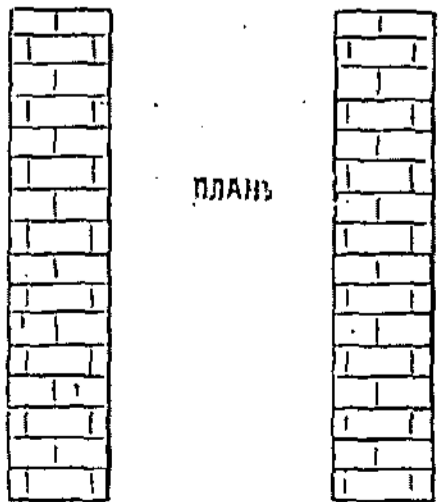


Черт. 63. — Устье водостока «Слоаса махіма» въ Римѣ.



Черт. 64. — Фасадъ устья востока «Слоаса махіма».

(Заштрихованная часть сѣченія теперь занесена грязью).



Черт. 65. — Планъ части водостоки «Слоаса махіма».

Наиболѣе полная римская баня состояла изъ шести главныхъ отдѣленій. Первое называлось *apodyterium* или *spoliatorium* и служило для раздѣванія. Оно было не во всѣхъ баняхъ. Гдѣ его не было — раздѣвались во второмъ отдѣленіи *frigidarium*, предназначенномъ въ баняхъ полного состава для купанья въ холодной водѣ.

Слѣдующее отдѣленіе *tepidarium* имѣло болѣе теплую воду и воздухъ и служило для постепеннаго перехода отъ холодной бани къ горячей *laconium* или *comamerata sudatio*, гдѣ воздухъ былъ сильно нагрѣтъ и гдѣ бралась горячая воздушная ванна.

Далѣе шло отдѣленіе — *balneum* или *caldaria* — гдѣ мылись въ теплой водѣ и, затѣмъ,

*Eleonthesium* или *onctuarium*, гдѣ опрыскивались духами и натирались благовоніями. Подъ теплыми помѣщеніями бань распространялись жаровые ходы отъ подземнаго очага *hypocaustum*.

Фонтаны, бассейны и другія устройства для общественнаго пользованія водою были въ Римѣ чрезвычайно многочисленны и обыкновенно украшались скульптурами, мраморными или бронзовыми статуями Юпитера-Дожденосца, египетскаго божества Канона или аллегорическими фигурами, скрывавшими въ себѣ водопроводныя трубы, причѣмъ пасть или другая часть тѣла фигуры служила устьемъ, черезъ которое изливалась водяная струя. Большое число подобныхъ фонтановъ найдено было въ Помпеѣ и Геркуланумѣ, и сохранившіеся образцы древней живописи указываютъ, что тогда уже умѣли устраивать фонтаны, въ которыхъ вода подымалась вертикальною струею. Въ загородныхъ домахъ, гдѣ Римляне развивали пышную роскошь, сады украшались фонтанами и искусственными водопадами. При этомъ они умѣли соединять самыя эффе́ктыя изобрѣтенія гидравлики съ богатѣйшею художественною декораціею.

Храмы, театры и ристалища, устроенныя на окраинахъ Рима, снабжались обильно водою. То же было и въ циркахъ; много бассейновъ назначено было для навмахій, которыя такъ забавляли населеніе Рима, и лишь для одной этой цѣли императоръ Августъ велѣлъ отвести воды Альсіетины, а Клавдій устроилъ трибуны па берегахъ Фукинскаго озера.

Римляне были не только замѣчательными строителями водопроводовъ, но и превосходными техническими писателями въ этой

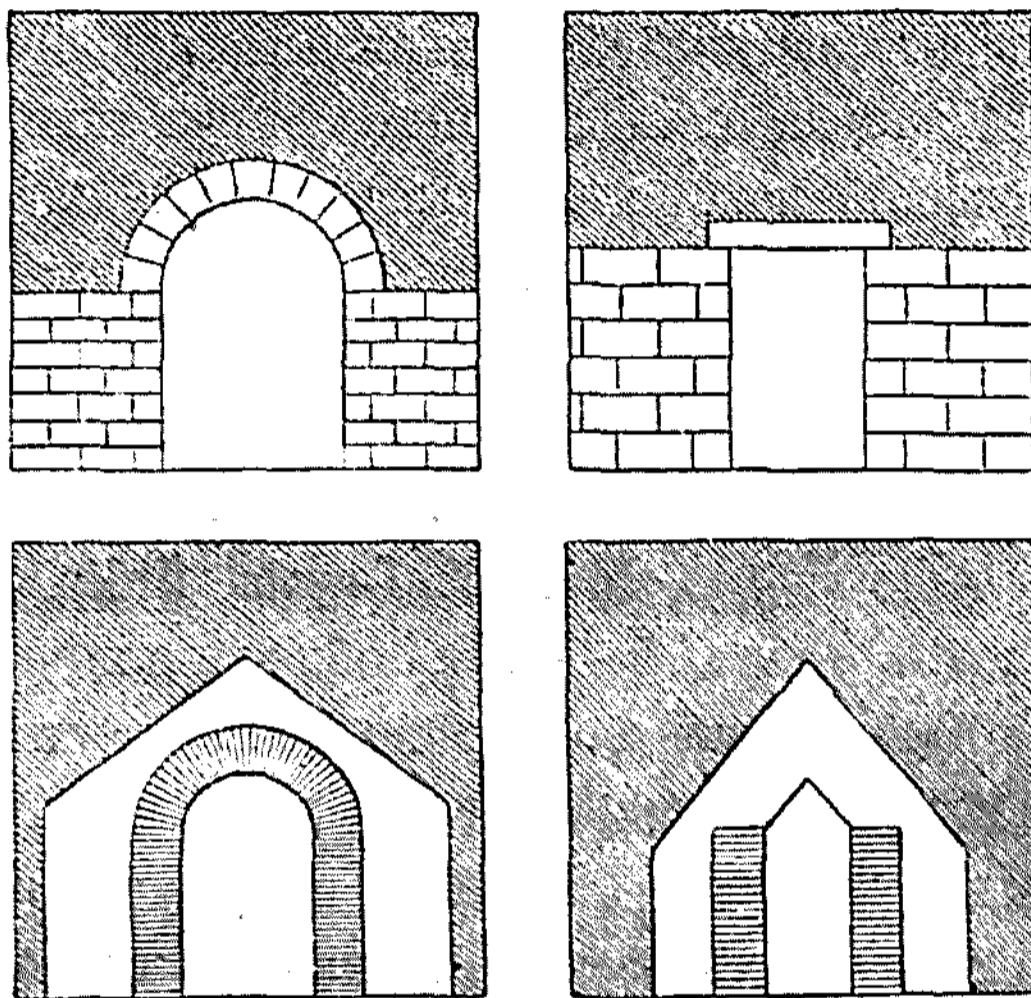
области. Такъ Sextus Julius Frontinus, занимавшій при Неронѣ и Траянѣ должность начальника (куратора) водоснабженія города Рима, въ этомъ качествѣ составилъ книгу: «De Aquae ductibus Urbis Romae». Въ ней заключается описаніе водопроводовъ, построенныхъ въ его время, перечень всѣхъ римскихъ водопроводовъ съ указаніемъ къмъ и когда они построены, и съ какого разстоянія проведена вода, длины подземныхъ акведуковъ и мостовъ—акведуковъ, размѣровъ и устройства послѣднихъ, протяженія водопроводовъ внѣ и въ предѣлахъ города, количества воды, доставляемыхъ каждымъ водопроводомъ по измѣренію въ натурѣ, числа общественныхъ и частныхъ резервуаровъ, стоимости сооруженій казнѣ и частнымъ лицамъ, платы за воду, установленной сенатомъ и декретами императора и т. д.

Изъ записки Фронтинна о древне-римскихъ водопроводахъ, переведенной Ронделе на французскій языкъ въ 1820 году, видно, что въ царствованіе Траяна въ Римѣ было не менѣе 9 водопроводовъ, Appia Claudia, Anio vetus, Marcia, Tepula, Julia, Virgo, Alsietina, Claudia, Anio novus (черт. 5 — 20), общемою длиною въ 443 километра, съ 49.500 метрами водопроводныхъ мостовъ высотой до 32 метровъ, и 2.400 метрами подземныхъ галлерей. Эти водопроводы доставляли ежедневно 947.200 кубическихъ метровъ воды, изъ которыхъ около двухъ третей назначены были для общественнаго потребленія, а одна треть удѣлялась банямъ и другимъ частнымъ потребностямъ. При императорѣ Августѣ въ Римѣ расходовалось уже 2,7 кубическихъ метровъ воды на голову населенія въ день, причемъ уже существовало 1.350 водоразборныхъ крановъ и 591 фонтанъ. Въ теченіи одного года Агриппа устроилъ 130 резервуаровъ и 105 фонтановъ. Въ царствованіе Константина въ Римѣ находилось до 34 водопроводовъ, 15 термъ и 856 общественныхъ купалень.

Такое громадное число сооруженій и водопроводныхъ устройствъ разнаго рода, конечно, могло дѣйствовать правильно лишь при существованіи весьма сложной организаціи управленія. Во времена республики завѣдываніе этимъ дѣломъ возложено было на цензоровъ и эдиловъ. При имперіи водопроводами управлялъ сановникъ, носившій титулъ куратора. Наиболѣе выдающіяся лица не отказывались занимать эту должность, и Фронтинъ, о которомъ упомянуто выше, оставилъ для занятія этой должности высшее командованіе римскою арміею въ Бретани.

Водостоки древнихъ Римлянъ.

Ассенизація города Рима.



Черт. 66, 67, 68 и 69.

Поперечныя профили нѣкоторыхъ изъ древне-римскихъ водостоковъ.

Стѣны и своды водостоковъ дѣлались преимущественно изъ серпентина, а плоскія покрытія изъ мраморныхъ плитъ.



Доказательство важнаго значенія, придававшася римлянами всему тому, что касалось употребленія воды, мы находимъ еще въ роскоши, съ которою они обставляли внутренность своихъ термъ, гдѣ весьма часто, нанримврь, употреблялись мозаики и мраморная обдѣлка, причемъ трубы и краны сдѣланы были изъ массивнаго серебра. Что говорить о спеціальной сѣти трубъ, устраивавшейся въ театрахъ для освѣженія зрителей брызгами мелкихъ водяныхъ капель, на подобіе цѣлаго облака росы? Столовая Нерона снабжена была также подобнымъ приспособленіемъ, и во время пиршествъ императоровъ или богатѣйшихъ патриціевъ устраивали подобную искусственную росу, причемъ часто затрачивались громадныя суммы на самые рѣдкіе и тонкіе духи, для сообщенія ей особаго аромата.

Вкусы и привычки жителей Рима мало по малу распространились въ провинціяхъ и во всемъ римскомъ мірѣ. Повсюду строились въ большомъ числѣ водопроводныя сооруженія (черт. 5—55) и въ Италиі, Греціи, Испаніи, Франціи, Венгріи и даже въ Германіи встрѣчаются остатки, иногда величественные, древнихъ римскихъ акведуковъ. Изъ числа самыхъ извѣстныхъ можно назвать во Франціи знаменитый Гардскій мостъ (Pont du Gard) (черт. 31, 32); въ Испаніи акведуки Сеговіи и Севильи (черт. 24). Интересныя подробности собраны о римскихъ акведукахъ въ Ліонѣ (черт. 26—30) и Сансѣ. Мецъ (черт. 21, 22, 50—55) и Антибъ снабжаются водою изъ реставрированныхъ римскихъ водопроводовъ, а въ Парижѣ воспользовались при сооруженіи одного изъ новыхъ водопроводовъ остатками Аркейльскаго акведука, построеннаго во время римскаго господства въ Галліи, для питанія термъ императора Юліана.

При устройствѣ водоснабженія, римляне пользовались преимущественно гравитаціоннымъ типомъ сооруженій направляя воду *самостономъ*, и повидимому насосы и водоподъемныя машины не играли сколько нибудь выдающейся роли въ этихъ устройствахъ.

Настоящими мастерами римляне показали себя въ также искусствѣ добыванія воды.

Они умѣли весьма успѣшно отводить воду изъ рѣкъ и озеръ, собирать воду изъ естественныхъ ключей и открывать подземные ключи, отыскивать и утилизировать подземные водоносные слои и создавать искусственные ключи посредствомъ настоящихъ дренажныхъ рвовъ (*cuniculi*), которые встрѣчаются еще повсюду въ окрестностяхъ Рима.

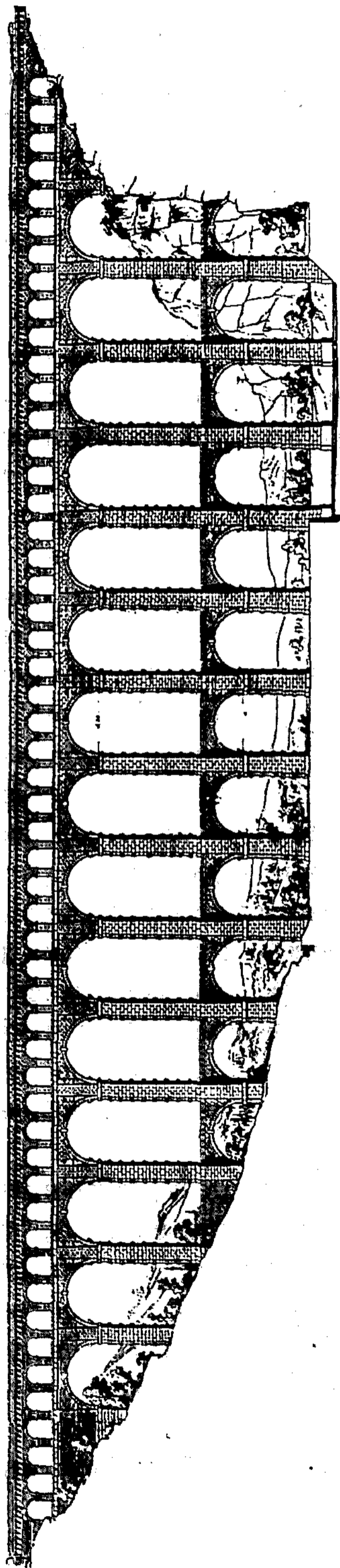
Римскіе инженеры превосходно знали свойства текучей воды, понимали законы ея движенія и умѣли ими пользоваться.

Доказательство этому нельзя не видѣть въ ихъ сооружеиіяхъ. Въ водопроводѣ Клавдія (черт. 12—19) вода проведена напримѣръ за 50 верстъ каналомъ, проходящимъ въ туннеляхъ и на мостахъ. На всемъ этомъ протяженіи сохраненъ равномерный уклонъ, чтобы не замедлить движенія или не вызывать ненужныхъ потерь живой силы при увеличеніи скорости.

Римскіе инженеры не переставали притомъ совершенствоваться въ изученіи законовъ гидравлики, и въ водопроводахъ позднѣйшаго времени направленіе выбрано болѣе искусно и естественные уклоны грунта утилизированы лучше, чѣмъ въ древнѣйшихъ постройкахъ. Сѣченіе акведуковъ, вообще, не вычислялись въ зависимости отъ расхода; при выборѣ ихъ, кажется, скорѣе сообразовались съ тѣмъ чтобы возможно было проходить людямъ внутри сооружеиія, вѣроятно—для производства исправленій. Матеріаломъ для нихъ служилъ иногда тесовый камень, иногда бутъ или кирпичъ, а иногда и бетонъ, употребленіе котораго впоследствии стало все болѣе и болѣе распространяться. Кладка болѣе старинныхъ акведуковъ (Арріа, Апіо vetus, Марсія) состоитъ изъ камней, положенныхъ насухо, съ нѣкото-рою лишь обмазкою внутри (черт. 12, 13). Позднѣе растворъ встрѣчается по всей толщинѣ кладки. При нересѣченіи долинъ акведуки болышею частью поддерживаются рядами аркадъ въ одинъ или нѣсколько этажей, причемъ иногда одинъ изъ этажей служитъ для пропуска существующей дороги или второго акведука. Между тѣмъ устройство сифоновъ не было неизвѣстно римлянамъ. Въ Ліонѣ найдены были остатки сифона, состоявшаго изъ свинцовыхъ трубъ. Однако топографическое положеніе Рима, въ обширной низменной равнинѣ, на незначительномъ разстояніи отъ известковыхъ горъ, заставило ихъ отдавать предпочтеніе красивымъ рядамъ аркадъ, которыя, притомъ, имѣли преимущество дѣйствовать на толпу и льстить тщеславно жертвователей.

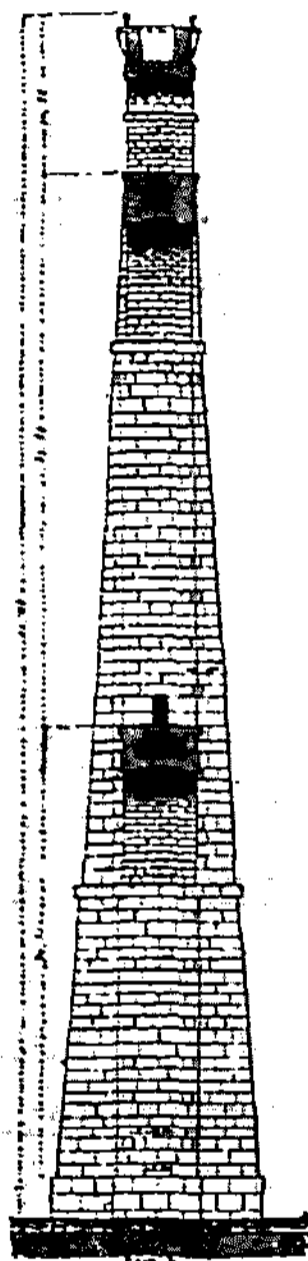
Возвышенные водопроводы, римлянъ имѣли еще то достоинство, что они давали возможность немедленно обнаружить самую незначительную течь и безъ затрудненія исправить ее, не прерывая и даже не стѣсняя движенія по улицамъ. Этимъ они очень отличались отъ нашихъ трубопроводовъ, лежащихъ въ землѣ. Течь обнаруживается

Водоо́набже́ніе города́ Марсе́ли.



Черт. 70. — Фасадъ Рокфавурскаго водопроводнаго моста.

Марсель снабжается водой рѣки Дюрансы, проведенной гравитационнымъ водопроводомъ (самотокомъ) за 81.754 метра. Расходъ канала 3,75—8,00 кубич. мет. въ секунду. Скорость теченія въ выемкахъ 0,84, въ туннеляхъ 1 м. въ секунду. Водопроводъ имѣетъ 18 туннелей, 11 мостовъ, 230 прочихъ искусственныхъ сооружений. Самый замѣчательный мѣстъ l'aqueduc de Roquefavour, построенный инженеромъ Montricher.



Черт. 71.

Разрѣвъ Рокфавурскаго водопроводнаго моста.

въ трубахъ только, когда она достигнетъ очень большого значенія и повредитъ мостовую, а исправленіе трубъ требуетъ разрытія улицы и сопровождается большими затрудненіями и неудобствами для движенія людей и экипажей.

Римляне, повидимому, обращали большее вниманіе на *количество* воды, которую они доставляли помощью своихъ водопроводовъ, нежели на *качество* ея. Вычислено, что запасы воды, которыми располагалъ древній Римъ, должны были достигать 1.200.000 кубическихъ метровъ въ сутки. Трудно объяснить необходимость такого громаднаго расхода воды, для населенія, состоявшаго изъ 300.000 или 400.000 жителей если не допустить, что значительная часть воды терялась въ пути, черезъ щели въ акведукахъ или течи въ трубахъ. Но, съ другой стороны, не слѣдуетъ упускать изъ виду, что вода, доставлявшаяся этимъ водопроводомъ, была, вообще, низкаго качества. Часто она получалась мутною, и осадочные бассейны, устроенные у концовъ каналовъ, не могли совершенно ее освѣтлять. Вода эта могла употребляться на чистку улицъ, питаніе фонтановъ и иавмахій (зрѣлища морскихъ битвъ), снабженіе термъ и бань. Вода же, предназначенная для питья, напротивъ, выбиралась самымъ тщательнымъ образомъ, и, хотя римляне не обладали никакими средствами для анализовъ, они тѣмъ не менѣе хорошо умѣли различать и классифицировать различныя воды по вкусу ихъ, прозрачности и температурѣ. Они не обманывали себя на счетъ гигиеническихъ качествъ воды, которая доставлялась въ ихъ дома для другихъ потребностей, и Плиній Старшій, распространяясь въ своемъ сочиненіи о величіи сооруженій, доставлявшихъ Риму такія громадныя массы воды, тѣмъ не менѣе заявляетъ, что лучше всего для питья годится колодезная вода, которая находится во всеобщемъ употребленіи.

Изъ осадочныхъ бассейновъ вода текла къ водосборнымъ резервуарамъ (*castella*, *гесертасила*), которыхъ было въ Римѣ, согласно Фронтину, въ его время 247, и которые по всей вѣроятности служили не только вмѣстителями, но и распредѣлителями воды по различнымъ направленіямъ (*dividicila*); отсюда вели многочисленныя проводы, снабжавшіе водою общественныя зданія, императорскіе дворцы и дома частныхъ владѣльцевъ (черт. 34 — 55). Трубы эти были совершенно отдѣлены одна отъ другой, и было строго за-

прещено устраивать какой либо отводъ отъ общественной водопроводной трубы. Трубы были свинцовыя и имѣли сѣченіе грушевидной формы, что объясняется способомъ ихъ изготовленія: для полученія ихъ сгибали свинцовый листа, спаивая оба края его на верхней сторонѣ.

Во времена республики частныя лица имѣли право пользоваться тою водою, которая переливалась черезъ край въ резервуарахъ; однако нѣкоторые высокопоставленные лица могли проводить воду въ свои дома. При имперіи кураторы давали разрѣшеніе отдѣльнымъ лицамъ на пользованіе водою, но эта льгота всегда оставалась личною и пожизненною; она представлялась обыкновенно, какъ вознагражденіе за оказанныя государству услуги. Мало по малу число лицъ, пользовавшихся такимъ образомъ водою изъ общественныхъ водопроводовъ, увеличивалось, и Фронтинъ насчитываетъ 13.595 подобныхъ получателей для одного лишь изъ участковъ водопровода. Количество воды, опускавшееся каждому владѣльцу, измѣрялось посредствомъ трубки опредѣленнаго сѣченія на длинѣ 15 метровъ. Единицею измѣренія служилъ *кинарій*, расходъ, получавшійся при помощи особой мѣры (*calix*), бронзовой трубки, длиною 0,22 метра и діаметромъ около 23 миллиметровъ, помѣщенной въ резервуарѣ вертикально и открывавшейся на глубинѣ 0,22 метра подъ горизонтомъ воды.

Необходимые матеріалы для устройства водопроводныхъ сооружений можно было заимствовать у частныхъ собственниковъ путемъ понудительнаго отчужденія за опредѣленное вознагражденіе, причемъ, *curator operis* пользовался, между прочимъ, также правомъ устраивать на частныхъ земляхъ мостки для облегченія перевозки матеріаловъ.

Содержаніе сооружений и всѣхъ устройствъ водопроводовъ возложено было на различныя категоріи рабочихъ; каждая группа завѣдывала тою или другою частью водоснабженія. Во времена Агриппы въ Римѣ ихъ было 240; при Клавдіѣ число ихъ увеличилось до 700; часть ихъ содержалась правительствомъ, а остальная получала жалованье отъ императора.

Изданные въ разныя времена строгіе законы имѣли цѣлью охрану водопроводовъ: запрещено было сажать деревья, въ городахъ—ближе 1,60 метра, а въ деревняхъ ближе 4,80 метра отъ водопроводныхъ

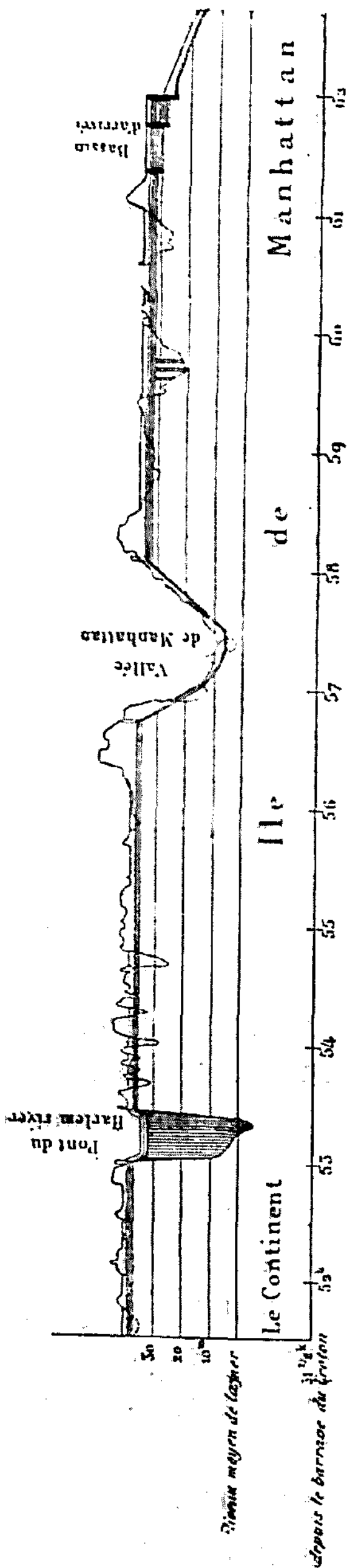
Гравитационные (самоточные) водопроводы нашего времени.

Н о д о с н а б ж е н и е г о р о д а Н ь ю - Й о р к а

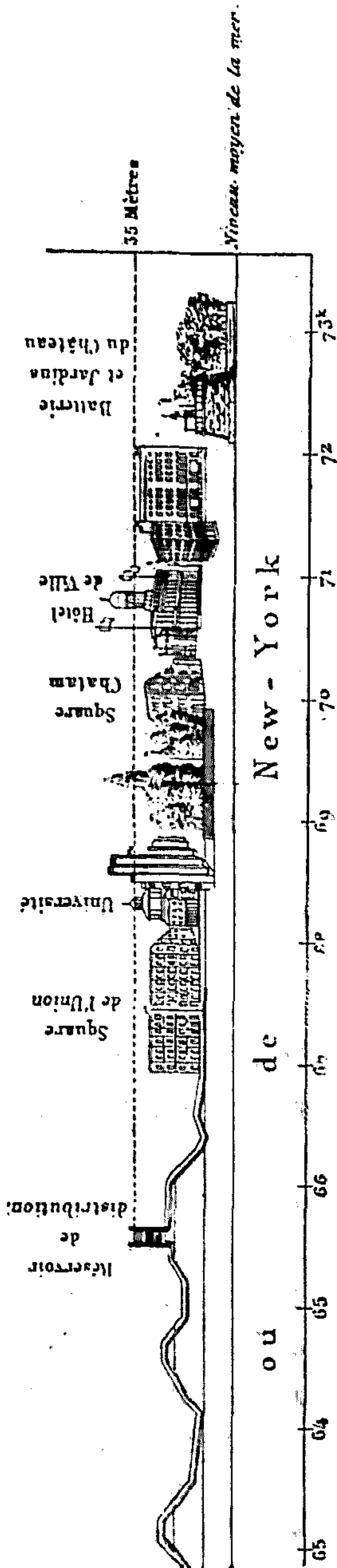
изъ искусственного водохранилища.

Водопроводный мостъ-оффонъ  
черезъ р. Гарлемъ.

Осадочный бассейнъ.



Распределит. резервуаръ  
(уравнит. водоемъ).

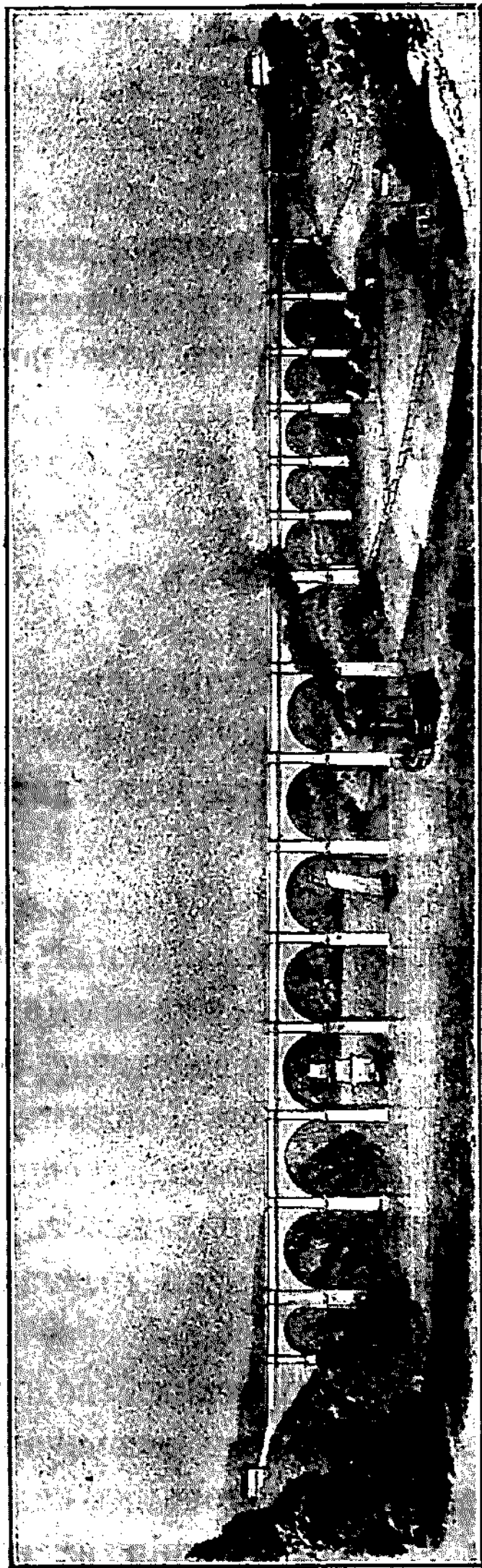


Черт. 72 и 73. — Продолжная профиль части Крогонского яведука отъ водопроводнаго моста  
черезъ рѣку Нарлем до города Нью-Йорка.

Продольный уклонъ дна канала 0,21 м. на килом. Черезъ каждые 1.000 метр. — смотровый колодезь (см. далье черт. 74).

## Водоснабжение города Нью-Йорка

изъ искусственного водохранилища.



Черт. 74.

Видъ Кротонскаго водопроводнаго моста Нью-Йоркскаго водопровода.

Водоснабженіе Нью-Йорка производится съ 1842 года изъ Кротона, небольшой рѣчки, подпертой плотиною въ 70 километрахъ (приблизительно) отъ города. Водопроводныя сооруженія Нью-Йорка получили непрерывно значительное развитіе по мѣрѣ роста населенія. Водопроводъ гравитационный. Водопроводный каналъ проходить въ туннеляхъ и на мостахъ; есть и сифоны (Schramke, Huot).

каналовъ; отводъ воды запрещенъ былъ подь страхомъ значительнаго штрафа: согласно закону, за каждую унцію похищенной воды положенъ былъ штрафъ въ одинъ фунтъ золота.

Римлянамъ знакома была также большая часть приемовъ ассенизаціи городовъ. Въ болѣе раннюю эпоху домашніе отбросы и другія нечистоты собирались въ сосудахъ, которые по утрамъ опоражнивались на улицы, откуда они регулярно убирались. Впослѣдствіи противъ этого изданы были строгія запрещенія, но, если вѣрить Ювеналу, обычай этотъ тѣмъ не менѣе сохранился и въ его время пользовались ночьюю темнотою для многократныхъ нарушеній изданныхъ постановленій. До временъ имперіи, дома римлянъ снабжены однако уже были ретирадниками. Устройства этого рода найдены въ Помпеѣ и Пуццуолн. Они постоянно промывались обильною струею воды. По странному и необъяснимому обычаю, они постоянно помѣщались въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ кухнею. Въ императорскихъ дворцахъ не считали лишнимъ украшать ихъ даже мраморомъ (см. черт. 60—62).

Въ Римѣ существовали также въ большомъ числѣ общественные ретирадники. Говорятъ, что въ царствованіе Діоклетіана ихъ было 144. Они находились въ вѣдѣніи форикаріевъ, которые взимали плату за пользованіе ими.

Постройку слоаса тахіа (черт. 63—65) относятъ ко времени Тарквинія Древняго. Это большой подземный каналъ, который, безъ сомнѣнія, образованъ былъ посредствомъ перекрытія естественнаго ручья каменнымъ сводомъ и первоначально назначенъ былъ для ассенизаціи Форума. Оконченный Тарквиніемъ Гордымъ, онъ сдѣланъ былъ главнымъ коллекторомъ сточныхъ каналовъ древняго Рима. Онъ существуетъ еще въ настоящее время и продолжаетъ исполнять, но крайней мѣрѣ частію, ту же роль, которая предназначена была ему 2.500 лѣтъ тому назадъ.

Агриппа усовершенствовалъ сѣтъ римскихъ водостоковъ (черт. 66—69) и расширилъ ихъ устройствомъ семи резервуаровъ, наноромъ которыхъ пользовались для промывки водосточныхъ каналовъ. Плиній Младшій, правитель провинціи Понта и Виноніи, нѣсколько разъ затрогивалъ въ письмахъ своихъ къ императору Траяну вопросы, относящіеся къ устройству водостоковъ. Между прочимъ онъ предложилъ, а императоръ разрѣшилъ перекрыть сводомъ одинъ ручей, который



было превратился въ настоящую открытую водосточную канаву, вдоль одной изъ главныхъ улицъ города Амастріи.

### § 14. Средніе вѣка.

Въ послѣдній періодъ римскаго могущества императоры, поглощенные внутренними неурядицами и защитой границъ, перестали интересоваться санитарно-инженерными работами, которыя въ теченіи долгаго времени были предметомъ особыхъ попеченій ихъ предшественниковъ. Когда центръ правленія былъ перенесенъ въ Византію, они стали заботиться лишь о томъ, чтобы новая столица сравнилась со старою, а на Римъ перестали обращать вниманіе.

Вторженіе варваровъ въ Италію въ V-мъ столѣтіи нанесло ему послѣдній ударъ. Новые пришельцы относились къ изощреніямъ римской цивилизаціи съ очевиднымъ презрѣшемъ. Подъ ихъ владычествомъ нравы и привычки совершенно преобразились: вскорѣ отъ термъ и акведуковъ остались однѣ развалины.

Христіанская церковь, получившая около этого времени преобладаніе и принявшая умственное наслѣдіе римскаго міра, сдѣлалась хранительницею науки, литературы и искусства, но совершенно оставила въ сторонѣ санитарныя преданія древней Греціи и Рима. Кажется даже, что она отвергла правила гигіены, какъ неподобающую роскошь. Монахи стали подвергать себя разнымъ лишеніямъ, подражая знаменитымъ отшельникамъ, и нѣкоторые изъ нихъ доводили свое пренебреженіе къ удобствамъ жизни до того, что мѣняли одежду только разъ въ годъ.

Съ этого времени употребленіе воды сократилось до наименьшихъ размѣровъ, едва необходимыхъ для удовлетворенія самыхъ крайнихъ потребностей. «Въ теченіи болѣе тысячи лѣтъ, говоритъ д-ръ Playfair, ни одинъ человекъ въ Европѣ не мылъ своего тѣла». Этотъ отзывъ, безъ сомнѣнія, нѣсколько преувеличенъ, но онъ вѣрно характеризуетъ эпоху.

Кромѣ того, феодалный порядокъ, отнимавшій всю силу отъ государственной власти и лишавшій города свободы дѣйствій, представлялъ собою непреодолимое препятствіе для всякаго рода значительныхъ общественныхъ предпріятій по доставленію воды и ассенизаціи. Каждый могъ полагаться лишь на свои собственные силы

и долженъ былъ самъ о себѣ заботиться, причемъ, конечно, искалъ для себя поблизости то небольшое количество воды, которое ему безусловно необходимо было для жизни. Подобно первобытному человеку онъ долженъ былъ довольствоваться водою изъ ближайшей рѣчки или изъ колодцевъ, выкопанныхъ въ непосредственномъ со-сѣдствѣ съ жилищами.

Что же касается удаленія нечистотъ, то часто невозможно было выступить для этой цѣли изъ тѣсныхъ предѣловъ монастыря или укрѣпленнаго замка. Поэтому приходилось для нихъ отводить мѣсто внутри стѣнъ, въ какомъ нибудь отдаленномъ углу. Отхожія мѣста замковъ часто помѣщались наверху наружныхъ стѣнъ, въ свѣшивающихся выступахъ, откуда нечистоты могли прямо падать въ крѣпостной ровъ. Около IX-го столѣтія появляется употребленіе непроницаемыхъ *выгребовъ* и поглощающихъ или *бездонныхъ выгребовъ*. Нѣчто въ родѣ этого были въ средневѣковыхъ замкахъ ямы (*oubliettes*), или колодцы, въ которые неожиданно проваливались тѣ, отъ кого почему либо хотѣли отдѣлаться. Отхожія мѣста располагались тогда надъ выгребами, иногда въ нѣсколько этажей одни надъ другими, въ особыхъ башняхъ.

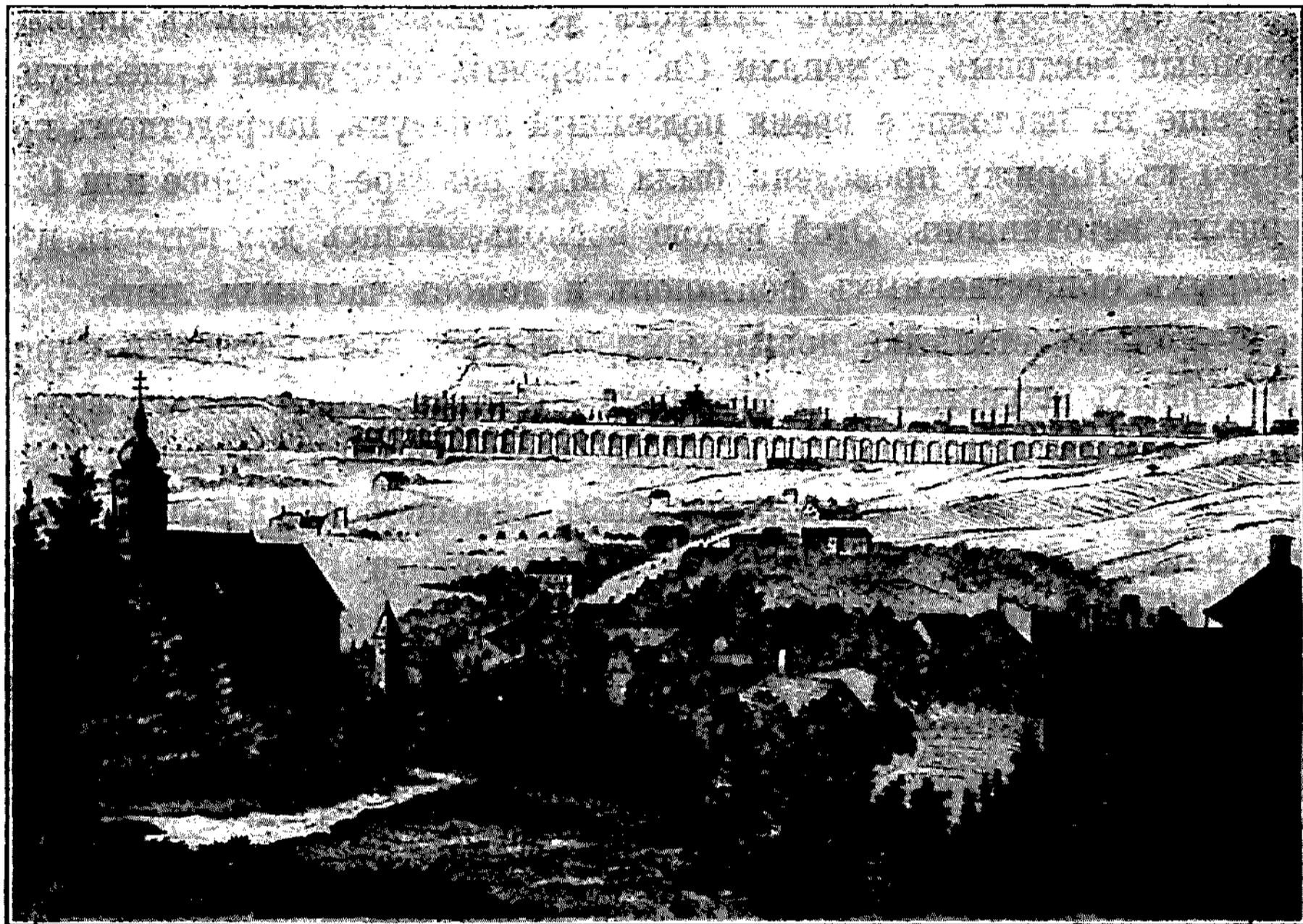
Послѣдствія глубокаго забвешія, которому подверглись, столь развитыя у древнихъ Римлянъ, правила гигиены и санитарной науки, не замедлили обнаружиться самымъ жестокимъ образомъ. До тѣхъ поръ неизвѣстныя болѣзни, между прочими проказа и чума, эпидемически стали опустошать всю Европу. Необходимы были долгіе вѣка и новый переворотъ въ исторіи человечества, для избавленія его отъ этихъ бичей Божіихъ, которые, какъ предполагаютъ, истребили тогда болѣе четвертой части населенія.

Постепенное пробужденіе умовъ, подъемъ королевской власти и освобожденіе городскихъ общинъ отъ феодальной зависимости имѣли послѣдствіемъ нѣкоторое развитіе торговли и промышленности, и вмѣстѣ съ тѣмъ дали начало движенію къ соблюденію законовъ гигиены и требованій общественнаго здоровья. Но эта реакція совершалась лишь постепенно и распространялась чрезвычайно медленно, задерживаясь притомъ крайне недостаточными средствами зарождающихся городскихъ общинъ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, когда вблизи населенныхъ центровъ не находилось въ достаточномъ количествѣ годной для питья воды, ее

Водопроводные мосты нашего времени.

Водоснабжение города Вѣны.



Черт. 75.

Общій видъ Liesinger'скаго водопроводнаго моста  
Вѣнскаго водопровода.

Вѣнскій водопроводъ доставляетъ ключевую воду изъ ключей Kaiserbrunn и Stixenstein, находящихся въ горахъ въ 80 километрахъ отъ города. Онъ оконченъ въ 1873 году. Вода превосходнаго качества съ неизмѣнной температурой 8—9° С. Общая длина водопровода 94750 метровъ, паденіе канала 275,44 метра или 2,80 м. на километръ. Мостовъ — водопроводныхъ, особенно выдающихся по своимъ размѣрамъ (длина 100—350 вѣнскихъ саж.) — шесть. Изъ нихъ самый значительный Лизингерскій. Онъ имѣетъ при 350 саж. — 43 арки; высота 9 саж.; матеріаль камень и кирпичъ (Stadler—Die Wasserversorg. d. St. Wien).

стали искать въ болѣе удаленныхъ окрестностяхъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ отводили для этого ключи, обыкновенно посредствомъ небольшихъ открытыхъ лотковъ или деревянныхъ трубъ. Затѣмъ на берегахъ рѣкъ стали устраиваться различныхъ системъ водоподъемныя машины, составленныя изъ насосовъ неуклюжей конструкціи, приводимыхъ въ дѣйствіе гидравлическими двигателями.

Въ эту эпоху Филиппъ Августъ устроилъ въ Парижѣ первыя каменные мостовыя, а монахи Св. Лаврентія соорудили существующій еще въ настоящее время подземный акведукъ, посредствомъ котораго къ Парижу проведена была вода изъ Пре-С.-Жерве или Сѣверныхъ источниковъ. Этой водою воспользовались для питанія нѣкоторыхъ общественныхъ фонтановъ и домовъ частныхъ лицъ.

Къ XII-му столѣтію, невидимому, слѣдуетъ также отнести буреніе первыхъ колодцевъ съ бьющимъ столбомъ воды въ графствѣ Артуа, откуда и произошло названіе Артезіанскихъ колодцевъ.

Въ XIII-мъ столѣтіи устроенъ былъ водопроводный каналъ, длиною 8 километровъ, для питанія водою города Генуи. Въ то же время въ Лондонѣ устроенъ былъ *большой водопроводный каналъ*, сложенный изъ камня и выложенный свинцомъ. Онъ доставлялъ воду изъ Педдингтона къ самому старинному резервуару Сити, въ Уестчипъ.

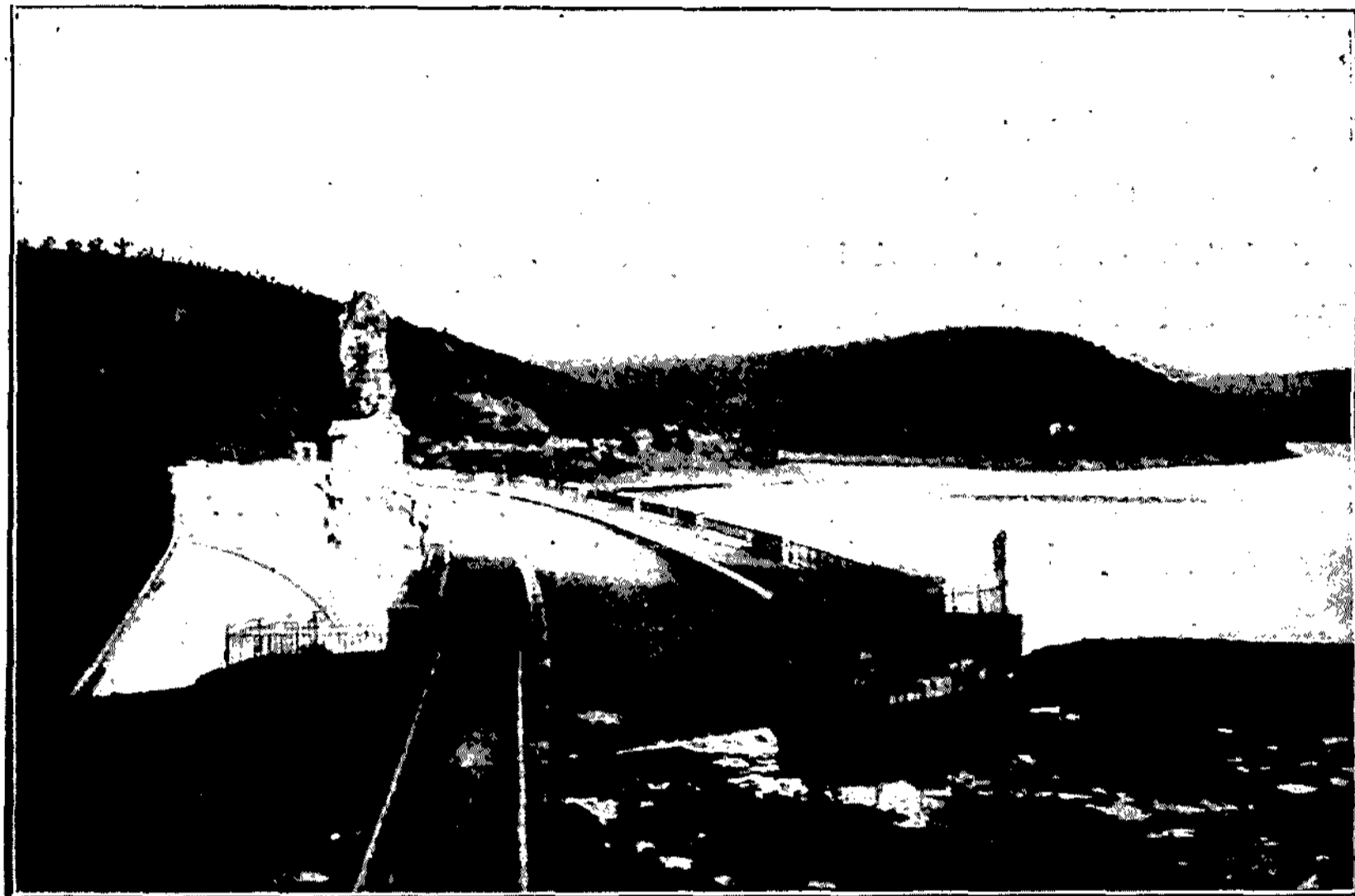
### § 15. Эпоха возрожденія.

Стремленіе къ прогрессу, обнаружившееся около XI или XII столѣтія, продолжаетъ усиливаться и становится все болѣе и болѣе общимъ къ началу дальнѣйшей эпохи. Во всѣхъ странахъ Европы нравы измѣняются. Общее движеніе умовъ, характеризующее періодъ Возрожденія, имѣло смягчающее вліяніе и на нравы, причемъ появились новыя потребности, вызвавшія исполненіе многочисленныхъ работъ по части оздоровленія и улучшенія санитарныхъ условій городовъ.

Папы, въ Италіи, предприняли возобновленіе нѣкоторыхъ акведуковъ древняго Рима: Аква Вирджине, каналъ, устроенный въ 1568 году для питанія 50 общественныхъ и частныхъ фонтановъ, есть не что иное, какъ реставрированный древній каналъ Аква Вирго; а Аква Феличе образовалась изъ соединенія водъ каналовъ Аква Клаудіа и Аква Марціа съ нѣкоторыми ближайшими источниками.

Снабженіе водой изъ искусственныхъ водохранилищъ.

Водоснабженіе города Вербье.



Черт. 76.

Общій видъ искусственнаго водохранилища, образованнаго устройствомъ вододержательной плотины на р. Жилеппъ (Gilerpe).

(Съ фотографіи, сообщенной г. Кремер'омъ).

Высота плотины — 47 метровъ. Ширина внизу — 66 метровъ, вверху — 15 метровъ. Объемъ каменной кладки — 248.470 куб. м. Общій видъ кладки — 571.480.000 килограмм. Площадь озера — 800.000 кв. метровъ. Вместимость — 12.238.000 куб. метр. воды. Пьедесталь Льва — 8 метр., высота Льва — 13,5 метр. Стоимость работъ — 7 милліоновъ франковъ.

Значительное развитіе приняло устройство водопроводовъ въ Англіи. Всѣ главныя части Лондона послѣдовательно были снабжены водопроводами. Въ 1582 году, Петръ Морисъ установилъ подъ береговою аркою Лондонскаго моста водоподъемную машину, которая приводилась въ движеніе вертикальнымъ колесомъ. Въ связи съ этимъ создано было первое устройство для распредѣленія воды по домамъ помощью свинцовыхъ трубъ.

Система, введенная въ Лондонъ Петромъ Морисомъ, еще раньше этого времени была извѣстна и практиковалась въ Германіи. Ганноверскіе пивовары устроили въ 1527 году насосы, приводимые въ дѣйствіе гидравлическою силою; этому примѣру послѣдовали Гамбургъ и Нюренбергъ. Весьма даже возможно, что первые примѣры примѣненія гидравлическихъ двигателей къ подъему воды относятся въ Германіи къ XIV-му столѣтію, такъ какъ въ эту эпоху образовались тамъ общества для снабженія городовъ водою (Pumpenbrüder—Genossenschaften). Аугсбургъ, въ XV-мъ столѣтіи, снабжался обильно водою. Въ Ульмѣ, въ 1489 году, считалось 168 общественныхъ купалень.

Парижъ, въ XVI-мъ столѣтіи бесплатно пользовался водою, доставлявшеюся изъ Сѣверныхъ источниковъ, но затѣмъ появляются первыя предпріятія для доставленія воды, за очень высокую цѣну.

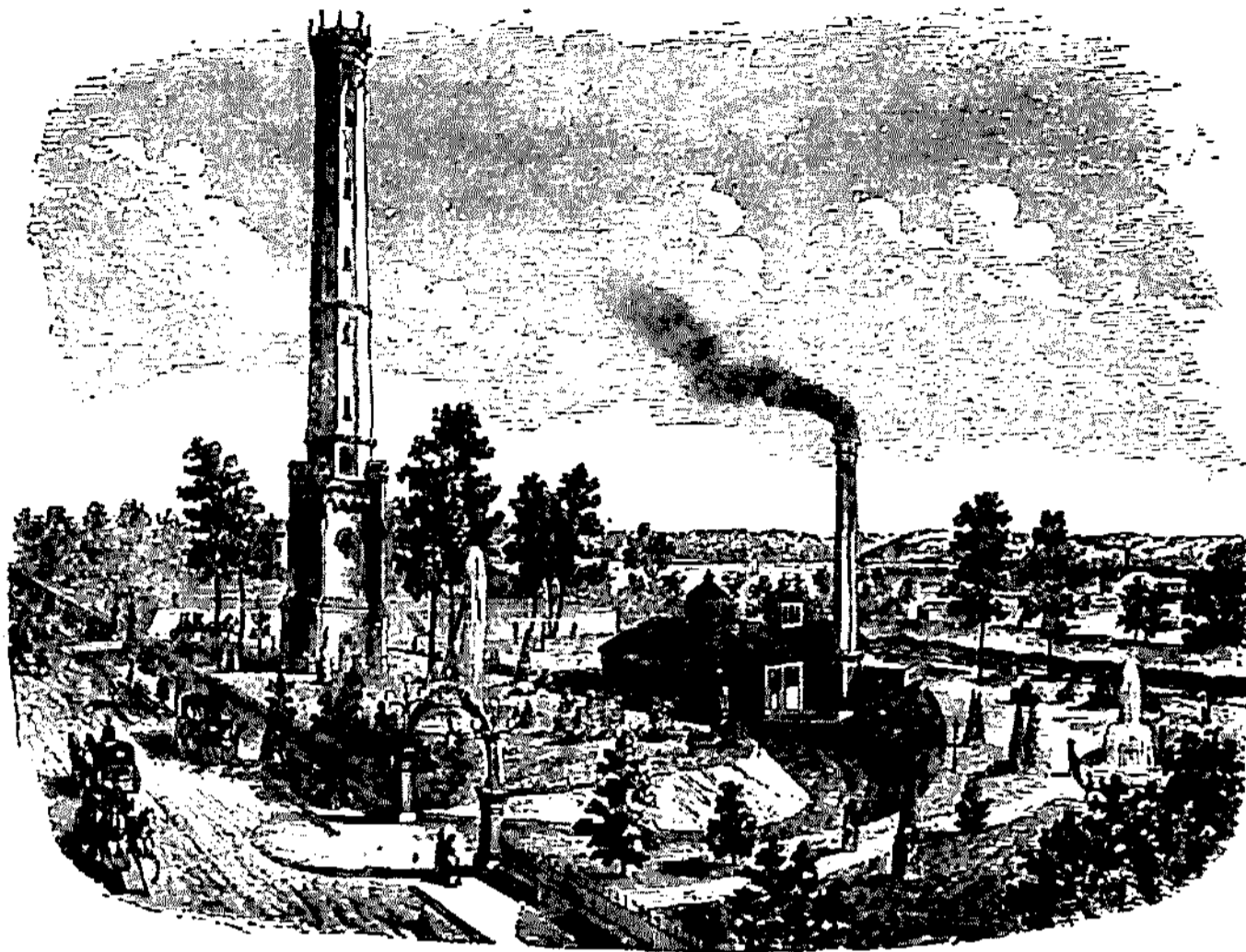
Ручей Менильмонтанъ, впадавшій нѣкогда въ Сену, перекрытъ былъ уже въ XVI вѣкѣ сводомъ и превращенъ въ водосточный каналъ. Указомъ Парламента 1633 году владѣльцамъ вмѣнено было въ обязанность устройство въ каждомъ домѣ отхожаго мѣста.

## § 16. Семнадцатый вѣкъ.

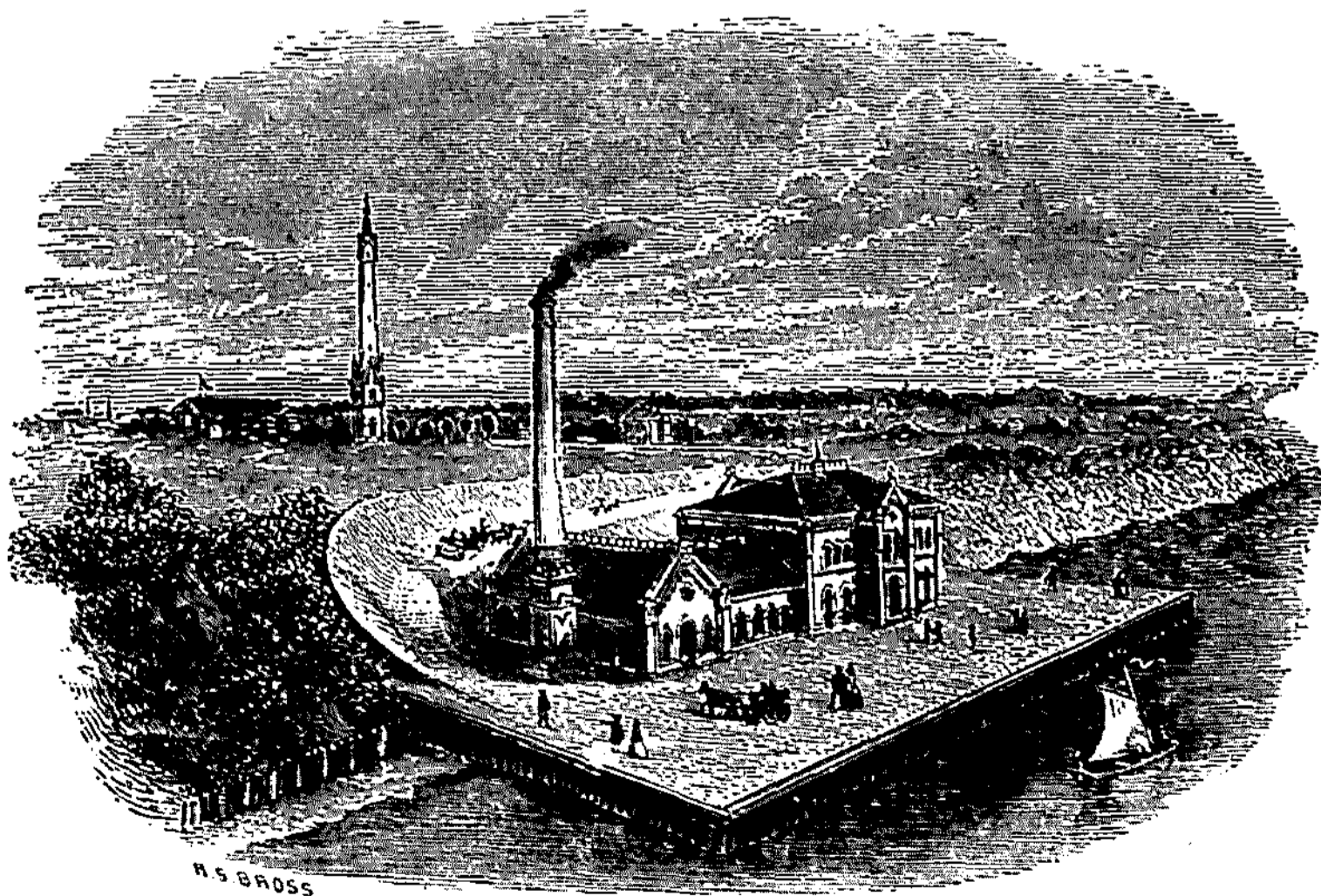
Послѣ перваго толчка движеніе не останавливается и прогрессъ продолжается болѣе или менѣе быстро до нашихъ дней.

Въ XVII-мъ столѣтіи Франція, находясь въ періодѣ небывалаго до того времени величія и процвѣтанія, предпринимаетъ наиболѣе значительныя и замѣчательныя работы. Генрихъ IV велѣлъ устроить подъ второю аркою Новаго Моста насосы для накачиванія воды дѣйствіемъ вертикальнаго гидравлическаго колеса, для питанія Лувра и Тюльерійскаго парка. Людовикъ XIII, или скорѣе его мать, Марія Медичи, пользуется водами Рюнки, которыя питали когда то термы императора Юліана, и для проведенія ихъ строить надъ ннжнимъ

Н а с о с н ы я   с т а н ц и я .



Черт. 77. — Общій видъ насосной станціи въ г. Толедо.



Черт. 78. — Общій видъ насосной станціи въ Мілванкее на берегу озера Мичиганъ (Сѣв.-Американскіе Соединенные Штаты).

строениемъ временъ римлянъ Аркейскій акведукъ, названіе котораго присвоивается всему водопроводу; такимъ образомъ Парижъ получаетъ новое количество воды, для питанія 14 общественныхъ фонтановъ. Наконецъ, Людовикъ XIV, построивъ Версальскій дворецъ въ безводной мѣстности и желая провести туда воду въ обильномъ количествѣ, не останавливается ни передъ какими трудностями и расходами для достиженія этой цѣли. По его приказанію, Голландецъ Реппецип установилъ въ Марли машину, которую тогда считали чудомъ и которая помощью 227 насосовъ тремя послѣдовательными подъемами подымала воду на высоту 162 метровъ. Этотъ же король поручилъ Вобану устроить капаль для отвода водъ р. Эръ (Ерге) и Ментепонскій акведукъ, который однако не былъ оконченъ, и затратилъ большія суммы на устройство мраморныхъ бассейновъ и разнообразныхъ фонтановъ, питаемыхъ громадною сѣтью чугунныхъ и свинцовыхъ трубъ.

Однако, въ 1670 году, водоснабженіе города Парижа доставляло всего отъ 400 до 500 куб. метровъ воды въ сутки. Постройка водоподъемной машины Нотр-Дамъ увеличила это количество до 1.400 куб. метровъ. Но этою водою невозможно было пользоваться для общественныхъ цѣлей, такъ какъ многія частныя лица пользовались правомъ бесплатно получать воду и королевскіе эдикты не были въ силахъ уничтожить укоренившіяся вслѣдствіе этого злоупотребленія.

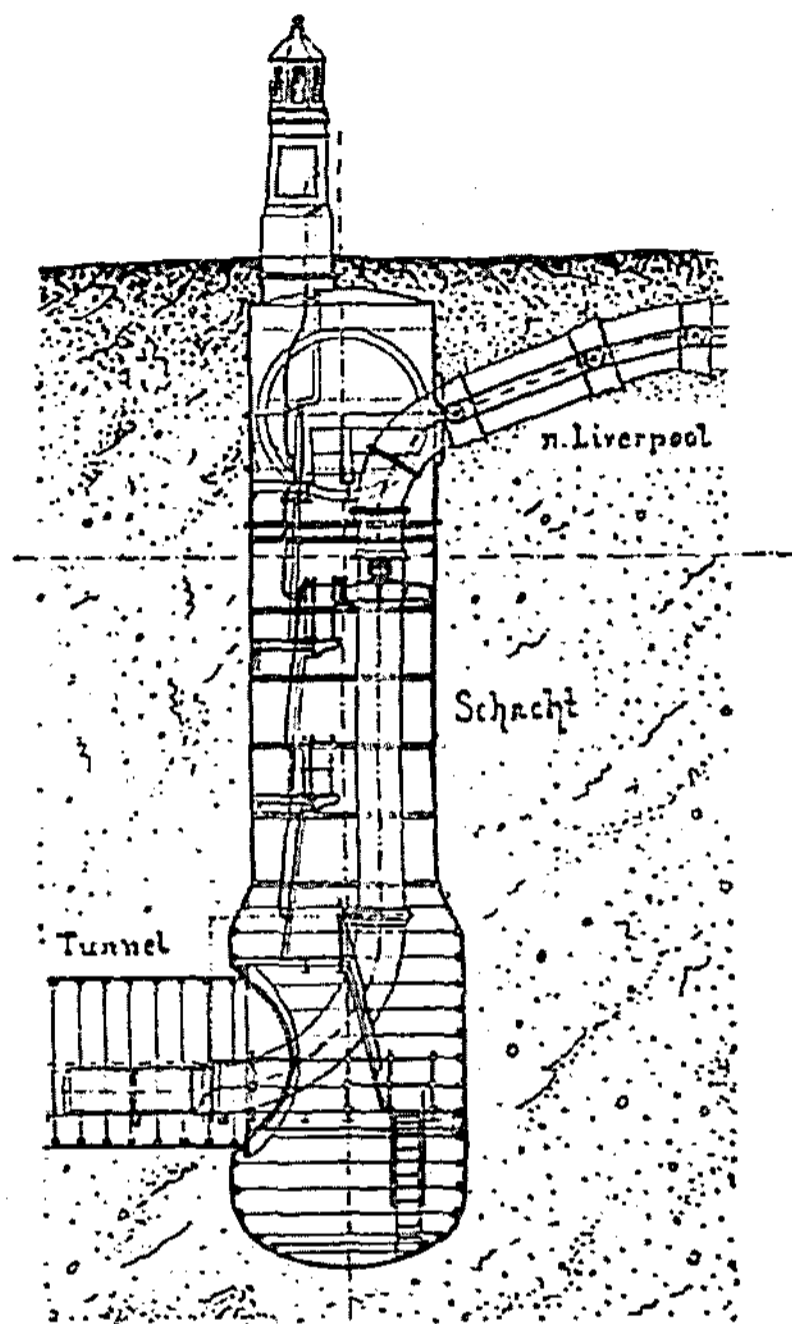
Въ это время въ Парижѣ стали строить водостоки, но общая ихъ длина къ концу столѣтія едва достигала трехъ километровъ. Къ этой же эпохѣ должно относиться введеніе воды для промывки отхожихъ мѣсть и употребленіе этого способа перешло, какъ говорятъ, изъ Франціи въ Англію около 1660 года. При всемъ томъ въ Версальскомъ дворцѣ существовало такое ограниченное количество отхожихъ мѣсть, что всѣ придворныя особы должны были имѣть особые стульчаки въ своихъ уборныхъ.

Въ Лондонѣ водоснабженіе также прогрессировало. Къ этому времени относится устройство водопроводнаго канала Нью-Риверъ. Здѣсь устроены были первые пожарные краны и первыя общественныя прачешныя. Тѣмъ не менѣе санитарныя устройства Лондона были еще весьма несовершенны и смертность значительна въ эпоху англійской революціи.



В о д о п р о в о д н ы е т у н н е л и - с и ф о н ы .

При пересѣченіи водопроводами большихъ рѣкъ, когда желательно имѣть возможность легко осматривать и исправлять трубу и въ тоже время не представляется возможнымъ уложить ее по мосту, приходится прибѣгать къ устройству водопроводныхъ туннелей. Это сооруженія вообще дорогія и рѣдко встрѣчающіяся. Примеры ихъ есть во Франціи (Grenoble), въ Англии (Liverpool) и др.



Черт. 79.

Разрѣзъ начала водопроводнаго туннели-сифона въ Ливерпулѣ  
подъ рѣкой Мерзей.

Длина туннеля 240 м., сѣченіе круглое, діаметромъ 3 метра, матеріалъ стѣны — чугунъ, толщина стѣны 18 миллиметровъ. Стѣны состоятъ изъ сегментовъ, соединенныхъ фляцами. По концамъ туннеля вертикальные колодцы, въ которыхъ поставлены автоматически дѣйствующіе насосы (движутся водой изъ водопровода) для откачиванія просачивающей въ туннель извнѣ воды. Водопроводныхъ трубъ двѣ; діаметръ ихъ 800 миллиметровъ. Они лежатъ на поперечныхъ балкахъ. Исполненіе работъ по сооруженію этого туннеля было очень затруднительно. Онъ проводитъ воду изъ водохранилища Virnwy, коего плотина представлена на черт. главы IV'. (См. Shield Tunneling in loose Ground with special reference to the Virnwy-Aqueduct Tunnel under the Mersey. Engin. 1892, p. 158; Deacon—Lake Virnwy and the Virnwy water Supply to Liverpool, Engin. 15 July 1892; Raynald Legonéz—Emploi du bouclier dans la construction des Souterrains. 1897, p. 157; Lueger, p. 720).

## § 17. Восемнадцатый вѣкъ.

XVIII вѣкъ ознаменовалъ себя большими усовершенствованіями въ устройствѣ водоподъемныхъ машинъ: насосы болѣе или менѣе неуклюжей конструкціи прежнихъ временъ замѣняются первыми насосами новѣйшаго устройства—*двойного дѣйствія* (Ла Гиръ, 1716 годъ) *центробѣжными* насосами (Де Муръ, въ 1732 году), усовершенствованнымъ нагнетательнымъ насосомъ съ *ныряломъ* (Брама, въ 1785 году), *гидравлическимъ тараномъ* (Моигольфьеръ, въ 1797 году). Въ то же время появляется *водостолбовая машина*. Наконецъ, *паровая машина*, приспособленная для практики Ньюкоменомъ въ 1711 году, примѣняется съ 1761 года для подъема воды изъ Темзы и послѣ усовершенствованій, сдѣланныхъ въ ней Уаттомъ и Болтономъ, переносится въ Парижъ въ 1781 году. Первое примѣненіе *фильтровъ* изъ пористаго камня и употребленіе *вантузовъ* на водопроводныхъ трубахъ также относится къ этой эпохѣ, когда пользовавшаяся большимъ почетомъ Гидравлика подготовила многочисленныя усовершенствованія, которыя дали возможность послѣдующему столѣтію значительно улучшить и поднять искусство водоснабженія.

Въ XVIII-мъ столѣтіи основаны были нѣкоторыя изъ большихъ обществъ, занимающихся водоснабженіемъ Лондона: Челси — Chelsea (1724 годъ), Ламбетъ—Lambeth (1785 г.), Гретъ-Дженкшенъ — Great-Junction (1798 г.) и начался тотъ колоссальный ростъ англійской столицы, который привелъ ее къ ея нынѣшнему чудовищному размѣру. Роль водоснабженія и его успѣховъ выступаетъ при этомъ на примѣрѣ Лондона крайне рельефно. Если мы бросимъ взглядъ на послѣдовательный рядъ плановъ, изображающихъ различныя степени развитія этого города, то увидимъ, какъ онъ сначала простирается вдоль обоихъ береговъ Темзы, не удаляясь отъ рѣки и не подымаясь на холмы. Затѣмъ на ближайшихъ склонахъ образуются новые кварталы, по мѣрѣ установки для подъема воды первыхъ машинъ съ ихъ несовершеннымъ устройствомъ и деревянными трубами. Городъ быстро начинаетъ расти, когда усовершенствованіе паровой машины при Уаттѣ и введеніе чугунныхъ водопроводныхъ трубъ устранили всѣ препятствія. Возможность доставить воду повсюду какъ бы сняла осаду, которая мѣшала городу расши-

ряться, и съ этого момента начинается быстрый ростъ города, который продолжается на нашихъ глазахъ и въ настоящее время съ постоянно увеличивающеюся скоростью.

Въ Парижѣ въ теченіи многихъ лѣтъ настоятельно чувствовалась необходимость увеличить количество воды, доставляемой для питья. Вслѣдствіе этого дѣлались многочисленныя изысканія и составлены были различные проекты, изъ числа которыхъ слѣдуетъ упомянуть о предложенномъ въ 1762 году Депарсье водопроводнаго канала отъ рѣки Иветтъ. Разработкою этого предложенія занимались Шези и Перроне, но въ 1782 году проектъ этотъ былъ оставленъ и замѣненъ устройствомъ канала отъ рѣки Бьевръ. Постройка канала предоставлена была въ видѣ концессіи нѣкому де Феру; однако въ 1789 году предпріятіе это разстроилось.

Въ 1777 году братья Перье получили разрѣшеніе установить нососы и паровыя машины для подъема воды изъ р. Сены, и создали въ 1781 и 1783 гг. два водоподъемныхъ зданія въ Шальо и Гро-Калью (Gros-Caillo). Организованное ими общество водопроводовъ пало вслѣдствіе усиленнаго ажіотажа и страстныхъ нападокъ Мирабо, но установленныя ими машины, системы Уатта и Больтона, пережили это паденіе и въ теченіи 70 лѣтъ служили съ пользою водоснабженіе Парижа. Къ концу XVIII столѣтія Парижъ, при населеніи въ 600.000 душъ, располагалъ едва 10.000 куб. метровъ воды въ сутки.

Впрочемъ, къ тому времени въ немъ было всего 26 километровъ водосточныхъ каналовъ, частью перестроенныхъ въ 1755 г. Тюрго, съ напорными резервуарами для промывки. Центральный пунктъ, куда собирались нечистоты, устроенъ былъ у Монфокона, и расположенныя въ нѣсколько ярусовъ бассейны, всегда полныя до краевъ, заражали воздухъ сѣверныхъ частей города и портили колодезную воду.

Но нигдѣ еще не принимались серьезно за разрѣшеніе тѣхъ вопросовъ ассенизаціи, которые въ настоящее время сдѣлались предметомъ столькихъ трудовъ, исходнымъ пунктомъ столькихъ работъ.

Въ концѣ XVIII вѣка появляются первые водопроводы и въ Россіи: въ Москвѣ — *Мытищенскій*, и въ Царскомъ Селѣ — *Талижскій*, устроенныя въ царствованіе Екатерины II. Первый построенъ въ 1779 году; онъ проводилъ воду ключевую изъ села Большіе Мытищи (по Московско-Ярославской желѣзной дорогѣ) въ количествѣ около 330.000 ведеръ и имѣлъ длину 22<sup>1</sup>/<sub>2</sub> версты. (Впослѣдствіи

этотъ водопроводъ былъ перестроенъ по частямъ и въ такомъ видѣ до 1892 года доставлялъ воды около 550.000 ведеръ. Съ 1892 г. вода въ Москву доставляется въ количествѣ около 1.500.000 ведеръ Новымъ Мытищскимъ водопроводомъ. — См. Рерберъ — Московскій водопроводъ, 1892.).

*Тайцкій* водопроводъ и понийъ доставляетъ изъ ключей близъ мызы Тайцы около 400.000 ведеръ воды, расходуемой въ Царскомъ Селѣ и Павловскѣ.

## § 18. Первая часть девятнадцатаго вѣка.

Въ дѣлѣ водоснабженія и ассенизаціи начало XIX столѣтія было лишь продолженіемъ предшествующаго періода.

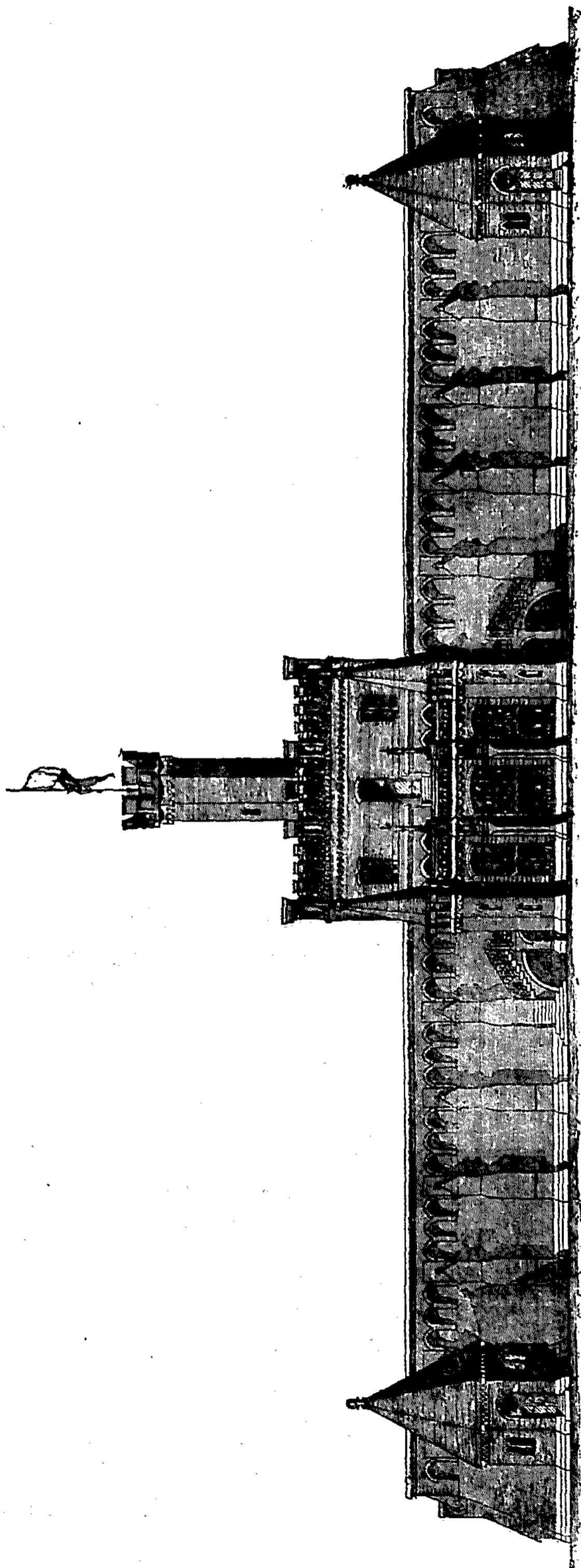
Достигнутые въ теченіи этой эпохи успѣхи заключаются въ слѣдующемъ: продолженіе усовершенствованій въ устройствѣ водоподъемныхъ машинъ, новые типы насосовъ, коловратныхъ, дифференціальныхъ и пр.; устройство водопроводныхъ каналовъ и въ особенности водоподъемныхъ машинъ, гидравлическихъ и паровыхъ во Франціи, Англіи, Германіи, Соединенныхъ Штатахъ и пр., новые способы устройства фильтровъ и первыя примѣненія въ большихъ размѣрахъ песочныхъ фильтровъ (компанія Чельси въ Лондонѣ), улучшеніе въ производствѣ чугунныхъ трубъ и введеніе ихъ во всеобщее употребленіе взамѣнъ прежде распространенныхъ деревянныхъ и свинцовыхъ трубъ, изобрѣтеніе крановъ-регуляторовъ, первое появленіе водомѣровъ для контроля расхода воды.

Задача ассенизаціи едва начинаетъ выдвигаться: въ Парижѣ ограничиваются нѣкоторыми постановленіями относительно непроницаемости постоянныхъ выгребовъ и переводомъ свалки изъ Монфонкона въ Бонди (въ 1817 г.), и лишь послѣ холеры 1832 года въ первый разъ приступаютъ къ доставленію проекта достаточно обширныхъ водостоковъ и устраиваютъ свалочное мѣсто въ Ла-Виллетѣ.

Наиболѣе замѣчательнымъ сооруженіемъ этой эпохи считаютъ *Уркскій каналъ*. Исполненіе этого капала рѣшено было при правленіи Консульства (29 флореаля X г.), съ двойною цѣлью водоснабженія Парижа и открытія новаго пути для внутренняго судоходства. Работы дѣятельно продолжались съ 1802 по 1814 годъ, затѣмъ были прерваны и возобновлены были въ 1823 г. компаніею коицессіонеровъ. Они были окончены совершенно лишь въ 1837 году.

Появленіе холеры въ Европѣ привлекло всеобщее вниманіе къ

Водоснабженіе города Ганновера.



Черт. 80.

Фасадъ напорнаго резервуара на горѣ Линденъ.

Вмѣстимость 10.923 куб. метр.

(Ф. Е. Максименко, Атласъ водопроводныхъ сооружений).

вопросамъ общественной гигіены. Роковымъ послѣдствіемъ развитія путей сообщенія явился громаднѣй пррпростъ населенія въ большихъ центрахъ, а потому вопросы, касающіеся оздоровленія городовъ, сразу пріобрѣли первостепенное значеніе. Отсюда ясно, почему въ дѣлѣ усовершенствованія санитарнаго благоустройства замѣчается такое громадное и всеобщее движеніе впередъ.

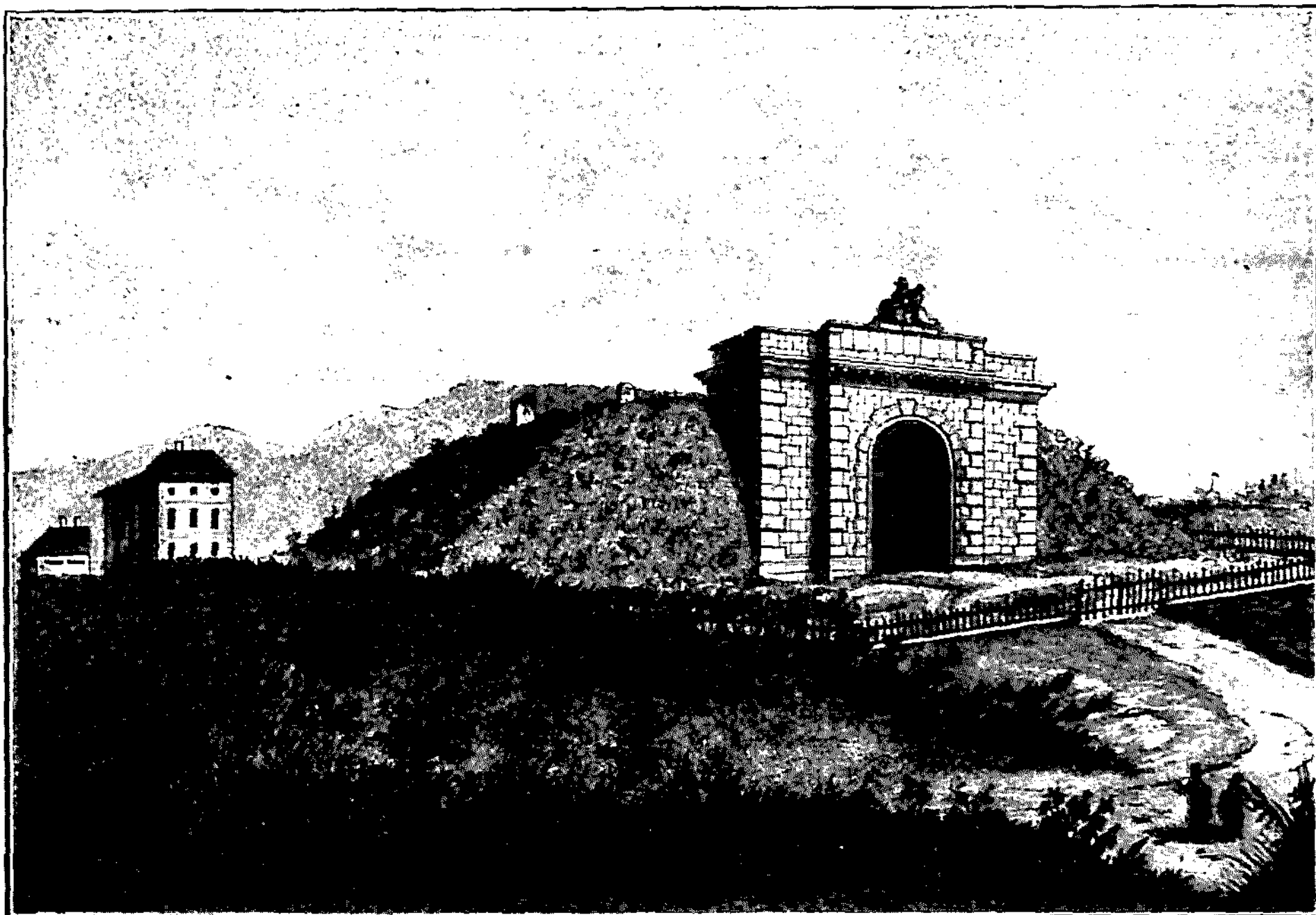
Въ короткое время предпринимаются глубокія изслѣдованія по всѣмъ направленіямъ. Появляются новыя идеи. Широко задумываются и быстро исполняются замѣчательныя работы, которыя освящаютъ эти идеи практически. Полученныя результаты производятъ выгодное дѣйствіе на общественное мнѣніе. Водоснабженіе и оздоровленіе городовъ дѣлаются съ этихъ поръ предметомъ оживленныхъ обсужденій и споровъ, иногда страстныхъ, но всегда плодотворныхъ. Наука, направляя свои изслѣдованія по указаннымъ ими стороны, обогащается новыми данными. Она открываетъ существованіе и опредѣляетъ роль микробовъ, что даетъ ей ключъ къ пониманію явленій, дотолѣ необъяснимыхъ. Затѣмъ появляются гигіеническіе конгрессы, которые способствуютъ распространенію движенія, начавшагося сначала въ большихъ городахъ и охватывающаго постепенно населенія второго и третьяго порядка.

Движеніе это началось прежде всего въ Англіи и въ этой странѣ оно обнаружилось на первыхъ же порахъ многочисленными и разнообразными примѣненіями на практикѣ, благодаря Закону объ общественномъ здоровіи—1848 года. Но къ этому движенію не замедлили присоединиться Соединенные Штаты и Франція, и мало по малу оно охватило всѣ цивилизованныя страны, которыя, вступивши послѣдовательно на новый путь, въ настоящее время соперничаютъ другъ съ другомъ въ своихъ усиліяхъ къ постоянному улучшенію условій общественнаго здоровья и гигіены городовъ.

Полученіе обильнаго количества воды сдѣлалось для городовъ безусловною необходимостью, и потребленіе ея, увеличиваясь въ неслыханныхъ размѣрахъ, весьма скоро превзошло самыя широкіе предварительныя расчеты. Въ началѣ этого столѣтія Парижъ едва располагалъ 15 литрами воды на человѣка въ сутки, а въ настоящее время уже оказывается недостаточнымъ доставляемое водопроводами количество слишкомъ въ 200 литровъ въ сутки на жителя, причемъ не останавливаются передъ новыми значительными и весьма дорогими работами для полученія необходимаго количе-

Уравнительные водоемы.

Водоснабжение города Вѣны.



Черт. 81.

Видъ резервуара „am Rosenhügel“.

Протекающая по гравитационному водопроводу вода (черт. 75) поступает сначала въ приемный резервуаръ am Rosenhügel, откуда идетъ по трубамъ въ два другіе «auf der Schmelz» и «am Wienerberge». Устройство ихъ въ общихъ чертахъ одинаково. Резервуаръ «am Rosenhügel», какъ главный, имѣетъ монументальный порталъ, показанный на рисункѣ. (Stadler).

ства воды посредством дополнительнаго водоснабженія. Водопроводный каналъ Ваннь, доставлявшій въ 1874 году въ Парижъ 110.000 куб. метровъ ключевой воды, вмѣсто 20.000 куб. метровъ, получавшихся прежде изъ стараго водопроводнаго канала Dhuis'ы, былъ признанъ недостаточнымъ уже въ 1881 г., т. е. черезъ семь лѣтъ послѣ постройки. Точно также, въ Нью-Йоркѣ потребовалось лишь восемь лѣтъ для обнаруженія того, что всѣ предварительные расчеты, на которыхъ основанъ былъ проектъ увеличенія весьма значительнаго уже расхода Кротопскаго водопровода, далеко не отвѣчаютъ совокупности существующихъ потребностей, и тамъ дѣятельно занялись постройкою новаго акведука, который доставляетъ еще большее количество воды.

### § 19. Современная эпоха.

Число городовъ съ водопроводами постепенно увеличивалось въ особенности со второй половины текущаго столѣтія, которое является временемъ наибольшаго распространія водопроводовъ и высшаго развитія водопроводной техники. Въ Англіи и Сѣверо-Американскихъ Штатахъ всѣ города и даже мѣстечки имѣютъ уже водопроводы. Во Франціи и Германіи также почти во всѣхъ городахъ устроены водопроводы. Заслуживаетъ особеннаго вниманія Виртембергское королевство, въ которомъ около четырехъ сотъ населенныхъ мѣстностей (городовъ, мѣстечекъ, сель) имѣютъ правильно устроенное водоснабженіе. Изъ этого числа около 75%—села, населеніемъ меньше 1.000 жителей въ каждомъ. Въ Германіи существуютъ нѣсколько примѣровъ устройства водопровода, общаго для нѣсколькихъ населенныхъ пунктовъ, такъ какъ устройство отдѣльныхъ водопроводовъ для cadaго изъ такихъ пунктовъ было бы немъ не по средствамъ. Въ Вюртембергѣ напримѣръ для 183 сель и мѣстечекъ съ населеніемъ свыше 42.000 жителей устроенъ одинъ общій водопроводъ стоимостью около 2.600.000 кредитныхъ рублей, доставляющій имъ воды около 400.000 ведеръ въ сутки.

Водопроводное дѣло особенно сильно развито въ Сѣверо-Американскихъ Штатахъ. Тамъ устроены водопроводы болѣе чѣмъ въ пятистахъ городахъ съ населеніемъ болѣе чѣмъ въ двадцать милліоновъ жителей, причемъ общая длина трубъ городскихъ сѣтей около



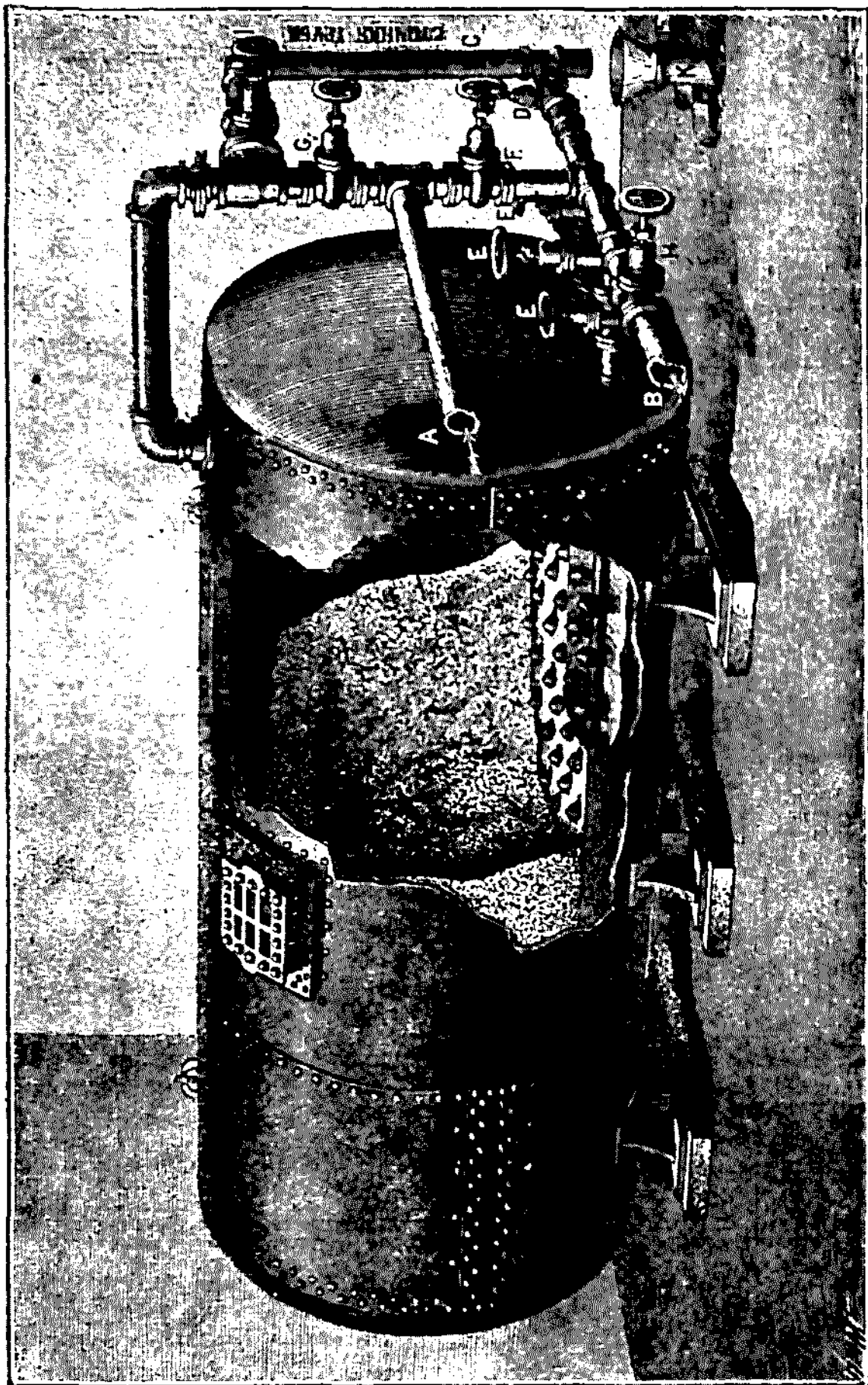
сорока тысячъ верстъ, а общая стоимость водопроводовъ составляетъ около миллиарда кредитныхъ рублей.

Словомъ, въ настоящее время уже не считаютъ тѣхъ городовъ, которые построили или перестроили сѣть своихъ водопроводовъ съ затратою большихъ расходовъ. Многие изъ нихъ должны были исполнить для этого грандіозныя сооруженія, которыя съ честью выдерживаютъ сравненіе съ самыми замѣчательными сооруженіями, оставшимися съ древнихъ временъ. Для примѣра можно привести: водопроводный каналъ отъ р. Дюрансъ, для водоснабженія Марселя, съ прекраснымъ Рокфавурскимъ акведукомъ (черт. 70, 71), построеннымъ инженеромъ Montricher; каналы pp. Dhuis и Vannes Парижа выдающіеся произведенія Бельграна; американскіе водопроводы Кротонскій (черт. 72—74) и Потомакскій; каналъ, доставляющій въ Вѣну воду изъ ключей (черт. 75); затѣмъ колоссальныя паровыя водокачальныя машины, устроенныя на р. Темзѣ, выше Лондона (14.000 паровыхъ лошадей); новую машину въ Марли и большую гидравлическую машину въ С. Моръ для Парижа, которыя служили образцами для множества устройствъ этого рода во всѣхъ частяхъ обитаемаго міра, и проч. и проч. (См. чертежи 76—84 и др. въ дальнѣйшихъ главахъ курса).

Нѣсколько десятковъ лѣтъ тому назадъ въ большинствѣ городовъ вовсе не было извѣстно употребленіе воды для поливки постовыхъ, водоотводныхъ лотковъ и тротуаровъ, для оздоровленія (ассенизаціи) въ настоящее же время употребленіе это все болѣе и болѣе распространяется.

Въ то же время возникли новыя потребности у частныхъ лицъ, пользующихся водопроводами. Теперь уже не довольствуются полученіемъ воды въ каждомъ домѣ: необходимо имѣть ее во всѣхъ этажахъ, чтобы она повсюду находилась подъ рукой. Съ другой стороны для домашняго потребленія начинаютъ настоятельно требовать, чтобы вода была совершенно прозрачная, чистая и абсолютно безвредная для здоровья, и для полученія этихъ результатовъ не останавливаются ни передъ какими денежными жертвами. Нѣкоторыя воды, которыя тридцать лѣтъ тому назадъ считались превосходными, въ настоящее время, даже при употребленіи различныхъ усовершенствованныхъ способовъ фильтраціи, не могутъ уже удовлетворять возвысившимся во всѣхъ отношеніяхъ требованіямъ. Въ Парижѣ изгнали изъ домовъ воду изъ р. Сены и замѣнили ее почти повсюду ключевою водою, собираемою вдали и доставляемою по за-

М е х а н и ч е с к и е н а п о р н ы е ф и л ь т р ы .



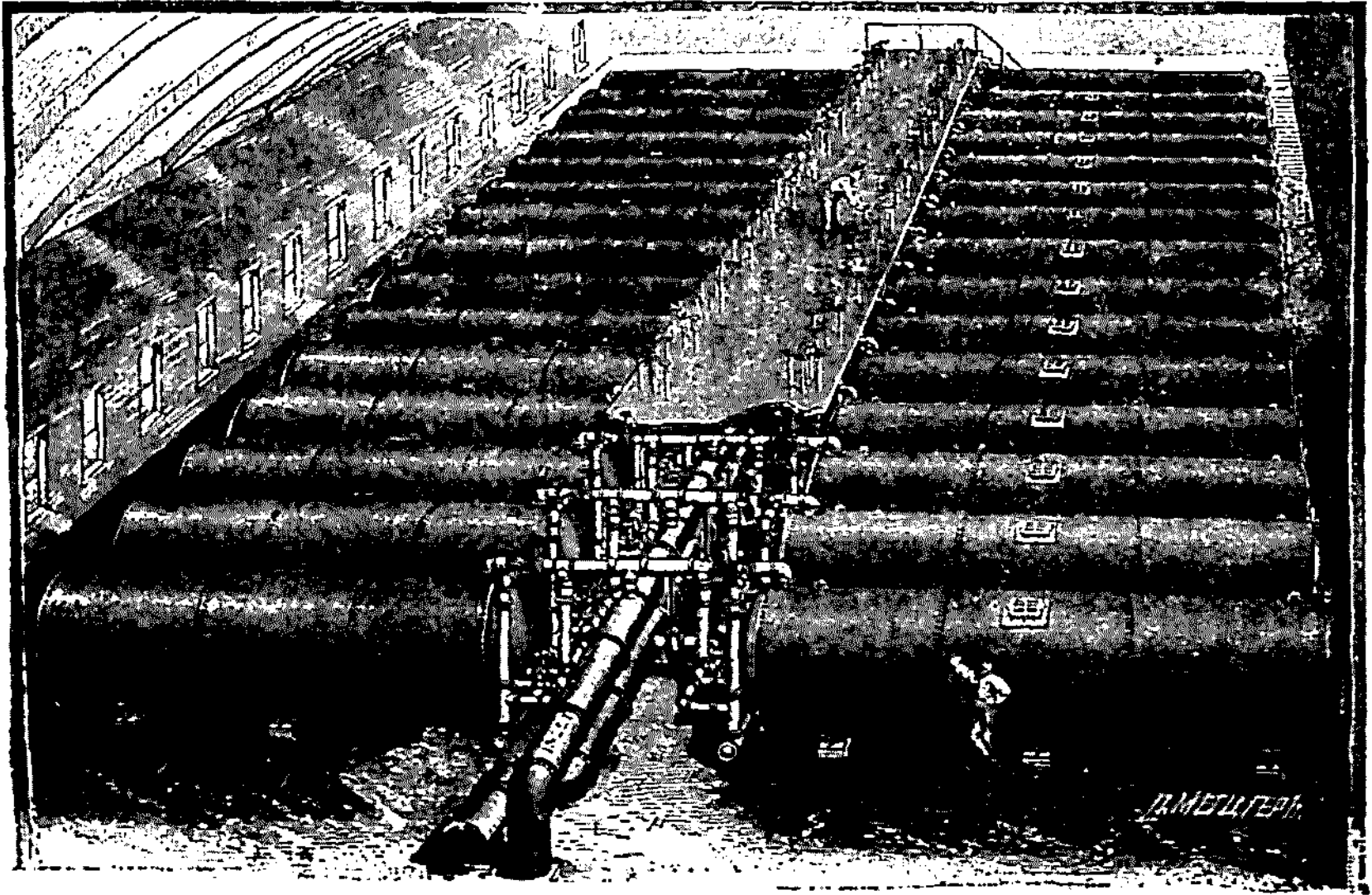
Черт. 82.

В и д ь ф и л ь т р а Н ь ю - Й о р к о к о й с и с т е м ы .

Напорный фильтр Нью-Йоркской системы состоит из железного горизонтального цилиндра, герметически закрытого и засыпанного более полновым кварцевым песком, горизонтальная поверхность коего есть фильтрующая поверхность. Толщина слоя песка 4—5 ф. Фильтрованная вода собирается внизу системой сѣточных сосков. (См. далье объясненіе къ черт. 83).

Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы .

Механические напорные фильтры.



Черт. 83.

Станція фильтровъ Нью-Йоркской системы въ Новомъ Орлеанѣ  
на 4.000.000 ведеръ въ сутки

(Н. П. Зимица—докладъ водопроводному Съѣзду 1897 г.).

Промывка производится обратнымъ движеніемъ воды, причемъ она направляется сначала въ каждую  $\frac{1}{3}$  фильтрующаго матеріала, а потомъ во весь фильтръ заразъ.

Промывка длится около 10 минутъ и дѣлается обыкновенно разъ въ сутки. Воды требуетъ не менѣе  $3\%$  фильтруемаго количества.

крытымъ со всѣхъ сторонъ трубамъ, огражденнымъ отъ всякаго за-  
грязненія. Въ Вѣнѣ совершенно отказались отъ дунайской воды.  
Въ Берлинѣ воду р. Шпрее частью замѣняютъ другою. Даже въ  
Лондонѣ общественное мнѣніе начинаетъ относиться несочувственно  
къ водѣ, получаемой изъ Темзы и доставляемой въ дома въ филь-  
трованномъ видѣ.

Естественнымъ послѣдствіемъ быстрого развитія водоснабженія  
явился значительный шагъ впередъ въ производствѣ чугунныхъ  
трубъ. Въ настоящее время трубы эти изготовляются на большомъ  
числѣ заводовъ, діаметромъ гораздо болѣе метра и полезною длиною  
до 4 метровъ. Въ то же время возрасло число и усовершенствовалось  
устройство различнаго рода приборовъ, употребляемыхъ для водопро-  
водовъ, въ особенности входятъ въ употребленіе и быстро распростра-  
няются водомѣры для измѣренія расходовъ воды. Въ одномъ Парижѣ  
ихъ установлено въ настоящее время до 80.000. Съ различныхъ  
сторонъ появляются новыя примѣненія воды подъ папоромъ, въ ка-  
чествѣ движущей силы, для гидравлическихъ подъемниковъ и пр.

Одновременно съ этими быстрыми успѣхами въ дѣлѣ водоснабже-  
нія городовъ, достигнуты были во второй половинѣ нашего вѣка еще  
болѣе замѣчательныя усовершенствованія способовъ ихъ оздоровленія.

До того времени наиболѣе хорошо устроенные города обладали  
нѣсколькими километрами водостоковъ, уложенными безъ общей си-  
стемы и большею частью нераціонально. Они плохо содержались и  
рѣдко очищались. Можно сказать, ни въ одномъ изъ нихъ даже въ са-  
момъ Парижѣ, не смотря на значительныя работы, исполненныя въ  
этомъ городѣ съ 1832 года, не существовало настоящей *системы водо-  
стоковъ* въ томъ смыслѣ, какъ это понимается въ настоящее время.

Въ нѣсколько лѣтъ громадная поверхность Лондона оказалась  
прорѣзанною по всѣмъ направленіямъ подземными каналами, устроен-  
ными по общему, изумительно разработанному плану и доведенными  
до большихъ коллекторовъ, изъ которыхъ всѣ отбросы британской  
столицы помощью могучихъ паровыхъ машинъ отводятся на значи-  
тельное разстояніе отъ города. Это есть наиболѣе значительное при-  
мѣненіе открытой или обще сплавной системы водостоковъ, назван-  
ной довольно мѣтко французами системою *Tout à l'égout*.

Почти въ это же время Бельгранъ составилъ общій проектъ ас-  
сенизаціи Парижа, устроилъ Анверскій коллекторъ, образующій  
большой пріемникъ парижскихъ водостоковъ, выработалъ новые типы

водосточныхъ каналовъ и рациональный и экономичный способъ ихъ постройки. Благодаря его трудамъ, исполнена была великолѣпная сѣть повсюду доступныхъ галлерей, служащихъ одновременно для стока дождевыхъ и домовыхъ водъ, для укладки водопроводныхъ трубъ и прокладки телеграфныхъ проводовъ, и удобныхъ для очистки помощью замѣчательно приспособленныхъ инструментовъ.

Полученные результаты оказались столь удивительными и быстрыми, что примѣру, поданному Лондономъ и Парижемъ, немедленно послѣдовали въ значительномъ числѣ большихъ городовъ; повсюду, сначала въ Англіи, а затѣмъ и на континентѣ, предпринято было устройство сѣтей водостоковъ, не взирая на значительныя денежныя жертвы, которыя на это потребовались.

Соединеніе всѣхъ сточныхъ водъ вмѣстѣ съ нечистотами большаго города въ общемъ коллекторѣ влечетъ за собою сосредоточеніе въ одномъ мѣстѣ значительной массы разлагающихся органическихъ веществъ. Такимъ образомъ создается очагъ вредныхъ для здоровья газообразныхъ выдѣленій, а потому естественнымъ послѣдствіемъ устройства большихъ сѣтей водостоковъ явилось стремленіе къ очисткѣ или утилизаціи сточныхъ водъ, содержащихъ городскіе отбросы.

Опыты были сдѣланы въ Лондонѣ, въ Парижѣ и во многихъ другихъ большихъ городахъ. Различныя системы были предложены для этой цѣли и частью осуществлены на практикѣ, но ни одна изъ нихъ не получила еще окончательной санкціи опыта. Задача притомъ осложнилась и представляется въ различныхъ видахъ, въ зависимости отъ принятыхъ способовъ удаленія нечистотъ изъ выгребовъ, которые во многихъ мѣстахъ сохранились еще въ первобытной варварской формѣ. Но вопросъ этотъ находится на очереди, подвергался уже всестороннему разсмотрѣнію и въ достаточной мѣрѣ уже освѣщенъ. Нѣтъ поэтому сомнѣнія, что разрѣшеніе его не заставитъ себя долго ждать. Въ нѣкоторыхъ городахъ (Берлинѣ, Одессѣ и др.) уже пошли впередъ и устроили болѣе или менѣе рациональную систему утилизаціи сточныхъ водъ, причемъ полученные на первыхъ порахъ результаты, повидимому, вполне оправдываютъ принятое устройство.

Такимъ образомъ въ значительной части городовъ Западной Европы прогрессъ является всеобщимъ: повсемѣстно въ небывалыхъ доселѣ размѣрахъ увеличивается потребленіе воды, доставляемой водопроводами; удаленіе сточныхъ водъ, столь необходимое для сохраненія

общественнаго здравія въ населенныхъ мѣстахъ улучшено въ большинствѣ значительныхъ городовъ. Осталось лишь освободить рѣки отъ притока вредныхъ веществъ, которыя могутъ повліять невыгоднымъ образомъ на качества рѣчной воды и можно надѣяться что уеелія, направленные со всѣхъ сторонъ къ разрѣшенію этой задачи, увѣнчаются полнымъ успѣхомъ.

Среди научнаго и промышленнаго переворота, который навѣки утвердить честь XIX-го столѣтія, немалымъ предметомъ славы для нашей эпохи послужить то, что она положила основаніе новѣйшей санитарной наукѣ и съ рѣшимостью стала примѣнять ея принципы.

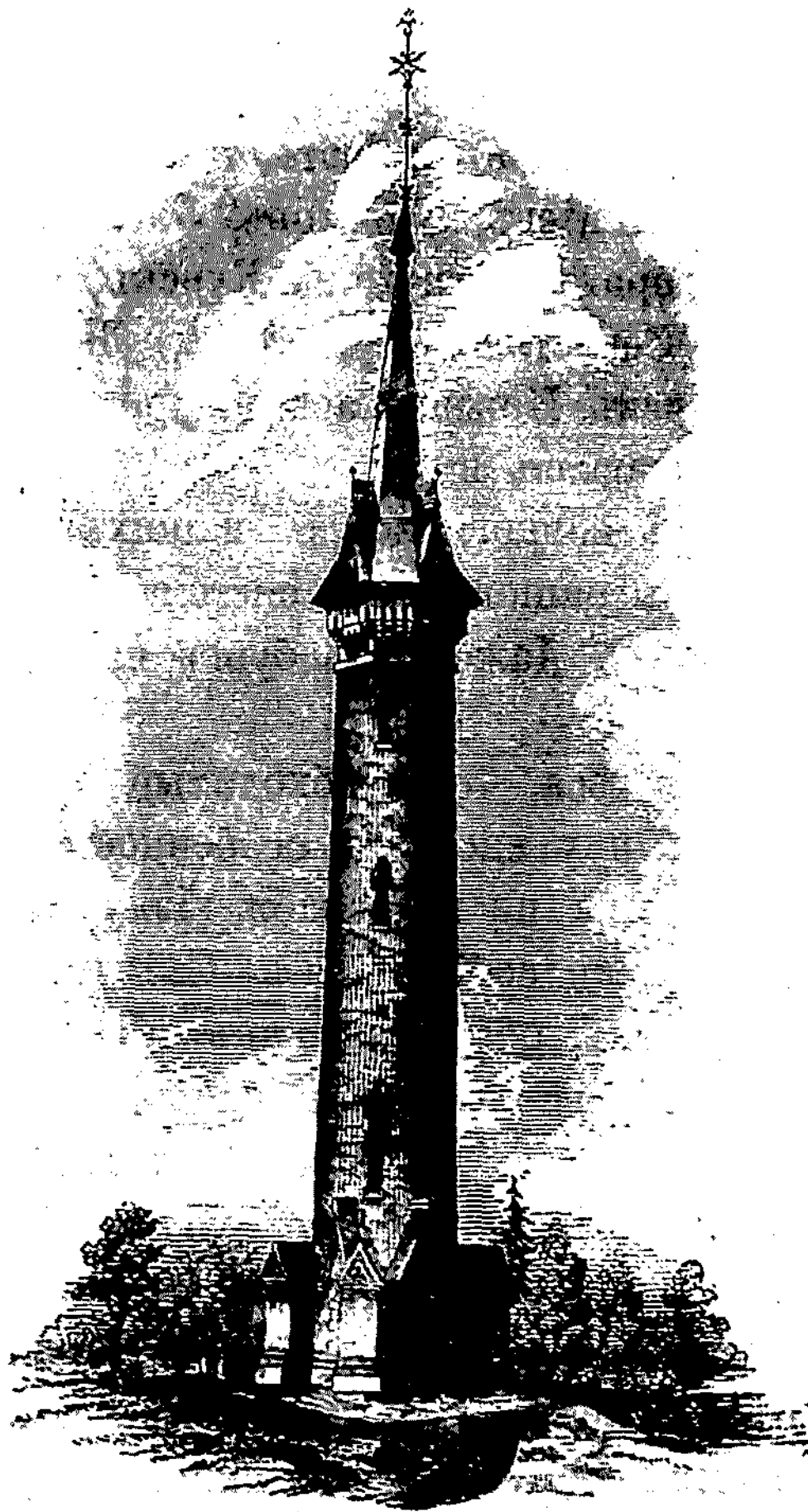
Въ наше время нѣтъ нужды доказывать необходимость устройства водоснабженій и водостоконъ въ мѣстностяхъ со скучепнымъ населеніемъ, каковы города и села. Всякій знаетъ, что вода нужна для *дома*, для *улицъ*, для *заводовъ* и что отработавшая вода должна удаляться.

Весь историческій ходъ развитія водоснабженія и водостоконъ, краткій очеркъ коего приведенъ здѣсь показываетъ, какъ рано были поняты нѣкоторыми народами всѣ полученныя выгоды, доставляемыя водою хорошаго качества, проведенною въ достаточныхъ количествахъ, и усвоено понятіе о необходимости удаленія грязныхъ водъ.

Вопросъ идетъ прежде всего о сохраненіи жизни и здоровья массъ населенія и въ этомъ смыслѣ онъ не можетъ даже быть переведенъ на языкъ денегъ. Каждый городъ долженъ стремиться получить наилучшій водоснабженіе и водостоки за тѣ наибольшія деньги, какими онъ можетъ располагать, отказываясь отъ всякой экономіи на этомъ предметѣ.

Но независимо отъ вопроса общественнаго здоровья съ водоснабженіемъ связаны вопросы о развитіи промышленности и о предохраненіи отъ пожаровъ. Оба они прямо финансоваго свойства. Безъ воды многія производства невозможны и заводы охотно платятъ за доставленную ими воду. Безъ воды во многихъ странахъ пожары превращаются въ истинныя стихійныя бѣдствія. Ежегодные убытки отъ пожаровъ и плата страховыхъ премій во многихъ случаяхъ въ нѣсколько лѣтъ окупили бы расходы по устройству превосходныхъ водоснабженій, особенно у насъ въ Россіи, гдѣ деревянныхъ домовъ, даже въ городахъ, такъ много и гдѣ сплошь и рядомъ выгораютъ даже цѣлые кварталы и улицы. Ежегодный убытокъ отъ пожаровъ въ Россіи оцѣнивается въ 80 милліоновъ рублей, изъ коихъ  $\frac{1}{4}$  приходится на города (Н. П. Зиминъ).

Водонапорныя колонны.



Черт. 84.

Водонапорная колонна въ Бостонѣ.

(Сѣв.-Амер. Соед. Штаты) (Fanning).

Но Россія, во многомъ стоящая на высотѣ своихъ западныхъ сосѣдей, давно отстала отъ нихъ въ дѣлѣ водоснабженія и оздоровленія городовъ.

У насъ водопроводы распространяются довольно медленно, что объясняется отчасти недостаткомъ денежныхъ средствъ городовъ, отчасти малымъ пониманіемъ выгодъ, которыя доставляетъ водопроводъ съ большимъ количествомъ чистой, здоровой воды. Въ С.-Петербургѣ водопроводъ началъ дѣйствовать лишь съ 1858 г. Теперь многіе изъ губернскихъ городовъ имѣютъ, однако, водопроводы. Таковы: Одесса, Варшава, Кіевъ, Харьковъ, Казань, Саратовъ, Рига, Самара, Нижній Новгородъ, Астрахань, Курскъ, Тифлисъ, Тамбовъ, Черниговъ, Калуга, Севастополь, Ростовъ, Двинскъ, Бѣлостокъ, Елизаветградъ, Симбирскъ, Новочеркасскъ, Царицынъ, Тула, Сызрань, атомъ Феодосія, Владикавказъ и др.

Но зато только въ немногихъ изъ нашихъ городовъ и то въ недавнее время устроены рациональныя системы водостоковъ (Одесса, Варшава, Кіевъ, Москва). Даже Петербургъ ничего не сдѣлалъ въ отношеніи.

Надо, однако, надѣяться, что необходимый прогрессъ не заставитъ себя долго ждать и у насъ, въ особенности благодаря тому, что въ Россіи спеціалисты по водоснабженію и канализаціи стали съ 1893 года періодически собираться въ Съезды чрезъ каждые два года въ разныхъ городахъ, обсуждая какъ мѣстные, такъ и общіе вопросы по своей спеціальности и освѣщая ихъ непрерывно новыми данными. Первый Съездъ былъ въ Москвѣ въ 1893 году, второй въ Варшавѣ въ 1895 г.; третій въ С.-Петербургѣ въ 1897 г.; четвертый назначенъ въ Одессѣ въ 1899 г. Съездъ имѣетъ постоянное бюро въ Москвѣ (предсѣдатель — инженеръ Н. П. Зиминъ, члены: Д. С. Зерновъ, К. П. Карельскихъ, П. К. Худяковъ), издаетъ свои труды и собираетъ непрерывно матеріалы для описанія русскихъ водопроводовъ (по мысли инженера В. И. Зуева). Одинъ выпускъ этихъ послѣднихъ данныхъ уже вышелъ въ 1897 г.

---



## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

# ВОДОСНАБЖЕНІЕ.

- Глава III.—Источники водоснабженія.
- Глава IV.—Количества воды, потребной для разныхъ цѣлей.
- Глава V.—Изслѣдованіе и выборъ воды.
- Глава VI.—Добываніе воды.
- Глава VII.—Общее расположеніе водопроводныхъ сооруженій и устройства для проведенія воды.
- Глава VIII.—Очищеніе воды.
- Глава IX.—Храненіе воды и уравниваніе напора и расхода.
- Глава X.—Распредѣленіе воды.
- Глава XI.—Водоснабженіе желѣзнодорожныхъ станцій. Полученіе воды.
- Глава XII.—Водоснабженіе желѣзнодорожныхъ станцій. Распредѣленіе воды.

# ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

## ВОДОСНАБЖЕНІЕ.

### ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

#### Источники водоснабженія.

СОДЕРЖАНІЕ: § 20. Происхожденіе воды.—§ 21. Морская вода.—§ 22. Атмосферная вода.—§ 23. Рѣчная и озерная вода.—§ 24. Грунтовая и ключевая вода.—§ 25. Опредѣленіе количествъ воды, могущихъ быть полученными изъ даннаго источника.

#### § 20. Происхожденіе воды.

Вода, какъ одинъ изъ могущественнѣйшихъ дѣятелей въ жизни земнаго шара, съ большою подробностью разсматривается въ курсѣ Физической Геологіи, читаемой въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія (И. В. Мушкетовъ. Физическая Геологія, т. II) и потому здѣсь должно ограничиться лишь краткимъ напоминаніемъ основныхъ понятій, имѣющихъ значеніе въ *вопросъ о происхожденіи и составѣ воды, употребляемой для водоснабженія*. Вода, испаряясь съ поверхности земли, рѣкъ, озеръ и морей и обращаясь послѣдовательно въ паръ, облака и дождь, возвращается вновь на землю; при этомъ частью опять испаряется непосредственно, а частью попадаетъ въ рѣки, озера и моря и затѣмъ уже испаряется. Такимъ образомъ вода въ природѣ совершаетъ подѣ дѣйствіемъ солнечной теплоты постоянный кругооборотъ.

Въ каждый моментъ своего кругооборота вода съ большими или меньшими удобствами можетъ быть собираема и утилизуема для

цѣлей водоснабженія. Можно *собирать паръ* получающійся при (искусственномъ) нагрѣваніи морской воды и сгущая его получать воду пригодную даже для питья. Можно собирать атмосферную воду, падающую на землю въ видѣ *дождя, града* или *снѣга*. Можно, далѣе, брать воду текущую на земной поверхности въ видѣ *ручьевъ, рѣкъ* или собравшуюся въ углубленіяхъ въ видѣ *прудовъ* и *озеръ*. Можно искать и брать воду въ *верхнихъ слояхъ* земной коры, куда она просачивается съ поверхности или же идти за ней еще глубже въ такіе слои, гдѣ она собирается съ отдаленныхъ площадей, отдѣляясь отъ поверхности въ данномъ мѣстѣ однимъ или нѣсколькими непроницаемыми слоями. Наконецъ, можно брать воду этихъ *подземныхъ слоевъ* въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ она подъ дѣйствіемъ тяжести выступаетъ на земную поверхность въ видѣ *ключей*. Свойства воды зависятъ, однако, въ значительной степени отъ момента, въ который она будетъ взята на пути ея кругооборота, какъ это будетъ видно изъ разсмотрѣнія различныхъ видовъ воды.

## § 21. Морская вода.

Моря получаютъ непрерывно минеральныя вещества, приносимыя рѣками въ растворѣ, не отдавая ихъ обратно, отчего морская вода содержитъ значительныя количества солей и для питья годна только послѣ *перегонки* въ дорогихъ и сложныхъ приспособленіяхъ. Поэтому въ настоящее время пользованіе для водоснабженія морской водой ограничивается лишь судами и нѣкоторыми обездоленными морскими станціями, лежащими на бездождныхъ берегахъ Аравіи и т. п. мѣстностяхъ. Для болѣе подробной характеристики морской воды можетъ служить таблица № 1, въ которой сгруппированы данныя анализовъ водъ различныхъ морей.

## § 22. Атмосферная вода.

Находясь въ верхнихъ слояхъ атмосферы въ чистомъ состояніи, вода, падая на землю въ видѣ осадковъ, проходятъ слои воздуха и вбираетъ изъ него органическія и неорганическія вещества, какъ-то: аммиакъ, азотную и азотистую кислоты въ видѣ разныхъ соединеній, пылевые частицы, микроорганизмы, такъ какъ вблизи поверхности земли въ воздухѣ имѣются продукты разложенія веществъ, находящихся на поверхности. Дождевая вода, выпадающая въ городахъ,

содержитъ больше амміака, азотной и азотистой кислотъ, чѣмъ выпадающая въ загородныхъ мѣстностяхъ.

Въ дождевой водѣ всегда много растворенныхъ газовъ, которые она поглощаетъ по пути. *Vauquelin* нашель при температурѣ 11°, что эти газы распредѣляются въ такой пропорціи:

Азота . . . . .	64,46%
Кислорода . . . . .	33,76%
Углекислоты. . . . .	1,77%

Общее количество газовъ по опредѣленію *Péligot* 20 — 40 сантиметровъ на литръ дождевой воды.

Количество минеральныхъ веществъ 35—50 и болѣе миллиграммовъ на литръ, въ томъ числѣ азотнокислаго аммонія 1,84 до 36 миллиграммовъ (*Barral*), хлористаго натра, увлекаемаго изъ океановъ и морей, 2,26—15 милигр. (*Barral*), замѣтное количество іодистыхъ соединеній и пр. (См. также таблицу № 2).

Такова дождевая вода, собираемая съ особой осторожностью для лабораторныхъ изслѣдованій. Вода же, стекающая съ крышъ, гораздо менѣе чиста. Въ ней много органической пыли и она легко загниваетъ, если для храненія ея не устроены надлежащія сооруженія.

Тѣмъ не менѣе атмосферная вода во многихъ случаяхъ можетъ примѣняться и примѣняется съ успѣхомъ для водоснабженія, какъ объ этомъ будетъ сказано подробно далѣе.

Атмосферныя воды, дождевыя или снѣговыя, значительно измѣняются въ своихъ свойствахъ, въ зависимости отъ длины и свойства пути, пройденнаго ими до мѣста, гдѣ ихъ собираютъ для цѣлей водоснабженія. Стекая по поверхности земли, атмосферныя воды растворяютъ одни вещества, уносятъ съ собою другія въ видѣ мути и т. д. Поэтому атмосферная вода, собираемая въ большихъ количествахъ въ искусственныхъ водохранилищахъ (резервуарахъ и прудахъ), обыкновенно отличается значительно по своему составу отъ дождевой воды, собираемой въ цистерны съ крышъ, приближаясь къ водѣ естественныхъ озеръ (§ 23), питающихся небольшими ручьями.

### § 23. Рѣчная и озерная вода.

Рѣки питаются главнымъ образомъ атмосферной водой, стекающей непосредственно съ поверхности земли, и грунтовой водой. Озера

Таблица № 1. Составъ морской воды (по даннымъ А. Gautier — изъ соч. Delhotel — р. 36).  
Въ таблицѣ приведены лишь вещества, находящіяся въ измѣримомъ количествѣ въ одномъ литрѣ воды.

Названія морей.	Мѣсто, гдѣ взята вода для изслѣдованія.	ВЪ О Д Н О М Ъ Л И Т Р Ъ М О Р С К О Й В О Д Ы.															Кѣмъ даны цифры (авторы).	
		Na	Cl	Mg	Ca	K	SO <sup>3</sup>	Br	CO <sup>3</sup>	Fe	Mn	Al <sup>2</sup>	SiO	PO <sup>4</sup>	Органическихъ веществъ.	Сухого остатка.		
Атлантич. океанъ . . .	0° 47' S — 35° 20' O . . .	gr. 11,081	gr. 19,460	gr. 0,9568	gr. 0,4567	gr. 0,7604	gr. 2,577	gr. 0,4069	gr. —	gr. —	gr. —	gr. —	gr. —	gr. —	gr. —	gr. —	gr. 35,700	Bibra.
Нѣмецкое море . . .	Между Бельгійю и Англійю . . . . .	10,206	18,168	1,1582	0,3244	0,3536	2,590	?	—	—	—	—	—	—	—	—	32,800	Bischoff.
Ламаншъ . . . . .	Въ нѣсколькихъ миляхъ отъ Гавра . . .	10,142	17,794	1,2305	0,4093	0,0425	2,882	0,1046	0,078	Слѣды.	Слѣды.	—	0,016	Слѣды.	—	—	32,700	Figurier et Mialhe.
Средиземное море . . .	Марсель . . . . .	10,688	21,099	3,0037	0,018	0,0041	5,716	?	0,142	—	—	—	—	—	—	—	40,700	Laurent.
Адриатическ. море . . .	Венеціанскія лагуны . . . . .	8,779	15,882	1,1646	0,1769	0,4356	2,662	?	—	—	—	—	—	—	—	—	37,700	Usiglio.
Тихій океанъ . . . . .	На 3,5 м. отъ поверхности . . . . .	10,262	18,950	1,3151	0,4719	0,6038	2,786	0,3102	—	—	—	—	—	—	—	—	34,700	Bibra.
" " . . . . .	На глубинѣ 140 м. отъ поверхности . . . . .	10,533	19,321	1,4714	0,4752	0,6336	2,827	0,2394	—	—	—	—	—	—	—	—	35,20	Id.
Балтійское море . . . . .	. . . . .	5,894	10,386	1,6115	0,0363	—	0,719	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,71	Pfaff.
Черное море . . . . .	У южнаго берега Крыма . . . . .	5,512	9,574	0,6622	0,1305	0,0975	1,2505	0,005	0,2475	0,1271	—	—	—	—	—	—	17,705	Göbel.
Азовское море . . . . .	Между Керчью и Мариуполемъ . . . . .	3,997	6,585	0,4010	0,0908	0,0670	0,8045	0,004	0,0695	0,0358	—	—	—	—	—	—	11,900	Id.
Мертвое море . . . . .	На поверхности . . . . .	0,885	17,628	4,177	2,150	0,474	0,2424	0,167	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	0,006	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	27,078	Terreil Comptes rendus
" " . . . . .	На 300 м. глубины . . . . .	14,400	174,985	41,428	17,269	4,386	0,6276	7,093	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	278,135	Id.

# Таблица № 2. Анализы дождевых и онѣговыхъ водъ.

(По даннымъ, собраннымъ Delhotel'емъ).

Названіе водъ.	Н А О Д И Н Ъ Л И Т Р Ъ В О Д Ы.										Имена изслѣдователей.	
	О	Аз	СО <sup>2</sup>	АзН <sup>3</sup>	АзО <sup>3</sup> Н	СО <sup>3</sup> АзН	АзО <sup>3</sup> АзН <sup>3</sup>	СІNа	So <sup>4</sup> Na <sup>2</sup>	SO <sup>4</sup> Ca		Органическія вещества.
Дождевая вода . . . . .	кб. оант. 8,42	кб. оант. 16,4	кб. сант. 0,45	грамм. "	грамм. "	грамм. "	грамм. "	грамм. "	грамм. "	грамм. "	грамм. "	Beaumont.
Тоже . . . . .	7,75	16,8	0,60	"	"	"	"	"	"	"	"	Réligot.
Тоже (зимой) . . . . .	"	"	"	0,0163	0,0003	"	"	"	"	"	"	Віпеаи въ Ліонѣ.
Тоже (весной) . . . . .	"	"	"	0,0121	0,0010	"	"	"	"	"	"	Тоже.
Тоже (лѣтомъ) . . . . .	"	"	"	0,0031	0,0020	"	"	"	"	"	"	Тоже.
Тоже (осенью) . . . . .	"	"	"	0,0040	0,0020	"	"	"	"	"	"	Тоже.
Тоже . . . . .	"	"	"	"	0,00174	0,00189	?	0,0107	0,00087	0,0248	"	{ Marchand въ Фё-самр. въ Мартъ и Апрельъ 1892 г.
Тоже . . . . .	"	"	"	0,00079	"	"	"	"	"	"	"	{ Boussingault. Средня въ де-ревнѣ.
Тоже . . . . .	"	"	"	0,004	"	"	"	"	"	"	"	Тоже въ Парижѣ.
Снѣговая вода . . . . .	"	"	"	0,00017	"	"	"	"	"	"	"	{ Boussingault. Свѣжій снѣгъ.
Тоже . . . . .	"	"	"	"	0,00129	0,00145	0,01701	0,01563	0,00088	0,0238	"	{ Marchand въ Фё-самр. Мар. и Апр.

Примѣчаніе. Знакъ " — выражаетъ, что соответствующее опредѣленіе не было сдѣлано.

питаются дождевой, грунтовой и рѣчной водой. Въ виду разнообразія питанія рѣкъ и озеръ, рѣчная и озерная вода по составу чрезвычайно разнообразна, будучи различна не только для разныхъ мѣстъ рѣки или озера, но даже въ одномъ и томъ же мѣстѣ, въ разные времени года. Рѣчная или озерная вода заключаетъ амміака меньше, чѣмъ дождевая, а минеральныхъ веществъ, меньше, чѣмъ грунтовая; послѣднее обстоятельство объясняется тѣмъ, что грунтовая вода, попадая въ рѣку, освобождается отъ углекислоты и черезъ то не въ состояніи держать въ растворѣ нѣкоторыя соли, которыя и осаждаются. Горныя рѣки содержатъ минеральныхъ веществъ больше, чѣмъ степныя, такъ, напр., въ Эльбѣ, Рейнѣ и др. горныхъ рѣкахъ вода послѣ выпариванія даетъ осадка на 1 литръ 240—290 миллиграммовъ и больше, тогда какъ въ Волгѣ 148 миллиграммовъ, въ р. Донѣ—124 миллиграмма, въ Днѣпрѣ—103—193 миллиграмма и въ Невѣ—50—64 миллигр. Въ озерахъ вода часто имѣетъ менѣе солей, чѣмъ въ рѣкахъ: напр. въ оз. Rasnal (въ Богеміи)—69 мг., въ Цюрихскомъ озерѣ—139 мг., въ оз. Mýsfic (Соед. Шт.)—98 мг. на литръ. Минеральныя вещества состоятъ большею частью изъ известковыхъ солей, а именно изъ углекислыхъ и сернокислыхъ соединений; магнезіальныхъ солей бываетъ всегда значительно меньше, чѣмъ известковыхъ; азотной и азотистой кислотъ и амміака въ рѣчной водѣ очень мало, часто лишь—слѣды.

Количество органическихъ веществъ колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ; для окисленія ихъ требуется кислорода 3—20 миллиграммовъ и болѣе на 1 литръ воды: для Невской воды отъ 6—9 миллиграммовъ, для Москворѣцкой—3—4 миллиграмма, для Днѣпровской 9—14,9 миллиграммовъ. При сравненіи воды, взятой изъ различныхъ источниковъ, необходимо обращать вниманіе на происхожденіе заключающихся въ водѣ органическихъ веществъ: будутъ ли они растительнаго или животнаго происхожденія, такъ какъ первыя не столь вредны, какъ вторыя. Количества эти крайне различны и зависятъ отъ притока загрязняющихъ воду элементовъ и скорости ихъ разрушенія. Чѣмъ быстрѣ течетъ рѣка, чѣмъ сильнѣе на ней судовое движеніе, словомъ чѣмъ больше ея вода получаетъ кислорода, тѣмъ разрушеніе органическихъ веществъ идетъ усиленнѣе и тѣмъ количество ихъ меньше. Вообще количество кислорода раствореннаго въ водѣ можетъ служить показателемъ ея чистоты. Напр. въ Парижѣ въ водѣ рѣки Сены до входа ея въ городъ въ

Таблица № 3. Анализы рѣчныхъ,  
(По даннымъ

грунтовыхъ и ключевыхъ водъ.  
Delhotel'я, p. 26).

Название водъ.	Н А О Д И Н Ъ						Л И Т Р Ъ В О Д Ы.									Имена ислѣдова- телей.		
	Плотнаго остатка.	O	Az	CO <sup>2</sup> свободн.	Ca	Mg	Na	K	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CO <sup>2</sup>	SO <sup>4</sup>	Cl	SiO <sup>2</sup>	AzO <sup>3</sup>	Органче- скія ве- щества.			
																	грам.	куб. с.
Рейнъ у Страсбурга . . . . .	0,2317	7,4	15,9	7,6	0,0586	0,0014	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	H. Deville.
Рона у Женевы . . . . .	0,182	8,0	18,4	8,4	0,0453	0,0027	0,0051	"	0,0083	0,0849	0,0195	0,0012	0,0488	0,0038	"	"	Ibid.	
Луара у Орлеана . . . . .	0,1346	7,0	13,2	1,8	0,0192	0,0017	0,0031	"	0,0039	0,0508	0,0429	0,001	0,0238	0,0085	"	"	Ibid.	
Гаронна у Тулузы . . . . .	0,1367	7,9	15,7	17,0	0,0258	0,0009	0,0093	"	0,0126	0,0415	0,0023	0,0029	0,0406	"	"	"	Ibid.	
Сена выше Париза . . . . .	0,2544	3,9	12,0	16,2	0,0739	0,0018	0,0058	0,0034	0,0031	0,0448	0,0078	0,0019	0,0401	"	"	"	Ibid.	
P. Doubs . . . . .	0,2251	9,5	18,2	17,8	0,0764	0,0098	0,0074	0,0022	0,00198	0,1018	0,0219	0,0074	0,0244	"	"	"	Ibid.	
P. Vesle . . . . .	0,1913	6,8	15,6	5,8	0,0657	"	0,0025	"	"	0,1162	0,0034	0,0018	0,0159	0,004	"	"	Ibid.	
Дунай близъ Вѣны . . . . .	0,1414	"	"	"	0,0343	0,007	0,0093	0,0028	0,0054	0,0986	0,0015	0,005	0,0018	"	0,0082	"	Maumenè.	
Шпрее въ Берлинѣ . . . . .	0,114	"	"	"	0,026	0,0026	"	"	0,002	0,0609	0,0131	0,002	0,0049	"	"	"	Bischoff.	
Темза въ Chelsea . . . . .	0,304	"	"	0,46	0,0766	0,0044	0,0023	0,0015	"	0,0454	0,0086	0,0006	"	0,002	"	"	Bauer.	
Lys въ Туркуанѣ . . . . .	0,4499	"	"	"	0,1132	0,01536	0,0083	0,004	0,0041	0,0906	0,0566	0,0175	0,0101	"	0,034	"	Graham Miller et Hoffmann.	
Артезианск. колодезь „Grepelle“ въ Парижѣ	0,143	3,6	13,0	1,5	0,0272	0,004	0,0201		"	0,1243	0,0068	0,0341	0,0103	"	0,0653	"	Gillet et Huet.	
Тоже на Трафальгарскомъ скверѣ (Лонд.)	0,9915	"	"	39,4	0,0188	0,0091	"	0,0238	"	0,0605	0,0066	0,0052	0,006	"	0,020	"	Payen.	
Изъ буровой скважины въ Лиллѣ . . . . .	0,6352	"	"	"	0,1290	0,0051	0,2653	0,099	"	0,1971	0,1805	0,1742	0,0131	"	0,0130	"	Abel. et Rowney.	
Изъ буровой скважины въ Лейденѣ . . . . .	0,914	"	"	"	6,152	0,0293	0,0371		0,0180	0,1224	0,0684	0,0588	"	"	0,1430	"	Gillet et Huet.	
Изъ буровой скважины въ Капенгагенѣ . . . . .	1,700	"	"	"	0,2311	0,0513	0,1037	0,0328	0,010	0,1957	0,2478	0,1317	0,040	"	"	"	Gunning.	
Вода горныхъ ручьевъ (долина Изеры, таяніе снѣга) . . . . .	0,019	"	"	"	0,0073	"	"	0,4108	"	0,3514	0,1616	0,3988	0,031	"	"	"	Johnstrug.	
Ключъ Moullère близъ Безансона (типъ питьевой воды) . . . . .	0,3085	"	"	"	0,1046	0,0008	"	"	"	0,0072	"	0,005	слѣды.	"	"	"	Nierse.	
Ключъ Duc (Fonfroide близъ Нарбонны) . . . . .	0,3438	"	"	"	0,1005	0,0062	0,0032	0,0011	0,0043	0,0029	0,0034	0,0048	0,002	"	"	"	H. Deville.	
							0,0205	"	0,0023	0,2875	0,0458	0,0102	0,0060	"	"	"	A. Gautier.	

Примѣчаніе. Знакъ „—“ выражаетъ, что соответствующее опредѣленіе не было сдѣлано.



литрѣ найдено 10,0 миллигр. кислорода, а по выходѣ изъ города 1,5 миллигр.

Болѣе подробную характеристику нѣкоторыхъ рѣчныхъ водъ даетъ таблица № 3, гдѣ сгруппированы данныя анализовъ, какъ рѣчныхъ, такъ и грунтовыхъ, и ключевыхъ водъ, что позволяетъ легко сравнивать воды разныхъ происхожденій между собой.

Количество *взвѣшенныхъ* частицъ (мути) измѣняется въ широкихъ предѣлахъ, убывая въ сухое время и увеличиваясь подъ вліяніемъ дождей; онѣ раздѣляются на минеральныя, органическія и микроорганизмы. Изъ минеральныхъ взвѣшенныхъ частицъ чаще всего бываютъ частицы кварца, глины, известняковъ и т. п.

Количество этихъ веществъ: въ Невѣ 1—14 миллиграммовъ въ 1 литрѣ, въ Москвѣ-рѣкѣ 2—8 миллигр., въ Днѣпрѣ 18—150 мг., въ Рейнѣ 12 (при низкомъ уровнѣ) и 250 миллигр. (при высокомъ уровнѣ): въ Сенѣ 7—500 миллигр., въ Нилѣ до 1.580, въ Дюрансѣ до 4.180, въ Желтой рѣкѣ болѣе 5.000 миллигр. Удаленіе взвѣшенныхъ веществъ изъ воды необходимо, такъ какъ онѣ придаютъ водѣ часто непріятный видъ и вкусъ и оказываются вредными, раздражая желудочно-кишечный каналъ. Въ озерахъ вода обыкновенно очень прозрачна, такъ какъ муть осаждается здѣсь на дно.

Рѣчная вода почти всегда загрязнена отбросами: домашняго и городского хозяйства, такъ какъ рѣки давно уже представляютъ собою пути, по которымъ человекъ привыкъ удалять всякій соръ и грязь. Особенно сильно загрязняются рѣки въ чертѣ городовъ. Поразительнаго загрязненія достигли рѣки въ Англіи, гдѣ на сравнительно небольшой рѣкѣ нерѣдко расположены города съ значительнымъ населеніемъ; загрязненіе происходитъ не только оттого, что въ рѣку спускаются городскія нечистоты, но также и вслѣдствіе того, что фабрики и заводы, которыхъ особенно много въ англійскихъ городахъ, направляютъ свои отбросы въ тѣ же рѣки. Въ настоящее время въ Англіи и отчасти въ Германіи приняты энергическія мѣры противъ загрязненія рѣкъ; фабричныя воды должны обезвреживаться химическимъ путемъ, а городскія нечистоты должны или обезвреживаться тѣмъ же путемъ или направляться на поля для орошенія. Засореніе Сены нечистотами Парижа столь сильно, что правительство неоднократно принуждало городъ очищать рѣку отъ осѣвшихъ зловонныхъ массъ. Загрязненіе рѣкъ въ Россіи идетъ также большими

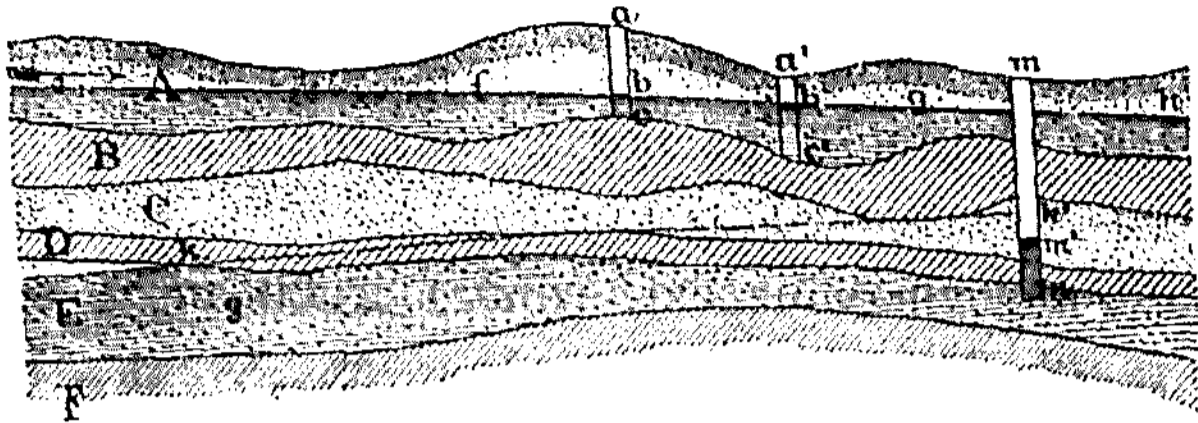
шагами впередъ по мѣрѣ увеличенія роста городовъ и развитія фабрикъ и заводовъ. Въ С.-Петербургѣ большая часть нечистотъ поступаетъ въ каналы, ирорѣзывающіе городъ (Обводный каналъ, Фонтанка, Екатерининскій каналъ, Мойка), а оттуда въ Неву и далѣе на взморье.

Съ увеличеніемъ загрязненія рѣки увеличивается въ сильной степени количество бактерій въ водѣ; такъ напр. вода въ Невѣ при вступленіи рѣки въ городъ содержитъ 300—3.000 зародышей въ 1 куб. сант., а вода прошедшая черезъ городъ заключаетъ 6.500 зародышей; въ Фонтанкѣ 21.600 зародышей и въ Мойкѣ—110.000 зародышей. Въ Невской водѣ, взятой изъ водопроводнаго крана, т. е. фильтрованной, насчитывалось 280 зародышей; а раньше, когда рѣчная вода поступала въ водопроводъ нефилтрованной, оказывалось отъ 6.000 до 72.000 зародышей (проф. Максименко). Это явленіе обрисовывается еще сильнѣе въ Берлинѣ: вода рѣки Шпре при вступленіи въ городъ имѣла 210.000 зародышей; среди города 940.000 зародышей, по выходѣ изъ города 4.500.000 зародышей въ 1 куб. сант.

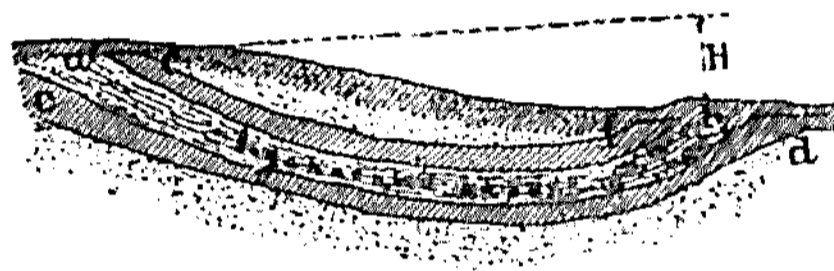
Загрязненная рѣчная вода по мѣрѣ своего теченія значительно очищается, если только на своемъ пути не встрѣчаетъ новыхъ источниковъ загрязненія. Очищеніе происходитъ вслѣдствіе многихъ обстоятельствъ: отъ разведенія загрязненной воды въ большой массѣ воды, отъ осажденія на дно взвѣшенныхъ частицъ и разложенія ихъ, отъ химическихъ процессовъ, происходящихъ въ водѣ при посредствѣ атмосфернаго кислорода; при этомъ углекислота, сѣроводородъ, амміакъ уходятъ въ воздухъ, а иль садится на дно. Возстановленіе нормальнаго состава воды идетъ вообще тѣмъ скорѣе, чѣмъ быстрѣе теченіе; въ этомъ случаѣ происходятъ процессы *окисленія*, тогда какъ при медленномъ движеніи происходятъ нерѣдко процессы *гнилостнаго разложенія*. По мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, жидкость изъ водосточныхъ каналовъ, смѣшанная не менѣе какъ съ 20-ти кратнымъ количествомъ проточной воды, исчезаетъ изъ рѣки довольно скоро, и рѣчная вода, взятая въ разстояніи 30—35 верстъ ниже города имѣетъ почти нормальный составъ. Тѣмъ не менѣе такую воду слѣдуетъ считать опасной въ санитарномъ отношеніи (см. § 37).

*Температура* рѣчной и озерной воды подвергается колебаніямъ въ теченіе года въ зависимости отъ температуры воздуха, но темпе-

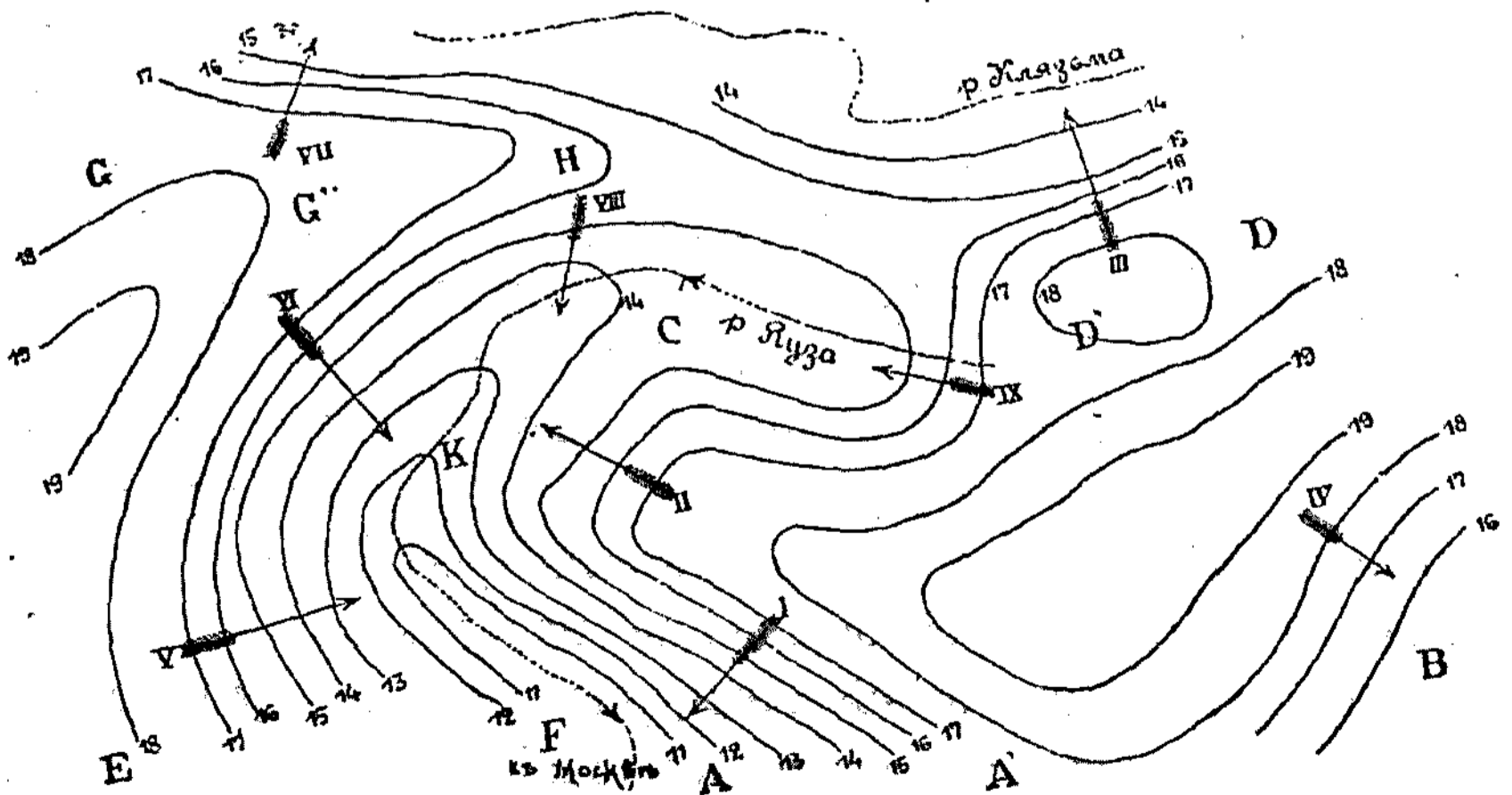
Снабженіе грунтовой водой.



Черт. 85. — Схема двух водоносных слоевъ.



Черт. 86. — Схема восходящаго ключа.



Черт. 87. — Планъ движенія грунтовыхъ водъ въ окрестностяхъ города Москвы.

ратура рѣчной воды въ болѣе широкихъ предѣлахъ, чѣмъ озерной; послѣдняя вода, если берется съ значительной глубины (5—10 саж.), имѣетъ температуру довольно постоянную.

## § 24. Грунтовая и ключевая вода.

Вода, проникшая съ поверхности земли въ почву и находящаяся тамъ на различныхъ глубинахъ вообще называется грунтовою.

Обстоятельства движенія воды въ почвѣ могутъ быть весьма разнообразны; мы рассмотримъ только наиболѣе простые случаи.

Слои почвы относительно водопроницаемости раздѣляются на *водопроницаемые* и *водонепроницаемые*; къ первымъ принадлежатъ: слой песка различной крупности, чистаго или съ разнымъ содержаніемъ глины и пла, трещиноватые слои известняка, песчаника и т. п.; ко вторымъ относятся: слои глины чистой или съ малымъ содержаніемъ песка, слои плотнаго камня безъ трещинъ или съ прослойками глины. Если въ водопроницаемомъ слоѣ движется грунтовая вода, то онъ называется водоноснымъ. Водоносный слой, состоящій изъ очень мелкаго песка съ весьма обильнымъ притокомъ воды называется *пльвуномъ*; пльвуны часто встрѣчаются внизу водоноснаго слоя, т. е. вблизи водонепроницаемаго пласта.

Вода, просочившись черезъ верхніе водопроницаемые пласты *A* (черт. 85), доходить до водонепроницаемаго слоя *B* и движется въ видѣ подземнаго потока по поверхности слоя, слѣдуя по главному уклону. Это движеніе весьма медленное, непревосходящее иногда нѣсколькихъ дюймовъ въ сутки. Глубина потока можетъ измѣняться отъ нѣсколькихъ футь до 10 и болѣе сажень, а ширина его неопредѣленно велика и обыкновенно измѣряется верстами. Глубина и ширина потока обуславливаются рельефомъ верхней поверхности водонепроницаемаго пласта, напр. въ точкѣ *a* глубина потока равна *bc*, а въ точкѣ *a'* равна *b's' > bc*. Глубина, на которой встрѣчается грунтовая вода, колеблется въ чрезвычайно широкихъ предѣлахъ и часто, какъ напр. на черт. 85, зависитъ отъ рельефа поверхности земли; въ точкѣ *a* эта глубина равна *ab*, а въ точкѣ *a'* равна *a'b' < ab*. Поверхность грунтовыхъ водъ можетъ въ разное время года для одной и той же мѣстности подниматься или понижаться; такое колебаніе уровня водъ обуславливается главнымъ образомъ

количествомъ атмосферныхъ осадковъ. Уклонъ поверхности потока вообще переменный, что въ связи съ различной глубиной потока и съ различнымъ строеніемъ породъ, по которымъ протекаетъ вода, обуславливаетъ большія измѣненія въ скорости подземнаго потока. Подъ водо непроницаемымъ пластомъ *B* можетъ лежать водопроницаемый *C* и водонепроницаемый *D*, затѣмъ далѣе водопроницаемый *E* и водонепроницаемый *F* и т. д. Въ нѣкоторыхъ изъ водопроницаемыхъ пластовъ можетъ и не находиться грунтовая вода, напр. въ пластъ *CC*. Въ пластъ *EE* вода можетъ двигаться свободно (т. е. безъ напора и подъ напоромъ, напр. въ части *EG* — свободно, а далѣе — подъ напоромъ; такъ что если въ *m* устроить колодезь (или сдѣлать буровую скважину), то вода поднимется до горизонта *m'*, т. е. выше горизонта *n* на величину *m'n*; горизонтъ *m'* будетъ ниже горизонтальной линіи *kk'*, совпадающей съ поверхностью воды въ части *EG*, гдѣ вода движется свободно; высота *k'm'* представляетъ потерю напора на гидравлическія сопротивленія при проходѣ воды отъ *g* къ буровой скважинѣ. Такимъ образомъ, опуская буровую скважину все глубже и глубже, можемъ встрѣтить нѣсколько подземныхъ потоковъ, движущихся независимо другъ отъ друга; вода въ нихъ можетъ быть различнаго состава; чѣмъ глубже залегаетъ потокъ, тѣмъ больше обыкновенно въ немъ минеральныхъ веществъ. Такъ, напр. въ Петербургѣ найдено 4 подземныхъ потока: первый на глубинѣ 88 фѣт., второй—на 388 фѣт., третій—на 517 фѣт. и четвертый—на 638 фѣт. Минеральныхъ веществъ на 1000 частей содержится: въ 1-мъ—1,14 части, во 2-мъ—2,23 части, въ 3-мъ—4 части; главная составная часть этихъ веществъ поваренная соль, затѣмъ входятъ хлористыя и углекислыя соли кальція, магнія и т. п. Вода двухъ смежныхъ потоковъ можетъ смѣшиваться, если напр. водонепроницаемый слой, ихъ раздѣляющій, не на всемъ протяженіи сплошной, а имѣетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ прорывы. Вода, встрѣчаемая буровыми скважинами на различныхъ глубинахъ, протекаетъ съ поверхности земли и часто съ весьма большихъ разстояній отъ мѣста скважины. Вода артезіанскаго колодца въ Москвѣ на Яузскомъ бульварѣ получается съ песчаныхъ слоевъ девонской системы, выходящихъ на поверхность земли на Валдайской возвышенности, а также южнѣе Тулы, и образующихъ котловину, надъ которой и расположена Москва. Вода атмосфер-

Водоснабженіе ключевой водою.

Водоснабженіе города Парижа.



Черт. 88.

Ключъ Moulin de la Source.

Онъ одинъ изъ ключей группы Dhuis, появляющихся на границѣ между трещиноватыми третичными наслояніями и земляными мергелями. Количество воды — 300 литровъ въ секунду.

(Lueger).

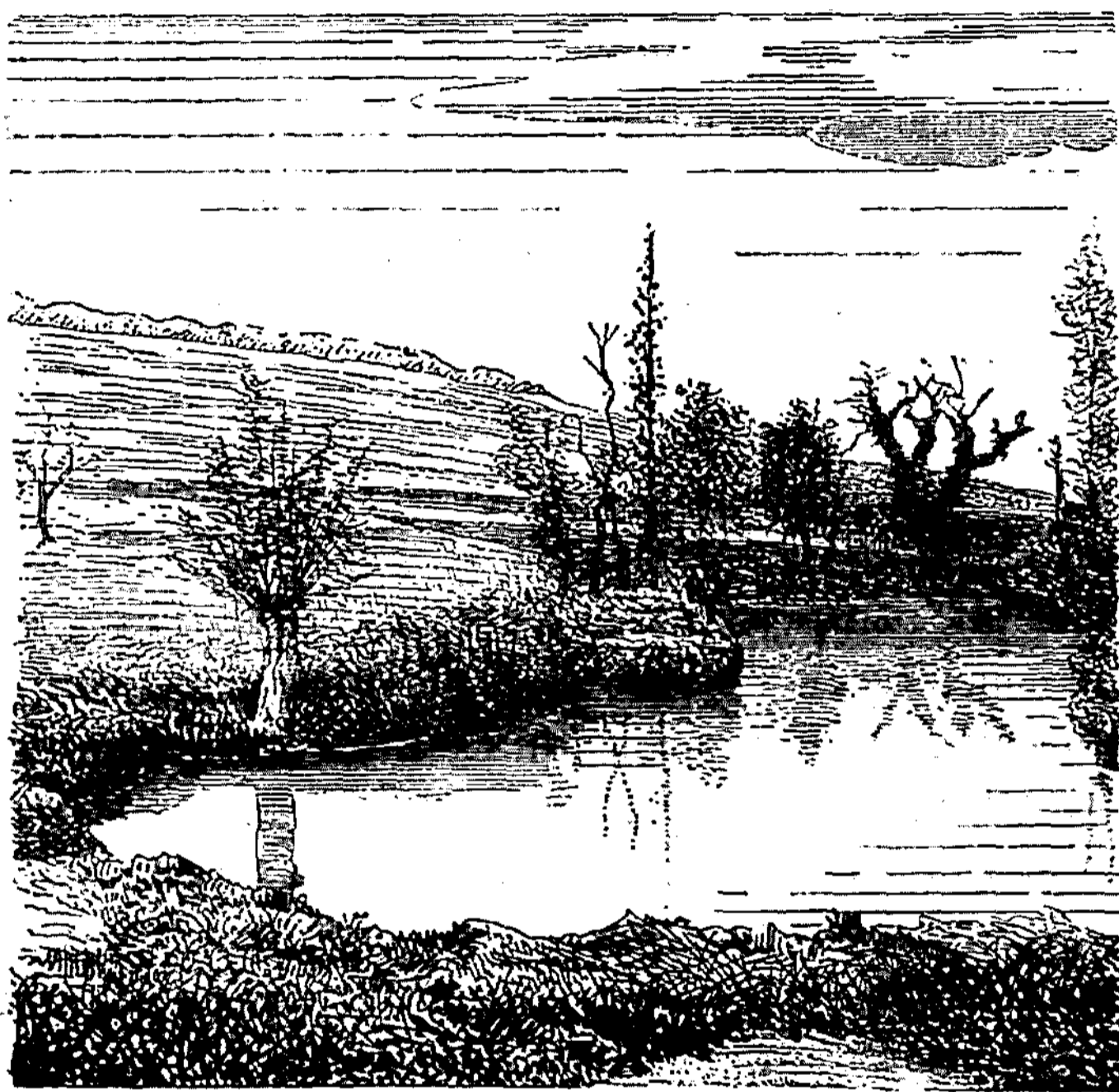
ныхъ осадковъ, проходить по водопроницаемымъ пластамъ девонской системы, слѣдя ихъ уклону и находится подъ Москвой на глубинѣ 1500 футь. Такъ какъ Москва лежитъ на 500 футь ниже девонскихъ пластовъ Валдайской возвышенности, то вода въ колодцѣ поднимается на большую высоту, но все-таки до поверхности земли не доходить на 6 саж. Эта вода, получающаяся въ количествѣ около 200.000 ведеръ въ сутки, довольно жесткая, почему жителями для питья не употребляется; она проведена на городскія скотобойни.

Какъ объяснено выше, вода, выпадающая на поверхность земли и просачивающаяся черезъ верхніе водопроницаемые пласты, задерживается водонепроницаемымъ пластомъ. При этомъ вода можетъ, въ предѣлахъ площади даже нѣсколькихъ квадратныхъ верстъ, образовать нѣсколько потоковъ съ различнымъ направленіемъ движенія. На черт. 87 представленъ планъ горизонталей, показывающихъ горизонты грунтовыхъ водъ въ мѣстности р. Яузы притока рѣки Москвы; изъ чертежа видно, что осадки, выпадающіе въ предѣлахъ площади  $ABCD$  и просачивающіеся до водонепроницаемаго пласта (Юрская глина), направляются по 3 различнымъ направленіямъ, указаннымъ стрѣлками I, II, III и IV, откуда ясно, что эти осадки попадаютъ въ 3 разные бассейна, а именно въ бассейны р. Яузы, р. Клязьмы и въ бассейнъ, лежащій вправо отъ  $B$ . Точно также въ предѣлахъ площади  $EFGH$  грунтовая вода двигаются по разнымъ направленіямъ V, VII и пр. и попадаютъ въ бассейны р.р. Яузы и Клязьмы. Можно сказать, что атмосферные осадки, выпадающіе на площадь  $EG'D'A'$ , просачиваясь въ грунтъ образуютъ общій подземный потокъ, идущій приблизительно по направленію теченія р. Яузы, показанному на чертежѣ пунктиромъ и слѣдовательно, можно ожидать встрѣтить между точками  $A$  и  $F$  всю соотвѣтствующую массу грунтовой воды. Последнее заключеніе будетъ вѣрно однако только въ томъ случаѣ, когда въ водонепроницаемомъ пластѣ, *надъ* которымъ движутся разематриваемая грунтовая вода, *нѣтъ* прорывовъ; если эти прорывы существуютъ, напр., въ  $K$ , то часть грунтовой воды уйдетъ въ этомъ пунктѣ въ нижележащій водоносный пластъ.

Изъ только-что сказаннаго слѣдуетъ, что о *направленіи движенія* грунтовыхъ водъ и о *количествѣ* ихъ въ предѣлахъ какой-либо площади нужно заключать очень осторожно и не иначе, какъ на основаніи достаточно подробныхъ изысканій.

Водоснабженіе ключевой водою.

Водоснабженіе города Парижа.



Черт. 89.

Ключъ Vime de Serilly изъ группы ключей Vanne  
въ Шампаньи.

Онъ принадлежитъ къ категоріи восходящихъ ключей. Образуюсь въ толщѣ мѣловаго пласта подъ которымъ лежитъ пластъ водонепроницаемой глины, ключъ этотъ даетъ начало ручью Vime de Serilly. При каптажѣ горизонтъ воды былъ пониженъ приблизительно на 4 метра, что увеличило расходъ воды. Обыкновенная величина расхода — 150 литровъ въ секунду (Lueger). Въ настоящее время этотъ ключъ прикрытъ большой четырехугольной надстройкой со сводами и горизонтъ его очень пониженъ.



Грунтовые воды, о которыхъ сейчасъ шла рѣчь, находятся на небольшой глубинѣ отъ поверхности земли всего около 2—10 саж. и совершенно отличны отъ воды Московскаго артезіанскаго колодца; часть этихъ водъ, двигающихся около точки *C* (черт. 87), служить уже давно для питанія Мытищескихъ водопроводовъ въ Москвѣ (старыхъ и новаго).

Грунтовые воды выходятъ на поверхность земли и образуютъ *ключи*, если притокъ воды довольно значительный; при маломъ притокѣ вода большею частью испаряется и мѣсто выхода воды обозначается только обильною и ярко-зеленою растительностью. Рѣки и рѣчки питаются часто грунтовыми водами.

Самый простой случай *ключа* состоитъ въ томъ, что атмосферная вода, проникая чрезъ водопроницаемые пласты и дойдя до водонепроницаемыхъ, стекаетъ по нимъ, какъ по наклонной плоскости и выходитъ на поверхность въ оврагѣ или долинѣ, прорѣзывающихъ оба пласта. Такіе ключи принадлежатъ къ категоріи *нисходящихъ*.

Ключи могутъ обнаруживаться не только въ оврагахъ или долинахъ. Если напр. (черт. 86) *ed* и *ef* — водонепроницаемые пласты, между которыми лежитъ водоносный слой *ab*, состоящій изъ трещиноватыхъ пластовъ известняка, песчаника и т. п., выходящій на поверхность земли въ точкахъ *a* и *b*, разность высотъ которыхъ *H* не очень мала, то грунтовая вода въ точкѣ *b* будетъ просачиваться на поверхность земли черезъ слои, прикрывающіе водоносный пластъ; раскрывая эти слои, можемъ значительно усилить выходъ наружу грунтовой воды, такъ какъ уменьшимъ сопротивленіе движенію. Многіе ключи съ большимъ притокомъ воды выходятъ на поверхность при подобныхъ условіяхъ и составляютъ категорію *ключей поднимающихся* или *восходящихъ*.

Обратимся теперь къ характеристикѣ *состава грунтовой воды*. Дождевая вода, попадая въ почву, претерпѣваетъ значительныя измѣненія въ своемъ составѣ въ зависимости отъ свойствъ пластовъ, по которымъ она проходитъ; одни вещества вода отдаетъ почвѣ, а въ замѣнъ ихъ изъ почвы принимаетъ другія. Изъ воды переходятъ въ почву: *амміакъ, фосфорная кислота, соли калия* и др., часть *взвѣшенныхъ веществъ* и часть *микроорганизмовъ*. Вода отдаетъ также часть своего *кислорода*, который затѣмъ производитъ въ почвѣ различныя процессы окисленія.

Для примѣра относительнаго состава газовъ, растворенныхъ въ грунтовой водѣ могутъ служить слѣдующія цифры парижскихъ ключей.

	Ключъ Vanne	Ключъ Dhuis
	куб. с. на литръ воды.	
Кислорода . . . . .	6,4	7,2
Азота . . . . .	14,9	13,6
Углекислоты . . . . .	20,3	23,4
Итого . . . . .	41,6	44,2

Поглощая *углекислоту*, вода становится въ состояннн растворить многія вещества, которыхъ не могла бы растворить иначе; и дѣлается еще болѣе богатой минеральными примѣсями. Чѣмъ болѣе длинный путь пройденъ водою по водоноснымъ пластамъ, чѣмъ разнообразнѣе составъ этихъ пластовъ, тѣмъ больше минеральныхъ веществъ въ водѣ; вотъ почему артезианская вода, добываемая съ большой глубины, прошедшая, слѣдовательно, очень длинный путь, всегда богата минеральными примѣсями (см. таблицы № 3, 4 и 5).

Таблица № 4. Количества солей, найденныя въ грунтовыхъ водахъ во Франціи (по Бешманну).

Характеръ источника водоснабженія.	Въ какомъ городѣ.	Количество минеральныхъ веществъ въ миллиграммахъ на литръ воды.
Ключи . . . . .	Парижъ . . . . .	225
	Vanne . . . . .	297
	Dhuis . . . . .	527
	Arcueil . . . . .	359
	Лилль . . . . .	368
	Гавръ . . . . .	280
	Besangon . . . . .	260
Ключъ . . . . .	Dijon . . . . .	320
	Fécamp . . . . .	140
Ключъ . . . . .	de la Somme-Sonde (Champagne) . . . . .	240
	de la Vigne (Normandie) . . . . .	142
Артезианскія воды . . . . .	Парижъ . . . . .	141
	{ Grenelle . . . . .	133
	{ Passy . . . . .	230
	Руанъ . . . . .	320
	Перпиньякъ . . . . .	605
	Туръ . . . . .	710
	Cambrai . . . . .	
	Elbeuf . . . . .	

Таблица № 5. Результаты анализовъ артезианскихъ и рѣчныхъ водъ у Кіева.

(Изъ очерка Днѣпра — инж. Максимовича, стр. 26).

Содержаніе солей и другія свойства воды.	Въ литрѣ воды изъ артезианскихъ горизонтовъ.				Въ лит. днѣпров. текучей воды.
	1-го.	2-го.	3-го.	4-го.	
	на глубинѣ 22' отъ ординара Днѣпра. м и л л	на глуб. 200' отъ ор. Днѣп. и г р	на глуб. 240' отъ ор. Днѣп. п м м	на глуб. 640' отъ ор. Днѣп. о в ъ.	
Плотваго остатка (при 100° Ц.) . . . . .	350,50	354,60	347,00	343,30	171,50
Извести . . . . .	131,70	125,80	124,20	69,40	56,90
Магnezіи . . . . .	16,66	23,16	22,37	38,97	10,60
Окиси желѣза . . . . .	0,24—0,60	0,60	1,2	0,20	0,80
Амміака свободнаго . . . . .	0,30	0,30	0,30	0,60	—
„ бѣлковиннаго . . . . .	—	0,04	—	—	слѣды.
Окиси калия . . . . .	—	—	—	195,17	1,30
Окиси натрія . . . . .	—	—	—	30,62	4,00
Хлора . . . . .	8,26	3,89	3,87	25,50	4,60
Сѣрной кислоты . . . . .	5,80	2,66	—	14,14	1,50
Кремневой кислоты . . . . .	—	—	30,2	8,00	—
Азотной кислоты . . . . .	сл.—0,92	слѣды.	слѣды.	8,02	—
Азотистой кислоты . . . . .	0	0	0	0	—
Сѣрнвстаго водорода . . . . .	слѣды.	0-слѣды.	слѣды.	0	—
Окисляемость (въ мгрм. кислорода) . . . . .	1,35	1,32	2,1	0,33	14,90
Жесткость въ нѣмецкихъ градусахъ . . . . .	15,5	16,8	15,5	12,4	7,17
Температура воды при выходѣ изъ скважины, по Ц. . . . .	9,4°	11,5°	—	15,1°	—

Если слои состоятъ изъ силикатовъ—гранита, кварца, полевого шпата, то вода мало растворяетъ ихъ, а потому будетъ бѣдна минеральными веществами. Проходя слои известняка, мѣла, доломита, вода дѣлается богатой известью и магnezіей, а послѣ прохожденія черезъ слои каменной соли и гипса вода оказывается съ содержаніемъ хлоридовъ и сульфатовъ.

*Бактеріологическія* изслѣдованія почвенной воды показали, что въ ней микроорганизмы встрѣчаются почти всегда: въ ключевой водѣ—въ маломъ количествѣ, а въ колодезной—въ значительно большемъ. Это обстоятельство объясняется тѣмъ, что вода въ колодцѣ остается въ покоѣ; при постоянномъ откачиваніи изъ колодца, вода

Примѣры большихъ ключей.

Черт. 90.

Ключъ, дающій начало рѣкѣ Loiget, притоку Луары во Франціи. Это одинъ изъ самыхъ могучихъ восходящихъ ключей. Онъ обязанъ своимъ существованіемъ цѣлому ряду пещеръ, образовавшихся въ отложенияхъ нѣкняго Мiocена, наполняющихся водой Луары и грунтовыми водами.



По Loiget плаваютъ пароходы до его истока (Lueger).

Черт. 91.

Знаменитый ключъ Sorgne во Франціи (Vaucluse), принадлежащій къ категоріи восходящихъ. Онъ вытекаетъ изъ воронкообразнаго ключа, соединеннаго съ глубокой пещерой. Грунтовые воды собираются въ толщѣ трещиноватыхъ слоевъ, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ водонепроницаемыми мергелями. Бассейнъ ключа имѣетъ 1.650 кв. километр. Расходъ ключа 6—60 кубнч. метровъ въ секунду (Lueger).



колодезная будетъ содержать микроорганизмовъ значительно менѣе.

Количество бактерій въ ключевой водѣ измѣняется довольно замѣтно со временемъ года; такъ въ ключахъ Vanne и Dhuis, изъ которыхъ Парижъ получаетъ ключевую воду, число бактерій въ среднемъ измѣняется въ теченіе года слѣдующимъ образомъ.

	Бактерій на 1 куб. сантиметръ.	
	Ключъ Vanne.	Ключъ Dhuis.
Зима . . . . .	1.200	3.180
Весна . . . . .	720	2.125
Лѣто . . . . .	770	635
Осень . . . . .	505	1.605
Среднее за годъ . . . . .	800	1.890

По классификаціи Микеля (см. § 34) вода обоихъ ключей должна считаться только чистой.

Если ключевая вода проводится въ городъ съ большихъ разстояній въ открытыхъ руслахъ, какъ это имѣетъ мѣсто, напр., въ Парижѣ, Вѣнѣ, Царскомъ Селѣ и т. д., то число бактерій въ водѣ по мѣрѣ приближенія ея къ городу увеличивается; такъ въ водѣ, взятой изъ Таицкаго ключа, снабжающаго водою Царское Село, найдено всего 26 бактерій въ 1 кубич. сантиметрѣ, а въ водѣ того же ключа, взятой въ городѣ (у Орловскихъ воротъ) оказалось 718 бактерій.

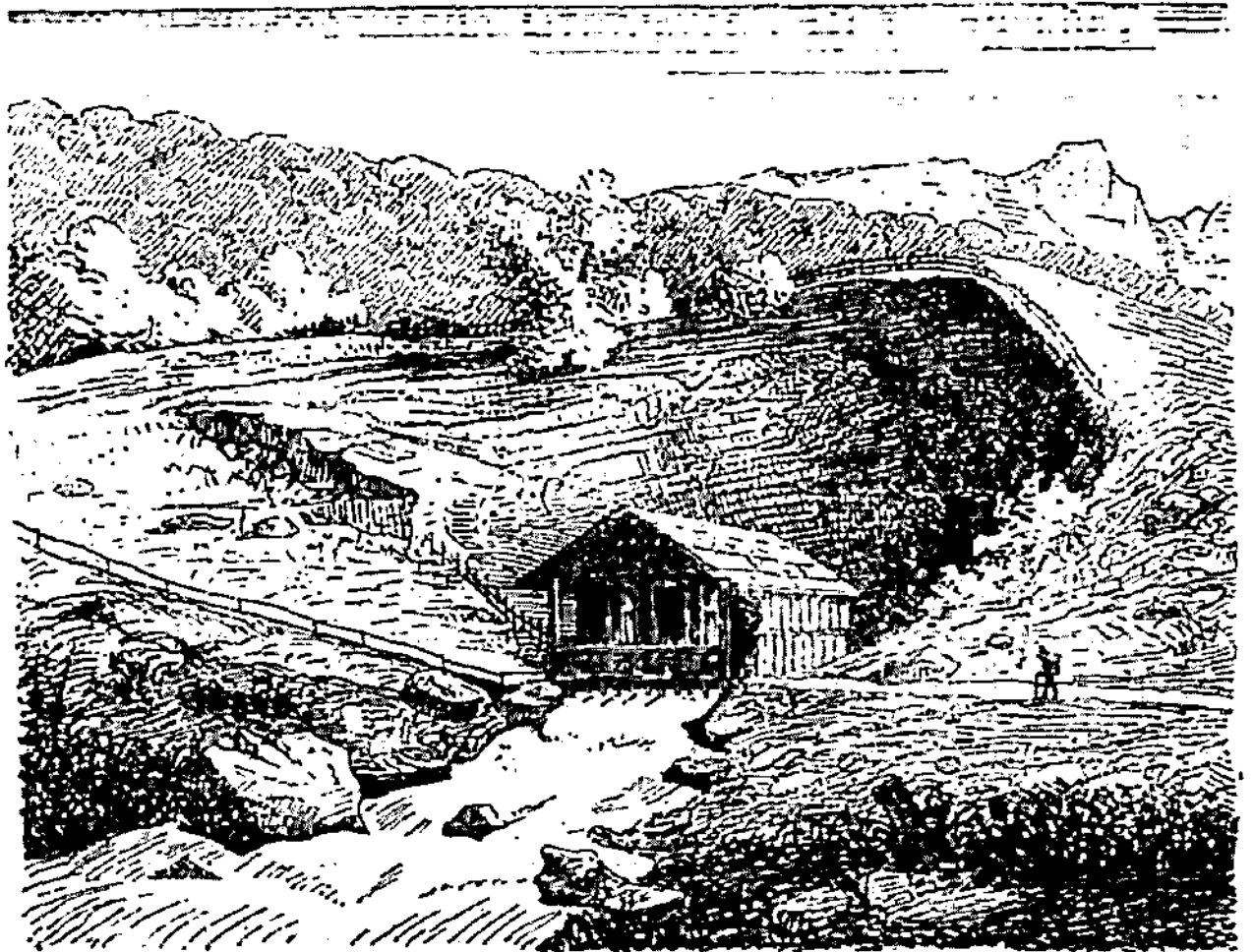
Что касается *температуры*, то ключевая и колодезная вода имѣетъ обыкновенно температуру въ 5° — 10° С. и эта температура остается довольно постоянной, будучи лѣтомъ холоднѣе атмосферной, а зимою теплѣе, почему, независимо отъ другихъ причинъ, ключевая и колодезная вода потребляется охотнѣе рѣчной и озерной.

Артезианская вода обыкновенно имѣетъ температуру болѣе высокую, чѣмъ средняя годовая температура воздуха, почему спеціальныя примѣненія артезианской воды могутъ быть довольно обширны.

Весьма важнымъ является вопросъ о загрязненіи грунтовыхъ водъ. Почва въ городахъ всегда и въ сильной степени загрязнена отбросами городского хозяйства, такъ какъ содержимое въ выгребныхъ и помойныхъ ямахъ, — животные экскременты на улицахъ и т. п. — просачиваются мало-по-малу въ почву, загрязняютъ ее и, слѣдовательно загрязняютъ также грунтовую воду. Грунтовая вода въ чертѣ города всегда загрязнена въ большей или меньшей степени. Чѣмъ сильнѣе загрязнена грунтовая вода, тѣмъ больше она заключаетъ *амміака*,

Водоснабженіе города Вѣны.

Черт. 92.—Видъ ключа Kaiserbrunnen до постройки захватныхъ сооружений Вѣнскаго водопровода. Ключъ вытекаетъ въ глубокой котловинѣ, окруженной крутыми склонами и представляетъ типичный примѣръ ключа, появляющагося на границѣ водонепроницаемыхъ и водопроницаемыхъ слоевъ.



Количество воды 800 литровъ въ секунду.



Черт. 93. — Видъ ключа Kaiserbrunnen послѣ постройки захватныхъ сооружений Вѣнскаго водопровода (Stadler).

азотной кислоты, хлора и органических веществ. Для примѣра приводимъ въ таблицѣ № 6 анализъ грунтовыхъ водъ въ Москвѣ и Будапештѣ.

Таблица № 6. Результаты анализовъ нѣкоторыхъ грунтовыхъ водъ.

	Миллиграммовъ въ 1 литрѣ т. е. $\frac{1}{1.000.000}$			
	Амміакъ.	Азотная кислота.	Хлоръ.	Органич. вещества.
Грунтовая вода на окраинахъ Москвы . . . . .	0,8	41,5	90,0	141,1
Грунтовая вода въ центральныхъ частяхъ Москвы . . . . .	47,5	134,1	390,0	926,2
Грунтовая вода въ чистой почвѣ Будапешта . . . . .	1,15	549,0	314,0	58,5
Грунтовая вода въ загрязненной почвѣ Будапешта . . . . .	3,69	562,0	353,0	90,5

Можно было бы думать, что *кладбища* должны особенно сильно загрязнять грунтовую воду; однако, многочисленные анализы опровергаютъ такое предположеніе. Оказывается, что по содержанію амміака, азотной и азотистой кислотъ, хлора и органическихъ веществъ колодезная вода на кладбищахъ бѣднѣе, чѣмъ колодезная вода въ городахъ. Составъ грунтовой воды въ предѣлахъ города (т. е. загрязненной), оказывается далеко не постояннымъ и зависитъ отъ количества атмосферныхъ осадковъ, просачивающихся въ почву; послѣ дождей количество плотныхъ веществъ въ грунтовой водѣ увеличивается и она становится еще болѣе загрязненной.

Фабрики, заводы и вообще промышленныя заведенія очень часто загрязняютъ почву, а, слѣдовательно, и грунтовую воду, отбросами своего хозяйства; такъ, напр., газовые заводы вводятъ въ почву амміакъ и различнаго рода смолистыя вещества; содовые заводы увеличиваютъ содержаніе хлора, извести и сѣрной кислоты.

### § 25. Опредѣленіе количествъ воды, могущихъ быть полученными изъ даннаго источника.

Опредѣленіе количества воды, которое можетъ дать тотъ или другой источникъ (рѣка, озеро, водохранилище, ключи и пр.), должно быть исполнено съ возможно болѣею точностью, такъ какъ количество воды имѣетъ часто рѣшающее значеніе въ выборѣ источника.

Поэтому при изысканіяхъ водоснабженія, дѣлая общее гидрологи-

ческое и геологическое изслѣдованіе мѣстности при помощи съеомокъ, нивелировокъ, буреній и пр., необходимо не опускать изъ вида изслѣдованія размѣровъ воднаго запаса стоячихъ водъ или расхода текучихъ водъ, коими желаютъ воспользоваться въ данномъ случаѣ.

Какъ получаютъ такія данныя для рѣкъ, озеръ и искусственныхъ водохранилищъ указано въ курсѣ Водяныхъ Сообщеній.

Поэтому мы остановимся здѣсь лишь на опредѣленіи расхода ключей, подземныхъ потоковъ и скопленій.

Если расходъ ключа не великъ, то онъ измѣряется непосредственно наполненіемъ сосуда опредѣленной вмѣстимости. При значительныхъ расходахъ устраиваютъ на выводномъ каналѣ водосливъ. При этомъ необходимо принять мѣры, чтобы не увеличить напоръ на выходныя отверстія ключевыхъ струй или не уменьшить его поднятіемъ или пониженіемъ горизонта воды въ ключѣ, такъ какъ въ обоихъ случаяхъ измѣренный расходъ будетъ не вѣренъ.

Измѣренія расхода ключей должны производиться многократно въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, чтобы дать *годовой* и *абсолютный* минимумы расхода, соотвѣтствующіе сухому времени. Если нѣтъ такихъ долгихъ наблюденій, то къ добытымъ результатамъ необходимо относиться съ большою осторожностью, провѣряя состояніе ключей по показаніямъ сторожиловъ и ни въ какомъ случаѣ не принимая въ расчетъ для водоснабженія всего, даже наименьшаго, количества воды, которое можетъ невидимому дать ключъ. Это тѣмъ болѣе необходимо, что ключи легко уменьшаются въ расходѣ и даже изсякаютъ при производствѣ въ сосѣдствѣ съ ними работъ туннельныхъ, горныхъ и т. п. Въ виду этого обстоятельства слѣдуетъ окружать ключи городскихъ водоснабженій возможно большою охранительной зоной, гдѣ всякія работы такого рода были бы запрещены.

Для опредѣленія расхода, который могутъ давать подземные потоки и скопленія воды, затрудненія еще болѣе значительны.

Прежде всего нужно составить при посредствѣ колодцевъ или буровыхъ скважинъ карту поверхности подземныхъ водъ съ горизонталями, чтобы установить, составляютъ ли эти воды потокъ или скопленіе. Подземный потокъ, въ общемъ случаѣ, можетъ давать болѣе воды (непрерывно), чѣмъ скопленіе въ коемъ вода можетъ возстановляться только медленно. Въ случаѣ потока — измѣряютъ его поперечную профиль посредствомъ буреній по линіямъ нормальнымъ къ оси



его, и скорость движенія воды. Послѣдняя, вообще малая величина, измѣряется только примѣрно, такъ какъ точное измѣреніе не возможно. Ее находятъ, наблюдая время, чрезъ которое подъемъ воды въ сообщающейся съ подземнымъ потокомъ рѣкѣ или озерѣ ощущается въ колодцахъ, время, нужное, чтобы окрашивающія вещества или соли перешли отъ одного колодца до другого и т. п.

Въ случаѣ скопленія—нужно опредѣлить не только общій размѣръ запаса, но и возможный расходъ. Это очень трудно. Тутъ дѣлаютъ наблюденія надъ количествомъ дождя, водопроницаемостью грунта и т. д. Но для сколько-нибудь опредѣленныхъ результатовъ нуженъ непосредственный опытъ. Роютъ колодезь и откачиваютъ въ немъ воду. Откачавъ извѣстный объемъ, даютъ колодцу вновь наполниться и замѣчаютъ время. Лучше же откачивать воду непрерывно, пока не установится нѣкоторый горизонтъ, ниже котораго вода не будетъ опускаться; расходъ помпъ—будетъ максимумъ того, что можетъ притекать въ колодезь въ секунду. При этомъ нужно отъ времени до времени прекращать выкачиваніе, чтобы убѣдиться, что прежній горизонтъ восстанавливается быстро, и что помпы извлекаютъ только прибывающую воду, а не скопившійся въковой запасъ.

Такіе опыты нужно дѣлать много разъ въ разное время года и все-таки потомъ брать въ расчетъ расходъ, много меньшій найденнаго.

Наконецъ, при артезіанскихъ водахъ предварительное опредѣленіе расхода съ какой бы то ни было увѣренностью—еще труднѣе. Тутъ невозможны ни непосредственныя измѣренія, ни даже пробныя буренія. Подробное геологическое изслѣдованіе мѣстности очень опытнымъ спеціалистомъ можетъ при посредствѣ аналогій дать нѣкоторыя указанія, къ которымъ необходимо относиться съ крайней осторожностью. Единственное средство—прямой опытъ устройства колодца. Когда въ извѣстной мѣстности имѣется уже одинъ колодець, другіе могутъ быть устраиваемы съ большей увѣренностью, но при этомъ не слѣдуетъ думать, что они дадутъ то же количество воды. Въ большинствѣ случаевъ ея будетъ меньше въ обоихъ, если новый колодець близокъ къ старому.

Наблюденія надъ расходомъ артезіанскихъ колодцевъ показываютъ, что количество воды въ каждомъ изъ нихъ можетъ очень колебаться въ теченіи года отъ климатическихъ и другихъ условій.

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

### Количества воды, потребной для разныхъ цѣлей.

СОДЕРЖАНИЕ: § 26. Способъ измѣренія количества доставляемой воды.—  
§ 27. Примѣры количествъ воды, доставляемыхъ разными водопроводами.—  
§ 28. Норма суточного расхода воды для отдѣльныхъ потребностей города.—  
§ 29. Незбѣжная потеря воды.—§ 30. Безполезная трата воды.—§ 31. Колебанія расхода воды.—§ 32. Приростъ населенія.—§ 33. Среднiя годовыя нормы суточного потребленiя воды на одного жителя.

#### § 26. Способъ измѣренiя количества доставляемой воды.

Обыкновенно количество воды, потребляемое въ известномъ городѣ или потребность въ водѣ въ немъ, относятъ къ числу жителей города и выражаютъ въ единицахъ объема, приходящееся на *одного* жителя.

Въ зависимости отъ того, велика или мала эта цифра городъ считается плохо или хорошо снабженнымъ водой. Создается такимъ образомъ нѣкоторая, вполне искусственная, *норма*, которая можетъ часто вводить въ заблужденiе.

Въ весьма большомъ числѣ случаевъ потребленiе воды совсѣмъ не пропорціонально числу жителей. Для домашнихъ потребностей такая пропорціональность можетъ быть и существуетъ, но ея вовсе нѣтъ для другихъ потребностей города, каковы поливка улицъ, тушенiе пожаровъ и проч. Кромѣ того, размѣръ потребленiя воды зависитъ въ высокой степени отъ удобствъ въ пользованiи ею, предоставленныхъ жителямъ. Смотря по тому, можно ли получать воду въ каждой квартирѣ или за ней нужно ходить къ водоразборнымъ кранамъ, смотря по устройству домовъ въ видѣ англiйскихъ отдѣльныхъ дачъ съ садиками или скученныхъ Петербургскихъ конгломератовъ

квартиръ и т. д., для одного и того же числа людей нужно будетъ предвидѣть большее или меньшее количество воды.

Тѣмъ не менѣе обычай относить потребление воды къ числу жителей такъ прочно установился въ практикѣ водопроводнаго дѣла, что инженеру, проектирующему водопроводъ, необходимо съ нимъ считаться и лишь стараться исправлять его недостатки осмотрительнымъ выборомъ единичной нормы въ каждомъ частномъ случаѣ.

Что касается до мѣръ объема воды, то онѣ крайне различны въ зависимости отъ общей системы мѣръ страны. У насъ потребление воды опредѣляется обыкновенно въ ведрахъ.

### § 27. Примѣры количествъ воды, доставляемыхъ разными водопроводами.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ (№ 7 и № 8) приведены нѣкоторыя цифры, относящіяся къ водопроводамъ въ большихъ городахъ Западной Европы, Сѣверной Америки и Россіи; изъ этихъ таблицъ видно, что въ сѣверо-американскихъ городахъ потребление воды, выраженное количествомъ воды, приходящимся въ сутки на одного жителя, значительно больше, чѣмъ въ городахъ Западной Европы.

Изъ данныхъ таблицы № 7 видно также, что водопроводы настоящаго времени существенно отличаются устройствомъ своимъ отъ общественныхъ водопроводовъ древняго міра. Наши водопроводы берутъ воду не только изъ ключей, рѣкъ, озеръ и искусственныхъ прудовъ, какъ это дѣлалось почти исключительно въ древности, но также пользуются *грунтовой* водой, извлекаемой искусственно изъ глубины почвы. Кроме этого, замѣтимъ тутъ же, существуетъ большое различіе въ способѣ доставки воды въ городъ. Примѣнявшееся древними проведение воды въ городъ каналомъ, пересекающимъ возвышенности—туннелями, а долины—мостами-акведуками, хотя и употребляется и нынѣ, но довольно рѣдко; такъ напримѣръ въ *Вѣннѣ* такимъ способомъ проведена вода изъ ключей Kaiserbrunn и Stixenstein въ разстояніи 80 килом. отъ города, въ *Нью-Йоркѣ* также вода проведена изъ рѣки Кротона, подпертой водоудержательной плотиной въ разстояніи 70 килом.; для провода въ *Парижѣ* ключевой воды устроены между прочимъ водопроводы Ваннь и Дюи (aqueducs de la Vanne

Таблица № 7. Количества воды, доставляемая водопроводами главныхъ городовъ Сѣверной Америки и Европы (по даннымъ проф. Ф. Е. Максименко).

№	Г о р о д а .	Число жителей.	Количество доставляемой воды ведеръ.	Количество воды въ сутки на жителя ведеръ.	Длина сѣти трубъ верстъ.	Примѣчаніе.
1	Филадельфія . .	1.070.000	46.000.000	43,0	—	
2	Чикаго . . . .	1.500.000	60.000.000	40,0	1.820	Вода взъ верхнаго озера.
3	Нью-Йоркъ . .	1.900.000	51.000.000	26,8	1.030	Изъ р. Бротона, вртвля р. Гудсона.
4	Парижъ . . . .	2.500.000	45.000.000	18,0	1.400	Изъ ключей — 30% изъ р.р. Сены и Марны 70%.
5	С.-Петербургъ.	1.000.000	15.000.000	15,0	600	Фильтрованная большей частью вода взъ р. Невы.
6	Лондонъ . . . .	5.800.000	67.500.000	11,7	5.000	Изъ р. Темзы 51% изъ р. Ли 42%, изъ колодцевъ 7%.
7	Берлинъ . . . .	1.700.000	8.100.000	4,8	675	Фильтрованная вода изъ р. Шпре и Тегельскаго озера.
8	Вѣна . . . . .	1.400.000	6.200.000	4,4	315	Ключевая вода, изъ ключей въ разстояніи 80 милом.
9	Варшава . . .	450.000	1.200.000	2,7	90	Фильтрованная вода изъ р. Вислы.
10	Москва . . . .	850.000	2.000.000	2,4	100	Грунтовая вода изъ колодцевъ около села В. Мытищи.

et de la Dhuis) длиною первый 162 версты, а второй 123 версты, въ видѣ каналовъ, которые пересѣкаютъ долины отчасти акведуками, а преимущественно дюкерами изъ чугунныхъ трубъ. Въ большинствѣ случаевъ вода проводится однако не самотокомъ, а *подъ напоромъ*, причемъ вода нагнетается паровыми насосами въ чугуныя трубы, идущія отъ мѣста сбора воды къ городу. Наконецъ, существуетъ разница также и въ *способѣ разведенія* воды по городу; тогда какъ въ древности вода проводилась преимущественно въ главнѣйшія общественныя учрежденія, въ настоящее время вода разводится по всѣмъ улицамъ города, въ каждый домъ и каждую квартиру, почему водою въ достаточномъ количествѣ могутъ пользоваться не только богатые жители города, но и люди съ малыми средствами.

Таблица № 8. Количество воды, доставляемое водопроводами главныхъ городовъ Россіи (по даннымъ Русскихъ Водопроводныхъ Сѣвъзовъ и др.).

Г О Р О Д А.		Число жителей.	Потребленіе воды въ сутки на жителя. Ведеръ.
1	С.-Петербургъ . . . . .	1.000.000	15 и болѣе
2	Москва . . . . .	850.000	1,7 — 2,4
3	Варшава . . . . .	450.000	2,7
4	Одесса . . . . .	350.000	5 <sup>5</sup> / <sub>7</sub>
5	Кіевъ . . . . .	200.000	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	Харьковъ . . . . .	170.000	0,9
7	Казань . . . . .	140.000	1,24
8	Саратовъ . . . . .	120.000	1,1
9	Самара . . . . .	100.000	1,2 — 3,5
10	Нижній-Новгородъ . . . . .	80.000	3,1
11	Курскъ . . . . .	50.000	1,3
12	Царицынъ . . . . .	50.000	1,3

Примѣчаніе 1: Приведенныя данныя приблизительны.

Примѣчаніе 2: 1 ведро=0,43436 куб. футовъ=12,2989 литровъ; 1 куб. футъ = 2,30226 ведеръ = 28,3153 литровъ; 10 литровъ = 0,8131 ведеръ = 0,3532 куб. футовъ.

### § 28. Норма суточного расхода воды для отдѣльныхъ потребностей города.

Приведенные примѣры показываютъ, въ какихъ широкихъ предѣлахъ колеблется потребленіе воды въ разныхъ городахъ: въ Филадельфій 43 ведра, въ Харьковѣ менѣе ведра. И это еще не крайнія цифры. Между тѣмъ при проектированіи водопровода весьма важно знать возможно точное количество воды, потребное для водоснабженія даннаго города. Очевидно, что при рѣшеніи этого вопроса нельзя основываться на количествѣ воды, потребляемой городомъ до устройства водопровода, такъ какъ это количество можетъ въ дѣйствительности быть и недостаточнымъ, и если городъ тѣмъ не менѣе имъ удовлетворяется, то это объясняется или затруднительностью получать воду въ большемъ количествѣ, не прибѣгая къ устройству водопровода, или же ея дороговизной. Съ устройствомъ водопровода каждый житель можетъ получать воду и въ большемъ количествѣ,

и дешевле, почему является возможность удовлетворять полнѣе уже существующимъ потребностямъ въ водѣ. Но, кромѣ нихъ, нарождаются новыя, до того времени какъ бы не ощущавшіяся потребности, на примѣръ устройство въ домахъ ватерклозетовъ и ваннъ, фонтановъ въ садахъ и площадяхъ, поливка улицъ и т. п., и, такимъ образомъ, потребное для города количество воды значительно увеличивается сравнительно съ тѣмъ, которое было до устройства водопровода. Вотъ почему для рѣшенія поставленнаго выше вопроса необходимо возможно тщательнѣе взвѣсить всѣ предстоящія потребности и для каждой изъ нихъ назначить приличное количество воды.

Задача эта вообще очень трудна, и какъ было уже упомянуто, требуетъ отъ инженера огромной осмотрительности и осторожности, въ особенности, въ виду того, что на ряду съ расходами воды на полезныя потребности города, есть еще *неизбѣжная потеря воды и безполезная трата* воды, которыя могутъ достигать огромныхъ размѣровъ, а также въ виду *прироста населенія* города и постоянного *колебанія секунднаго расхода воды*, вслѣдствіе неравномѣрнаго распредѣленія потребности въ ней въ теченіе сутокъ и года (см. §§ 29, 30, 31, 32).

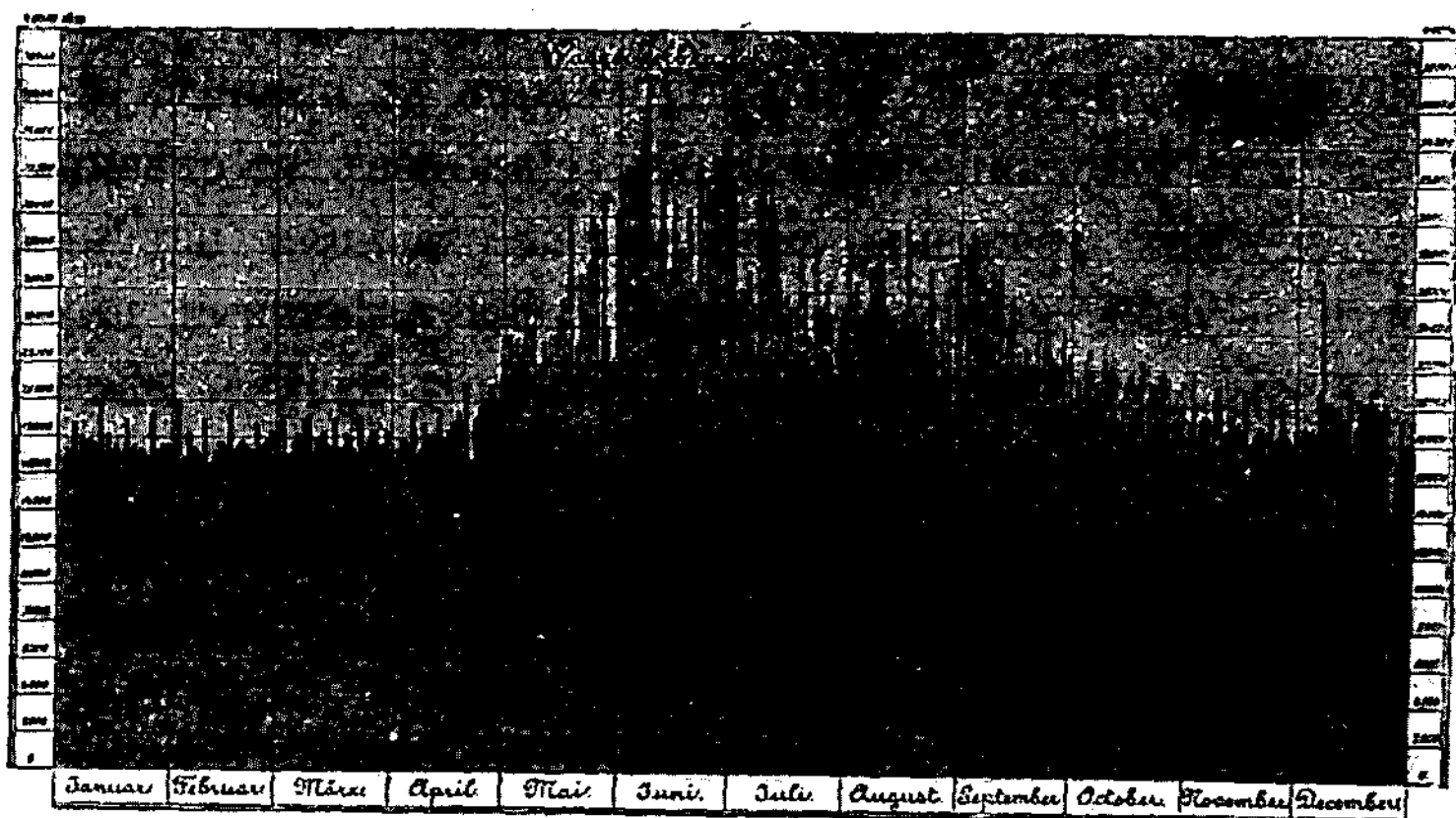
Вода, потребляемая въ городѣ, расходуется для различныхъ цѣлей, а именно: 1) для питья, варки пищи и поддерживанія чистоты въ квартирѣ, 2) для стирки бѣлья, 3) для клозетовъ, 4) для ваннъ, 5) для домашняго скота, 6) для бань, 7) для поливки улицъ, фонтановъ и т. п., 8) для скотобоень, 9) для заводовъ, фабрикъ и другихъ промышленныхъ заведеній, и 10) для тушенія пожаровъ и т. п. Для каждой изъ этихъ потребностей различными специалистами выработаны *нормы*, часто очень отличающіяся между собой. Объединившими наибольшее число мнѣній являются повидимому *нормы* Германскаго Общества газо- и водопроводныхъ инженеровъ (см. таблицу № 9).

**Таблица № 9. Расходы воды, указанные въ 1884 г. германскимъ обществомъ газо- и водопроводныхъ инженеровъ для домашнихъ и для многихъ спеціальныхъ цѣлей.**

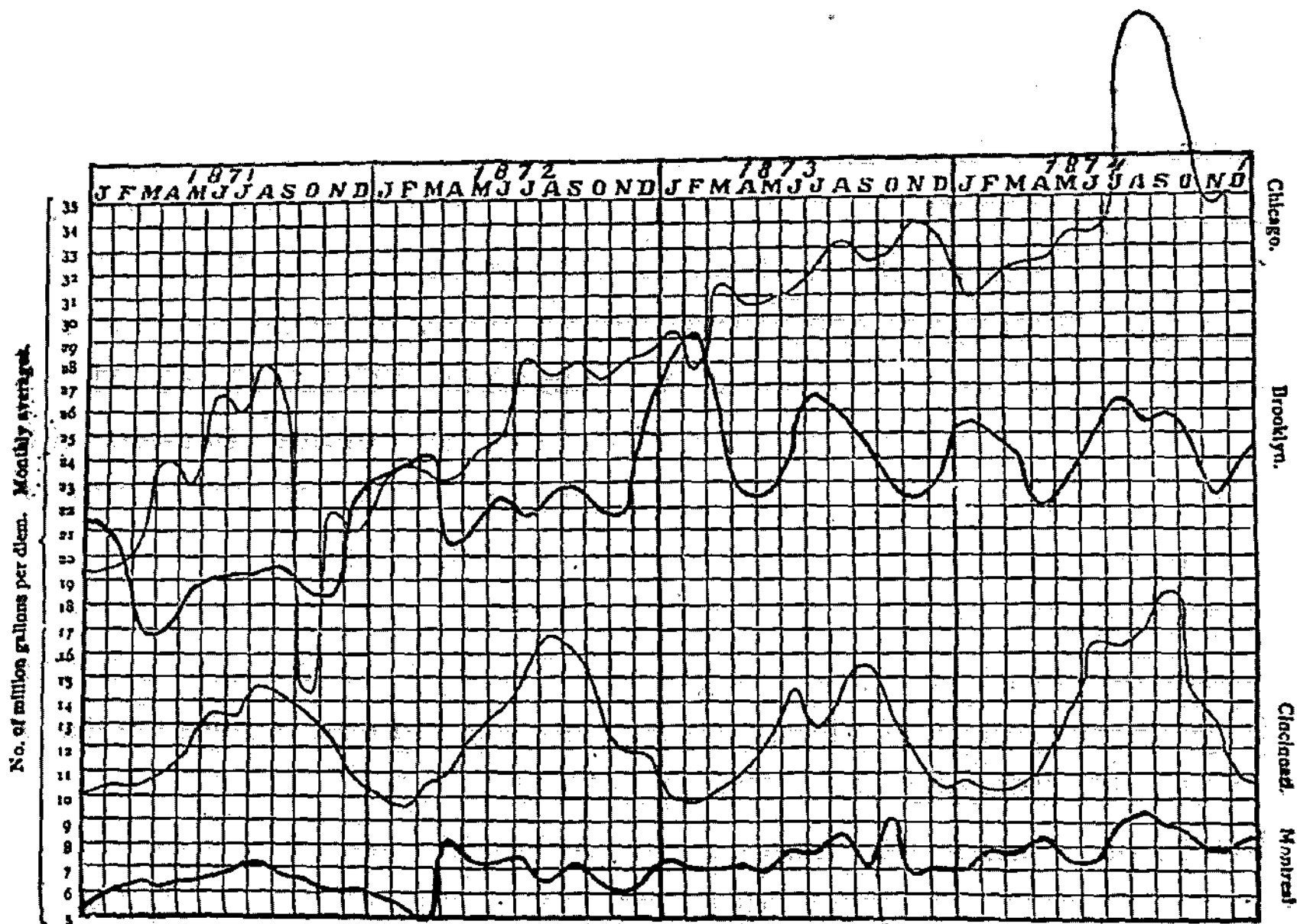
Н а з н а ч е н і е в о д ы .	Количество воды.
1) для питья, варки и содержанія помѣщенія въ чистотѣ на жителя въ день . . . . .	отъ 20 до 30 литр.
2) для стирки . . . . .	„ 10 „ 15 „
	9*

Назначеніе воды.	Количество воды.
3) для 1 промывки ватеръ-клозета . . . . .	6 литр.
4) для обыкновенной промывки писсуара въ день . . . . .	30 „
5) тоже, при постоянной промывкѣ на 1 погонный метръ промывной трубы въ часъ . . . . .	200 „
6) для домашней ванны . . . . .	350 „
7) для душа . . . . . отъ 20 до	30 „
8) для поливки садовъ въ сухой день на 1 кв. метръ . . . . .	1,5 „
9) для поливки тротуаровъ и дворовъ на 1 „ „ . . . . .	1,5 „
10) для водопоя лошади и вообще крупныхъ животныхъ въ день на каждую голову . . . . .	50 „
11) тоже для мелкихъ животныхъ (телятъ, овецъ, свиней и т. п.).	10 „
12) для очистки экипажа . . . . .	200 „
13) въ школахъ на каждого ученика въ день . . . . .	2 „
14) въ казармахъ на каждого человѣка . . . . .	20 „
15) тоже на каждую лошадь . . . . .	40 „
16) въ больницахъ, приютахъ, богадѣльняхъ и т. п. на 1 человека . . . . . отъ 100 до	150 „
17) въ гостиницахъ на 1 человѣка . . . . .	100 „
18) въ общественныхъ ваннахъ на 1 ванну . . . . .	500 „
19) въ прачешныхъ на 100 килограммовъ бѣлья . . . . .	400 „
20) въ бойняхъ на каждую убитую голову . . . . . отъ 300 до	400 „
21) въ рынкахъ на 1 кв. метръ площади въ день . . . . .	5 „
22) для желѣзнодорожныхъ станцій на каждый находящійся въ движеніи паровозъ . . . . . отъ 6.000 до 8.000	„
23) для поливки улицъ на 1 кв. метръ . . . . .	1 „
24) „ „ шоссе „ 1 „ „ . . . . .	1,5 „
25) „ „ общественныхъ садовъ въ сухіе дни на 1 кв. метръ каждый разъ . . . . .	1,5 „
26) для общественныхъ писсуаровъ при постоянной промывкѣ въ часъ на 1 мѣсто . . . . .	60 „
27) тоже при непрерывной промывкѣ въ часъ на 1 погон. метръ промывной трубы . . . . .	200 „
28) для общественнаго колодца въ день на одно мѣсто . . . . .	3.000 „
29) для пивоварень на 1 гектолитръ свареннаго пива (безъ искусственнаго охлажденія погребовъ и безъ пригото- вленія льда).	500 „
30) для паровыхъ машинъ безъ охлажденія въ часъ на 1 паровую лошадь . . . . .	30 „
31) тоже съ охлажденіемъ въ часъ на 1 паровую лошадь . . . . .	800 „
32) для газовыхъ машинъ на 1 куб. метръ газа . . . . . отъ 40 до	60 „
33) для малыхъ фонтановъ въ садахъ при діаметрѣ бассейна отъ 2 до 3 метровъ въ часъ . . . . . отъ 200 до	500 „
34) для большихъ фонтановъ, смотря по величинѣ въ часъ . . . . . отъ 10 до 100 куб. метр. и болѣе	„
35) для пригото- вленія известковаго раствора на кладку 1.000 кирпичей . . . . .	750 литр.

Колебания расходовъ воды въ водопроводахъ.



Черт. 94. — Диаграмма колебаний абсолютнаго суточного расхода воды въ Дрезденѣ въ теченіи одного года (1889). (Lueger).



Черт. 95. — Диаграмма колебаний средних за мѣсяць суточныхъ расходовъ воды въ американскихъ городахъ—Чикаго, Бруклинѣ, Цинцинати и Монтреалѣ въ 1871—74 гг. Расходъ выраженъ въ милліонахъ галлоновъ (средняя величина для каждаго мѣсяца и каждаго города отдѣльно). (Fanning).



## § 29. Необходимая потеря воды.

Въ каждомъ водоснабженіи неизбежна потеря воды. Стыки въ трубахъ, какъ бы тщательно они ни были сдѣланы, съ теченіемъ времени пропускаютъ воду. То же происходитъ въ краяхъ и другихъ приспособленіяхъ удерживающихъ воду. Наконецъ, въ стѣнкахъ трубъ образуются нерѣдко трещины, причемъ вытекающая изъ ихъ вода поглощается почвой, не обнаруживая течи внѣшними признаками (сравн. § 13, стр. 68). Въ каждомъ отдѣльномъ такомъ мѣстѣ утечка не значительна, часто даже ничтожна, но при огромномъ числѣ стыковъ, крановъ и проч. въ водопроводной сѣти общая потеря можетъ достигать большихъ величинъ. Ее слѣдуетъ принимать, напримѣръ, по мнѣнію Никольса (Nichols—Water Supply. New-York. 1883), въ 25—50% общаго расхода воды въ данномъ городѣ.

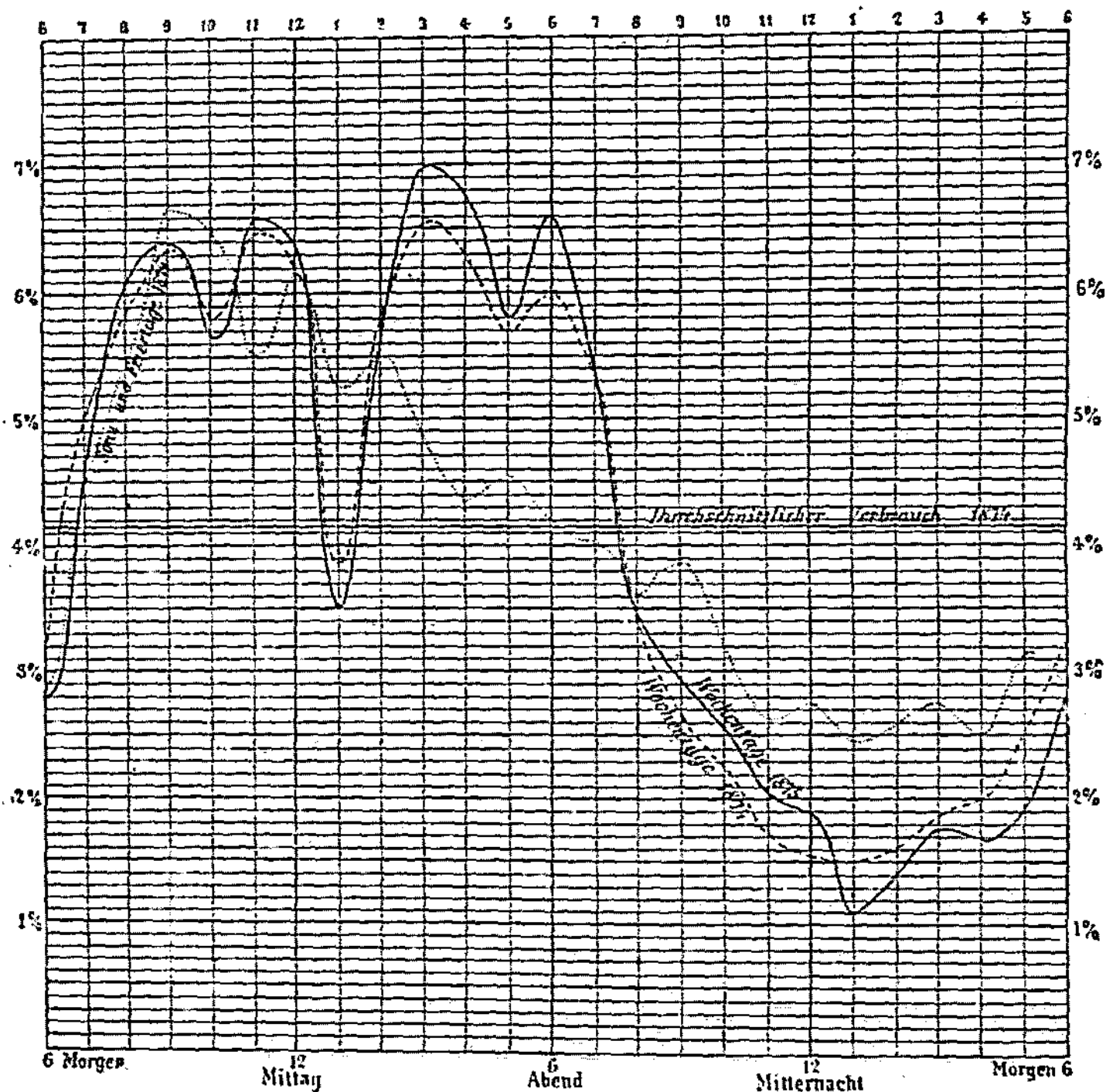
Потери воды имѣютъ тѣмъ болѣе вредное значеніе, что онѣ не могутъ быть учтены, хотя бы съ приблизительной точностью, въ виду самаго характера этого расхода чрезъ огромное число ничтожныхъ отверстій, хотя конечно можно было бы путемъ специальныхъ опытовъ выяснитъ размѣръ потерь для той или другой части сѣти въ извѣстный моментъ времени. Для этого надо было бы уединить эту часть, прекратить въ ней разборъ воды и поддерживать необходимое давленіе. Расходъ воды, нужный для этой цѣли, показалъ бы искомую потерю. Очевидно, что опыты такого рода не легко осуществимы, но они несомнѣнно желательны въ возможно большемъ числѣ.

Въ нѣкоторыхъ городахъ западной Европы пошли, однако, далѣе временныхъ опытовъ указаннаго характера. Въ нихъ для обнаруживанія утраты воды и возможнаго ея уменьшенія:

- 1) учрежденъ особый штатъ служащихъ для постояннаго внѣшняго осмотра всѣхъ домовыхъ приспособленій и состоянія сѣти или—
- 2) установлены водомѣры утраты, показывающіе графически расходъ воды въ каждый моментъ времени.

Водомѣры утраты поставлены на уличныхъ трубахъ, приводящихъ воду для отдѣльныхъ участковъ города. Участки не должны быть очень велики: не болѣе 500 домовъ на одинъ водомѣръ (4-хъ-дюймовый системы Дикона). Для испытанія состоянія участка онъ изолируется вентилянными задвижками такъ, чтобы вся вода для его потребностей шла чрезъ водомѣръ. Расходъ воды въ часы сутокъ, когда

Колебания расходов воды въ водопроводахъ.



Черт. 96.

Графикъ колебаній часоваго расхода воды въ Цюрихъ въ будніе и праздничные дни 1874—75 гг.

Часовой расходъ выраженъ для среднихъ буднихъ или праздничныхъ сутокъ въ процентахъ суточного расхода. Графикъ ясно показываетъ, какъ значительно увеличивается этотъ часовой расходъ въ теченіи дня надъ своей средней величиной (4,17 %) и какъ затѣмъ онъ падаетъ ночью. Въ частности колебаній часоваго расхода имѣютъ, вообще, большое значеніе мѣстныя условія (климатъ, привычки населенія), время года и даже, какъ показываетъ в настоящій графикъ, — характеръ дня (праздничный или рабочій).

(Lueger).

разборъ почти равенъ нулю, т. е. отъ 2 до 5 утра, показываемый водомѣромъ и будетъ чистая потеря воды. Такимъ образомъ по диаграммамъ расхода можно легко увидѣть какіе участки въ порядкѣ и какіе нѣтъ.

Система надзора безъ водомѣровъ менѣе эффе́ктивна, но дешевле водомѣрной, которая обходится, по опыту Лондона, около 150 фунтовъ стерлинговъ на каждые 1.000 домовъ, считая стоимость водомѣра, вентиляей для изолированія участковъ и пр. (См. подробности въ докладѣ инж. Зуева—Утрата воды въ городскихъ водопроводахъ. Труды II рус. водопр. Съѣзда, 1897, стр. 93).

Неизбѣжность потери воды въ водоснабженіи налагаетъ на инженера очень важную обязанность стремиться къ доведенію этихъ потерь до возможнаго минимума: для этого онъ долженъ устанавливать самый строгій надзоръ за выполненіемъ различныхъ частей водоснабженія и ихъ ремонтомъ, выбирать наилучшій по водонепроницаемости типъ трубъ, крановъ и т. д.

### § 30. Безполезная трата воды.

Во всѣхъ городахъ очень значительное количество воды тратится совершенно бесполезно по небрежности или перазумію въ обращеніи съ кранами. Въ большинствѣ случаевъ прислуга никогда не закрываетъ крановъ плотно и они текутъ. Часто ихъ совсѣмъ не закрываютъ, оставляя воду выливаться безъ всякой нужды. Иногда краны оставляютъ открытыми для предохраненія воды отъ нагрѣванія въ трубахъ домоваго водоснабженія или для предохраненія ея отъ замерзанія, вмѣсто того, чтобы иначе уложить домовыя трубы.

Въ уличномъ водоснабженіи въ городахъ благоустроенныхъ, гдѣ улицы моются ежедневно,—рабочіе также оставляютъ безъ надобности открытыми уличные краны. То же дѣлается на заводахъ, фабрикахъ и т. д.

Размѣры бесполезной траты воды могутъ быть колоссальны и для С.-Петербурга, напримѣръ, выражаются въ милліонахъ ведеръ въ сутки.

Борьба съ этимъ зломъ крайне затруднительна, но возможна и приводитъ при настойчивомъ проведеніи нѣкоторыхъ мѣръ къ отличнымъ уснѣхамъ.

Наиболѣе важная изъ этихъ мѣръ—введеніе счетчиковъ или во-

домѣровъ во всѣхъ домахъ пользующихся водой, и оплата воды по *израсходованному* количеству.

Въ Парижѣ наримѣръ этимъ путемъ было сбережено такое количество воды, что явилась возможность избѣжать расширенія водоснабженія, которое казалось нужнымъ, въ виду увеличенія населенія. Города, гдѣ водомѣръ введенъ вездѣ, расходуютъ примѣрно въ два раза менѣе воды на жителя, чѣмъ тѣ, гдѣ водомѣровъ нѣтъ, вполнѣ удовлетворяя притомъ всѣмъ потребностямъ.

Наримѣръ въ Берлинѣ и Бреславлѣ расходуются 75 — 90 литровъ, во Франкфуртѣ, Магдбургѣ, Дюссельдорфѣ при свободныхъ кранахъ—140—220 литровъ на человѣка въ сутки.

Отличной иллюстраціей сказанному можетъ служить чертежъ 98, на которомъ представлены величины расходовъ воды въ городѣ Кельнѣ параллельно съ развитіемъ сѣти водомѣровъ. Чертежъ ясно показываетъ, какъ понизился общій расходъ воды съ увеличеніемъ числа водомѣровъ.

### § 31. Колебанія расхода воды.

Потребленіе воды въ городѣ непрерывно измѣняется. Оно не одинаково въ разные часы дня, въ разные дни недѣли, въ разные мѣсяцы года (черт. 94—98). Всѣ эти колебанія расхода зависятъ отъ естественныхъ или искусственныхъ условій жизни. Въ теченіе дня наибольшее потребленіе воды бываетъ утромъ, когда она берется для умыванія, приготовленія пищи, мытья половъ, улицъ и т. д.; наименьшее ночью.

Въ теченіе недѣли наибольшее потребленіе бываетъ въ концѣ предъ праздникомъ, наименьшее въ началѣ. Въ русскихъ городахъ наибольшій расходъ соотвѣтствуетъ субботамъ и днямъ предъ большими праздниками, такъ какъ въ эти дни народъ обыкновенно пользуется баней. Въ теченіе года въ жаркіе и сухіе лѣтніе дни расходъ также больше, чѣмъ въ дождливые и холодные, потому что приходится поливать улицы и сады, и чаще, и обильнѣе пускать фонтаны и пр.

При расчетѣ водопроводовъ необходимо знать *максимальный секундный* или хотя бы *часовой* расходъ, который можетъ быть нуженъ городу. Если опредѣлить для какого-нибудь города средній суточный расходъ (за годъ) и затѣмъ взять отношеніе къ нему

наибольшаго (въ году) суточного расхода, то это отношеніе для разныхъ городовъ будетъ различнымъ; такъ, напр., въ 1888—88 году оно было (См. V. A. Frühling. Die Wasserversorgung des Städte, р. 79) равно:

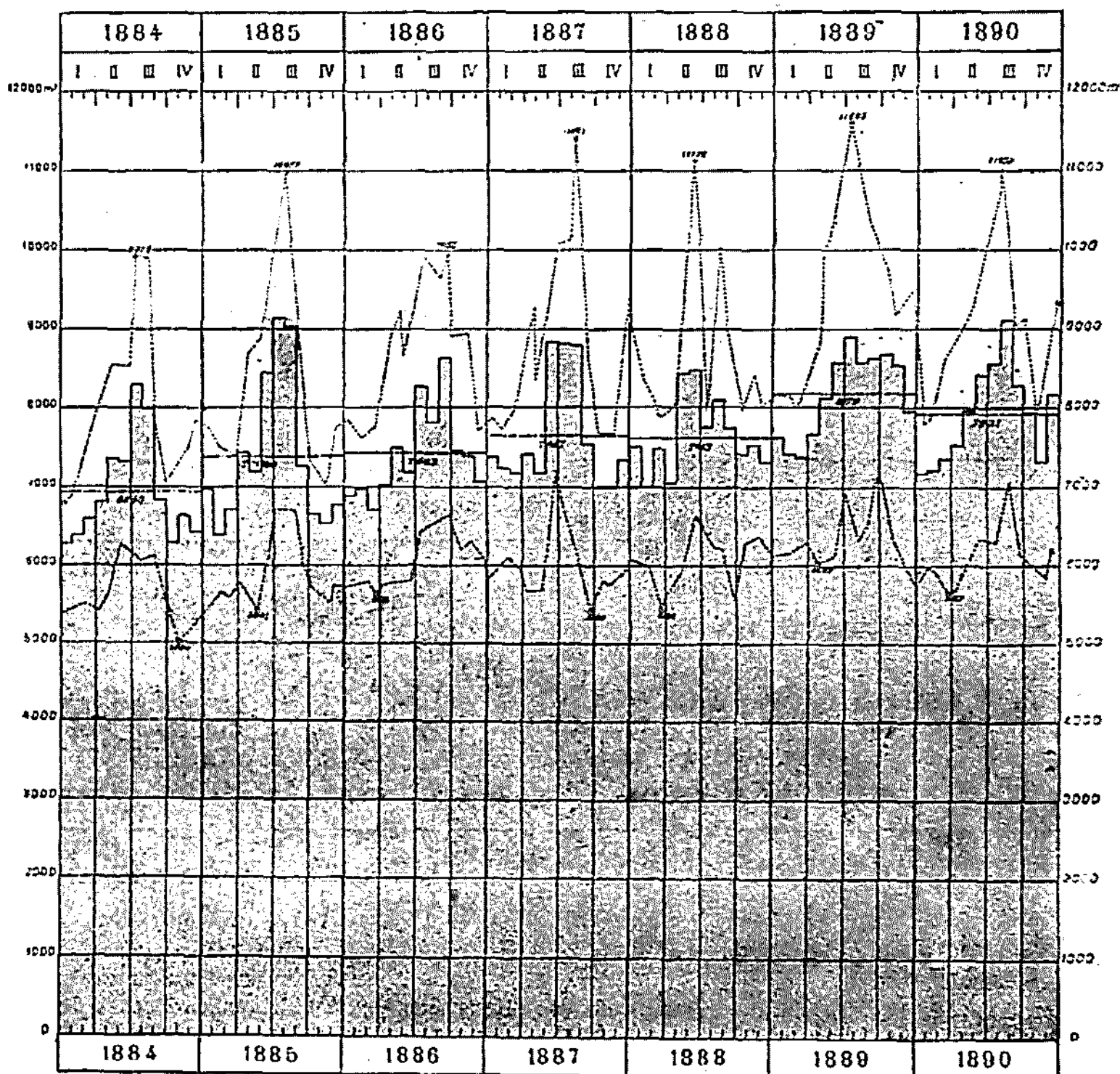
въ Штетинѣ . . . . .	1,19	въ Кельнѣ . . . . .	1,49
» Гамбургѣ . . . . .	1,27	» Галле . . . . .	1,53
» Лейпцигѣ . . . . .	1,31	» Дюссельдорфѣ . . . . .	1,60
» Висбаденѣ . . . . .	1,40	» Дрезденѣ . . . . .	1,77
» Берлинѣ . . . . .	1,45	» Познани . . . . .	1,89

Это отношеніе для одного и того же города не есть величина постоянная и съ каждымъ годомъ мѣняется; такъ, для Берлина оно равнялось: въ 1881 году — 1,31, а въ 1889 г. — 1,45; въ Штетинѣ въ 1881 г. — 1,39, а въ 1889 г. — 1,19.

Ежели бы суточный расходъ города былъ равномерный въ теченіе цѣлыхъ сутокъ, то, очевидно, часовое потребленіе воды составляло бы  $\frac{100^0/0}{24} = 4\frac{1}{6}^0/0$  отъ суточного расхода; въ дѣйствительности потребленіе весьма неравномерно: наименьшее — въ ночные часы (отъ 11 час. до 4 час.) и наибольшее — въ утренніе (отъ 7 час. до 12 час.). Какъ видно изъ примѣра (черт. 96) графическаго измѣненія часоваго расхода въ Цюрихѣ, (по оси абсциссъ отложено время въ часахъ, а по оси ординатъ — часовое потребленіе въ  $^0/0$  отъ суточного расхода) отъ 11 часовъ ночи до 5 утра часовой расходъ меньше  $2^0/0$ , а отъ 8 час. утра до 4-хъ час. дня около  $6^0/0$ . Такимъ образомъ наибольшій часовой расходъ значительно больше средняго равнаго  $4\frac{1}{6}^0/0$ . Если принять наибольшій часовой расходъ (въ теченіе сутокъ) въ  $6^0/0$ , и, наибольшій (въ году) суточный расходъ, напримѣръ, въ 1,4 раза больше средняго, найдемъ, что *наибольшій* (въ году) *часовой* расходъ будетъ равенъ  $6^0/0 \times 1,4 = 8,4^0/0$  или приблизительно  $8\frac{1}{2}^0/0$ , т. е. въ *два* раза болѣе средняго или  $\frac{1}{12}$  средняго суточного расхода.

Извѣстный германскій инженеръ Фрюлингъ принимаетъ, что наибольшій (въ году) суточный расходъ, въ 1,5 раза болѣе средняго, а наибольшій часовой расходъ (въ теченіе сутокъ) равенъ  $6\frac{1}{2}^0/0$ ; тогда наибольшій (въ году) часовой равенъ  $6,5^0/0 \times 1,5 = 9\frac{3}{4}^0/0$  или приблизительно  $10^0/0$ , т. е.  $\frac{1}{10}$  средняго суточного расхода. Для русскихъ городовъ, считаютъ цѣлесообразнѣе принимать (проф.

Колебания расходовъ воды въ водопроводахъ.

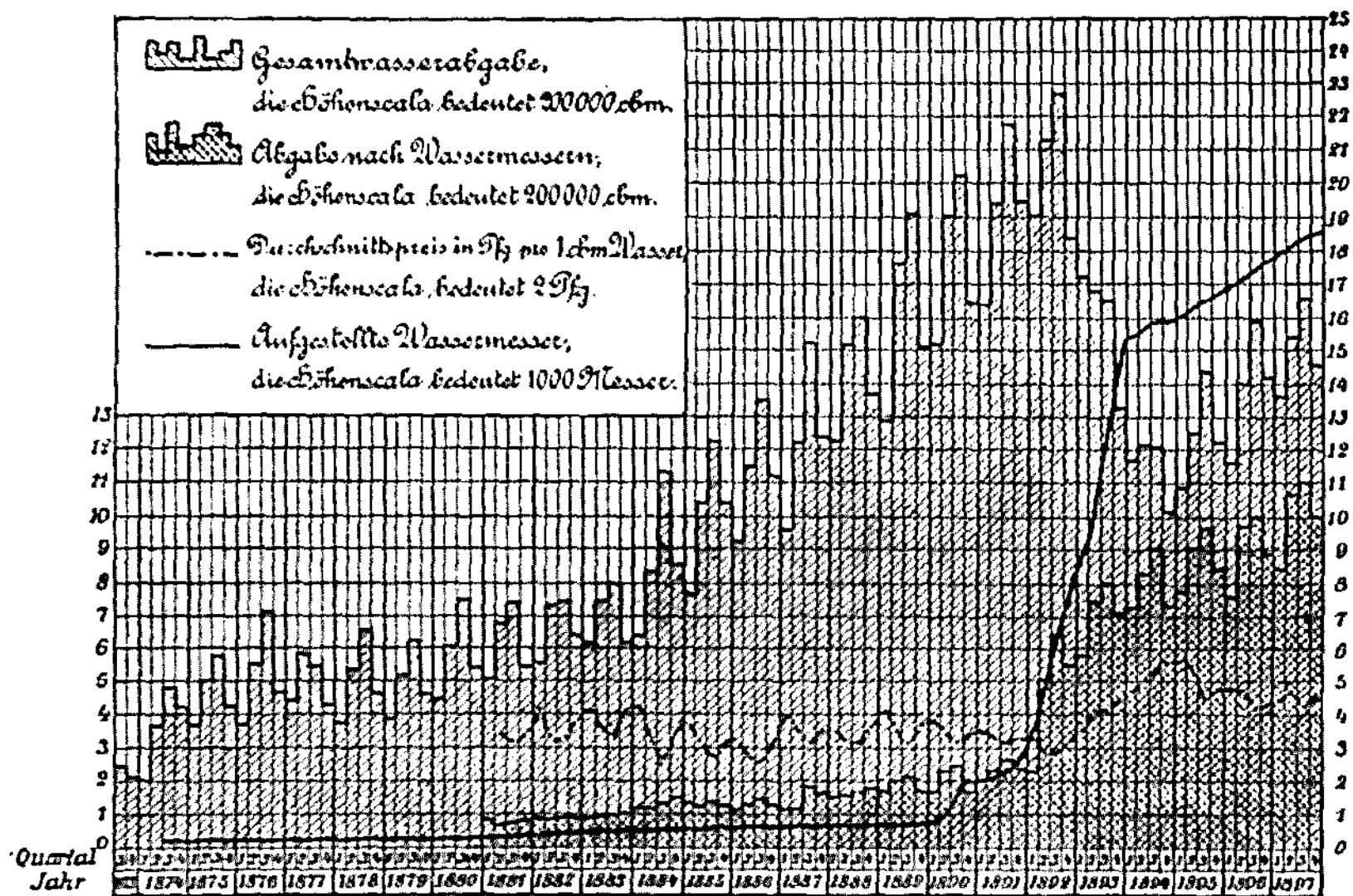


Черт. 97.

Графическое изображение колебаній абсолютнаго суточного расхода воды въ Базелѣ въ періодъ 1884—1890 гг.

Сплошныя линіи показываютъ средніе расходы въ сутки для каждаго мѣсяца, точечныя линіи (верхняя и нижняя) наибольшіе и наименьшіе для каждаго мѣсяца суточные расходы; линейно-точечныя линіи — средніе готовые суточные расходы. Масштабъ діаграммы — 7,05 миллиметръ ординаты соотвѣтствуетъ расходы въ 1000 куб. метровъ въ день, а 1,05 миллиметръ абсциссы протяженіе одного мѣсяца. (Lueger).

Колебания расходовъ воды въ водопроводахъ.



Черт. 98.

Графическое изображение расходовъ воды въ г. Кельна до и послѣ установки водомѣровъ.

Обозначенія: 1) Gesamtwasserabgabe, die Höhengscala bedeutet 200.000 cbm. = Общій расходъ воды, масштабъ высотъ—одно дѣленіе соотвѣтствуетъ 200.000 куб. метровъ.

2) Abgabe nach Wassermessern, die Höhengscala bedeutet 200.000 cbm. = Расходъ по водомѣрамъ, масштабъ высотъ тотъ-же, что и въ № 1.

3) Durchschnittspreis in Pfg. pro 1 cbm. Wasser, die Höhengscala bedeutet 2 Pfg. = Средняя цѣна воды въ пфенигахъ за куб. метръ, масштабъ высота—одно дѣленіе соотвѣтствуетъ 2 пфенигамъ.

4) Aufgestellte Wassermesser, die Höhengscala bedeutet 1.000 Messer. = Установленные водомѣры, масштабъ высотъ — одно дѣленіе соотвѣтствуетъ 1.000 водомѣровъ.

(Köln in hygienischer Beziehung. 1898).

Максименко) не эту данность, а вышеприведенную; въ такомъ случаѣ, если обозначить черезъ  $q$  (въ ведрахъ) норму потребления воды въ сутки на жителя, а черезъ  $N$  расчетное ожидаемое въ будущемъ число жителей города,—наибольшій (въ году) часовой расходъ для всего города составитъ  $(0,0833 Nq)$  ведеръ, а наибольшій секундный расходъ будетъ равенъ  $\left(\frac{0,0833 Nq}{60 \cdot 60}\right)$  ведеръ; выраженный въ кубич. футахъ наибольшій секундный расходъ

$$= \left(\frac{0,0833 Nq}{60 \cdot 60} \cdot 0,43436\right) \text{ куб. фут. . . . . } (a)$$

Этотъ расходъ называется *расчетнымъ*, и по нему опредѣляются діаметры всѣхъ трубъ сѣти.

### § 32. Приростъ населенія.

Исчисляя расходъ воды въ городѣ, необходимо имѣть въ виду *приростъ селенія*, такъ какъ спроектированный и затѣмъ построенный водопроводъ; очевидно, долженъ доставлять требуемое количество воды не только для времени постройки водопровода, но также и значительное число лѣтъ спустя. Если обозначить черезъ:  $N'$ —число жителей въ городѣ во время постройки водопровода;  $N$  — число жителей, на которое слѣдуетъ проектировать водопроводъ;  $r$ —ежегодный приростъ населенія въ ‰, и  $n$  — число лѣтъ, въ теченіи которыхъ водопроводъ долженъ давать потребное городу количество воды, не требуя возведенія дополнительныхъ сооружений для расширенія водопровода, то по правилу сложныхъ процентовъ получимъ:

$$N = N' \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (b)$$

По даннымъ для прусскихъ городовъ получается въ среднемъ  $r = 2,7\text{‰}$ , причемъ для крупныхъ городовъ  $r$  больше средняго ( $r = 2,8\text{‰}$ ), для среднихъ городовъ (съ населеніемъ отъ 35.000 до 50.000 жителей) еще больше ( $r = 3\text{‰}$ ), а для малыхъ городовъ (съ населеніемъ отъ 20.000 до 35.000 жителей) меньше средняго ( $r = 2,25\text{‰}$ ); для городовъ съ населеніемъ меньше 20.000 жителей приращеніе еще меньше. Для нашихъ городовъ можно примѣрно принимать  $r = 2,5\text{‰}$ ; если затѣмъ положить, какъ это дѣлаетъ профессоръ Максименко,  $n = 15$  лѣтъ, то получимъ изъ предыдущаго



уравненія  $N = 1,45 N'$ . Такимъ образомъ, въ предположеніи  $n = 15$ , при проектированіи водопровода слѣдуетъ вводить въ расчетъ число жителей примѣрно на 45% больше дѣйствительнаго и затѣмъ вышеприведенную норму нужно назначать по расчетному числу жителей  $N$ , а не по дѣйствительному —  $N'$ .

Для еще болѣе правильнаго расчета нужно опредѣлять возможный приростъ населенія для каждаго частнаго случая по мѣстнымъ статистическимъ даннымъ.

По мнѣнію профессора Люгера (Lueger—Die Wasserversorgung des Städte, Bd. II p. 587), не слѣдуетъ предвидѣть будущихъ потребностей города болѣе, чѣмъ за 10 лѣтъ впередъ, чтобы не увеличивать стоимости водопровода. Во всякомъ случаѣ, для правильнаго рѣшенія вопроса, въ опредѣленныхъ частныхъ условіяхъ, необходимо разсмотрѣть, не представляется ли возможнымъ придать водопроводу такое устройство, чтобы его можно было развивать постепенно по мѣрѣ роста населенія, и не будетъ ли такой водопроводъ къ концу 10—15 лѣтняго періода выгоднѣе заблаговременно устроеннаго съ запасомъ.

### § 33. Среднія годовыя нормы суточного потребленія воды на одного жителя.

Изъ предшествующаго видно, что для правильнаго опредѣленія размѣровъ водопровода количество воды, нужное для города, должно было бы быть исчислено слѣдующимъ образомъ.

Слѣдовало бы сначала точно опредѣлить *число единицъ потребности* въ водѣ разныхъ категорій (людей для питья и пр., животныхъ, улицъ, фабрикъ и т. д.) въ данный моментъ существованія города.

Затѣмъ нужно было бы установить законъ измѣненія числа такихъ единицъ каждой категоріи съ теченіемъ времени и найти число единицъ потребности въ водѣ разныхъ категорій для нѣкотораго отдаленнаго будущаго срока, ранѣе котораго нежелательно переустройство водопровода.

Далѣе для каждой категоріи потребности въ водѣ нужно было бы на основаніи подробнаго изученія мѣстныхъ условій и свойствъ данной потребности вообще избрать среднія суточные нормы количества воды, на каждую единицу, подобныя приведеннымъ въ видѣ примѣра въ таблицѣ № 5, но отвѣчающія условіямъ даннаго случая и при-

томъ не современнымъ, а тѣмъ, которыя будутъ въ моментъ наибольшаго напряженія въ дѣйстви водоснабженія, т. е. чрезъ 10—15 лѣтъ.

Отъ этихъ среднихъ нормъ слѣдовало бы перейти къ опредѣленію максимальныхъ, возможныхъ въ теченіи года, причемъ оказалось бы, что максимумы различныхъ потребностей бываютъ въ разное время дня и года.

Не смотря, однако, на это затрудненіе пришлось бы его принять въ соображеніе и найти моментъ и размѣръ максимума совокупности всѣхъ потребностей въ водѣ.

Этотъ максимумъ и долженъ былъ бы быть принятъ въ расчетъ при опредѣленіи размѣровъ водоснабженія.

Въ практикѣ, однако, такой сложный методъ не находитъ себѣ примѣненія и при опредѣленіи нужнаго для города количества воды всѣ потребности, какъ это было уже указано въ § 26, считаются огуломъ въ общей цифрѣ средняго (за годъ) суточного расхода воды на одного жителя. Такія среднія годовыя нормы суточного потребленія воды берутся на основаніи дѣйствительныхъ количествъ потребленія въ разныхъ городахъ. Но эти количества въ различныхъ городахъ колеблются въ довольно широкихъ предѣлахъ. Для города, въ которомъ устроена сплавная канализація, требующая, какъ известно, повсемѣстнаго устройства ватеръ-клозетовъ, количество воды на жителя будетъ больше при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, чѣмъ въ городѣ, въ которомъ нечистоты удаляются инымъ способомъ; точно также въ городѣ, изобилующемъ промышленными заведеніями, расходующими воду въ большомъ количествѣ, количество воды на жителя будетъ больше, чѣмъ въ городѣ, въ которомъ подобныя заведенія отсутствуютъ. При томъ необходимо замѣтить, что даже въ городахъ, въ которыхъ уже давно устроены водопроводы, далеко не всѣ жители пользуются водою изъ водопровода, а ради дешевизны потребляютъ воду изъ колодцевъ, или изъ близъ лежащей рѣки; это замѣчаніе нужно имѣть въ виду особенно для русскихъ городовъ, для которыхъ количества воды на жителя оказываются очень малыми, какъ это видно изъ вышеприведенной таблицы № 8, въ которой города помѣщены по убывающему числу жителей.

Въ С.-Петербургѣ большой расходъ (15 ведеръ) вовсе не представляетъ количества воды, идущаго на дѣйствительныя потребности, а обуславливается отсутствіемъ контроля въ потребленіи и происхо-

дящей оттого бесполезной тратой воды. Несомненно, съ введеніемъ контроля при помощи водомѣровъ, указывающихъ въ точности количество воды, потребляемое каждымъ домомъ, расходъ воды въ С.-Петербургѣ значительно понизится и составитъ, вѣроятно, около 8 или 10 вед. въ сутки. Цифры, относящіяся къ нѣкоторымъ другимъ городамъ Россіи, указываютъ, что расходъ въ сутки на жителя въ среднемъ составляетъ около 2,5 ведеръ—30 литровъ. Если теперь обратиться къ городамъ Западной Европы, то цифры для нихъ окажутся значительно больше. По статистическимъ даннымъ, собраннымъ нѣмецкимъ инженеромъ *Грамомъ* (Grahn), потребление воды въ 128 англійскихъ городахъ, изъ которыхъ 113 снабжены ватерклозетами, составляетъ въ среднемъ 12 ведеръ (142 литр.), а въ 80 германскихъ городахъ въ среднемъ — 5 ведеръ (63 литр.), хотя и колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ отъ 3,3 ведеръ до 13,2 ведеръ (41 литр. до 163 литр.).

Высокія цифры объясняются въ Германіи часто той же причиной, какъ и въ С.-Петербургѣ, а именно отсутствіемъ контроля надъ расходомъ воды въ отдѣльныхъ домахъ. Большое потребление въ англійскихъ городахъ обусловливается значительнымъ числомъ фабрикъ и заводовъ, находящихся въ этихъ городахъ и требующихъ для своихъ производствъ нрѣдко довольно много воды. По *Фрюлингу* (V. A. Frühling, p. 72) для нѣмецкихъ городовъ съ неособенно сильно развитою промышленностью можно принимать совершенно достаточнымъ потребление отъ 4,5 до 7,75 ведеръ (отъ 55 до 95 литровъ) при условіи учета воды водомѣрами, причемъ это количество составляетъ такимъ образомъ:

	Малые города.	Большіе города.
для домашнихъ потребностей . . . . .	отъ 35	до 51 литр.
» промышленныхъ цѣлей . . . . .	» 15	» 30 »
» общественныхъ потребностей и потерь . . . . .	» 5	» 14 »
-----		
Всего . . . . .	отъ 55 до 95 литр.	

Если нѣтъ водомѣровъ въ домахъ, а есть лишь на фабрикахъ и заводахъ, то потребление воды нужно принимать больше на 20—30 литровъ на человѣка.

Кромѣ того необходимо имѣть въ виду, что потребление воды при указанныхъ нормахъ (и при водомѣрахъ въ домахъ, въ заво-

дахъ и фабрикахъ) можетъ возрасти послѣ устройства водопровода до слѣдующихъ цифръ:

	Малые города.	Больше города.
для домашнихъ потребностей . . . . .	55	71 литр.
» промышленныхъ цѣлей . . . . .	25	40 »
» общественныхъ потребностей и потерь . . . . .	15	24 »
Всего . . . . .	95	135 литр.

Что касается русскихъ городовъ, то по соображенію съ только что приведенными данными Грана и Фрюлинга, проф. Максименко находитъ вполне достаточнымъ принимать для нихъ слѣдующее потребленіе воды (*нормы*):

1) для городовъ съ населеніемъ до 50.000 жителей отъ 3 до 4 ведеръ (отъ 40 до 50 литровъ).

2) для городовъ съ населеніемъ отъ 50.000 жителей до 150.000 жителей отъ 4 до 6 ведеръ (отъ 50 до 75 литровъ).

3) для городовъ съ населеніемъ свыше 150.000 жителей отъ 6 до 8 ведеръ (отъ 75 до 100 литровъ).

Эти нормы выше дѣйствительнаго расхода въ русскихъ городахъ (кромѣ С.-Петербурга), какъ это можно видѣть изъ сравненія нормъ съ таблицей приведенной выше.

Рекомендуя эти послѣднія цифры, необходимо вспомнить сказанное въ § 26 и замѣтить, что имъ не слѣдуетъ придавать абсолютнаго значенія. Потребности въ водѣ такъ различны въ зависимости отъ мѣста и времени и имѣютъ такую склонность къ возрастанію, что каждый инженеръ при составленіи проекта нѣкотораго опредѣленнаго водопровода, долженъ разрѣшить самостоятельно вопросъ о наиболее подходящихъ нормахъ, для этого частнаго случая, пользуясь всѣми аналогіями и всѣми теоретическими и практическими соображеніями, какія могутъ быть въ его распоряженіи въ это время.

Когда средняя годовая норма въ сутки на жителя установлена ( $q$  ведеръ) и опредѣлены всѣ другія величины, входящія въ формулы (а) и (б), то расчетный расходъ, по которому слѣдуетъ проектировать водоснабженіе, секунднѣй, можетъ быть выраженъ посредствомъ упомянутыхъ формулъ (§§ 31 и 32).

## ГЛАВА ПЯТАЯ.

### ИЗСЛѢДОВАНІЕ И ВЫБОРЪ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНІЯ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 34. Требуемая качества воды.—§ 35. Качественное изслѣдованіе воды.—§ 36. Гидротиметрія.—§ 37. Попытки классификаціи питьевыхъ водъ.—§ 38. Выборъ воды въ зависимости отъ ея назначенія.

#### § 34. Требуемая качества воды.

Будучи разныхъ качествъ въ различныхъ фазисахъ всего кругооборота и нося названія: дождевой, грунтовой, ключевой и рѣчной или озерной, вода, какъ указано выше, во всѣхъ этихъ видахъ не бываетъ химически чистой, а всегда сопровождается *примѣсями и микроорганизмами*.

Воззрѣнія на воду для питья можно съ гигиенической точки зрѣнія раздѣлить на три періода:

*Первый періодъ* отъ древнѣйшихъ временъ до 1850 года (приблизительно), когда при оцѣнкѣ воды по отношенію къ годности ея для питья обращалось вниманіе преимущественно на физическія ея свойства.

*Второй періодъ* отъ 1850 до 1880 г., когда при оцѣнкѣ воды въ гигиеническомъ отношеніи, наряду съ физическими свойствами, главнымъ рѣшающимъ факторомъ были химическія свойства, а именно присутствіе въ водѣ постороннихъ веществъ, не принадлежащихъ къ составнымъ частямъ ея.

*Третій періодъ*—отъ 1880 г. до нашихъ временъ, представляющій эпоху возникновенія и развитія новой науки—бактеріологіи, отличается тѣмъ, что при оцѣнкѣ воды въ гигиеническомъ отношеніи на ряду съ физическими и химическими свойствами выдающуюся роль играютъ бактеріологическія свойства воды.

(См. докладъ инженера Л. К. Багинскаго — «о гигиенѣ воды» — Труды II Рус. Водопр. Съѣзда, 1897, стр. 117).

Въ наше время при выборѣ воды, какъ продукта питанія для человѣка, признается необходимымъ обращать вниманіе на:

- а) вкусъ воды,
- б) запахъ воды,
- в) цвѣтъ воды,
- г) количество и составъ примѣсей,
- д) количество и свойства микроорганизмовъ.

Примѣси могутъ быть *растворенныя* и *взвѣшенныя* (т. е. плавающие, образующія муть), а по происхожденію *минеральныя* и *органическія*; послѣднія въ свою очередь могутъ быть *животнаго* и *растительнаго* происхожденія.

Вода, употребляемая въ питье и пищу должна быть прозрачна, безцвѣтна, безъ запаха и съ пріятнымъ освѣжающимъ вкусомъ, содержать въ себѣ нѣкоторое количество газовъ, входящихъ въ составъ атмосфернаго воздуха, и имѣть по возможности постоянную температуру около  $8^{\circ}$ — $10^{\circ}$  Р. Независимо сего она должна имѣть ограниченное количество постороннихъ примѣсей.

Количество солей щелочныхъ земель, т. е. известковыхъ и магнезіальныхъ солей, содержащихся въ водѣ, обуславливаетъ ея *жесткость*; жесткость обозначается градусами, имѣющими различное значеніе въ различныхъ странахъ. Въ Германіи градусомъ жесткости называется часть *окси кальция* ( $\text{CaO}$ ), или эквивалентное ей по атомному вѣсу количество известковыхъ и магнезіальныхъ солей, растворенное въ 100.000 частей воды. Во Франціи градусъ жесткости соотвѣтствуетъ 1 части *углекислаго кальция* ( $\text{CaCO}_3$ ) въ 100.000 частей воды. Въ Англіи градусомъ жесткости обозначается 1 грань углекислаго кальция въ 1 галлонѣ воды, т. е. 1 часть  $\text{CaCO}_3$  въ 70.000 частей воды.

Если французскій градусъ принять за 1, то градусы эти (германскій, французскій и англійскій) будутъ относиться между собою, какъ:

$$0,56 : 1,00 : 0,70.$$

Вода, содержащая въ растворѣ мало солей, называется *мягкой*, а при большомъ содержаніи ихъ носитъ названіе *жесткой*. Строго опредѣленной границы между тою и другою водою нѣтъ; обыкно-

вепно воду, имѣющую не болѣе  $10^{\circ}$  (пѣмецкихъ) называютъ мягкой; вода съ жесткостью въ  $18^{\circ}$  и болѣе называется жесткой и признается негодной для водоснабженія городовъ.

Для санитарной оцѣнки воды недостаточно однако знать степень жесткости воды, необходимо опредѣлить отъ какихъ солей зависитъ въ данномъ случаѣ жесткость воды. Если въ водѣ находятся почти исключительно *углекислыя соли*, то можно допустить гораздо болѣе жесткую воду, нежели въ томъ случаѣ, когда жесткость обусловливается главнымъ образомъ *сѣрно-кислыми, азотно-кислыми и хлористыми* солями. Въ первомъ случаѣ вода не представляетъ никакой опасности для здоровья и становится мягкой отъ кипяченія, во второмъ же случаѣ вода, вслѣдствіе большого содержанія сѣрно-кислыхъ, азотнокислыхъ и др. солей извести и магnezіи, можетъ быть причиною расстройства кишечника; такая вода отъ кипяченія не дѣлается мягче.

Количество известковыхъ и магnezіальныхъ солей въ водѣ обусловливаетъ такъ называемую *общую* жесткость ея. Но какъ упомянуто выше, въ случаѣ содержанія въ водѣ углекислыхъ солей, вода при кипяченіи освобождается отъ нихъ и жесткость ея дѣлается меньше; эта послѣдняя будетъ зависеть отъ содержанія въ водѣ всѣхъ другихъ солей, за исключеніемъ углекислыхъ, и называется *постоянною* жесткостью. Разность между общею и постоянною жесткостью называется *устранимою или временною*.

Большое содержаніе въ водѣ известковыхъ и въ особенности магnezіальныхъ солей представляетъ значительныя неудобства какъ въ домашнемъ хозяйствѣ, такъ и при употребленіи воды для промышленныхъ цѣлей: въ жесткой водѣ овощи (стручковые плоды) и мясо плохо развариваются, такъ какъ находящіяся въ нихъ бѣлковыя вещества образуютъ съ щелочными землями воды — нерастворимыя соединенія, препятствующія водѣ проникать внутрь развариваемаго вещества; чай и кофе завариваются на жесткой водѣ плохо, настой получается мутнымъ и непріятнымъ на вкусъ. Для мытья тѣла и для стирки бѣлья жесткая вода также мало пригодна, такъ какъ при этомъ тратится очень много мыла (см. таблицу № 11).

Непригодна жесткая вода и для питанія паровыхъ котловъ, потому что на внутреннихъ стѣнкахъ котла образуются большія количества накипи, значительно ионизающія нагрѣвательную способ-

пость котла и дающія поводъ къ взрывамъ котловъ. Изъ воды осѣдають на стѣнки котловъ прежде всего углекислыя соли, выдѣляющіяся изъ раствора вслѣдствіе освобожденія, подъ вліяніемъ кипяченія, полусвязанной углекислоты, удерживавшей раньше углекислыя соли въ растворѣ; эта накипь представляетъ большею частью порошокобразный неплотный осадокъ, легко устранимый и не столь опасный, какъ образующаяся впоследствии накипь, состоящая преимущественно изъ сѣриокислыхъ солей и покрывающая котелъ въ видѣ толстаго и плотнаго слоя.

Нѣкоторые ученые, какъ напр. Фишеръ, Рейхардтъ, Тиманнъ, а также Брюссельскій и Швейцарскій гигиеническіе конгрессы (1885 г.) и многіе др. пытались назначить приблизительно такія максимальныя количества примѣсей въ водѣ, превышеніе которыхъ дѣлаетъ воду непригодной для употребленія.

Эти максимальныя количества имѣютъ однако лишь условное значеніе, и различные авторы предлагаютъ для нихъ неодинаковыя числа.

Въ видѣ примѣра приведемъ слѣдующую таблицу этихъ максимальныхъ количествъ, (№ 10) для питьевой воды.

**Таблица № 10. Максимальныя количества примѣсей въ питьевой водѣ, допускаемыя нѣкоторыми учрежденіями и лицами (V. A. Frühling, p. 95).**

Максимумы.	Въ какихъ единицахъ.	Брюссельскій конгрессъ 1885 г.	Швейцарскій конгрессъ 1888 г.	Tiemann и Gärtner 1889 г.
Общая жесткость . . . . .	нѣмецкихъ градусовъ	20	—	18—20
Плотнаго остатка . . . . .	миллигр. въ 1 литрѣ	500	500	500
Сѣрной кислоты . . . . .	„ „ 1 „	60	—	80—100
Хлора . . . . .	„ „ 1 „	8	20	20—30
Азотной кислоты . . . . .	„ „ 1 „	2	20	5—15
Азотистой кислоты . . . . .	„ „ 1 „	—	0	0
Амміака . . . . .	„ „ 1 „	—	0	0
Органическихъ веществъ (по опредѣленію при помощи марганцево-кислаго кали) .	„ „ 1 „	10	10	6—10
въ томъ { органич. углерода .	„ „ 1 „	—	—	5
числѣ { органическ. азота .	„ „ 1 „	0,1	0,05	0,2



Большія противъ приведенныхъ количествъ органическихъ веществъ, хлора, амміака, азотной и азотистой кислотъ указываютъ вообще на загрязненіе воды, происходящее, какъ напр. въ колодезной водѣ, отъ протеканія грунтовой воды черезъ почву, содержащую разлагающіяся органическія вещества.

Хотя химическій анализъ воды, имѣющій главную цѣль опредѣленія количества органическихъ веществъ, амміака, хлора, азотной и азотистой кислотъ, и даетъ полезныя указанія при оцѣнкѣ воды, тѣмъ не менѣе при этомъ необходимо обращать вниманіе на содержаніе въ водѣ бактерій и именно *патогенныхъ*, т. е. болѣзнетворныхъ или обуславливающихъ ту или другую болѣзнь. Поэтому только всестороннее изслѣдованіе воды—химическое, и бактериоскопическое можетъ привести къ правильной оцѣнкѣ воды.

Однако не слѣдуетъ быть слишкомъ требовательнымъ къ качествамъ воды и въ погонѣ за идеально-чистою водою не пужно забывать, что *количество* воды, которое можетъ имѣть городъ въ своемъ распоряженіи, представляетъ важное значеніе для общественнаго здоровья.

Къ сказанному слѣдуетъ прибавить, что въ санитарномъ отношеніи важно собственно не количество бактерій, а качество ихъ; важно констатировать присутствіе или отсутствіе въ данной водѣ *болѣзнетворныхъ* бактерій, которыя однѣ являются опасными для нашего здоровья, но вопросъ объ опредѣленіи этихъ болѣзнетворныхъ бактерій представляется еще очень мало выясненнымъ.

Поэтому въ большинствѣ случаевъ ограничиваются указаніемъ общаго числа бактерій въ опредѣленномъ объемѣ воды, считая воды содержащія число бактерій болѣе опредѣленной нормы подозрительными и во всякомъ случаѣ избѣгая тѣхъ водъ, которыя происходятъ изъ мѣстности, гдѣ есть или могутъ быть болѣзнетворныя начала (напримѣръ водъ, принимающихъ стоки человѣческихъ жилищъ и т. п.), хотя бы количество бактерій въ нихъ и было незначительно.

Относительно количества бактерій въ водѣ французскій ученый *Мижель* раздѣляетъ естественныя воды на *шесть* классовъ.

	Бактерій на 1 кубич. сантиметръ.		
1) вода чрезвычайно чистая. . . . .	отъ	0 до	10
2) » очень чистая . . . . .	»	10 »	100

	Бактерій на 1 кубич. санти- метръ.
3) вода чистая . . . . .	» 100 » 1.000
4) » посредственная . . . . .	» 1.000 » 10.000
5) » нечистая . . . . .	» 10.000 » 100.000
6) » весьма загрязненная. . . . .	» 100.000 и болѣе.

### § 35. Качественное изслѣдованіе воды.

Изслѣдованіе воды, предназначаемой для городского водоснабженія, должно быть сдѣлано съ большой тщательностью и подробностью и должно заключать обыкновенно слѣдующія операціи:

а) предварительное изслѣдованіе на мѣстѣ физическихъ свойствъ воды и источника: прозрачность, цвѣтъ, температура, запахъ, вкусъ, растительность, животныя.

б) химическій анализъ (двоякій: скорый и подробный),

в) микрографическій анализъ,

Предварительное изслѣдованіе на мѣстѣ позволяет отвергнуть многія воды, хотя и не даетъ категорическихъ положительныхъ указаній. Вода мутная, теплая, съ дурнымъ вкусомъ или запахомъ, съ болотными растеніями и животными и безъ дальнѣйшихъ изслѣдованій не будетъ избрана. Вода прозрачная, холодная, съ освѣжающимъ вкусомъ, съ растеніями и животными, которыя бывають только въ хорошей водѣ (крессъ-салатъ, форели и т. д.) остановитъ на себѣ вниманіе. Подобнымъ же образомъ всякій изслѣдователь отнесетъ и къ мѣстности, предпочитая воду изъ мѣстности не заселенной, гористой, покрытой растительностью, водѣ изъ ближайшихъ окрестностей городовъ и т. д.

Химическій анализъ представляется затѣмъ весьма важнымъ указателемъ въ выборѣ воды, хотя и онъ даетъ по преимуществу отрицательныя указанія, т. е. позволяет отвергнуть рядъ водъ, которыя могли бы казаться пригодными по своимъ внѣшнимъ признакамъ.

Химическій анализъ воды представляется операціей сложной, требующей специальныхъ приспособленій и специальныхъ изслѣдователей. Инженеру приходится обыкновенно въ этихъ случаяхъ ограничиваться лишь взятіемъ пробъ. Каждая проба должна быть не менѣе 2 литровъ, а для полного анализа 5—10 литровъ. Она должна

быть взята въ стеклянный сосудъ, не содержащій въ себѣ никакихъ жидкихъ или растворимыхъ веществъ (лучше совсѣмъ новый) и тщательно вымытый самой изслѣдуемой водой. Пробка должна быть притертая стеклянная. Воду нужно черпать въ рѣкѣ—на теченіи, а въ озерѣ—на нѣкоторой глубинѣ, но не у дна, чтобы не захватывать плавающей или донной мути. Изслѣдованіе должно быть сдѣлано возможно скоро послѣ взятія пробы; въ противномъ случаѣ нужно еще указать послѣ какого времени и какихъ температуръ сдѣланъ анализъ.

Подробный анализъ долженъ дать количество взвѣшенныхъ частицъ, растворенныхъ газовъ, общаго твердаго остатка, всѣхъ главныхъ элементовъ этого остатка, органическихъ веществъ и т. д., какъ объ этомъ указывается въ курсѣ химіи.

Не останавливаясь здѣсь поэтому на способахъ производства подробнаго химическаго анализа воды, мы укажемъ далѣе одинъ изъ быстрыхъ способомъ опредѣленія содержанія въ водѣ наиболѣе важныхъ солей,—щелочныхъ и магнезіальныхъ.

Микрографическій анализъ подобно химическому, также даетъ по преимуществу отрицательныя указанія, но имѣетъ также несомнѣнную важность. Пробы для этого анализа должны сохраняться въ герметически закрытыхъ сосудахъ. Стеклянный пузырекъ, предварительно отожженный, освобожденный отъ воздуха и запаянный погружается въ воду, изъ которой нужно взять пробу; его горлышко отламывается подъ водой и наполненный сосудъ немедленно запаивается. При всемъ томъ нужно дѣлать опыты не теряя времени и не измѣняя температуры воды, (по возможности). Иначе результаты могутъ оказаться очень невѣрными. Самые методы микрографическаго анализа многочисленны и въ общемъ сходны съ пріемами употребляемыми вообще для изслѣдованія микробовъ. Мы не можемъ останавливаться здѣсь на этомъ предметѣ. Результатъ микрографическаго анализа выражается въ числѣ микробовъ въ одномъ куб. сантиметрѣ воды, въ степени размножаемости и живучести микробовъ въ разныхъ культурахъ, наконецъ, въ ихъ опасности для жизни и здоровья, что узнается посредствомъ введенія культуръ водяныхъ микробовъ въ кровь животныхъ. Микрографическій анализъ еще меньше чѣмъ химическій, можетъ быть сдѣланъ безъ специальныхъ лабораторіи и изслѣдователя.

### § 36. Гидротиметрія.

Точный количественный и качественный анализ воды источника, выбраннаго для водоснабженія, требуетъ, какъ было указано спеціальныхъ: лабораторіи и изслѣдователя.

Для болѣе скромныхъ цѣлей весьма пригоденъ способъ, изобрѣтенный англичаниномъ Clark'омъ и усовершенствованный французами Boutron'омъ и Boudet.

Этотъ способъ основывается на извѣстномъ свойствѣ воды при смѣшеніи ея съ мыльнымъ растворомъ образовывать остающуюся пѣну только послѣ того, какъ растворенныя въ водѣ соли щелочныхъ земель будутъ нейтрализованы частью мыла.

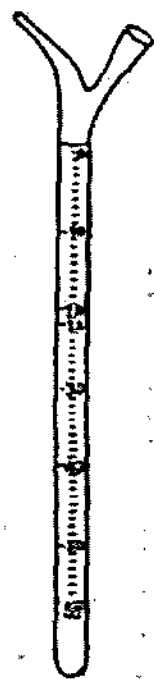
Чѣмъ больше солей содержитъ вода, иначе сказать, чѣмъ она болѣе жестка, тѣмъ больше нужно мыла, чтобы вызвать остающуюся пѣну. Такимъ образомъ, употребляя опредѣленный растворъ мыла, можно опредѣлить степень жесткости или такъ-называемый градусъ жесткости воды. Пѣна на изслѣдуемой водѣ должна быть въ слоѣ толщиной около 5 мм. и оставаться по крайней мѣрѣ 10 минутъ.

По Boutron'у и Boudet для приготовления мыльнаго раствора надо растворить 100 гр. бѣлаго содоваго мыла въ 1600 гр. 90-градуснаго алкоголя, нагрѣть до кипѣнія и по охлажденіи профильтровать. Къ такому раствору слѣдуетъ прибавить еще 1000 куб. см. дистиллированной воды.

Этимъ растворомъ наполняютъ стеклянную трубку (черт. 99) запаянную снизу, которая сверху имѣетъ съ одной стороны воронку для наполненія ея растворомъ, съ другой стороны трубочку съ небольшимъ отверстіемъ для выпускающаго раствора по каплямъ. Воронка можетъ закрываться притертой стеклянной пробкой.

На трубкѣ снаружи нанесены дѣленія, обозначающія числа градусовъ; нумерація начинается не съ верхняго дѣленія, а съ слѣдующаго за нимъ, такъ какъ для появленія пѣны необходимо прилить нѣкоторый избытокъ мыльнаго раствора. Этотъ приборъ названъ авторами этого способа *гидротиметромъ*.

Чтобы удостовѣриться въ правильности состава мыльнаго раствора и въ случаѣ нужды болѣе точно составить мыльный растворъ, растворяютъ 0,25 гр. хлористаго кальція въ 1 литрѣ дистиллиро-



Черт. 99.

ванной воды. Изъ этого послѣдняго раствора паливаютъ 40 куб. сантим. въ сосудъ, раздѣленный на внѣшней поверхности на куб. сантиметры, а въ остальномъ устроенный такъ же, какъ это изображено на черт. 99. Къ этому раствору прибавляютъ постепенно такое количество мыльнаго раствора, чтобы при сильномъ взбалтываніи получалась остающаяся пѣна. Если для этого требуется 22° мыльнаго раствора, то, значить, этотъ послѣдній составленъ вѣрно. Если для полученія остающейся пѣны его требуется меньше, то надо его соотвѣтственно разбавить водой; въ противномъ же случаѣ сдѣлать болѣе концентрированнымъ.

Вышеописанный способъ даетъ довольно вѣрные результаты до 30° жесткости. При большей жесткости приливаемый мыльный растворъ даетъ съ солями воды такое значительное количество нерастворимыхъ хлопьевъ изъ соединенія жирныхъ кислотъ мыла съ щелочными землями воды, — что остающаяся пѣна образуется съ трудомъ или не образуется вовсе. Поэтому сперва надо изслѣдовать, имѣетъ ли испытуемая вода большій градусъ жесткости; для этого берутъ небольшое количество изслѣдуемой воды и прибавляютъ постепенно къ ней мыльнаго раствора до тѣхъ поръ, пока не пачпеть образовываться остающаяся пѣна. Если она начинаетъ образовываться не скоро или если вмѣсто нея образуются при послѣдующемъ встряхиваніи хлопья и небольшія твердыя частицы, то надо испытуемую воду передъ изслѣдованіемъ разбавлять дистиллированной водой въ такомъ отношеніи, чтобы первая составляла  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{4}$  всего количества воды, взятаго для анализа; соотвѣтственно этому полученный градусъ жесткости придется умножить на 2 или на 4.

При правильномъ приготовленіи мыльнаго раствора 22° его должны нейтрализовать 40 куб. сантим. раствора хлористаго кальція и давать остающуюся пѣну. Такимъ образомъ каждый градусъ мыльнаго раствора производитъ на 40 куб. сантим. раствора хлористаго кальція такое же дѣйствіе, какъ 0,1 гр. мыла на 1 литръ такого же раствора. Такъ какъ нормальный растворъ хлористаго кальція заключаетъ, какъ указано выше, 25 сантиграммовъ этой соли въ одномъ литрѣ воды, то слѣдовательно 22° мыльнаго раствора нейтрализуются однимъ сантиграммомъ хлористаго кальція. Отсюда слѣдуетъ, что 1° соотвѣтствуетъ  $\frac{0,01 \text{ грамма}}{22} = 0,00045$  хлористаго кальція въ 40 ку-

бическихъ сантиметрахъ воды или  $0,00045 \times 25 = 0,0114$  грамма хлористаго кальція въ одномъ литрѣ воды.

Но 0,0114 грамма хлористаго кальція эквивалентны въ гидротиметрическомъ отношеніи 0,0103 грамма углекислаго кальція. Такимъ образомъ ясно, что гидротиметрическій способъ указываетъ съ достаточной точностью для практическихъ примѣненій степень жесткости воды во французскихъ градусахъ (1 сантиграммъ  $\text{CaCO}_3$  въ 1 литрѣ воды § 34).

Для производства анализа берутъ 40 куб. сантим. изслѣдуемой воды и прибавляютъ къ пей мыльнаго раствора до тѣхъ поръ, пока при сильномъ взбалтываніи не будетъ образовываться остающаяся пѣна. Этимъ и опредѣляется степень (градусъ) жесткости.

Для паровыхъ котловъ главное значеніе имѣетъ присутствіе въ водѣ известковыхъ солей. Чтобы выдѣлить ихъ изъ изслѣдуемой воды, къ 50 куб. сантим. этой воды прибавляютъ 2 куб. см. 1—2% раствора щавелевокислаго аммонія, причемъ сѣрнокислыя и углекислыя соли разлагаются; известь же въ соединеніи съ щавелевой кислотой осаждается. Оставшуюся жидкость фильтруютъ и, отдѣливъ отъ нея 40 куб. сантим., опредѣляютъ снова градусъ жесткости помощью мыльнаго раствора. Вычитая изъ первоначально полученной степени жесткости найденную теперь, мы получимъ степень жесткости, зависящую отъ известковыхъ солей. Далѣе кипятятъ 100 куб. сантим. испытуемой воды полчаса въ стеклянной колбѣ, пополняя убыль дистиллированной водой, и послѣ охлажденія фильтруютъ. Если отдѣлить отъ этой жидкости 40 куб. сантим. и опредѣлить степень жесткости, то полученная степень жесткости будетъ относиться къ заключающимся въ водѣ солямъ кальція и магнія, безъ углекислой извести, которая осѣла при кипяченіи. Однако по *Vontron*'у и *Boudet* слѣдуетъ полученную при этомъ степень жесткости уменьшить на 3°, такъ какъ при кипяченіи осѣдаетъ не вся углекислая известь. Если отдѣлить отъ 100 куб. сантим. прокипяченной и профильтрованной воды 50 куб. сантим. и прибавить къ ней 2 куб. сантим. 1—2% раствора щавелево-кислаго аммонія, то, профильтровавши жидкость и отдѣливъ отъ нея 40 куб. сантим., мы можемъ опредѣлить степень жесткости относительно магнезіальныхъ солей.

Приводимъ здѣсь степень жесткости нѣкоторыхъ водъ, опредѣленную гидротиметрическимъ путемъ (см. таблицу № 11).

Таблица № 11.— Гидрометрические градусы некоторых водъ.  
(Delhotel — p. 56).

Названіе водъ.	Гидрометрическіе градусы.	Количество мыла, разлигающагося до образования пѣны — на одинъ куб. метръ воды
Дистиллированная вода (Boutron и Boudet) . . . . .	0	0
Вода Lougement'скаго озера . . . . .	1°,1	110 грам.
„ Guirbaden'скаго лѣса . . . . .	1°,5	
„ рѣки Allier у г. Moulin . . . . .	3°,5	350 „
„ дождевая въ Парижѣ . . . . .	3°,5	
„ р. Дордонъ у г. Лябурна . . . . .	4°,5	
„ р. Гаронны у г. Тулузы . . . . .	5°	500 „
„ Луары у гг. Тура и Нанта . . . . .	5°,5	
„ горная въ г. Глазго . . . . .	5°,6	
„ изъ ключа Fromont въ Вогезахъ . . . . .	6°	
„ р. Невы въ г. С.-Петербургѣ . . . . .	6°	600 „
„ ключей Grandfontaine въ Вогезахъ . . . . .	7°	700 „
„ г. Эдинбурга . . . . .	7°	
„ г. Ньюкастля . . . . .	7°	
„ ключей Морвана, вытекающихъ изъ гравитныхъ толщъ . . . . .	2° до 11°	
„ песковъ Фонтеньбло . . . . .	6° до 22°	
„ Артезианск. Гренельскаго колодезя въ Парижѣ . . . . .	9°,18 до 11°,70	
„ „ Пассійскаго „ „ „ . . . . .	10°,1 до 11°	
„ Женевскаго озера . . . . .	11°	1 килогр. 100
„ р. Арвы . . . . .	11°	
„ водопровода Vergine въ г. Рямѣ . . . . .	11°,2	
„ р. большого Рейва (у Алтерсгейма) . . . . .	12°,2	
„ малаго Рейна . . . . .	12°,5	
„ р. Илля . . . . .	13° до 14°	
„ р. Роны въ г. Лионѣ . . . . .	13°,5	
„ р. Йонны . . . . .	15°	1 „ 500
„ р. Сены у моста Иври (1854 г. Декабрь) . . . . .	15°	
„ р. Соны . . . . .	15°	
„ ключей, вытекающихъ изъ мѣловыхъ наслоеній . . . . .	12° до 17°	1 „ 500
„ ключей, вытекающихъ изъ наслоеній мергвлистаго мѣла . . . . .	14° до 22°	
„ г. Лондона . . . . .	15° до 23°	
„ г. Манчестера . . . . .	16°,8	
„ г. Ливерпуля . . . . .	16°,8 до 21°	
„ р. Сены у моста Иври (1855 г. Февраль) . . . . .	17°	1 „ 700
„ водопровода Фелвче въ г. Римѣ . . . . .	18°,2	

Названіе водъ.	Гидрометри- ческіе градусы.	Количество мыла, разлагаю- щагося до обра- зованія пѣны— на одинъ куб. метръ воды.
Вода ключей долины р. Ваннъ . . . . .	17°,33 до 20	
„ р. Марны у Шарантона (1855 г. Февраль) .	19° до 23°	
„ р. Кляйды у г. Глазго . . . . .	21°	2 кялогр.100
„ р. Уазы у Понтуазы . . . . .	21°	
„ ключей вытекающихъ изъ безгипсовыхъ мергелей	20° до 30°	
„ ключей Dhuis (у резервуара въ Менильмон- танъ—Парижъ) . . . . .	20°,5	
„ ключей Dhuis (по Belgrand) . . . . .	22°,18 до 23°	
„ р. Сены въ Chaillot (1855 г. Февраль) . . .	23°	
„ Аркейльскаго водопровода въ Парижъ) . . .	28°	
„ р. Тибра. . . . .	29°	
„ Уркскаго канала. . . . .	30°	3 „ 00
„ Аркейльскаго водопровода у источника рѣки Rungis . . . . .	33°,45 до 42,84	
„ ключей вытекающихъ изъ гипсосодержащихъ мергелей. . . . .	23° до 150°	
„ Берлинскихъ колодцевъ. . . . .	36° до 41°	
„ колодцевъ въ Près St. Gervais. . . . .	72°	7 „ 200
„ колодцевъ въ Бельвиллѣ. . . . .	128°	12 „ 800

*Примѣчаніе.* Расчетъ количества мыла для разныхъ гидрометрическихъ градусовъ показываетъ наглядно значеніе чистоты воды для промышленныхъ учрежденій, употребляющихъ мыло.

### § 37. Попытки классификаціи питьевыхъ водъ.

Въ предшествующихъ §§ мы разсмотрѣли вопросъ о количествѣ воды для городского водоснабженія, объ опредѣленіи расходовъ воды, которые могутъ дать различные источники, о качествахъ водъ разныхъ происхожденій, о методахъ, какими могутъ быть выяснены въ надлежащей мѣрѣ эти качества.

Теперь необходимо указать, какимъ образомъ долженъ быть сдѣланъ выборъ воды въ нѣкоторомъ опредѣленномъ случаѣ, когда имѣется на лицо возможность получить воду изъ разныхъ источниковъ разныхъ качествъ и въ разныхъ количествахъ съ затратой разныхъ средствъ.

Нечего и говорить, что задача такого рода не допускаетъ общаго рѣшенія.



Если даже ограничиться однимъ качествомъ воды, предполагая всѣ остальные факторы равными, то и тогда нельзя установить категорической точки зрѣнія.

Такъ напр. весьма долго держалась слѣдующая нисходящая градація воды: дождевая вода, ключевая, рѣчная, колодезная, ледниковая, озерная, прудовая и болотная.

Теперь всѣ признають эту градацію не вѣрной, и въ Англіи была предложена такая классификація.

Воды здоровыя.	{	1. Ключевая	}	очень пріятнаго вкуса.
		2. Изъ глубокихъ колодезевъ		
		3. Поверхностная (атмосферная) горная.		
Воды подозрительныя.	{	4. Дождевая	}	довольно пріятнаго вкуса.
		5. Поверхностная (атмосферная) съ воздѣланныхъ земель		
Воды опасныя.	{	6. Вода рѣкъ, получающихъ содержимое канализаціи	}	годныя для питья.
		7. Вода обыкновенныхъ колодезевъ.		

И эта классификація, хотя гораздо болѣе удовлетворительная, чѣмъ прежняя не имѣетъ въ себѣ ничего абсолютно вѣрнаго: можно найти много примѣровъ хорошихъ водоснабженій съ водой, которая по англійской скалѣ была бы подозрительной и даже опасной.

Если ввести въ соображеніе другой важный факторъ—количество воды, то выборъ станетъ еще труднѣе, тѣмъ болѣе, что вода для городовъ нужна, какъ было указано выше, не только для питья, а для удовлетворенія самыхъ разнообразныхъ иныхъ потребностей, въ коихъ ея санитарныя качества часто отступаютъ на второй планъ.

### § 38. Выборъ воды въ зависимости отъ ея назначенія.

Несомнѣнно, что ключевая и грунтовая вода по своимъ качествамъ должна быть (говоря вообще) поставлена выше рѣчной и озерной и собранной изъ атмосферныхъ осадковъ, за исключеніемъ тѣхъ случаевъ, когда ключевая и грунтовая вода оказываются жесткими или не пріятнаго вкуса и запаха. Но что касается количества, то въ большинствѣ случаевъ количество ключевой и грунтовой воды можетъ быть признано достаточнымъ лишь для небольшихъ или среднихъ

городовъ, для крупныхъ же городовъ оно вообще мало, въ особенности если принять во вниманіе быстрый ростъ этихъ городовъ. Очень трудно вездѣ найти ключевую или грунтовую воду въ такомъ количествѣ, которое было бы достаточно напр. для города, потребляющаго ежедневно 15.000.000 ведеръ, тѣмъ болѣе, что этотъ расходъ въ будущемъ подлежитъ возрастанію въ неопредѣленной степени; выбирая извѣстный источникъ водоснабженія слѣдуетъ, очевидно, имѣть въ виду и это возрастаніе. Уступая въ количествѣ, ключевая и грунтовая вода имѣютъ за собою еще ту важную въ практическомъ отношеніи невыгоду, что источники ихъ недостаточно надежны. Ключи даютъ количество воды, измѣняющееся со временами года; это колебаніе можетъ очень вредно отзываться на водоснабженіи, въ особенности во время засухъ; нѣкоторые ключи могутъ даже совсѣмъ изсякнуть. Что же касается грунтовой воды, то количество ея, которымъ возможно воспользоваться для водоснабженія, хотя и можетъ быть опредѣлено изысканіями, но лишь грубо приблизительно и, слѣдовательно, тоже недостаточно надежно. Въ противоположность этому рѣки и озера представляютъ источникъ, изъ котораго можно навѣрно получать количество воды всегда достаточное, какъ бы городъ въ будущемъ не возрасталъ. — Въ виду изложеннаго при выборѣ источника для водоснабженія *большихъ городовъ* слѣдуетъ предпочитать *рѣку* или *озеро*, и такъ какъ вода ихъ не всегда удовлетворительныхъ качествъ, то необходимо принимать всѣ мѣры для улучшенія ихъ; для водоснабженія же *небольшихъ городовъ* можно пользоваться *ключевою* и *грунтовой*, но съ соблюденіемъ непремѣннаго условія, чтобы имѣющееся въ распоряженіи количество ея значительно превосходило (въ нѣсколько разъ) настоящую потребность города въ водѣ.

Высокія качества ключевой и грунтовой воды имѣютъ значеніе только при употребленіи ея въ питье и *пищу*, при употребленіи же ея для другихъ цѣлей—для фонтановъ, заводовъ, фабрикъ, для поливки улицъ и т. н. эти качества не играютъ роли; такъ какъ изъ общаго количества воды, потребляемой городомъ, только малая часть идетъ въ питье и *пищу*, то поэтому является естественною упомянутая уже ранѣе въ (§ 9) мысль объ устройствѣ въ крупныхъ городахъ *двухъ* водопроводовъ: *одного*—съ малымъ количествомъ воды, но высокихъ качествъ (ключевая или грунтовая)—для употребленія

ея только въ питье и пищу, и *второго*—съ большимъ количествомъ воды, по худшаго качества (рѣчная нефльтрованная) для удовлетворенія всѣхъ остальныхъ потребностей въ водѣ. Устройство такихъ параллельныхъ водопроводовъ (питьеваго и промышленнаго) вполне возможно, какъ это показываетъ примѣръ Парижа и нѣкоторыхъ др. городовъ, хотя стоимость двухъ водопроводовъ обыкновенно выше стоимости одного, ихъ замѣняющаго.

Въ настоящее время замѣчаются усилія техники изыскать способъ очищенія рѣчной воды болѣе совершенный, чѣмъ нынѣ употребляемый (помощью песочныхъ фильтровъ); нѣтъ основаній сомнѣваться въ томъ, чтобы эти усилія рано или поздно не увѣнчались успѣхомъ, а въ такомъ случаѣ съ тѣмъ болѣею увѣренностью можно рекомендовать для водоснабженія городовъ рѣчную и озерную воду.

Вода атмосферныхъ осадковъ, собираемая въ водохранилищахъ, можетъ служить также надежнымъ источникомъ для водоснабженій, но устройство водохранилищъ вблизи города не всегда возможно по топографическимъ условіямъ окрестностей города; по этой же причинѣ нерѣдко затруднительно найти такой бассейнъ, чтобы выпадающихъ внутри его атмосферныхъ осадковъ было достаточно для образованія водохранилища требуемыхъ размѣровъ. Вотъ почему въ водопроводахъ англійскихъ городовъ водохранилища лежатъ въ нѣсколькихъ десяткахъ верстъ отъ города, что, разумѣется, значительно увеличиваетъ стоимость водопроводовъ. Въ этомъ отношеніи водоснабженіе изъ водохранилищъ уступаетъ водоснабженію изъ рѣкъ и озеръ.

Общія основанія, которыми слѣдуетъ руководиться при выборѣ источника для водоснабженія, объяснены, между прочимъ, въ слѣдующемъ постановленіи съѣзда германскихъ гигиенистовъ въ Дюссельдорфѣ въ 1876 году;

«Какъ ключевая, такъ грунтовая и рѣчная фильтрованная вода можетъ удовлетворять предъявляемымъ требованіямъ; выборъ способа водоснабженія въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ зависитъ отъ мѣстныхъ условій. При прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, въ отношеніи качества и количества воды, заслуживаетъ предпочтенія тотъ источникъ, который, во-первыхъ, представляетъ наибольшую гарантію для постоянной доставки воды и, во-вторыхъ, требуетъ наименьшей траты для устройства и содержанія водопроводныхъ сооруженій».

*Стоимость* *каждаго водопровода* *слагается изъ трехъ элементовъ:*

а) *стоимости водосборныхъ сооружений*, которая въ свою очередь обуславливается стоимостью: отстойныхъ бассейновъ, фильтровъ и сборныхъ резервуаровъ—при употребленіи рѣчной фильтрованной воды; водохранилищъ съ фильтрами и сборными резервуарами—при употребленіи воды изъ атмосферныхъ осадковъ; ключевыхъ и сборныхъ бассейновъ—при употребленіи ключевой воды,—и водосборныхъ трубъ со смотровыми и сборнымъ колодцами или водосборныхъ колодцевъ большаго и малаго діаметра—при употребленіи грунтовой воды;

б) *стоимости сооружений передаточныхъ*, т. е. служащихъ для провода воды изъ водосборныхъ сооружений въ городъ; сюда входитъ стоимость водоподъемнаго зданія со всѣми водоподъемными машинами и стоимость нагнетательной трубы, а если напоръ въ сѣти городскихъ трубъ получается достаточнымъ и безъ накачиванія, то въ такомъ случаѣ—стоимость одной только трубы;

в) *стоимости городской части водопровода*, т. е. сѣти трубъ и водонапорной башни или водонапорнаго резервуара.

Отсюда видно, что если напр. источникъ ключевой воды весьма удаленъ отъ города и воду надо нагнетать, то стоимость водопровода будетъ зависѣть преимущественно отъ стоимости передаточныхъ сооружений, точно также если напр. городъ снабжается нефльтрованной водою изъ близъ-лежащей рѣки, то стоимость водопровода будетъ обуславливаться главнымъ образомъ стоимостью городской части его. Такимъ образомъ въ каждомъ частномъ случаѣ нужно установить отъ какихъ элементовъ будетъ по преимуществу зависѣть стоимость водопровода. (По вопросу о стоимости водоснабженій см. между прочимъ Vol. XXXVIII. December 1897. *American Society of Civil Engineers. Valuation of Water-Works Property by Wynkoop Kiersted*). По статистическимъ даннымъ германскаго инженера Грана стоимость водопроводовъ въ германскихъ городахъ составляетъ отъ 5 до 18 кредитныхъ рублей на *каждаго жителя*, какъ при употребленіи ключевой и грунтовой воды, такъ и рѣчной фильтрованной. При обыкновенныхъ условіяхъ, когда источникъ лежитъ довольно близко отъ города, можно считать, что стоимость водопровода обуславливается стоимостью городской части его, которая составляетъ примѣрно около  $\frac{2}{3}$  всей стоимости.

Вышеприведенная стоимость водопровода относится къ случаю,

когда всѣ водопроводныя сооруженія устроены рационально, т. е. въ требуемомъ числѣ, надлежащихъ размѣровъ, при хорошихъ матеріалахъ и работѣ.

Русскія городскія думы при устройствѣ водопроводовъ часто преслѣдуютъ излишнюю экономію, вслѣдствіе чего городская сѣть оказывается малой, діаметры трубъ недостаточными, число пожарныхъ крановъ — скуднымъ, резервуары и баки водонапорныхъ башенъ — малой вмѣстимости и т. п.; если къ этому прибавить еще встрѣчающіеся не рѣдко плохой матеріалъ и неудовлетворительную работу, то въ результатѣ получается устройство плохого водопровода и слѣдовательно мало производительная трата городскихъ средствъ. Само собою разумѣется, что вскорѣ послѣ устройства такого водопровода начинаются исправленія, расширенія и перестройки возведенныхъ сооруженій, которыя, такимъ образомъ, въ общемъ могутъ стоить гораздо больше того, во что обошелся бы водопроводъ, построенный съ самаго начала согласно требованіямъ водопроводной техники.

Изъ сказаннаго ясно, что при выборѣ источника водоснабженія необходимо *въ каждомъ частномъ* случаѣ составить нѣсколько параллельныхъ проектовъ съ исчисленіемъ стоимости каждаго отдѣльнаго рѣшенія. Только тогда можно будетъ ясно видѣть, какія выгоды могутъ быть получены въ количествѣ воды и въ стоимости водопровода, если пожертвовать ея качествомъ и наоборотъ. Только тогда по зрѣломъ и *спокойномъ* обсужденіи всѣхъ частныхъ вопросовъ можно будетъ принять для этого случая рациональное рѣшеніе.

---

## ГЛАВА ШЕСТАЯ.

### ДОБЫВАНІЕ ВОДЫ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 39. Разные способы добыванія воды. — § 40. Сборъ атмосферной воды въ малыхъ и большихъ количествахъ. — § 41. Добываніе воды изъ ручьевъ, рѣкъ и озеръ. — § 42. Водохранилища съ водоудержательными плотинами для собиранія текучихъ и атмосферныхъ водъ. — § 43. Добываніе воды колодцами. — § 44. Артезианскіе колодцы. — § 45. Классификація способовъ водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ въ зависимости отъ свойствъ водосносныхъ горизонтовъ. — § 46. Сборъ грунтовой воды горизонтальными трубами. — § 47. Нѣкоторые теоретическія данныя для опредѣленія расхода грунтовыхъ водосборовъ. — § 48. Добываніе воды изъ ключей.

#### § 39. Разные способы добыванія воды.

Вода для снабженія населенныхъ мѣстностей, а равно и для другихъ цѣлей (орошеніе, питаніе водныхъ путей), можетъ быть добываема въ различныхъ фазахъ ея кругооборота въ природѣ, а именно въ видѣ атмосферныхъ осадковъ, наземныхъ потоковъ и скопленій, подземныхъ или грунтовыхъ потоковъ или скопленій.

Наиболѣе легкій способъ добыванія представляютъ наземныя воды — ихъ обыкновенно нужно только брать. Для остальныхъ же необходимы болѣе или менѣе сложные приемы собиранія.

Классификація главнѣйшихъ способовъ добыванія воды для снабженія населенныхъ мѣстностей (отчасти и для другихъ цѣлей) можетъ быть предложена слѣдующая:

##### *I Категория.*

Морская вода. — Перегонка въ особыхъ приспособленіяхъ.

##### *II Категория.*

Атмосферныя воды . { 1) Рвы для дождевой воды.  
2) Цистерны для дождевой {  $\alpha$  ) обыкновенныя,  
воды . . . . . {  $\beta$  ) фильтруюшія воду.  
3) Водохранилища съ водоудержателън. плотинами.

### III Категория.

- |                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
| 1) Добывание воды изъ рѣкъ . | { | а) простое . { $\alpha$ ) безъ фильтровъ.<br>$\beta$ ) съ естеств. фильтр.<br>б) съ помощью водоподъемныхъ или водораздѣлительныхъ сооружений.<br>в) съ помощью водоудержательныхъ плотинъ. |
| 2) Добывание воды изъ озеръ. |   |   |

### IV Категория.

- |  |   |   |   |  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|--|---|---|---|---|
| Подземныя<br>(грунтовая)<br>воды . . . . | { | 1) Добывание грунтовой воды при помощи вертикальныхъ сооружений . . . . .   | { | А) Колодцы большого діаметра (резервуарные).   | { | а) Колодцы для періодическаго пользованія (домовые колодцы).                                    | { | $\alpha$ ) каменные колодцы<br>$\beta$ ) металлич. колодцы. |
|  |   | 2) Добывание грунтовой воды при помощи горизонтальныхъ сооружений . . . . . |   | В) Колодцы малаго діаметра (трубчатые).  |   | а) забивные или абиссинскіе,<br>б) буровые { $\alpha$ ) бруклинскіе,<br>$\beta$ ) артезианскіе. |   |   |
|  |   |   |   | а) Открытые каналы.<br>б) Дренажные каналы и трубы.<br>в) Сборныя трубы.<br>г) Сборныя галлерей. |   |   |   |   |

### V Категория.

Добывание воды изъ ключей.

Не останавливаясь совсѣмъ на способахъ перегонки морской воды, въ виду крайней исключительности этой операціи въ практикѣ городскихъ или станціонныхъ водоснабженій, а также въ виду того, что операціи эти производятся съ наибольшимъ успѣхомъ въ особыхъ патентованныхъ аппаратахъ разныхъ системъ, въ дальнѣйшихъ §§ настоящей главы будутъ рассмотрѣны II, III, IV и V категоріи способовъ добыванія воды въ цѣляхъ снабженія населенныхъ мѣстностей.

## § 40. Сборъ атмосферной воды въ малыхъ и большихъ количествахъ.

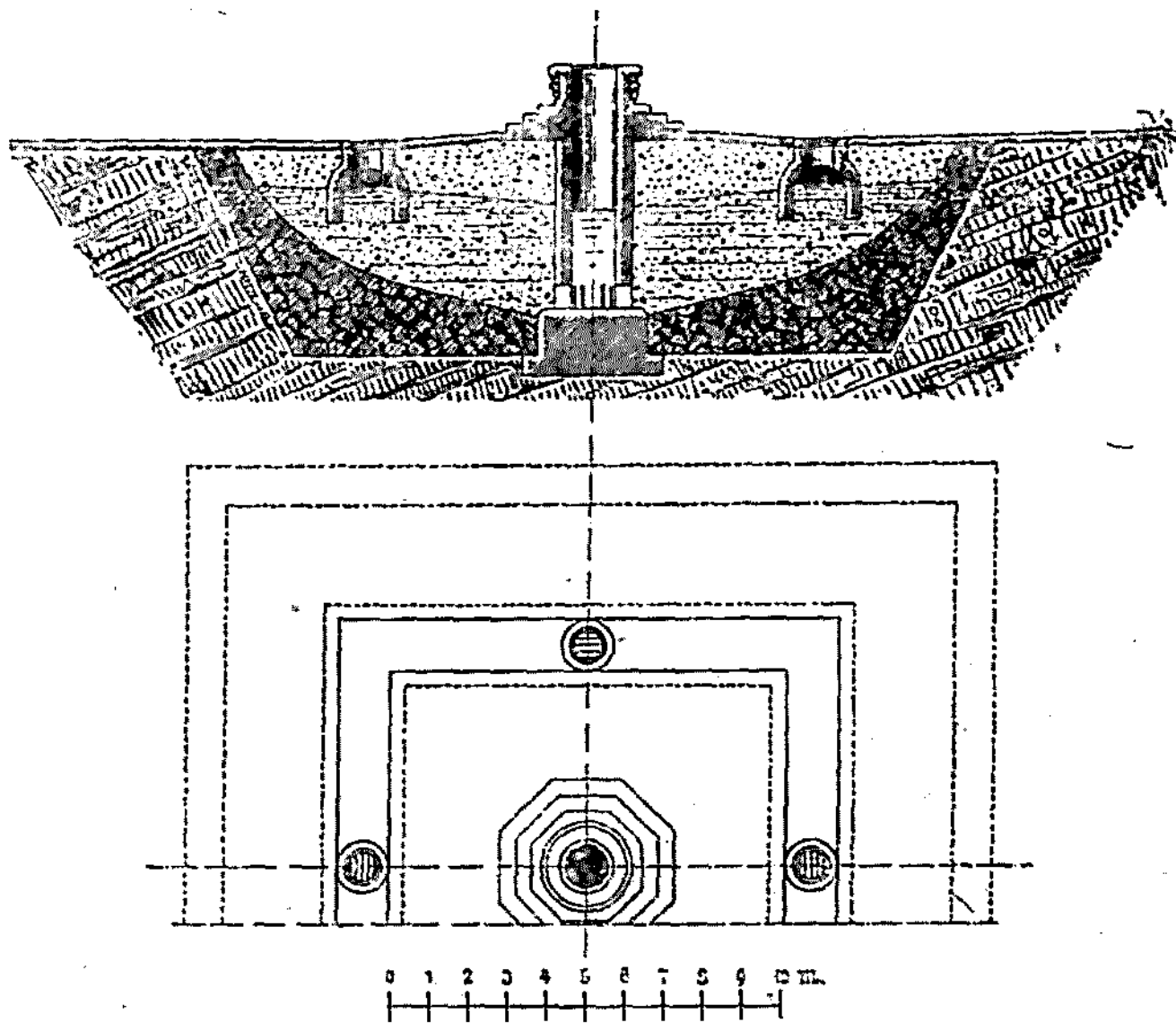
*Цистерны*—представляютъ простѣйшій способъ собиранія атмосферной воды, примѣняющійся съ незапамятныхъ временъ и весьма распространенный въ древнемъ Іерусалимѣ, Карфагенѣ, Римѣ. Теперь онѣ встрѣчаются еще во всѣхъ странахъ въ городахъ, гдѣ нѣтъ пра-

Онабженіе дождевою водою.

Цистерны.



Черт. 100. — Обдѣлка устья колодца венеціанскихъ цистернъ съ простымъ колодцемъ. До послѣдняго времени, когда Венеція получила общее водоснабженіе, она имѣла 200 общественныхъ и 1.900 частныхъ дождевыхъ цистернъ съ 200.000 куб. м. вмѣстности.

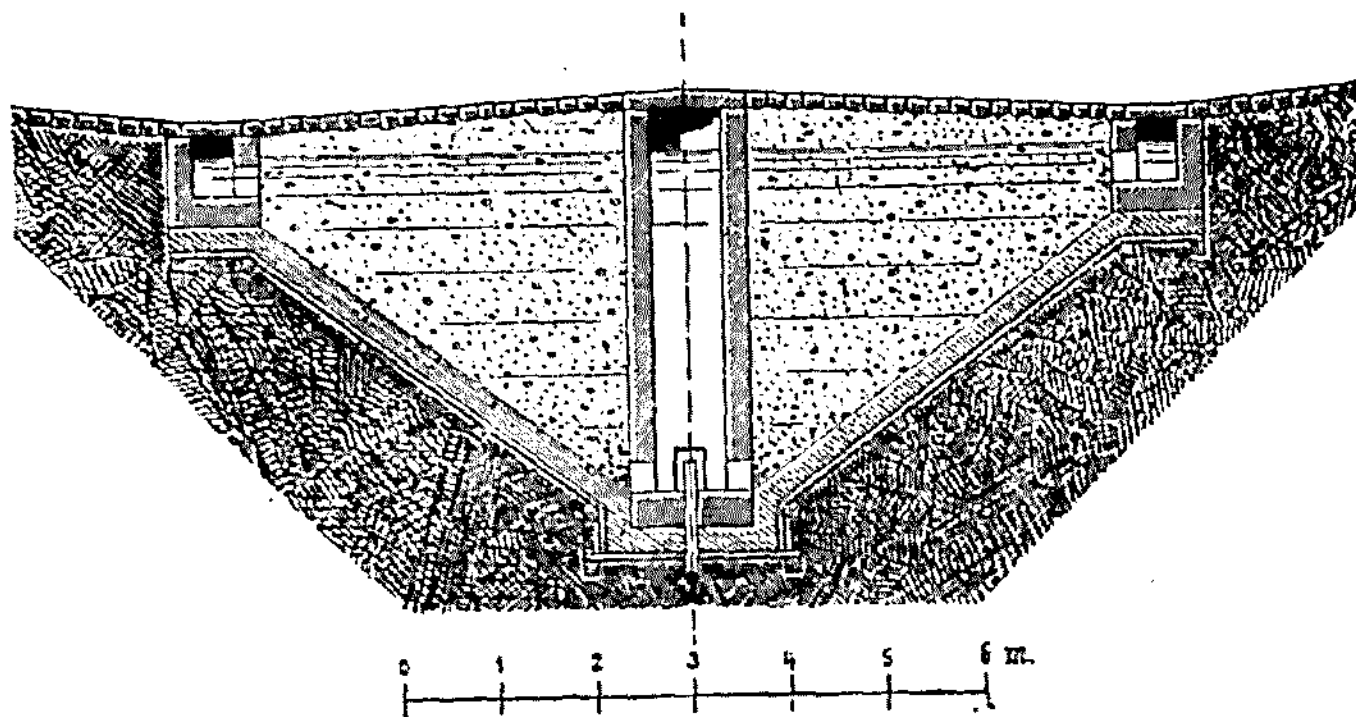


Черт. 101 и 102. — Разрѣзъ и планъ венеціанскихъ цистернъ съ открытымъ колодцемъ. Цистерны собираютъ дождевую воду, выпадающую на окружающія ее мостовыя чрезъ посредство 4 оконъ. Извлекалась вода чрезъ колодезь, подошва коего на 4 м. ниже мостовой. Углубленіе цистерны выкладывалось мятой глиной съ примѣсью песка.

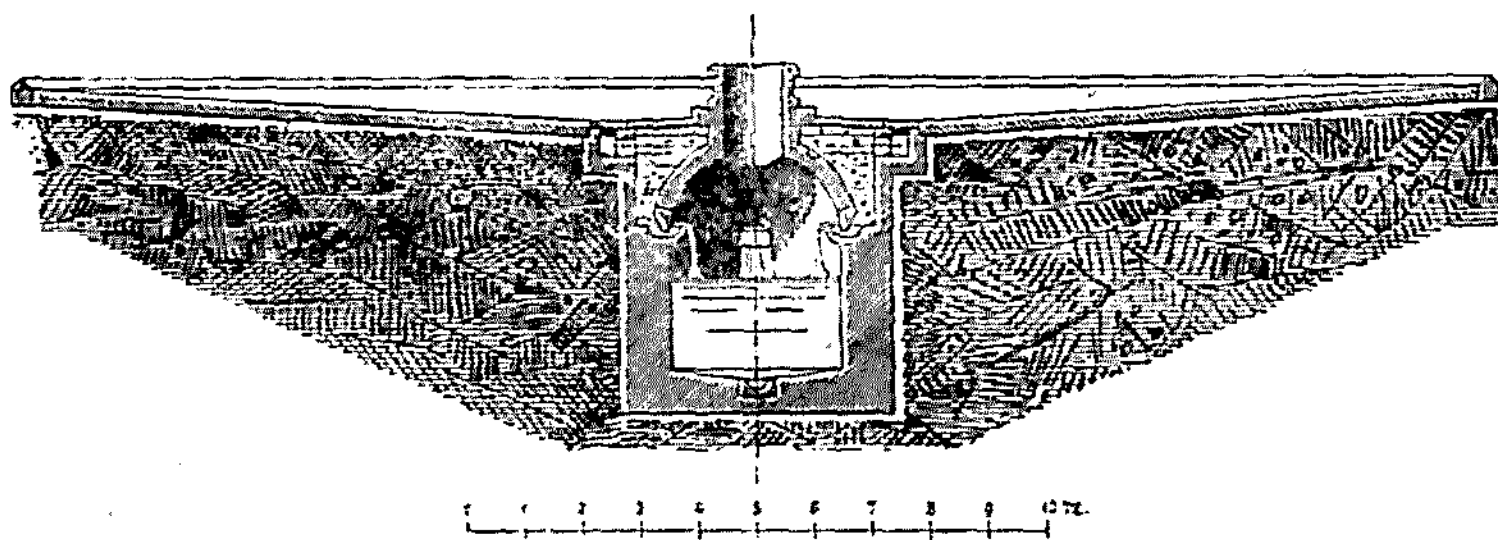


Снабженіе дождевою водою.

Цистерны.



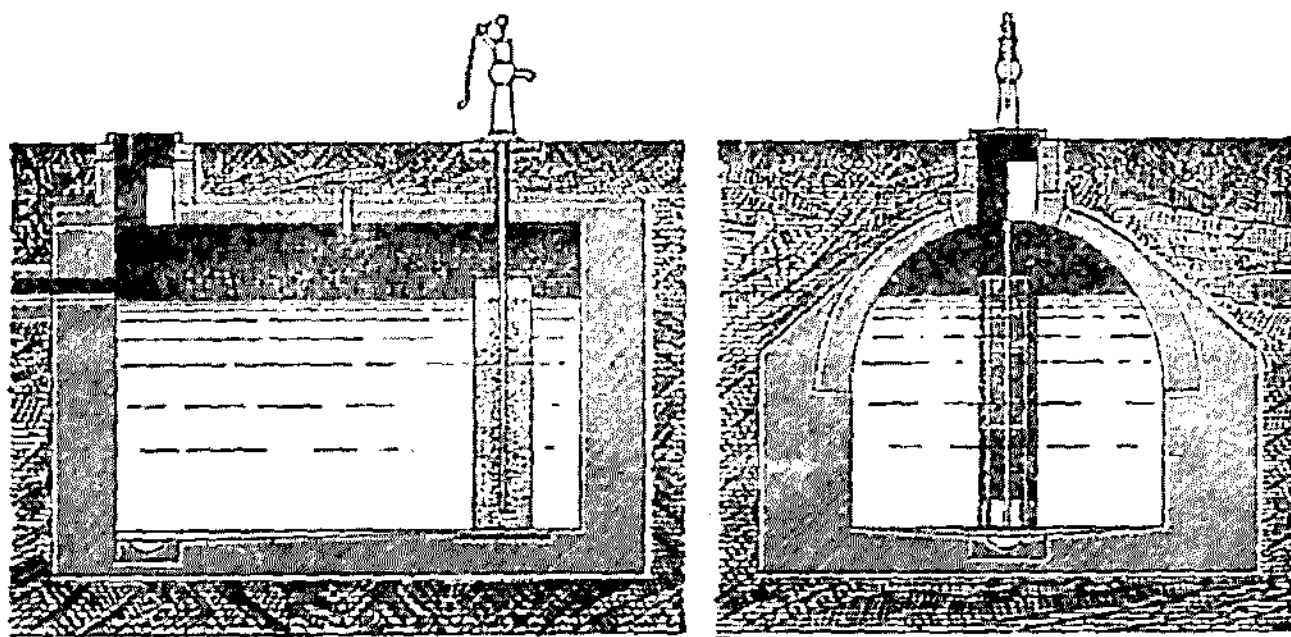
Черт. 103.—Разрѣзъ цистерны венеціанскаго типа съ закрытымъ колодезѣмъ. Вода изъ цистернъ отводится на поверхность земли къ пониженному мѣсту особой трубкой, расположенной въ центрѣ колодца, гдѣ трубка снабжается водоразборнымъ краномъ (если условія мѣстности позволяютъ). Цистерна вмѣстѣ форму четырехъ-гранной пирамиды. Бока ея покрыты досчатымъ настиломъ на лежняхъ, плотно прилегающимъ къ землѣ. На настилѣ кладется слой бетона, глины, асфальтоваго толя и т. п. Вокругъ цистерны идетъ крытый каналъ, собирающій воду съ извѣстныхъ поверхностей (ихъ слѣдуетъ окружить заборомъ) и выпускающій ее чрезъ особія окна въ толщу песочнаго фильтра (Lueger).



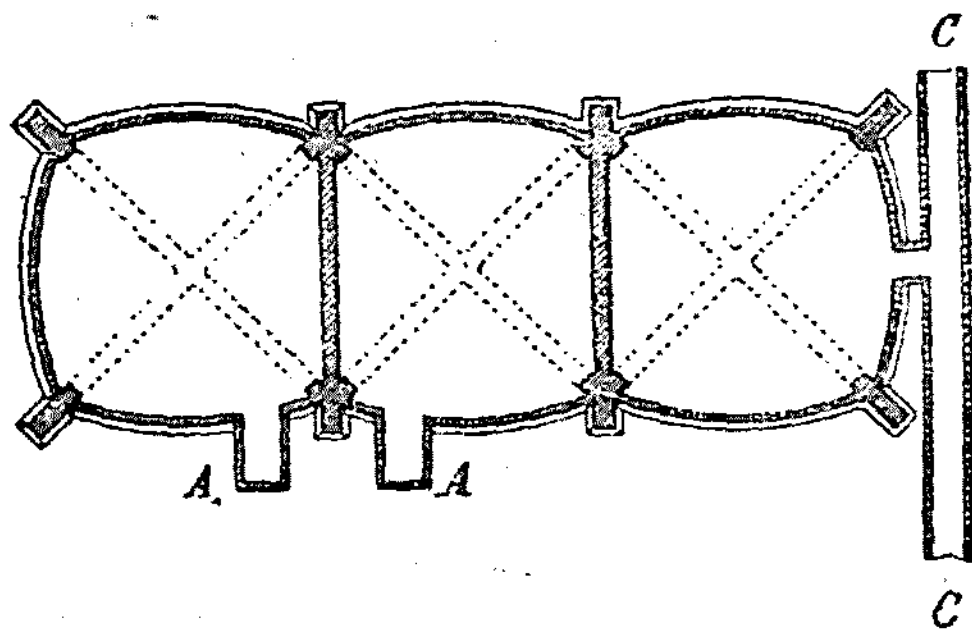
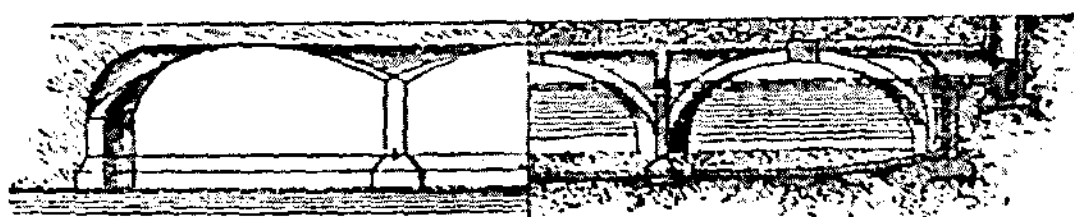
Черт. 104.—Цистерна съ песочными сифонами. Существенное отличіе отъ венеціанскихъ (черт. 101—103) въ томъ, что вода попадаетъ въ колодезь чрезъ сифоны наполненные пескомъ, т. е. движется въ песочной массѣ не сверху внизъ, а снизу вверхъ и затѣмъ падаетъ съ высоты, смѣшиваясь съ воздухомъ. Благодаря этому она (будто бы) не увлекаетъ съ собой песокъ и освѣжается. Типъ этотъ не имѣетъ особаго распространенія.

Снабженіе дождевою водою.

Цистерны.



Черт. 105 и 106. — Продольные и поперечные разрѣзы американской цистерны; въ ней фильтрованіе производится въ моментъ извлеченія воды пзъ колодца, а не при собранія, какъ въ венеціанскихъ. Извлеченіе дѣлается насосами по трубѣ окруженной песочнымъ фильтромъ въ сѣткѣ пзъ проволоки; нижняя часть цилиндра фильтра на высотѣ 0,50 м. сплошная. Вода въ цистерну притекаетъ по трубѣ (слѣва), собираясь съ крышъ или мощеныхъ поверхностей (Lueger).



Черт. 107 и 108. — Цистерна большихъ размѣровъ съ фильтромъ для станціоннаго водоснабженія (вокзалъ въ Geestemunde).

*C* — водовпускной каналъ для наполненія цистерны;

$\left. \begin{matrix} A \\ A_1 \end{matrix} \right\}$  водоподъемные колодцы для извлеченія воды изъ цистерны.

На днѣ цистерны положенъ слой песка, чрезъ который вода должна пройти, чтобы достигнуть колодцевъ *A* и *A<sub>1</sub>*. (A. Frühling, p. 270).

виднаго водоснабженія; въ нѣкоторыхъ случаяхъ цистерны употребляются, какъ источники городского водоснабженія, въ особенности въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки.

Цистерны — суть резервуары, обыкновенно вырытые въ землѣ, со стѣнками обложенными глиной, деревомъ, металломъ или каменной кладкой и закрытые сверху. Онѣ соединены трубами или каналами съ крышами зданій и т. п. поверхностями, получающими атмосферные осадки. Вода изъ нихъ извлекается ведрами или насосами. Если есть основаніе опасаться переполненія цистерны, она снабжается водоотводной трубой.

Чтобы цистерна давала неиспорченную воду необходимо:

1) автоматически или инымъ способомъ не допускать въ нее пер-  
выхъ водъ, стекающихъ съ крышъ, такъ какъ такія воды всегда грязны;

2) давать отстаиваться собираемой водѣ въ особомъ резервуарѣ, откуда она переливалась бы постепенно въ самую цистерну;

3) сдѣлать стѣнки цистерны вполне непроницаемыми, чтобы предотвратить всякій доступъ въ цистерну грунтовыми водами и предупредить потери собираемой воды;

4) избѣгать всякихъ соединеній отводной трубы съ водосточными трубами дома, чтобы въ цистерну не могли проникать сточныя воды и газы;

5) применять для цистерны матеріалы, не портящіеся отъ воды (известковый растворъ передаетъ въ воду известь, желѣзо дѣлаетъ воду ржавой, деготь сообщаетъ ей дурной вкусъ и запахъ и т. д.);

6) помѣстить устье всасывающей трубы такъ, чтобы оно было всегда въ водѣ и въ то же время далеко отъ поверхности, гдѣ плаваютъ разныя тѣла и отъ дна, гдѣ есть осадокъ грязи;

7) сохранять воду цистерны въ темнотѣ, чтобы предупредить развитіе въ пей животной и растительной жизни;

8) чистить не менѣе двухъ разъ въ годъ всѣ части цистерны до дна.

Значительнымъ усовершенствованіемъ въ дѣлѣ устройства цистернъ явилось примененіе къ нимъ фильтровъ, дѣйствующихъ или въ моментъ собирающа воды или въ моментъ ея извлеченія изъ цистерны.

Первый типъ давно применяется въ Венеціи (черт. 100—104), второй болѣе новый, распространенъ въ Соединенныхъ Штатахъ (черт. 105, 106).

Венеціанскія цистерны представляютъ собой резервуаръ въ формѣ усѣченной пирамиды, вырытый въ землѣ, со стѣнками обложенными мятой глиной. Резервуаръ этотъ наполненъ нескомъ. Вода входитъ въ него по жолобамъ и поступаетъ въ галлерею изъ кирпича, сложеннаго на-сухо; отсюда она, профильтровываясь чрезъ песокъ, достигаетъ центральнаго колодца чрезъ отверстія, оставленныя внизу въ каменной кладкѣ его стѣнъ.

Въ американскихъ цистернахъ всасывающая труба погружена въ особую камеру, отдѣленную отъ цистерны пористой стѣнкой изъ камня, кирпича или даже угля.

Иногда всасываніе дѣлается просто чрезъ постоянный или съемный фильтръ. Иногда же резервуаръ цистерны и фильтръ совершенно разобщены и вода проходитъ чрезъ особый фильтръ прежде чѣмъ попасть въ снабжающую домъ трубу.

Размѣры цистерны могутъ быть въ нѣкоторыхъ случаяхъ довольно велики (см. черт. 107, 108). Каковы бы ни были, однако, усовершенствованія, вносимыя въ устройство цистернъ, они не могутъ устранить самаго важнаго ихъ недостатка — неспособности доставить значительные запасы воды, какіе бываютъ нужны для большихъ городовъ. Для этой цѣли необходимо собирать осадки съ очень большихъ площадей и имѣть резервуары часто огромныхъ размѣровъ.

Такая потребность удовлетворяется образованіемъ искусственныхъ наземныхъ водохранилищъ, т. е. искусственныхъ озеръ (см. § 42).

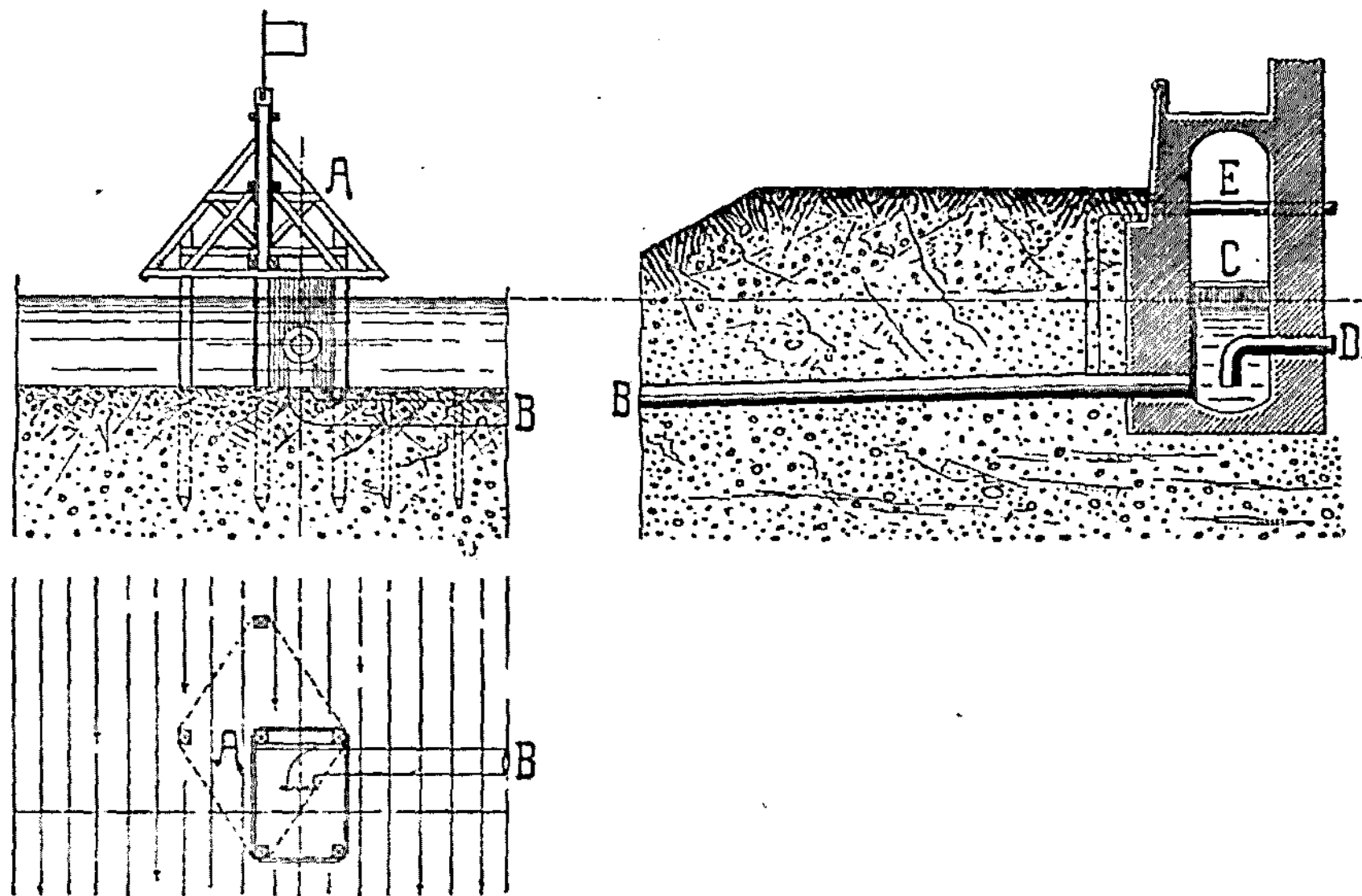
### § 41. Добываніе воды изъ ручьевъ, рѣкъ и озеръ.

*Добываніе воды изъ ручьевъ и рѣкъ*, т. е. изъ потоковъ, движущихся по земной поверхности, требуетъ особыхъ сооруженій для захвата и направленія воды.

Устройство этихъ сооруженій зависитъ отъ того, должна ли захваченная вода перемѣщаться далѣе силой тяжести по канавѣ, каналу, трубѣ или же она перемѣщается посредствомъ машинъ, а также отъ того, захватывается ли весь потокъ или только часть его.

а) Когда отводимое количество воды незначительно по сравненію съ расходомъ обильнаго водой потока, захватное сооруженіе состоитъ изъ колодца или камеры, поставленной въ рѣкѣ и соединенной съ водопроводомъ, или же даже изъ одной трубы (черт. 109—111). Если вода

Снабженіе рѣчной водой.



Черт. 109, 110 и 111.

Приемникъ воды изъ рѣки Сены близъ Иври для водоснабженія города Парижа.

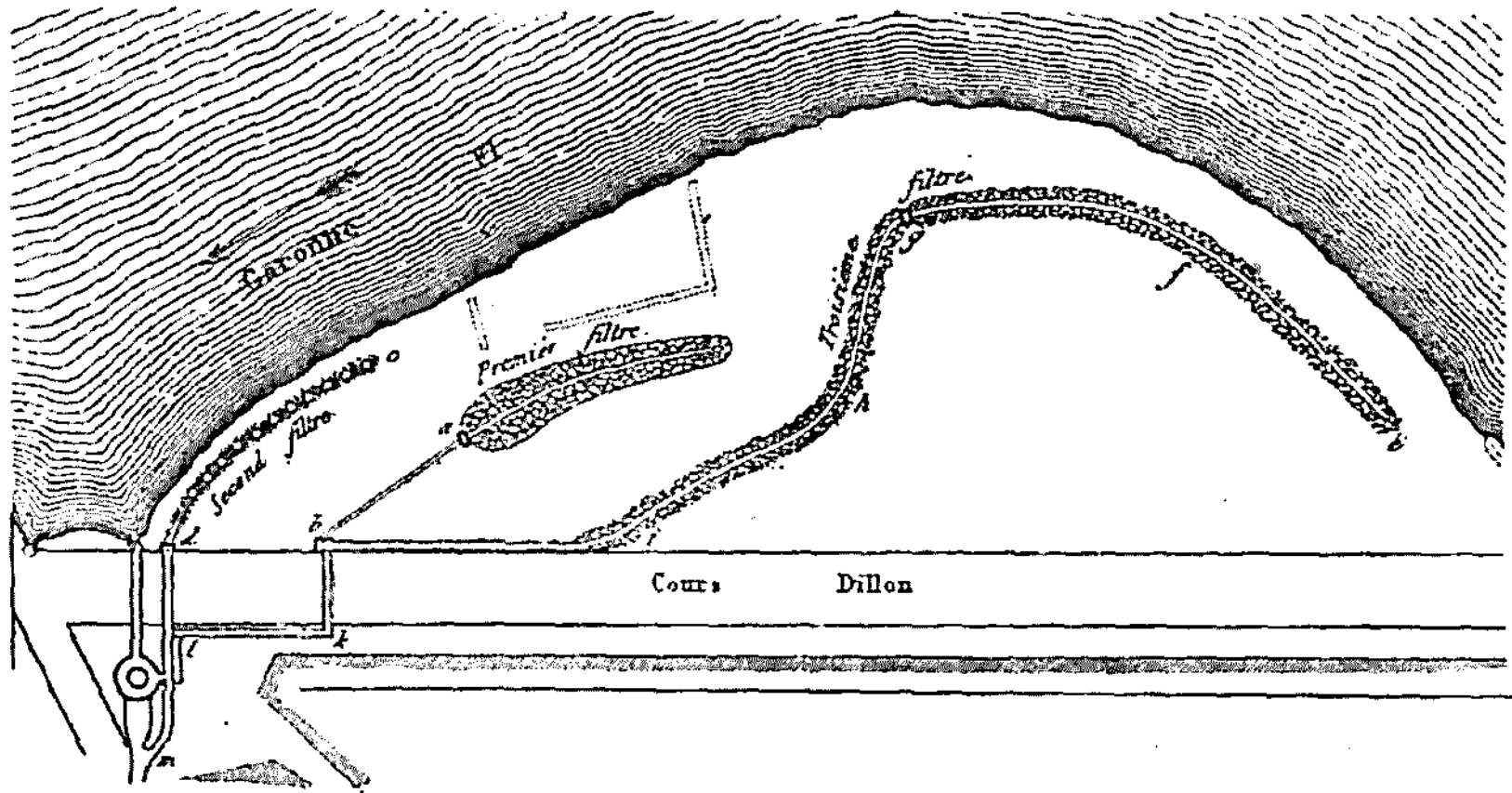
- A*—Надстройка для указанія мѣста водоприемника проходящимъ судамъ;
- B*—Водоприемная труба, по которой вода течетъ въ водоприемный колодезь (*C*) самотокомъ;
- C*—Водоприемный колодезь;
- D*—Всасывающая труба, ведущая къ насосамъ;
- E*—Труба, соединенная съ напорной трубой насосной станціи и служащая для промывки (въ случаѣ надобности) водоприемной трубы *B*.

Устье водоприемной трубы *B* окружено рѣшетками со всѣхъ сторонъ для защиты отъ плавающихъ тѣлъ.

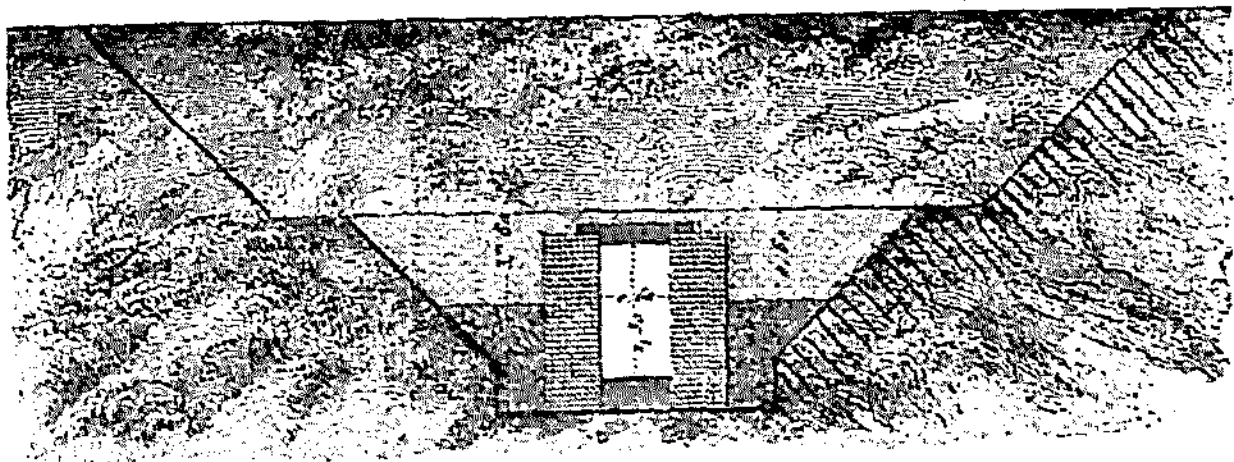
(Bechmann.—Salubrité urbaine etc.).

Снабженіе рѣчною и грунтовой водою.

Водоснабженіе города Тулузы.



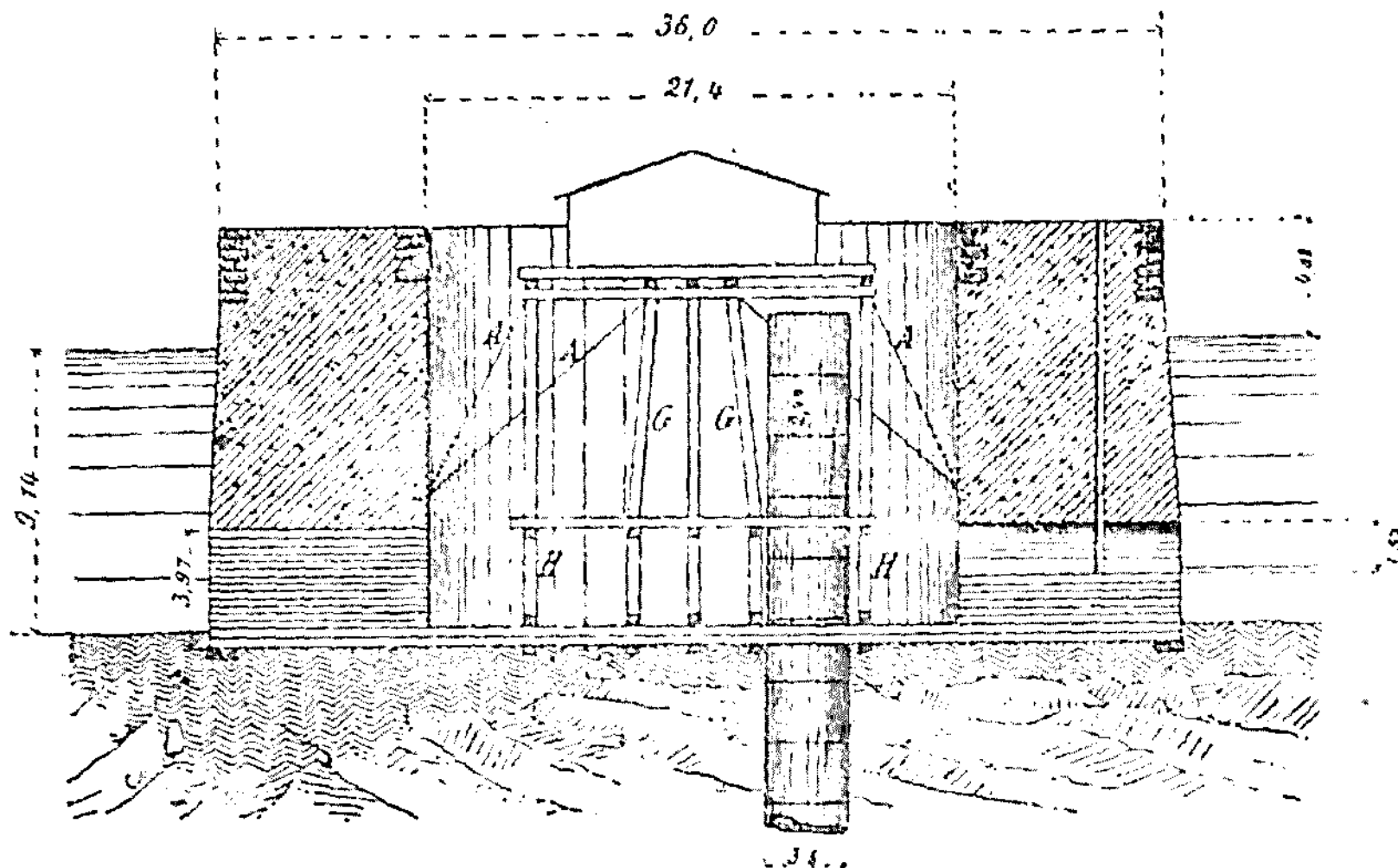
Черт. 112. — Планъ водосборныхъ дренажныхъ галлерей.



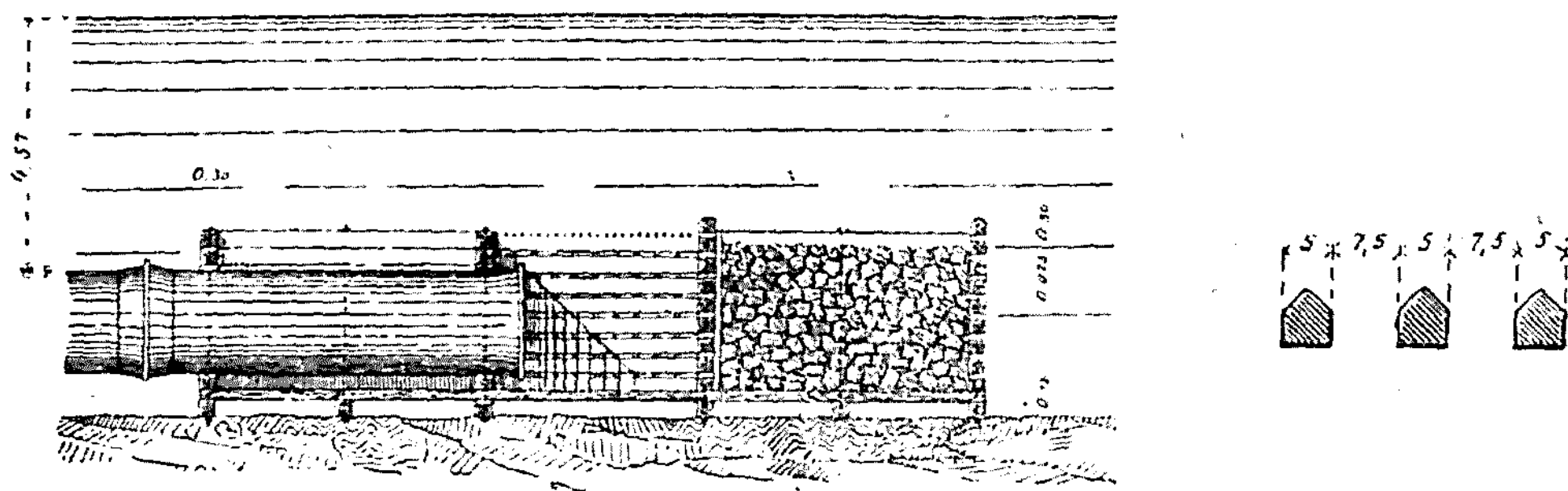
Черт. 113. — Поперечный разрѣзъ галлерей.

(Debauve, Distribution des eaux).

Снабженіе озерной водой.



Черт. 114. — Водопріемникъ въ озерѣ Мичиганъ для города Чикаго. Состоитъ изъ деревяннаго фундамента съ бетонной надстройкой. Фундаментъ высотой 3,97 метра имѣетъ форму кольца; внѣшній діаметръ 36 м., внутренній—21,4 м. Онъ построенъ, какъ ряжи, на берегу, изъ 30 сант. дѣса, прибуksированъ и погруженъ. Надстройка бетонная—сдѣлана въ желѣзномъ кессонѣ, тоже построенномъ на берегу и прибуksированномъ.



Черт. 115 и 116. — Водопріемникъ въ озерѣ Онтарио для города Торонто (продольный разрѣзъ и деталь деревянной рѣшетки). Водопріемникъ состоитъ изъ деревяннаго ряжа площадью  $14,20 \times 14,20$  кв. метровъ, раздѣленнаго на 9 камеръ и нагруженнаго камнемъ. (Масштабъ  $\frac{1}{225}$ , размѣры въ метрахъ). Въ центральную камеру входятъ всасывающая деревянная съ чугунными флянцами труба діаметромъ въ 1,83 м. Центральная камера прикрыта деревянной рѣшеткой, детали которой показаны особо (размѣры въ дюймахъ).

въ рѣкѣ недостаточно чиста и берега ея состоятъ изъ легко про- ницаемаго водой неразмываемаго грунта (песка или гравія), то пріем- ники помѣщаются не въ самой рѣкѣ, а въ берегѣ на нѣкоторомъ отъ рѣки разстояніи. Они состоятъ въ такомъ случаѣ изъ дренаж- ныхъ устройствъ вполне аналогичныхъ съ тѣми, которыя описаны далѣе въ § 46 и служатъ для собиранія грунтовой воды. Такой типъ добыванія рѣчной воды называется обыкновенно «естественнымъ фильтрованіемъ» (см. черт. 112 и 113).

б) Когда нужна довольно значительная часть расхода обильнаго водой потока, дѣлаютъ *водораздѣлительныя* или *водоподъемныя* со- оруженія (см. курсы Орошенія и Водяныхъ Сообщеній), которыя отводятъ въ каналъ желаемое количество воды. Раздѣлительныя со- оруженія дѣлаются, когда для отведенія воды изъ рѣки не требуется ея предварительнаго подъема. Если же таковой нуженъ, то рѣка преграждается водоподъемной плотиной, которая, возвышая горизонтъ воды въ рѣкѣ, позволяетъ брать воду съ большей высоты.

в) Наконецъ, когда требуемый расходъ воды превышаетъ ме- женній расходъ потока, его преграждаютъ водоудержательной пло- тиною образуя резервуаръ и дѣлаютъ отводной каналъ или трубу. Плотина должна имѣть водосливъ для паводковъ и допускать очистку подпертаго резервуара. Резервуары такого рода дѣлаются на рѣкахъ съ небольшими меженими расходами и даютъ возможность накоп- лять воду во время паводковъ, образуя запасы на время межени. Подробности ихъ устройства см. § 42.

Типы всѣхъ неречисленныхъ устройствъ очень разнообразны. Общія условія, которымъ они должны удовлетворять, таковы:

Пріемникъ воды изъ ручья или рѣки долженъ быть поставленъ вдали отъ всякаго источника зараженія и загрязненія воды потока, каковы фабрики, бани, водостоки и пр. Въ большихъ рѣкахъ пріем- никъ нужно ставить въ мѣстахъ съ возможно быстрымъ теченіемъ, т. е. по преимуществу вдали отъ берега, избѣгая мѣстъ, гдѣ недо- статокъ скорости или подпоръ способствуютъ скопленію наносовъ и плавающихъ отбросовъ.

Пріемникъ долженъ быть по возможности огражденъ отъ проник- новенія въ него плавающихъ тѣлъ; для этой цѣли служатъ рѣшетки, сѣтки и т. п.

Пріемникъ долженъ по возможности брать воду съ наименьшимъ



количествомъ взвѣшенныхъ твердыхъ частей. Съ этой цѣлью вода берется на нѣкоторомъ опредѣленномъ уровнѣ: или у поверхности посредствомъ водослива, или на нѣкоторой глубинѣ — посредствомъ особыхъ отверстій. Иногда при переменномъ горизонтѣ воды въ рѣкѣ, озерѣ или водохранилищѣ для захвата воды на постоянной глубинѣ употребляютъ даже качающіяся плавающія трубы, впускное отверстие коихъ находится на неизмѣнномъ разстояніи отъ поверхности воды (черт. 124, 125).

*Пріемникъ* долженъ допускать легкую и удобную очистку отъ грязи, которая непременно будетъ скопляться въ нихъ, не смотря на всѣ указанные выше мѣры. При открытыхъ сверху сооруженіяхъ (камеры, каналы) эта очистка не затруднительна. При всасывающихъ трубахъ (см. черт. 109—111) прибѣгаютъ къ очисткѣ воды подъ сильнымъ давленіемъ. Всасывающая труба закрывается краномъ и въ нее вгоняется вода изъ нагнетательной трубы городской сѣти, чѣмъ и достигается промывка.

Если разстояніе между устьемъ такой трубы и насосной станціей велико, то предпочитаютъ устраивать у насосной станціи колодезь, къ которому вода рѣки идетъ по трубѣ самотекомъ и изъ котораго насосы уже высасываютъ воду. Такой колодезь является тогда мѣстомъ складыванія наносовъ и очистка его происходитъ безъ затрудненій. Подобное устройство пріемника тѣмъ цѣлесообразнѣе, что при большой длинѣ всасывающей трубы трудно быть увѣреннымъ въ непроницаемости ея стыковъ; чрезъ плохіе же стыки въ трубу могутъ входить грунтовая вода, часто очень подозрительнаго характера.

Пріемникъ воды изъ рѣки, на которой есть судоходство, долженъ быть защищенъ отъ удара судовъ и обозначенъ дневными и ночными знаками.

Наконецъ, необходимы также мѣры противъ разрушенія ледоходомъ.

Примѣрами различныхъ рѣчныхъ пріемниковъ могутъ служить указанные на чертежахъ 109—113.

Условія, коимъ должны удовлетворять *озерные пріемники*, въ общемъ мало отличаются отъ рѣчныхъ. Нѣкоторую особенность составляетъ необходимость заботиться о возможномъ постоянствѣ температуры воды, вслѣдствіе чего желательно получать ее съ довольно значительныхъ глубинъ, и о защитѣ пріемника отъ волненія, которое на большихъ озерахъ можетъ имѣть серьезное значеніе.

Примѣры озерныхъ пріемниковъ показаны на чертежахъ 114—116.

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Земляныя плотины.

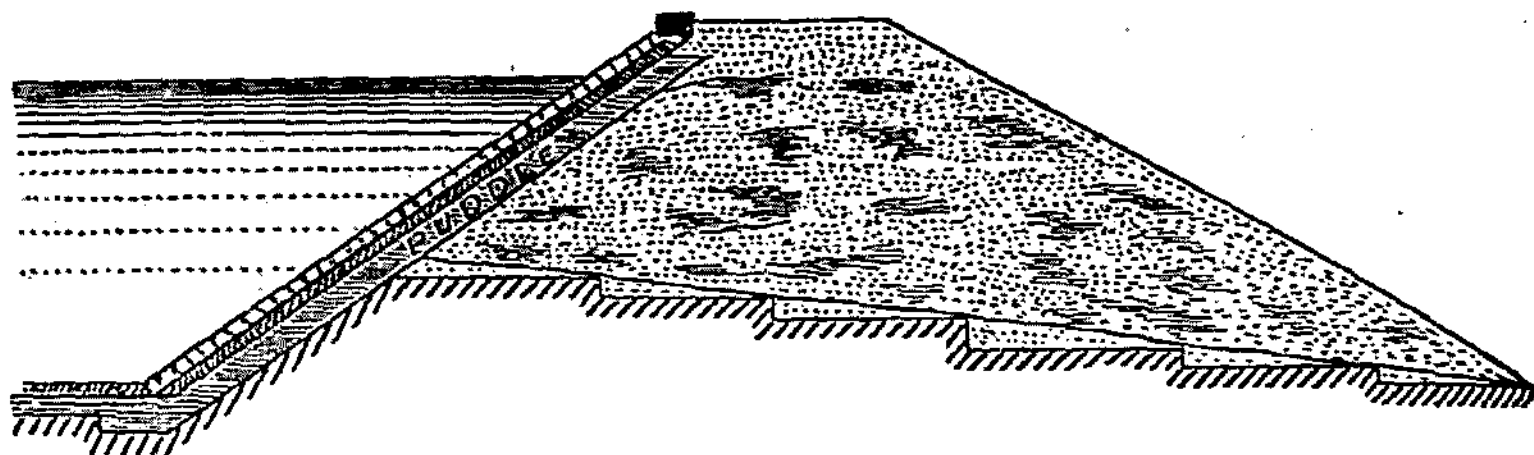


Черт. 117.

Схематическій разрѣзъ земляной плотины по Lueger'у (р. 322).

Составъ грунта—40% глины и 60% песка. Ширина по верху въ метрахъ =  $b = 3,00 + 0,3 (h - 3)$ . Откосъ со стороны воды 1:2,5 до 1:3. Противоположный откосъ — 1:2. Объемъ плотины на погонный метръ =

$$= J = bh + h^2 \left( \frac{Co \operatorname{tg} \psi = Co \operatorname{tg} \varphi}{2} \right).$$



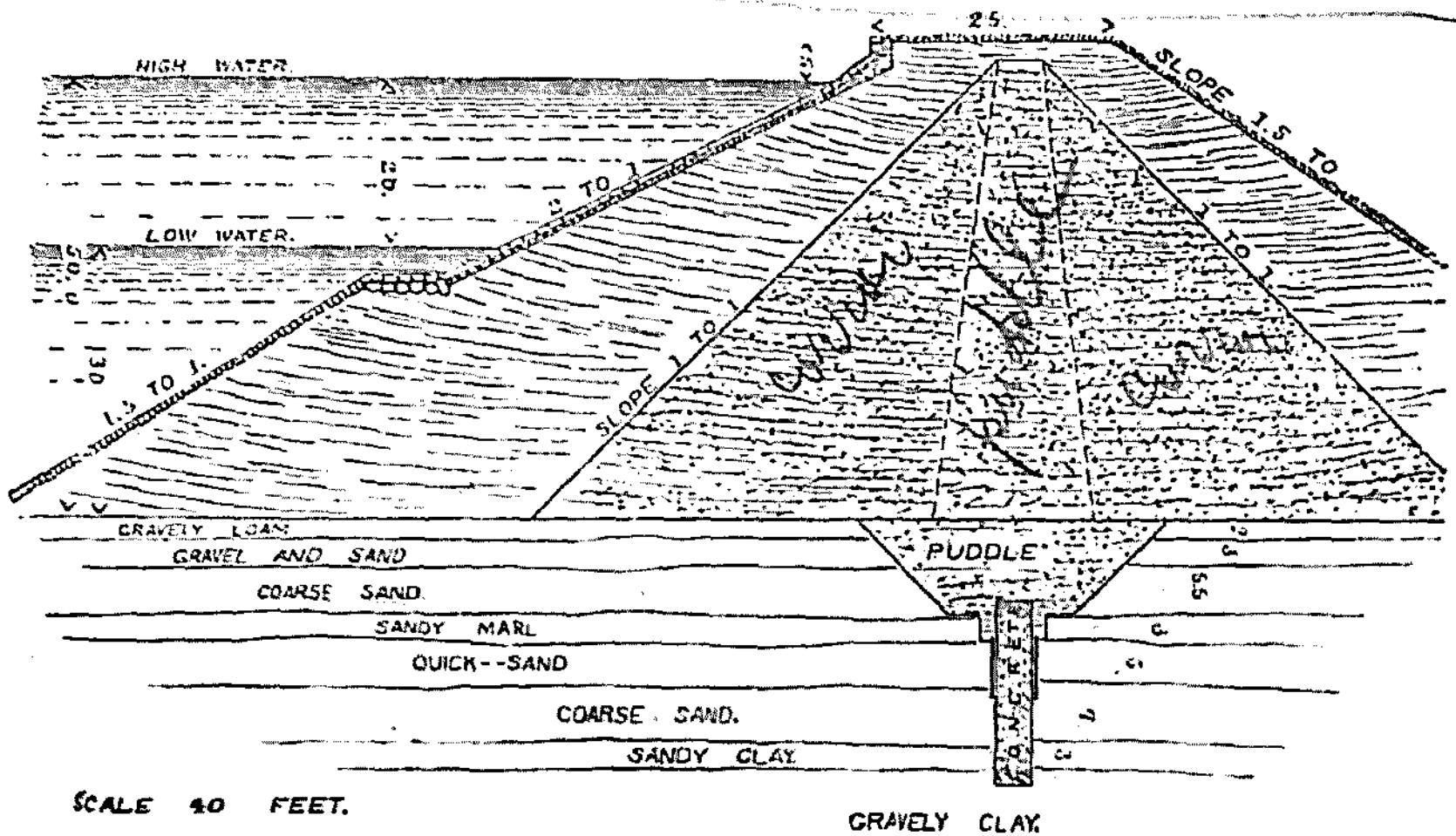
Черт. 118.

Профиль земляной плотины съ слоенъ мятой глины, положеннымъ подъ мостовой откоса, обращеннаго къ водѣ.

(M. Lane—Fanning, p. 352).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Земляныя плотины.



Черт. 119. — Профиль земляной плотины, примененный пнж. Fanning'омъ въ мѣстности, гдѣ глвы было мало. Внизу бетонная охранная противъ фильтраціи стѣнка (concrete) толщиной въ 4 фута, далѣе ядро изъ мятой глины съ пескомъ (puddle), до поверхности земли, затѣмъ ядро плотины изъ корруа, прикрытое съ обѣихъ сторонъ и сверху общей одеждой изъ обыкновенной земли, бывшей подъ руками. Откосъ со стороны воды вымощенъ.

Составъ бетона:

- 1 часть крупнаго веска;
- 1 " мелкаго песка;
- 1 " портландскаго цемента;
- 4 части щебня.

Составъ перваго (внутренняго) глинянаго ядра (puddle):

- 1 часть крупнаго и мелкаго гравія;
- 1 часть мелкаго песка;
- 1 часть хорошей глины.

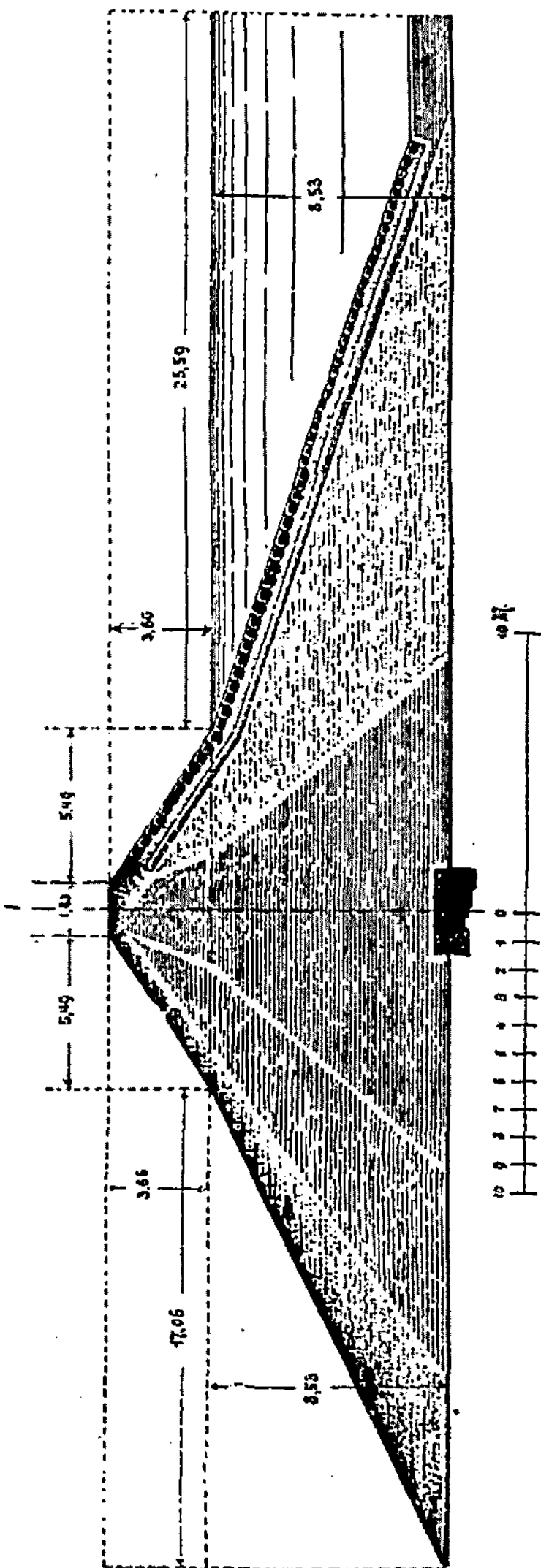
Составъ втораго (наружнаго) глинянаго ядра:

Крупнаго гравія . . . . .	1,00 куб. ярдъ
Мелкаго гравія . . . . .	0,35 " "
Песка . . . . .	0,15 " "
Глины . . . . .	0,20 " "

. 1,70 куб. ярдъ.

Составъ этого втораго ядра опредѣлялся по условію, чтобы смѣсь была водонепроницаема и всѣ промежутки между частицами болѣе крупными были заполнены болѣе мелкими, а тончайшіе швы заполнены глиной. Ядро дѣлалось слоями; сначала сыпали 2 дюйма гравія, потомъ соотвѣтствующія количества песка и глины. Затѣмъ пропускалась борона пока всѣ матеріалы не перемѣшивались въ достаточной мѣрѣ. Послѣ этого слой обрызгивался водой и укатывался каткомъ вѣсомъ въ 120 пудовъ. Боковыя части изъ земли назначенныя для защиты ядра отъ мороза, дѣлились одновременно съ ядромъ соотвѣтствующими слоями и укатывалась тѣми же катками (Fanning, p. 348).

З е м л я н а я П л о т и н а .



Черт. 120.

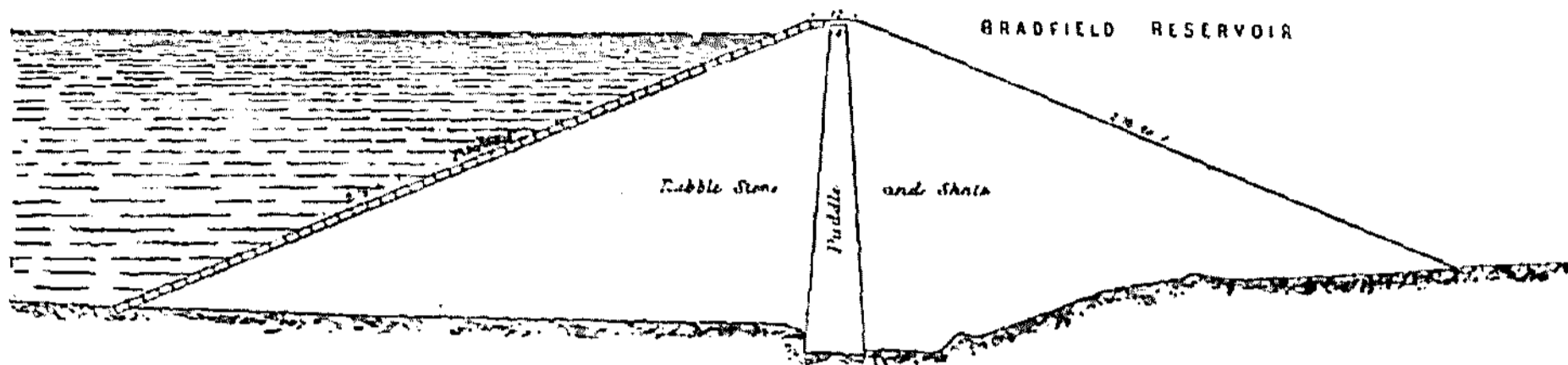
Земляная плотина Ashi въ Индіи, поотроенная въ 1876—82 гг. для оросительнаго водохранилища.

Объем водохранилища — 40 милліоновъ куб. метр., олощадь 1.100 гектаровъ, бассейнь — 24.000 гектаровъ. Длина плотины — 3,9 километра, наибольшая высота 17,68 метра. Подъ всей плотиной вырыть ровъ шириной 3,05 м. до водонепроницаемаго слоя и заполненъ глинной. Самое тѣло плотины состоитъ изъ центрального ядра изъ глинистаго грунта, по обѣимъ сторонамъ коего насыпана вязкая чистая земля, причеиъ со стороны долины между ядромъ и одеждой еще имѣется слой глинистаго грунта, употребленнаго для ядра, въ омѣси оъ пескомъ. Работа производилась слоями въ 20 сантиметровъ съ укаткой. Откосъ, обращенный къ водѣ, вымощенъ. (Color Burke Oh. The Ashi tank. Mia.

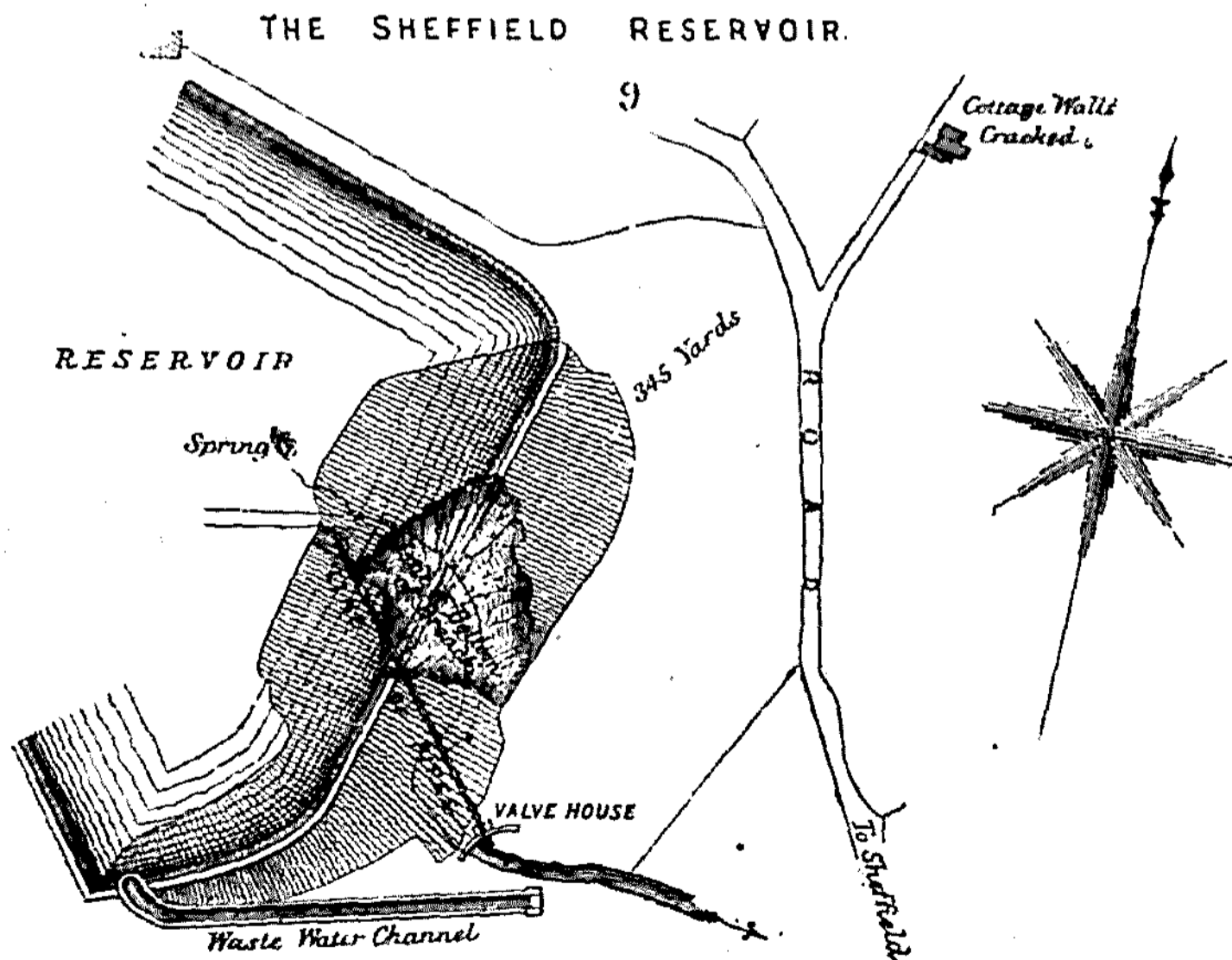
Proc. Inst. C. E. 1884 и Lueger p. 346).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Земляныя плотины.



Черт. 121. — Профиль земляной плотины водохранилища, служившаго для водоснабженія города Шеффилда. Высота плотины 95 ф., ширина по верху 12 футъ, откосы 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> : 1. Центральный массивъ изъ мятой глины имѣлъ 16 ф. внизу и 4 фута вверху. Материалъ: центральное ядро изъ мятой глины, остальная часть изъ каменной наброски и глины. Въ Мартѣ 1864 года эта плотина была разрушена напоромъ воды. Причина разрушенія—неудовлетворительность конструкціи и выборъ неподходящаго материала — каменной наброски (Jacob).



Черт. 122 — Планъ Шеффилдскаго водохранилища послѣ прорыва плотины. Spring — ключъ; line of bottom of breach — линия низа бреша (ось бреша); line of pipes — линия трубъ; waste water channel — водосливъ; valve house — камера затворовъ.

При устройствѣ рѣчныхъ и озерныхъ приѣмниковъ въ сѣверныхъ мѣстностяхъ серьезное вниманіе должно быть обращено на предохраненіе устьевъ приѣмныхъ трубъ отъ засоренія плавающимъ льдомъ и обмерзанія. Опытъ Петербурга показываетъ, что подъ совокупнымъ дѣйствіемъ этихъ двухъ явленій можетъ значительно сокращаться притокъ воды по приѣмной трубѣ и даже сосвѣмъ прекращаться на извѣстный промежутокъ времени (см. докладъ Второму русск. водопроводному съѣзду *М. И. Алтухова*—по вопросу объ обмерзаніи водоприѣмныхъ трубъ С.-Петербургскаго водопровода и *И. И. Словицкаго*—«о вліяніяхъ, сопровождающихъ замерзаніе рѣкъ»).

Вопросъ о мѣрахъ при помощи коихъ слѣдуетъ бороться съ этими явленіями при устройствѣ и эксплуатаціи водопроводовъ представляется еще однако, мало выясненнымъ. Второй русскій водопроводный съѣздъ 1895 года ограничился по этому предмету лишь слѣдующими постановленіями:

1) *«предложить инженерамъ заведующимъ рѣчными водопроводами, производить изслѣдованіе явленій, сопровождающихъ замерзаніе рѣкъ»;*

2) *«выяснить, при какихъ условіяхъ сосуны (всасывающія трубы) въ виду предупрежденія обмерзанія ихъ, должны быть располагаемы, вблизи берега, по срединѣ рѣки, или же въ отдѣльныхъ бассейнахъ»*

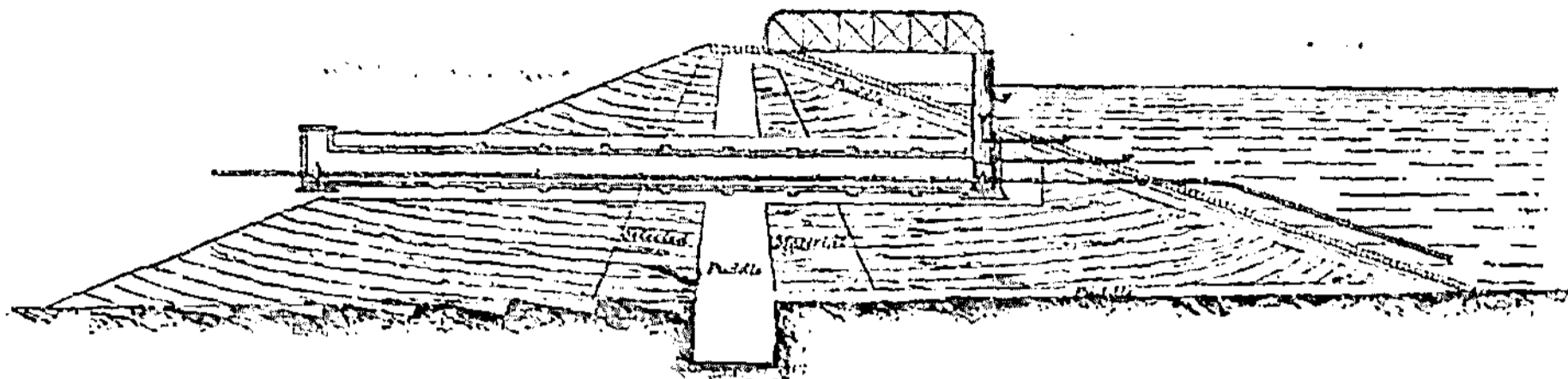
## **§ 42. Водохранилища съ водоудержательными плотинами для собиранія тучихъ и атмосферныхъ водъ.**

Сооруженія этого рода не составляютъ предметъ достоянія курса Водоснабженія исключительно. Онѣ вошли въ курсъ Водяныхъ Сообщеній и Осушенія-Орошенія.

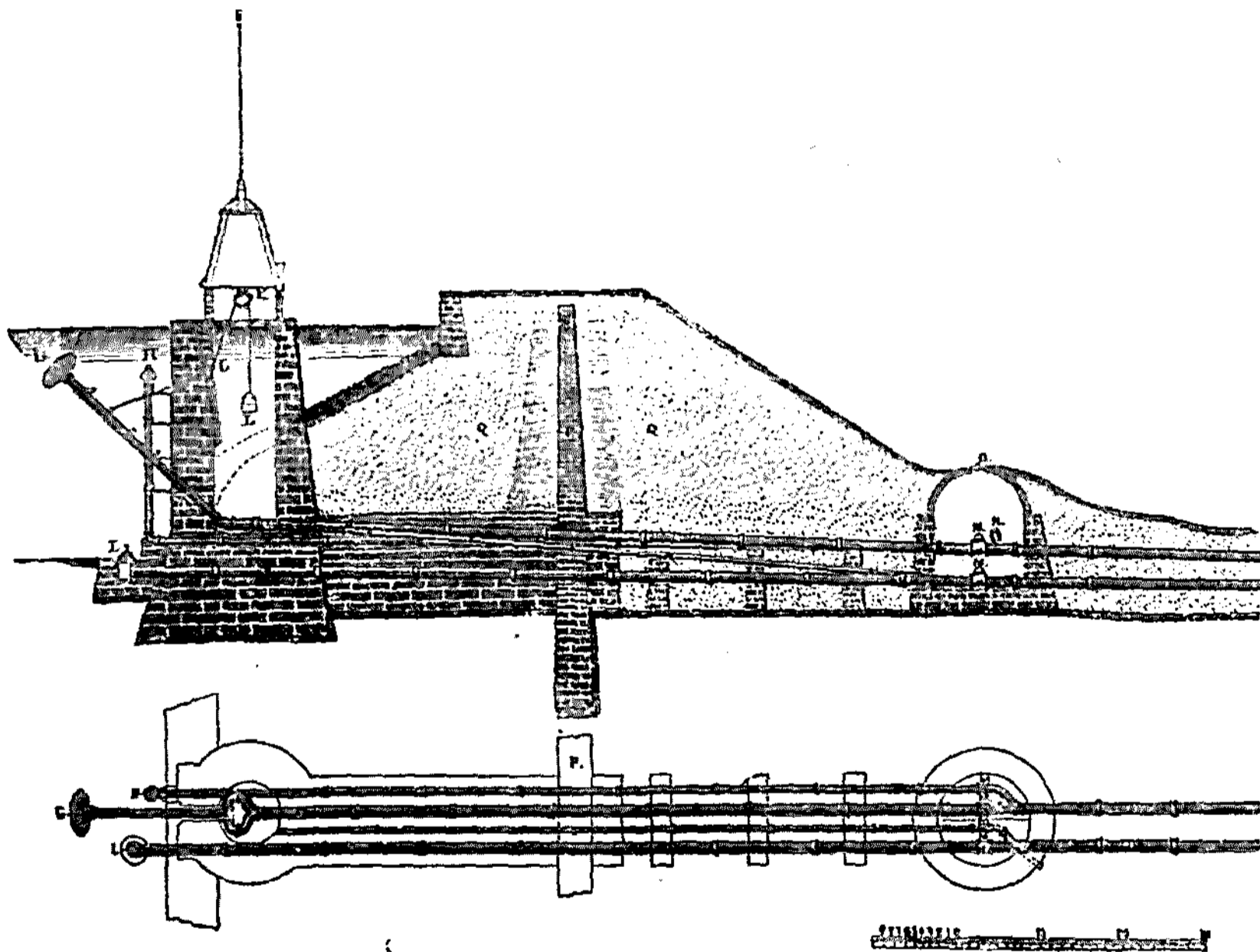
Тѣмъ не менѣе, въ виду значенія, которое имѣетъ этотъ источникъ водоснабженія для нѣкоторыхъ изъ нашихъ желѣзныхъ дорогъ и его большаго распространенія во всѣхъ странахъ для снабженія водой даже большихъ городовъ, представляется необходимымъ указать здѣсь основные принципы устройства *наземныхъ водохранилищъ*.

Особенное вниманіе должно быть обращено прежде всего на крайнюю важность обстоятельныхъ и подробныхъ *предварительныхъ изысканій и изслѣдованій мѣстныхъ условій*. Необходимо опредѣлить размѣры бассейна проектируемаго водохранилища; ко-

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.



Черт. 123.—Профиль земляной плотины Viddeford'скаго водопровода. Ея особенность—слой мятой глины не только имѣется въ видѣ центральнаго ядра, за конемъ слѣдуетъ избранный матеріалъ (Selected material), и только далѣе обыкновенная земля, но и подъ мостовой откоса со стороны воды. Нѣкоторые инженеры рекомендуютъ этотъ приемъ. (Jacob, Storage Reservoirs, 1867, p. 21). Другая особенность—выпускная труба на срединѣ высоты плотины—едвали заслуживаетъ подражанія.

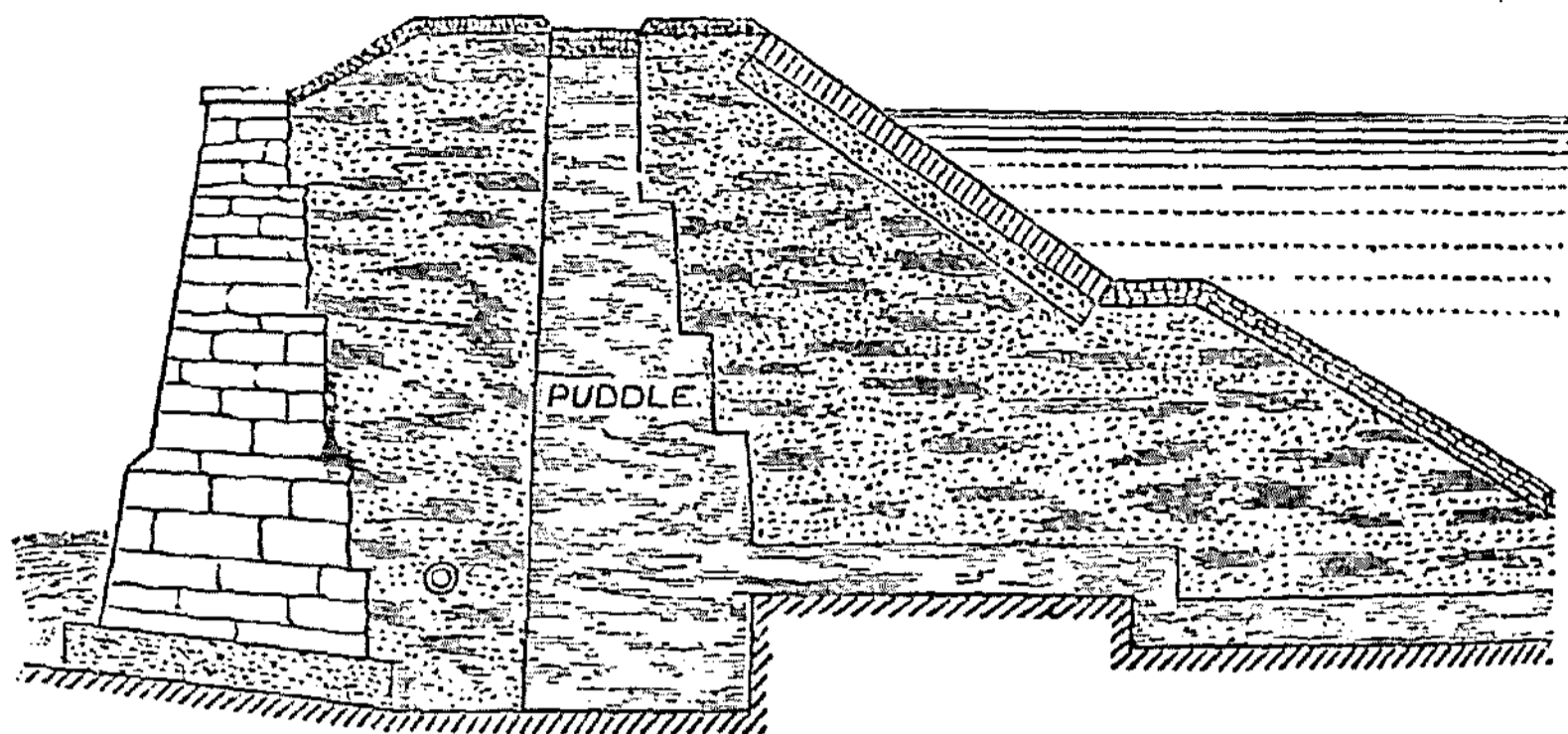


Черт. 124 и 125. — Поперечный разрѣзъ и часть плана вододержательной плотины въ Norvich въ штатѣ Коннектикутъ—С. Ш. С. А.). Плотина сдѣлана изъ земли (Q). Трубы: водоразборная (G), водосливная (H) и водовпускная (L) уложены на каменномъ фундаментѣ и послѣ испытанія гидравлическимъ прессомъ задѣланы въ каменную кладку. Поверхность кладки сдѣлана съ выступами для лучшаго соединенія съ землей. Конецъ водоразборной трубы G движется на шарнирѣ и уравновѣшенъ протпвовѣсомъ L, перекинутымъ черезъ блокъ K и движущимся въ колодцѣ. Это позволяетъ брать воду изъ верхнихъ слоевъ. Крапы трубъ MM въ особой камерѣ, съ лазомъ O. Сооруженіе построено Fanning'омъ, который признаетъ его удачнымъ. (Fanning. Стр. 357).

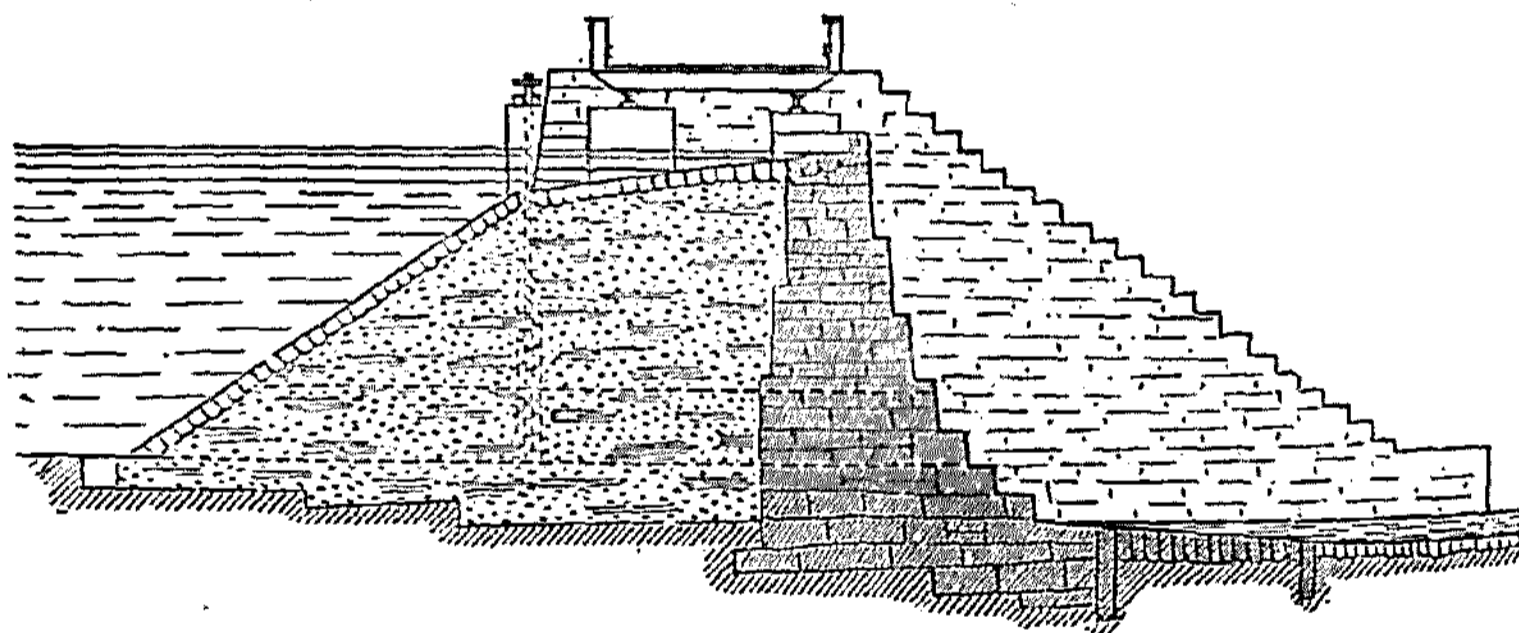




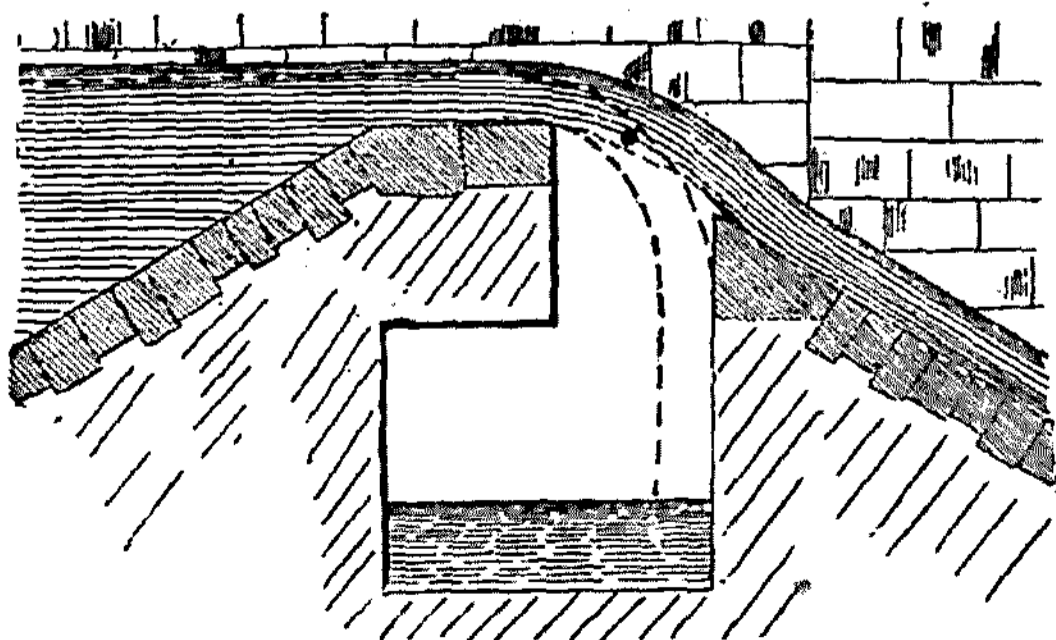
Водоснабженіе изъ водохранилищъ.



Черт. 126. — Профиль земляной плотины съ поддерживающей стѣной изъ каменной кладки и центральнымъ массивомъ изъ мятой глины (puddle) (Fanning, p. 354).



Черт. 127. — Разрѣзъ водослива изъ каменной кладки, помѣщеннаго въ тѣлѣ земляной плотины (размѣръ резервуара—2.400 англ. акровъ, размѣръ бассейна 40 англ. кв. миль, паденіе воды 25 футъ); надъ водосливомъ мостъ для экипажей (Fanning, p. 382).

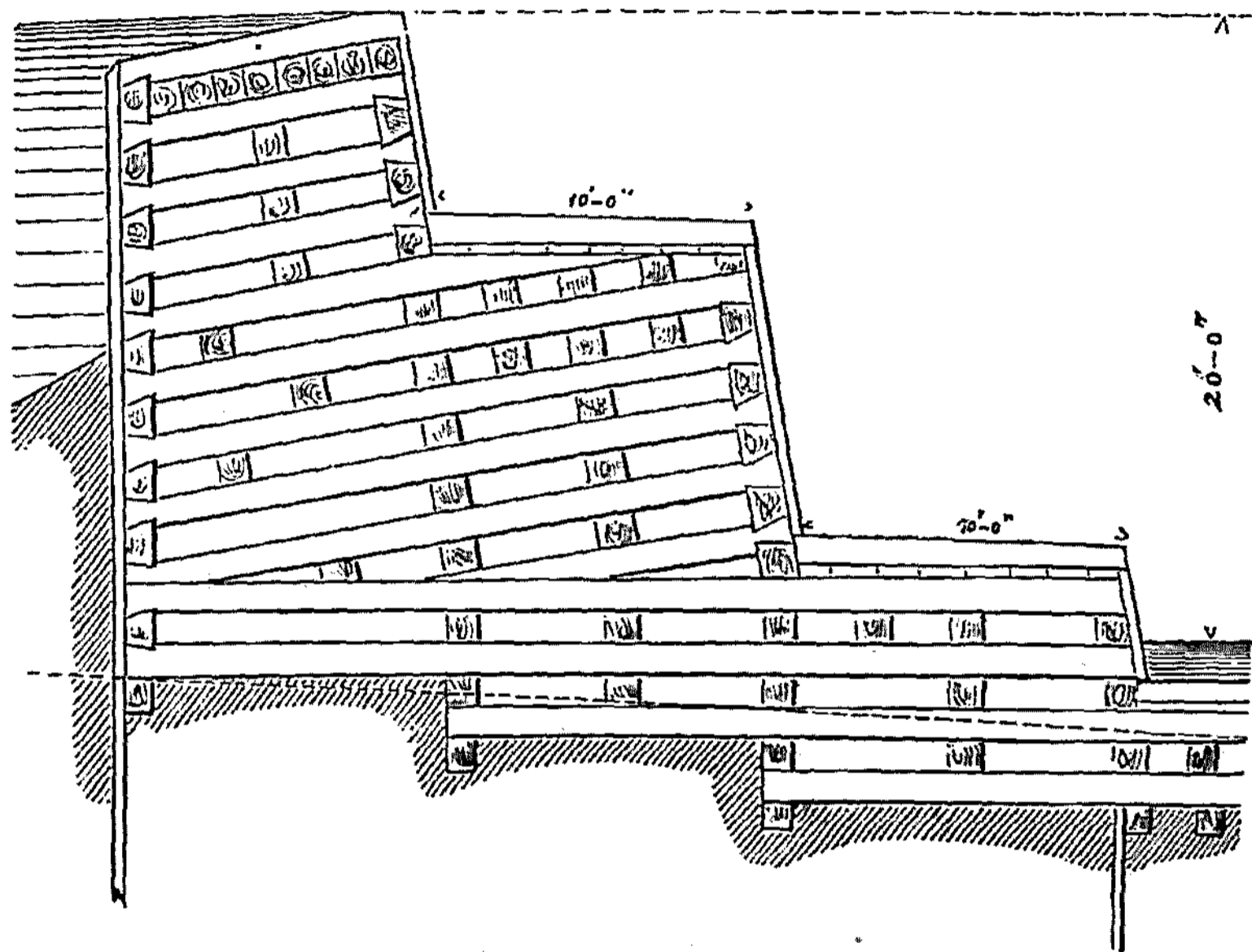


Черт. 128. — Водосливъ въ водоудержательныхъ плотинахъ Манчестерскаго водоснабженія. Его особенность въ томъ, что при небольшой прибыли воды, когда она чиста и переливается тонкой струей, вода падаетъ въ продольный каналъ, откуда вдетъ въ городъ; когда же при сильныхъ наводкахъ вода мутна и должна предварительно отстояться, — она переливается черезъ водо-

сливъ толстой струей болѣе прямой чѣмъ въ первомъ случаѣ, я, не попадая въ каналъ, стекаетъ въ нижній резервуаръ, гдѣ отстаивается.

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Деревянные плотины.



Черт. 129. — Поперечный разрезъ водоемной плотины изъ дерева.

Тяпъ этотъ рекомендуется Фаннингомъ въ мѣстности, гдѣ мало хорошаго и прочнаго камня и гдѣ дерево дешево. Сооруженіе имѣетъ ряжевой характеръ и поставлено на гравелистомъ грунтѣ. Паденіе 20 футъ раздѣлено на три уступа. Бревна отесаны съ двухъ сторонъ и совершенно освобождены отъ коры. Два досчатыхъ шпунтовыхъ ряда (впереди и сзади плотины) предназначены для защиты отъ подмыва. Разстояніе между лежнями въ продольной профили плотины — 5 футъ. Всѣ бревна связаны между собой болтами и заершенными гвоздями. Послѣдніе въ 30" длины проходятъ чрезъ  $2\frac{1}{2}$  бревна. По мѣрѣ укладки бревенъ они прикрѣпляются этими ершами и пространство между ними заполняется неразмываемымъ матеріаломъ, который плотно утрамбовывается. Если грунтъ скалистый, то деревянное строеніе прикрѣпляется къ нему также болтами.

Надъ сооруженіемъ размѣровъ показанныхъ на чертежѣ Фаннингъ допускаетъ толщину сливающагося слоя въ 6 фут. (Fanning, стр. 386).

личество выпадающихъ водъ, колебанія этого количества мѣсячныя, годовыя, многолѣтнія; максимумы расхода ливней; поглощательную способность почвы бассейна; величину испаренія въ разныхъ условіяхъ; затѣмъ необходимо, на основаніи этихъ данныхъ, опредѣлить количество воды, которое можетъ быть собрано, варіаціи этого количества въ зависимости отъ разныхъ условій и, вообще, ожидаемый режимъ резервуара.

Въ зависимости отъ этого режима должна быть спроектирована водоудержательная плотина. Для нея сверхъ того должно быть избрано наивыгоднѣйшее мѣсто, т. е. такое, которое позволяло бы собрать желаемый объемъ воды съ наименьшей затратой денегъ. Эта задача не можетъ быть разрѣшена однимъ топографическимъ изслѣдованіемъ мѣстности. Нужны еще тщательныя буренія, чтобы выяснитъ условія заложенія фундамента плотины, матеріаль, изъ котораго она можетъ и (или) должна быть сдѣлана и пр. Обыкновенно вопросъ разрѣшается лишь по составленіи нѣсколькихъ варьянтовъ проекта. Онъ представляется тѣмъ болѣе сложнымъ, что не только плотину нельзя поставить на всякомъ грунтѣ, но и самый резервуаръ долженъ имѣть подъ собой надежный грунтъ. Огромный вѣсъ скопленной воды можетъ совершенно нарушить естественныя условія равновѣсія грунта; размоченный разрыхленный грунтъ можетъ придти въ массовое движеніе и сдвинуть водоудержательныя сооруженія, хотя бы повидимому прочно основанныя.

Вмѣстѣ съ тѣмъ мѣстность, лежащая ниже по склону долины, будетъ въ огромной опасности отъ стихійнаго наводненія.

Примѣры такихъ бѣдствій, происшедшихъ отъ недостаточной прочности плотины или недостаточной надежности грунта, на которомъ были расположены резервуары, къ сожалѣнію весьма многочисленныя, ярко свидѣтельствуютъ о томъ, какая отвѣтственность лежитъ на инженерѣ, создающемъ искусственное водохранилище и указываютъ на необходимость *ни въ какомъ случаѣ* не располагать ихъ въ непосредственной близости отъ городовъ и вообще большихъ центровъ населенія.

Между тѣмъ водоудержательная плотина и въ особенности земляная, кажется непосвященному самымъ простымъ инженернымъ сооруженіемъ, чѣмъ-то такимъ, что требуетъ менѣе всего знанія и опыта. Быть можетъ въ такомъ воззрѣніи слѣдуетъ искать объясненіе не-

сомнѣннаго факта, что крушенія водоудержательныхъ плотинъ были причиной большаго количества жертвъ жизнью людей и потерь денежныхъ, чѣмъ слабость всякихъ другихъ гидравлическихъ сооружений.

Каждое поколѣніе видѣло такія ужасающія катастрофы. Съ прорывомъ плотины грозные потоки врывались въ долины, снося дома и мосты и губя въ своихъ волнахъ десятки, сотни, тысячи и даже десятки тысячъ человѣческихъ жизней.

Въ параллель этимъ несчастіямъ едва ли даже можно поставить занесенные на страницы исторіи прорывы дюнь въ Голландіи или береговыхъ валовъ въ большихъ рѣкахъ.

Между ближайшими къ намъ крушеніями земляныхъ плотинъ нужно упомянуть о слѣдующихъ катастрофахъ:

въ Испаніи—плотина *Puentès*—30 Апрѣля 1802 года (608 утонувшихъ, 89 разрушенныхъ домовъ);

въ Англіи въ 1864 году — плотина *Шеффильдскаго* резервуара (238 утонувшихъ, 798 разрушенныхъ домовъ—см. черт. 121, 122);

въ Алжирѣ нѣсколько плотинъ, въ томъ числѣ плотина *Habra*—16 Сентября 1881 г.;

въ С. Америкѣ *Danbury*'ская плотина въ 1866 г., *Hartford*'ская—въ 1867 г., *New Bedford*'ская—въ 1868 г., *Mill River*'ская—въ 1875 г., *Worcester*'ская—въ 1876 г., плотина въ *South Fork* возлѣ Джонстауна (31 Мая 1889 года—болѣе 10.000 погибшихъ);

во Франціи—плотина въ *Bouzey* (27 Апрѣля 1895 г.). Подробности по этому послѣднему, а также Джонстаунскому, крушенію см. въ трудѣ М. Н. Герсеванова: «Крушенія инженерныхъ сооружений». Спб., 1896. Изв. Соб. И. П. С., № 12. (Черт. 133—138).

Эти примѣры показываютъ также, съ какой тщательностью должны быть въ каждомъ частномъ случаѣ исполнены предварительныя изслѣдованія мѣстныхъ условій и разработанъ проектъ плотины со всѣми ея вспомогательными устройствами, каковы: водосливы, водоспуски, а равно съ какой заботливостью долженъ производиться осмотръ и ремонтъ сооружений этого рода.

Заботливый ремонтъ нуженъ однако, и не только въ интересахъ безопасности, а также и въ интересахъ водоснабженія. При плохомъ состояніи сооружений резервуара могутъ быть серьезныя потери воды. Кромѣ того въ резервуарѣ складываются всегда значительныя количества наносовъ, такъ какъ текуція воды приходятъ здѣсь въ со-

стояніе покоя. Наносы эти слѣдуетъ по возможности не допускать въ резервуаръ, устраивая для задержки ихъ особыя сооруженія или отводя въ сторону отъ резервуара поляя воды, содержащія много мути (см. черт. 144); тѣ же наносы, которые проникаютъ въ резервуаръ, нужно по возможности своевременно удалять, не давая имъ засорять водоспускные капалы, образовывать толстые отвердѣвшіе слои и пр.

*Плотины резервуаровъ* дѣлаютъ изъ земли, каменной кладки, бетона, дерева, желѣза, смѣшанныхъ матеріаловъ—напр. земли и каменной кладки и т. п.

Плотины изъ смѣшанныхъ матеріаловъ вообще признаются *нераціональными*, такъ какъ онѣ обыкновенно не обладаютъ достаточной водонепроницаемостью, вслѣдствіе неоднородности состава.

*Земляныя плотины* весьма древни. Ихъ множество встрѣчается въ Индіи и на Цейлонѣ, гдѣ онѣ достигаютъ огромныхъ размѣровъ. Ихъ не мало дѣлается и теперь въ разныхъ странахъ, въ особенности для небольшихъ водохранилищъ (прудовъ) или для водохранилищъ, которыя приходится устраивать на грунтахъ рыхлыхъ, гдѣ установка каменной плотины невозможна или опасна.

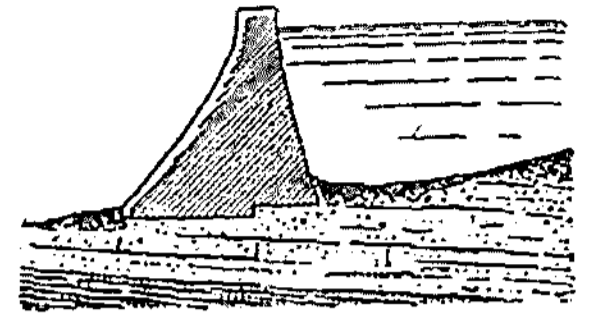
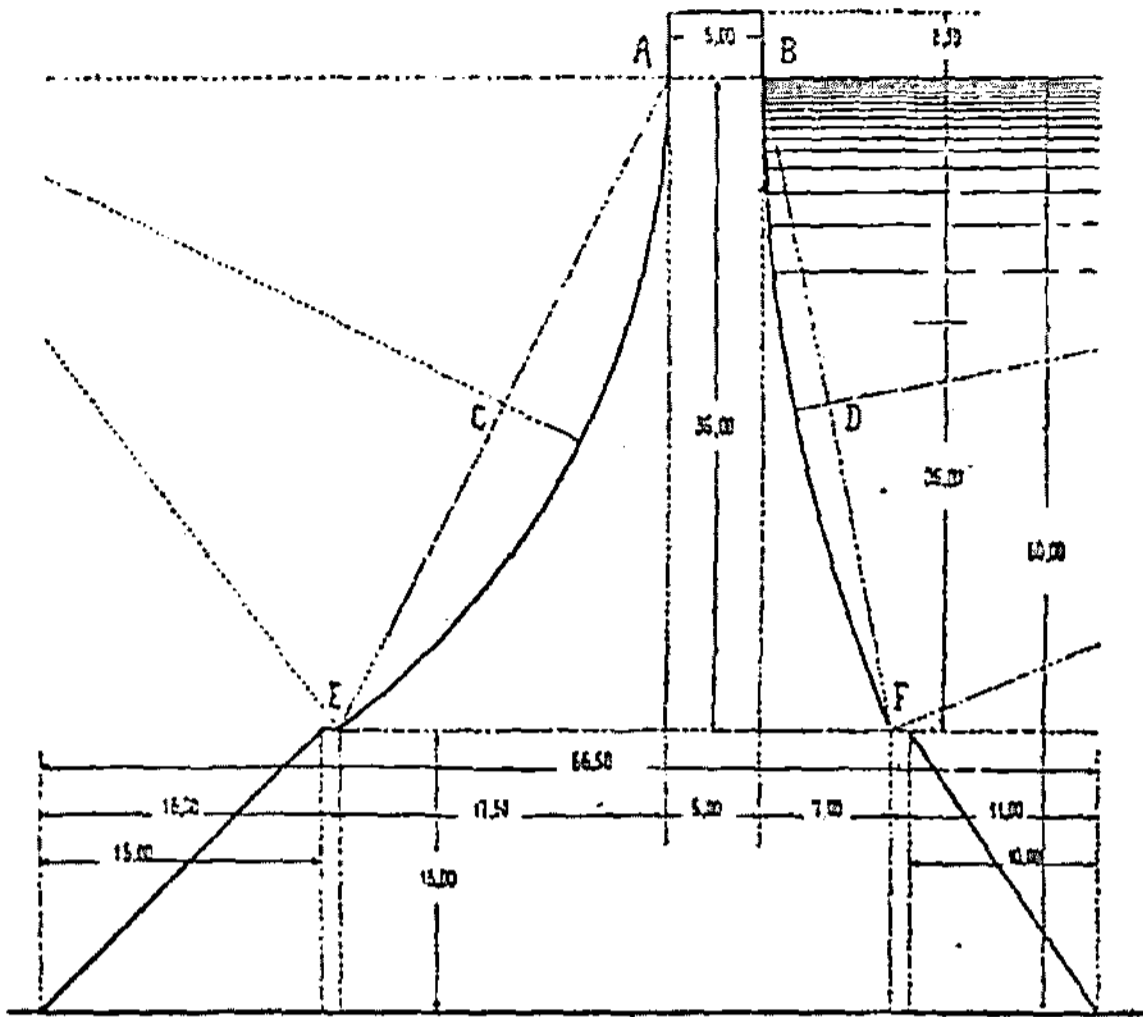
Различаютъ три главныхъ типа земляныхъ плотинъ: *древнеиндійскій*, *французскій* и *англійскій*.

*Индійскій* типъ (не смѣшивать съ новѣйшими индійскими плотинами, напр. съ показанной на черт. 120) представляетъ собой валъ изъ обыкновенной земли, утопанной ногами людей и животныхъ, смоченной дождями, высушенной солнцемъ въ теченіи многихъ лѣтъ ея приготовленія. Ширина вала по-верху равна  $\frac{1}{2}$  высоты, верхній (обращенный къ водѣ) откосъ пологій, нижній крутой. Количество матеріала, работы и времени, нужное для приготовленія такой плотины, огромно. Плотина зато вполнѣ водонепроницаема и крайне прочна.

*Французскій* типъ имѣетъ въ виду достигнуть тѣхъ же результатовъ, но съ значительнымъ сокращеніемъ объема плотины и нужныхъ для ея возведенія времени и работы.

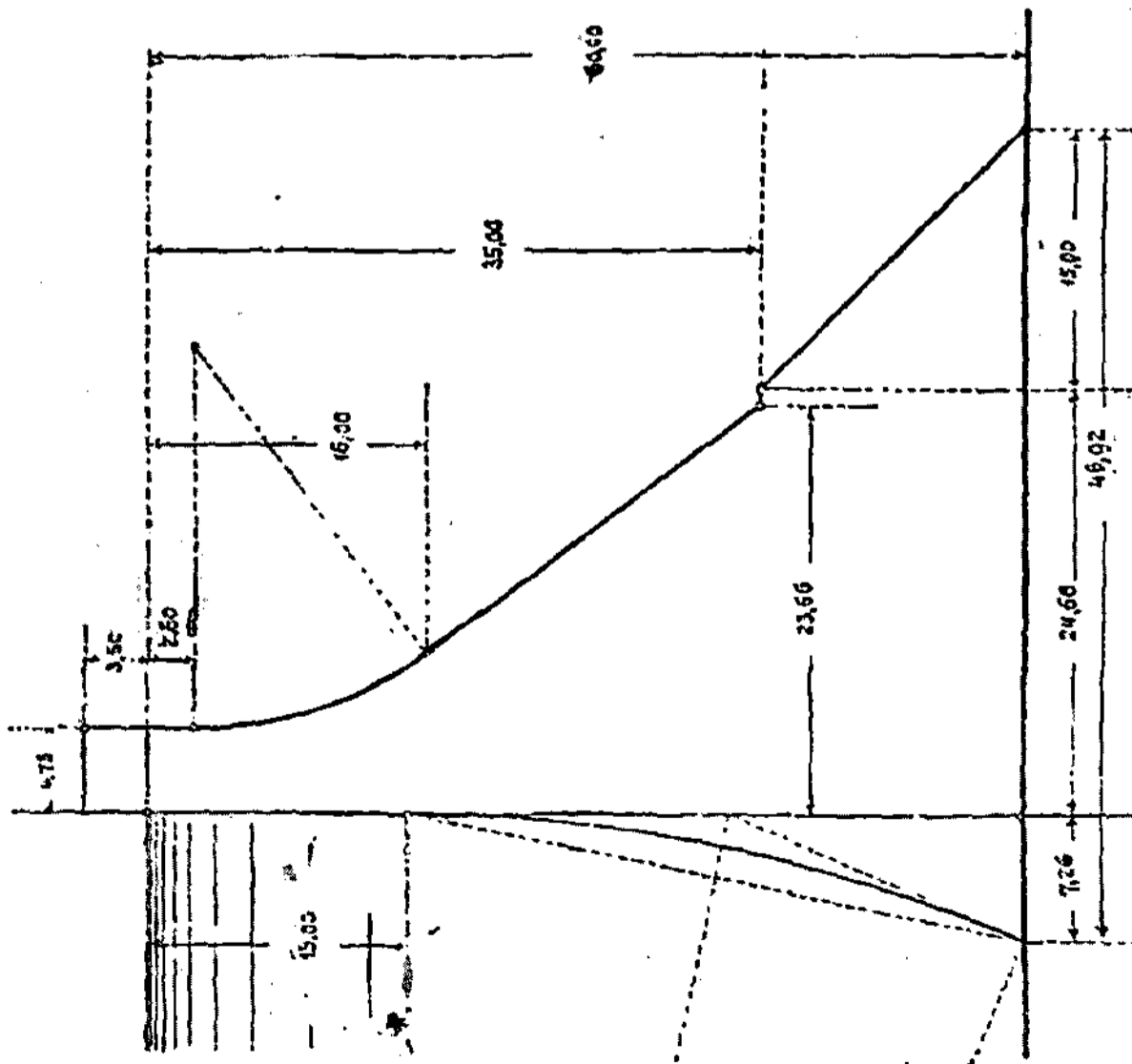
Съ этою цѣлью вмѣсто обыкновенной земли употребляется иной матеріаль — *корруа* (corroi), т. е. смѣсь (обыкновенно равныхъ количествъ глины и песка съ нѣкоторымъ количествомъ гашеной извести (напримѣръ 12 литровъ извести въ порошокъ на куб. м. глины и песка).

Теоретическія профили каменныхъ плотинъ.



Черт. 130. — Схематическій разрѣзъ каменной водоудержательной плотины на слонстомъ скалнстомъ грунтѣ, показывающій, что мѣсто для плотины должно быть выбрано тамъ, гдѣ слои горизонтальны или слегка падаютъ по направлению къ водохранилищу.

Черт. 131.— Профиль каменной плотины вышиной въ 50 метровъ, построенная по методѣ французскаго инженера Крантца. Инженеръ Крантцъ стремится дать большую ширину основанію и не врезойти въ кладкѣ нигдѣ давленія въ 6 килограммовъ на квадрат. сантиметръ (Krantz—Etude sur les murs de reservoirs. Paris. 1870. Lueger, p. 315).

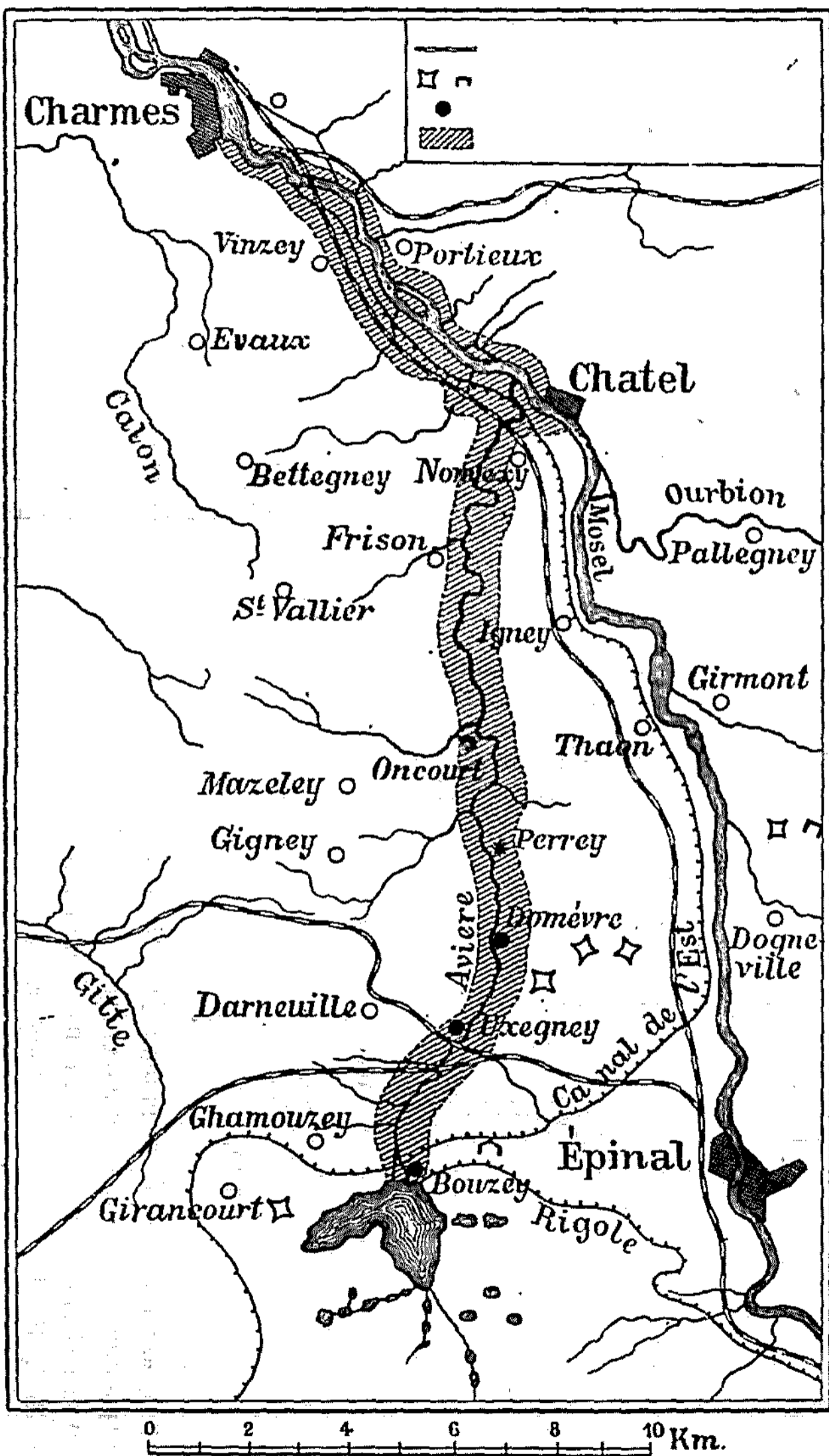


Черт. 132.

Профиль каменной плотины вышиной въ 50 метровъ, построенная по методѣ итальянскаго инженера Круньоля (Crugnola Gaet.—Sergbatoì d'acqua o laghi artificiali. Turin, 1890.—Lueger, p. 336).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

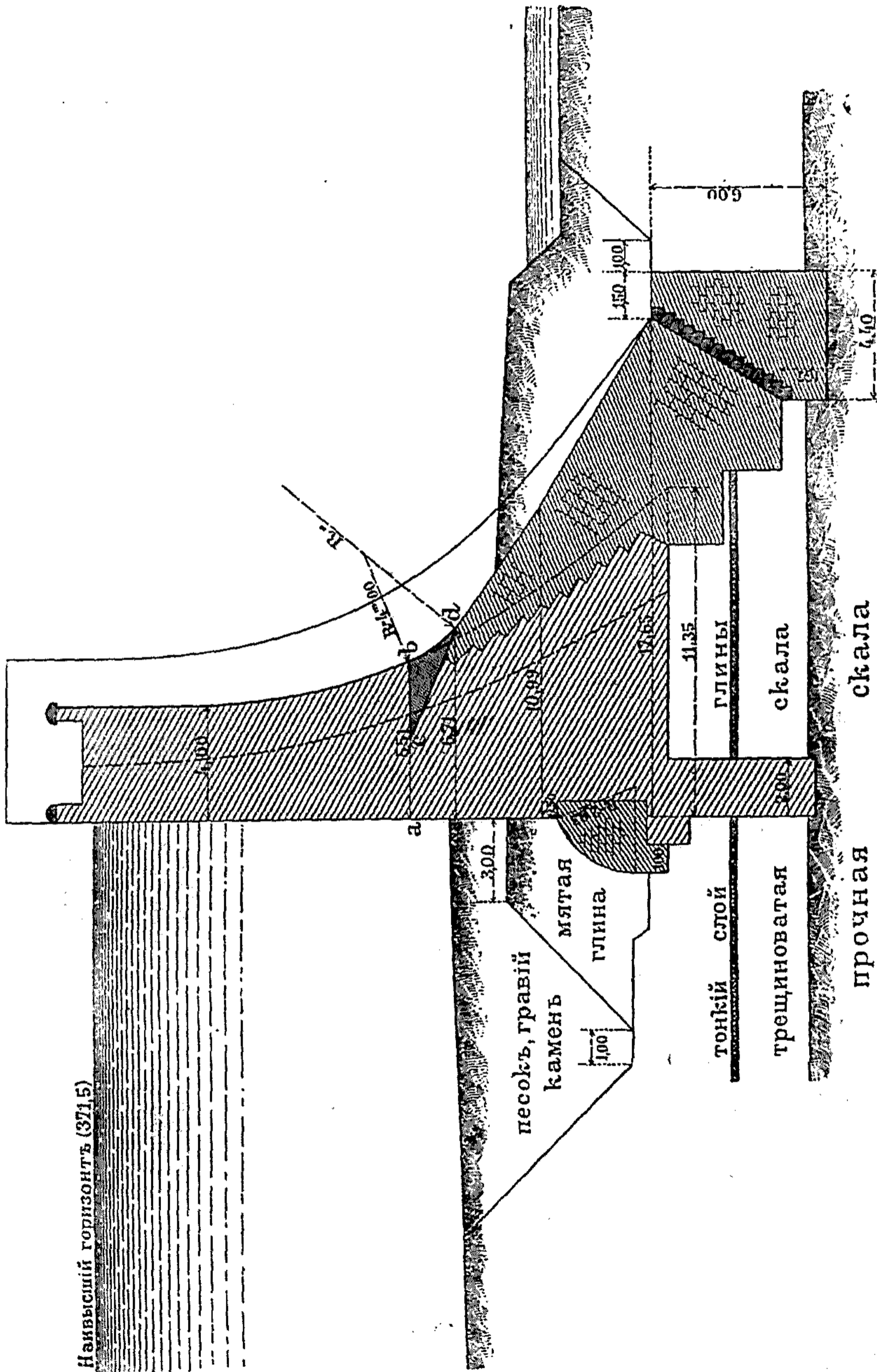
Катастрофа въ Bouzey.



Заштрихованная полоса представляет собою части долины рѣвъ Авиѳе, которая подверглась разрушительному дѣйствию потока воды, вырвавшаяся изъ водохранилища послѣ прорыва плотины. Ширина полосы около 2 километровъ, длина около 25 километровъ. На пути потока погнбло 156 человекъ и имущества на сумму около 20 милліоновъ рублей. (М. Н. Герсевановъ. — О крушеніяхъ инженерныхъ сооруженій. Спб. 1896).

Черт. 133. — Карта мѣстности, гдѣ находилось Bouzey'ское водохранилище.

Катастрофа въ Воузеу.

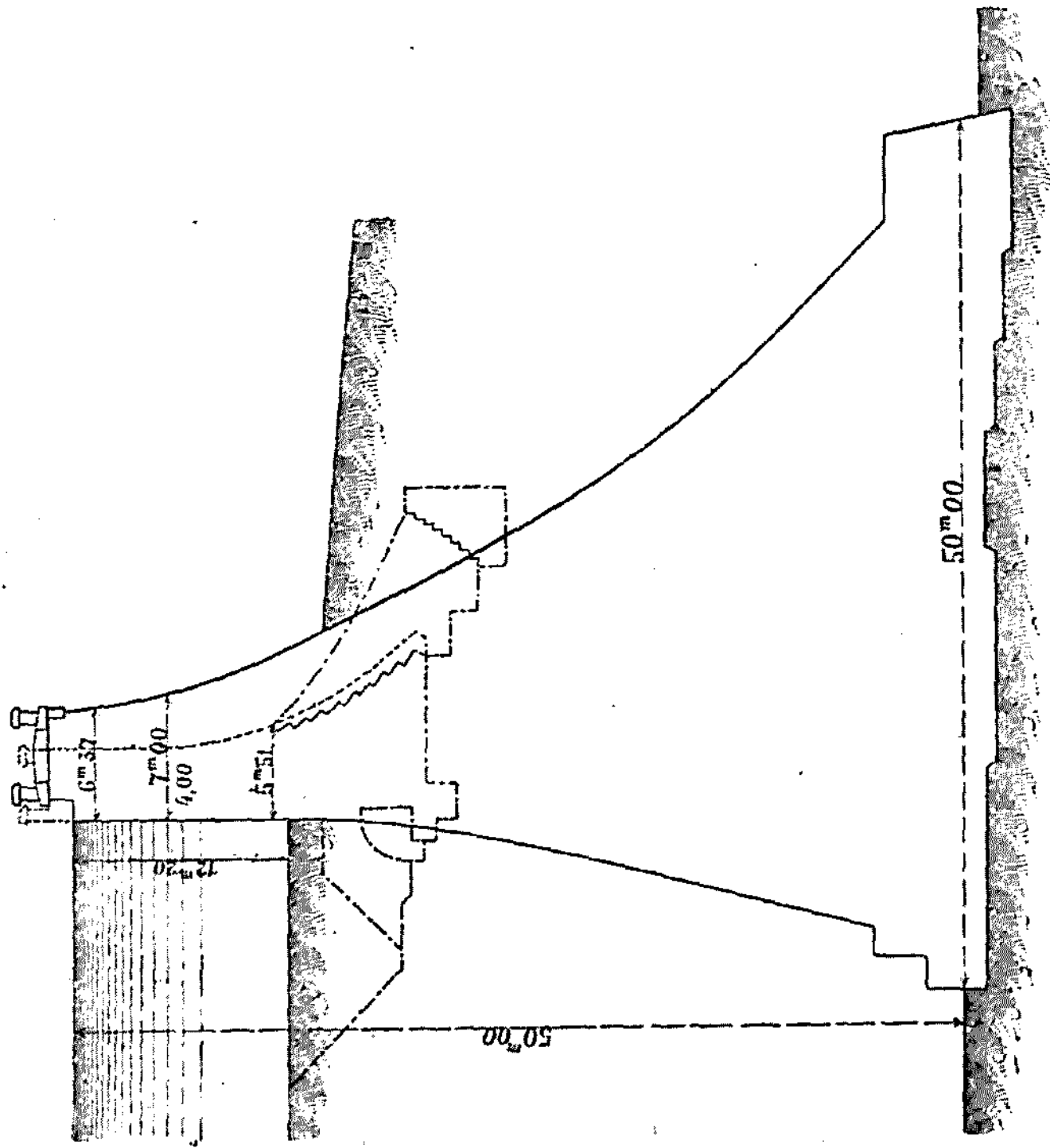


Черт. 134. — Профиль каменной вододержательной плотины Воузеу'скаго резервуара послѣ ея усиленія (до катастрофы). Появившіяся въ плотинѣ трещины указали за нѣсколько лѣтъ до катастрофы на недостаточную прочность плотины; ея профиль былъ значительно усиленъ въ нижнихъ частяхъ (темная штриховка), но въ общемъ усиленіе было не достаточное. Сплошной линіей показанъ контуръ, который должна была бы имѣть плотина. (М. Н. Герсевановъ.—О крушеніяхъ инженерныхъ сооруженій. Спб., 1896 г.).



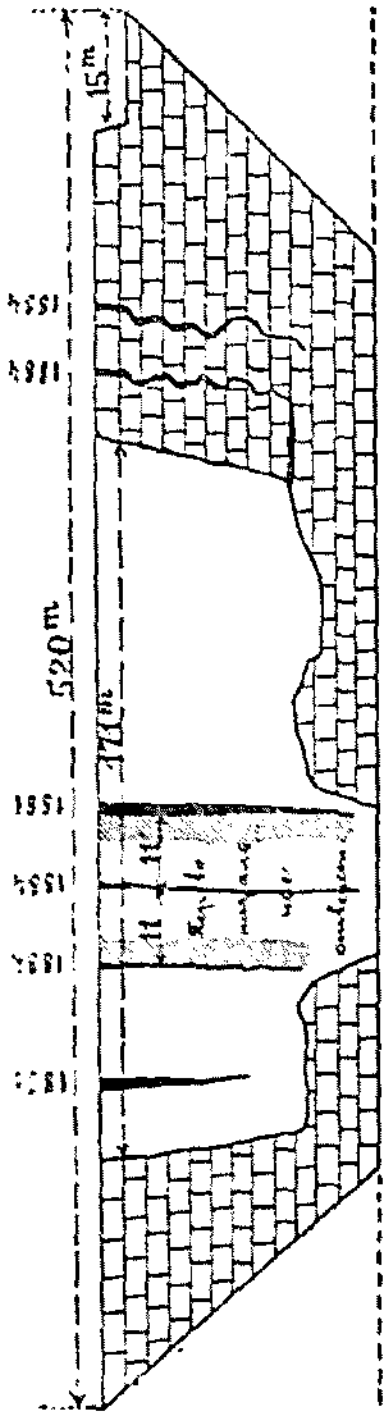
К а т а с т р о ф а в ъ В о и з о у .

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

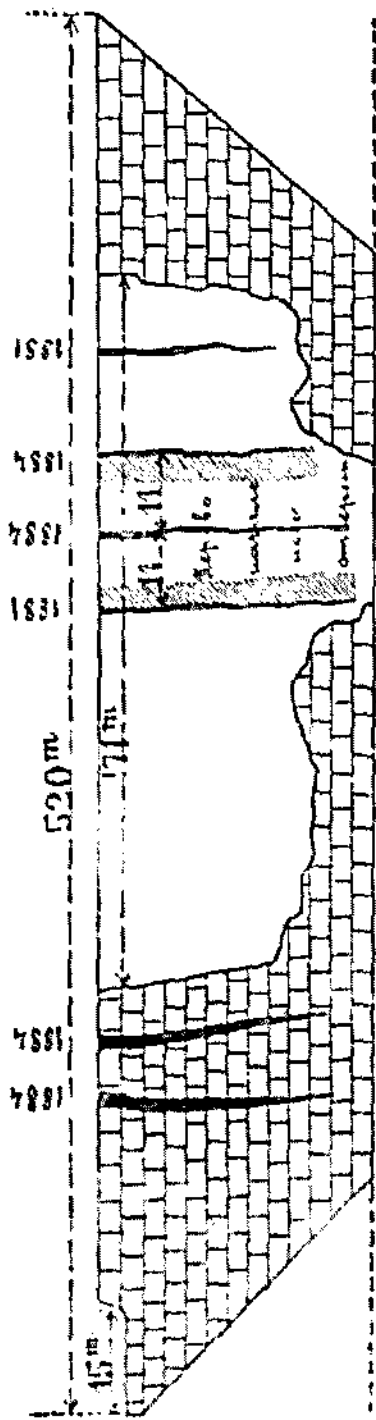


Черт. 138.—Сравнительныя профили плотинъ въ Воизеу и въ Гюилге d'Enfer (см. черт. ), показывающія насколько болѣе опасны были размѣры Воизеу'ской плотины. Разница въ толщинѣ въ плоскости перелома въ среднемъ на 70%.

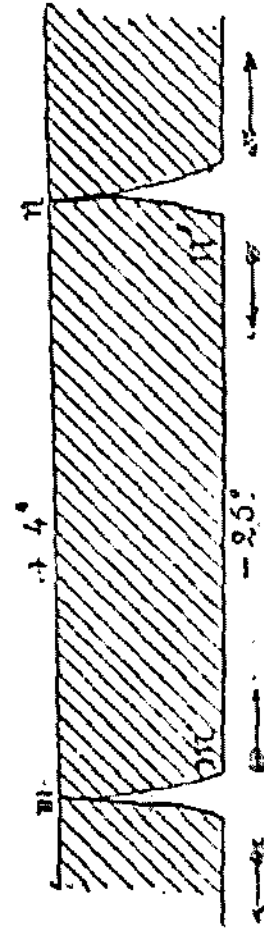
(М. Н. Герсевановъ.—С крушеніяхъ инженерныхъ сооруженій. Слб., 1896 г.).



Черт. 135.—Видъ плотины послѣ прорыва (снизу).%



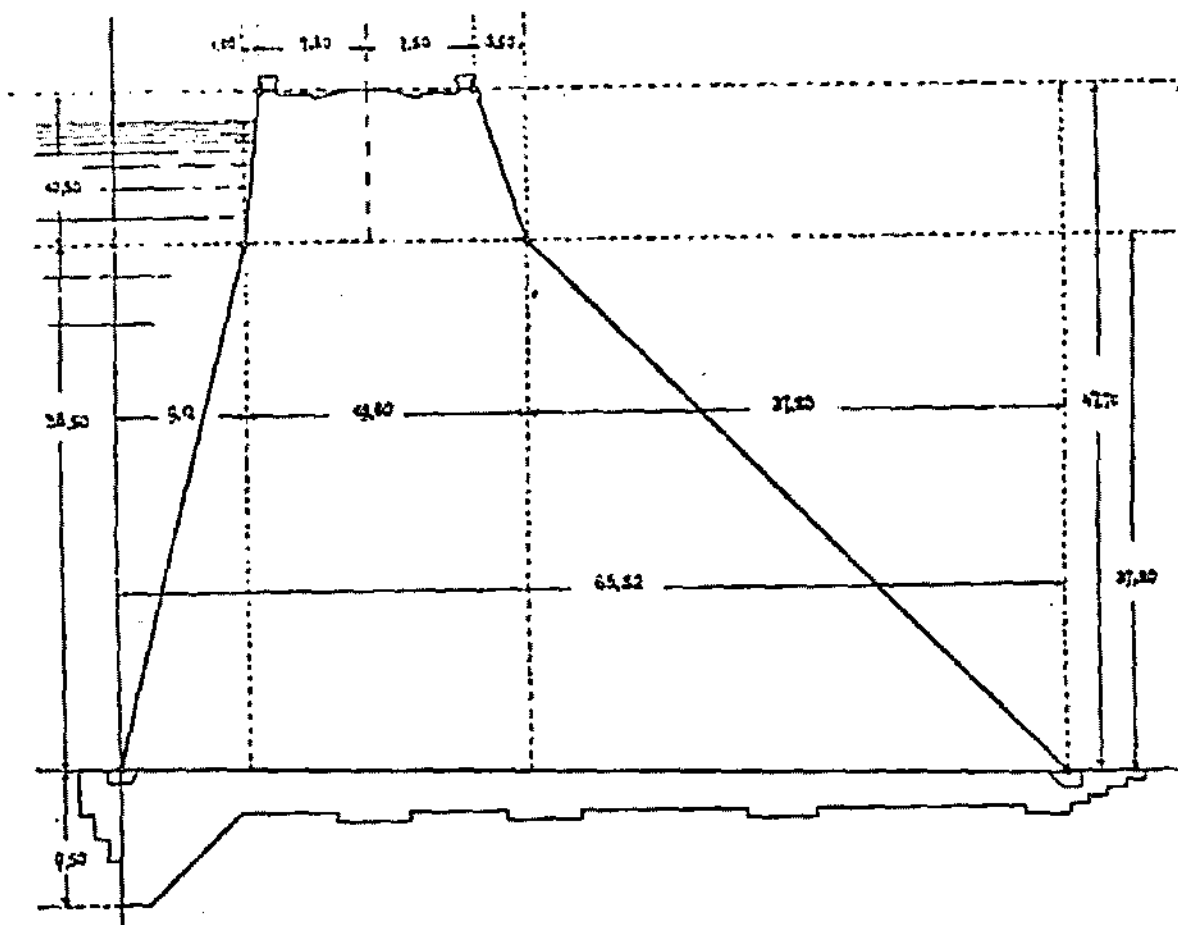
Черт. 136.—Видъ плотины послѣ врыва (сверху—со стороны воды).



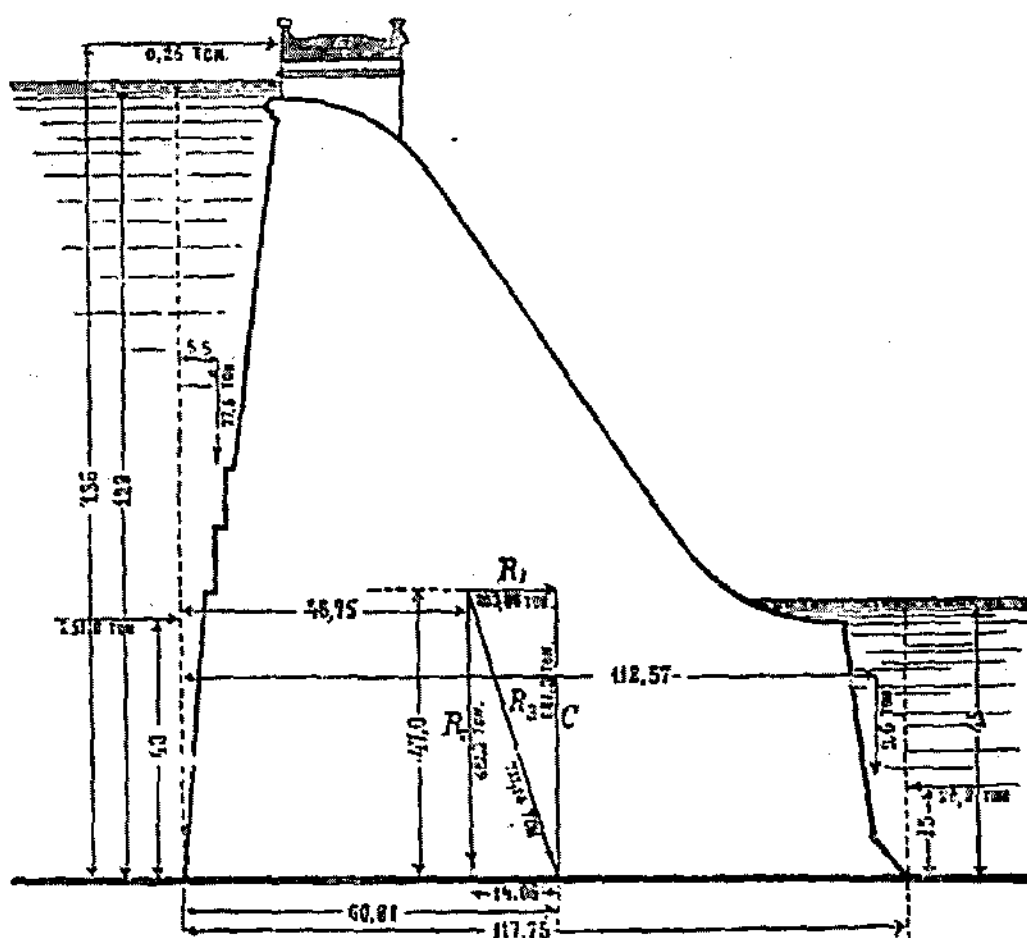
Черт. 137.—Планъ части стѣны плотины, съ показаніемъ вліянія разности температуры на раскрытіе трещинъ (на внутренней грани— температура  $+4^{\circ}\text{C}$ ., на наружной  $-25^{\circ}\text{C}$ .).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Водоснабженіе города Verviers.



Черт. 139. — Профиль каменной плотины резервуара Gilerre въ Бельгii близъ Verviers вышиной въ 47,7 метровъ, построенной по проекту инженера Vidant. Плотина отличается большой массивностью и избыткомъ кладки. Строитель Vidant говоритъ, что онъ придалъ ей такіе размѣры, чтобы внушить народу довѣріе въ ея прочность. (Bodson, Detienne et Leclercq — Barrage de la Gilerre, — Liège, 1877).



Водоснабженіе  
г. Ливерпуля.

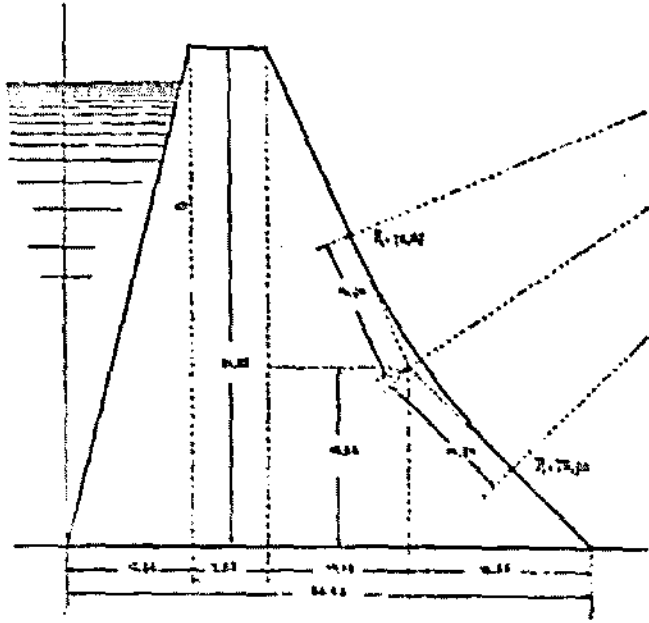
Черт. 140. — Профиль каменной плотины въ Vignwy (размѣры въ англійскихъ футахъ).

Вслѣдствіе небольшой длины плотины и обильнаго притока воды въ резервуаръ, вся плотина устроена, какъ водосливъ, надъ которымъ на аркахъ проходитъ проѣзжія мостъ.

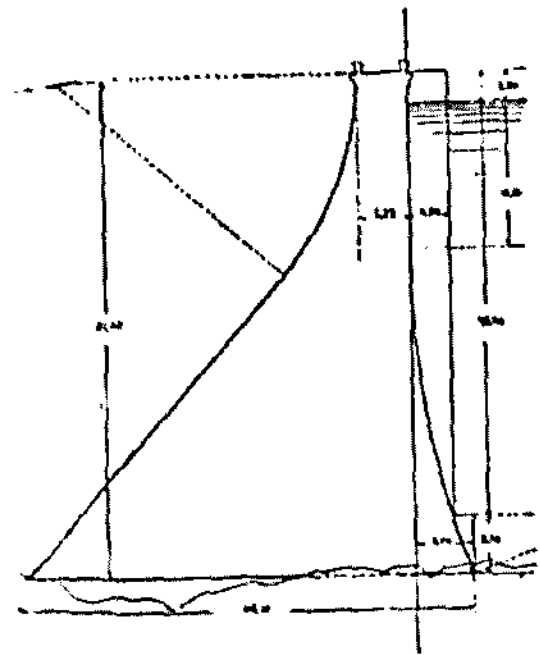
Каменные и бетонныя плотины.

Водоснабженіе гор. Санъ-Франциско.

Водоснабженіе города Мадрида.



Черт. 141.

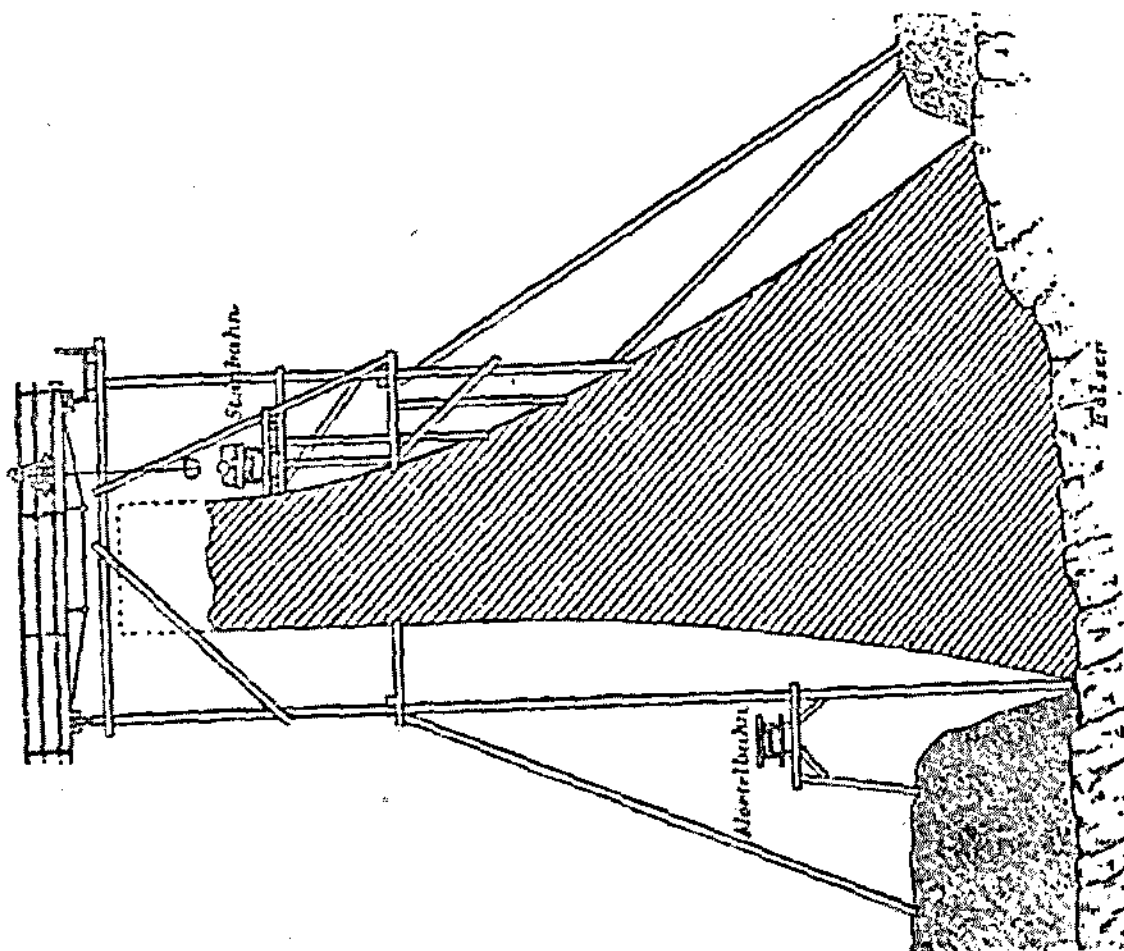


Черт. 142.

Черт. 141.—Профиль бетонной плотины, начатой постройкою въ 1887 г., для резервуара Crystal Springs. Высота 51,35 м. Длина 207,4 м. Радиусъ кривизны въ планѣ 207,4 м. Откосъ со стороны воды—4:1, со стороны долины—2,3:1 до 1:1. Для постройки изготовлялись бетонные массивы, имѣвшіе въ планѣ видъ буквы *T* въсомъ до 600 тоннъ. Составъ бетона: 1 ч. цемента, 2—песка, 6—щебня. (Die Crystal-Springs Thalsperre bei S. Frisco, Centralblatt der Bauverw. 1891).

Черт. 142.—Профиль каменной плотины въ Villars, построенной въ 1869—1876 гг. Очертанія сдѣланы по французской теоріи. Профиль очень изящна. Высота плотины 51,40 м. Длина 134,8 м. Въ планѣ она построена по кругу и обращена выпуклостью къ водѣ. Объемъ водохранилища  $16\frac{1}{2}$  милліоновъ куб. метровъ. (Cugnola, см. пр. къ черт. 132).

Водоснабженіе города Sewen'a въ Эльзаоѣ.

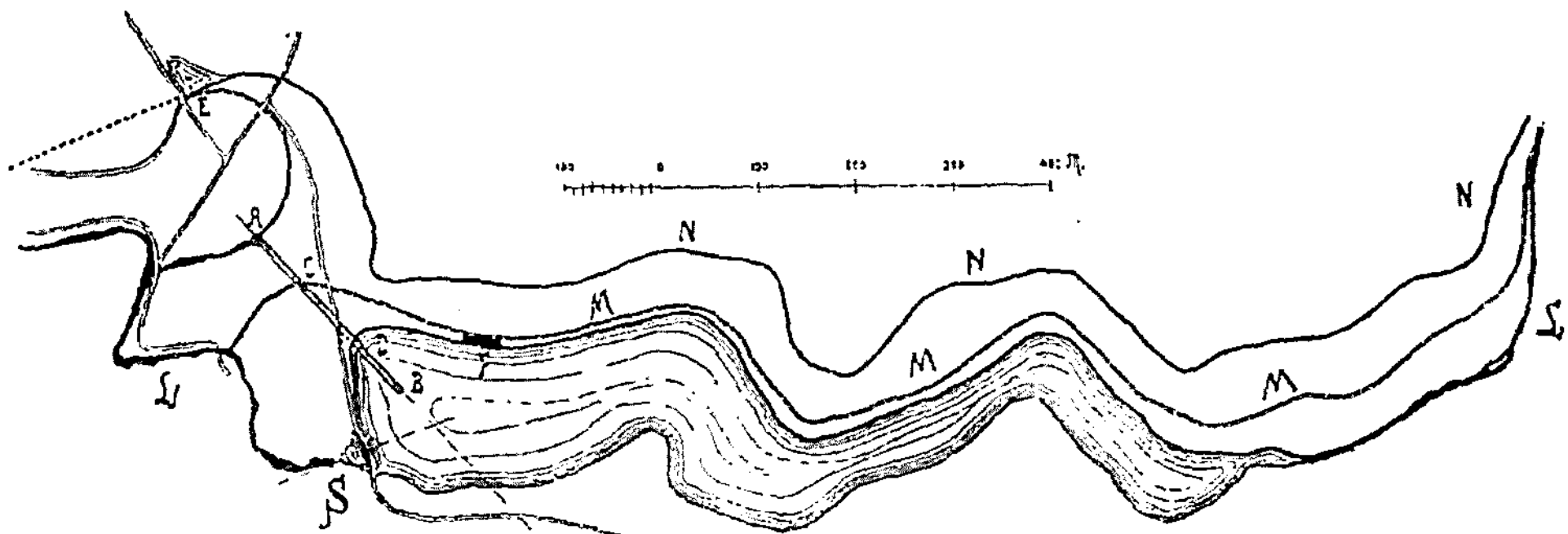


10 м.

Черт. 143.—Подмосты для сооружения каменной плотины на р. Альфельдѣ въ  $2\frac{1}{2}$  километрахъ отъ Sewen'a. (Fecht—Ueber die Anlage von Stauweihern in den Vogesen, insbesondere über den Bau des Stauweihers in Alfeld. Berlin. 1889).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

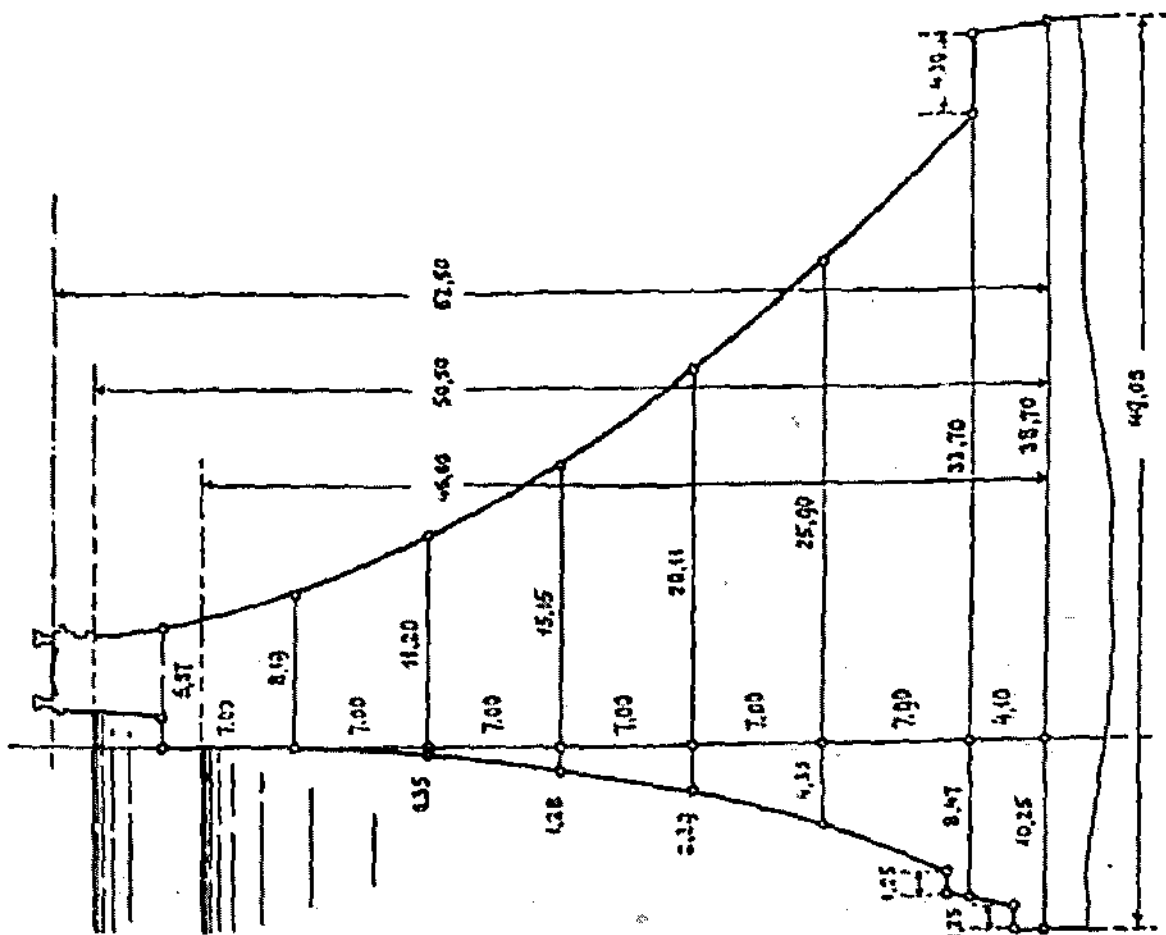
Водоснабженіе города Сентъ-Этьенна.



Черт. 144.—Планъ водохранилища въ ущельѣ Gouffre d'Enfer. *L—L*—старое русло рѣчки *Furens*, воды которой собираются въ резервуаръ. *S*—водоудержательная каменная плотина. *M—M—M*—обводный каналъ для спуска паводковъ съ мутной водой (во время работъ по сооруж. плотины *S* по нему была отведена рѣчка *Furens*). Въ мѣстѣ отвлѣченія этого канала рѣка заграждена плотинкой, чрезъ которую воду можно направлять по усмотрѣнію въ этотъ каналъ или резервуаръ. *N—N*—водопроводъ ключевой воды. *AB*—водоспускъ для опоражниванія резервуара и для пользованія водой для водоснабженія. *CD*—водосливъ низкаго уровня. *F*—водосливъ высокаго уровня.

Водоохранилище въ Gouffre d'Enfer имѣетъ три цѣли: 1) дополнять ключевое водоснабженіе города С.-Этьенна въ періоды недостаточнаго расхода ключей; 2) обезпечить рѣчку *Furens* служащей для промышленныхъ важныхъ цѣлей постоянный расходъ; 3) предохранить городъ С.-Этьенъ отъ опасныхъ наводненій, которымъ онъ подвергался при наводкахъ р. Фюрансъ.

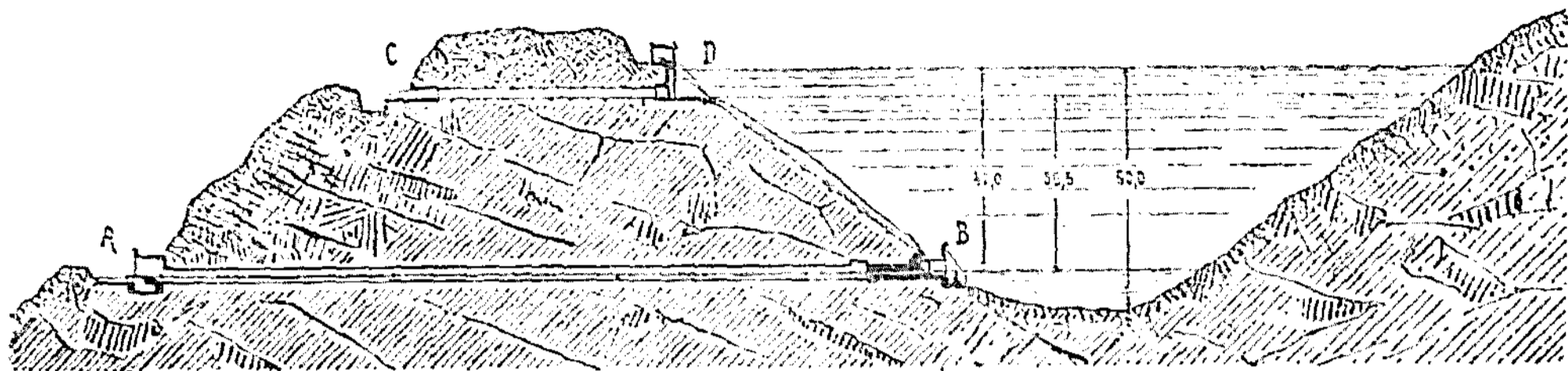
Емкость водохранилища 1.600.000 куб. м. Такъ какъ она впоследствии стала недостаточна для удовлетворенія второй цѣли, то выше Gouffre d'Enfer построены еще новый резервуаръ, называемый *Pas de Riot*.



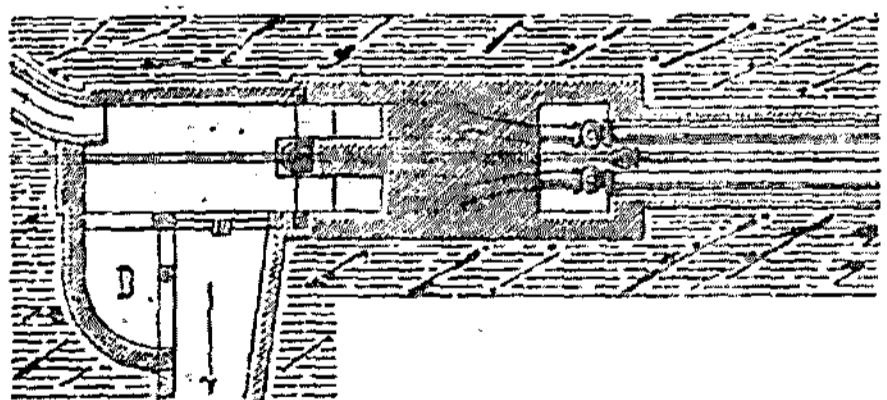
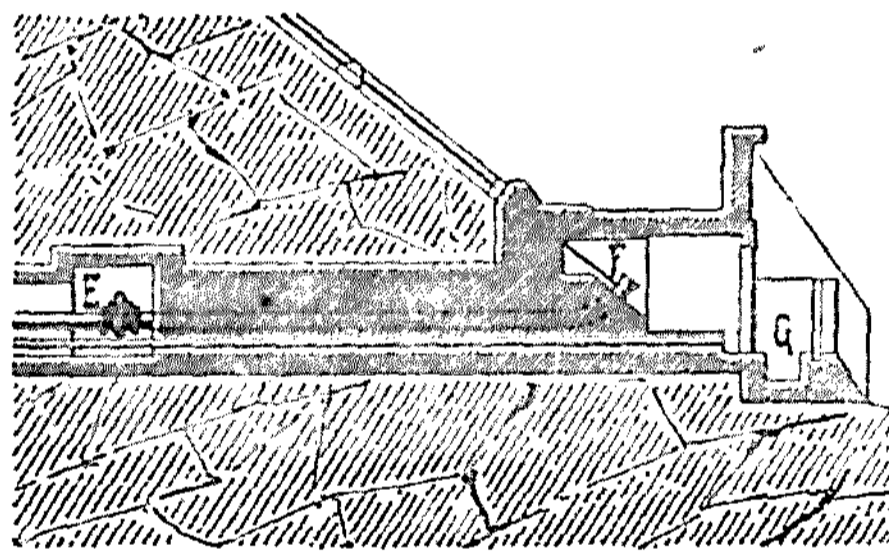
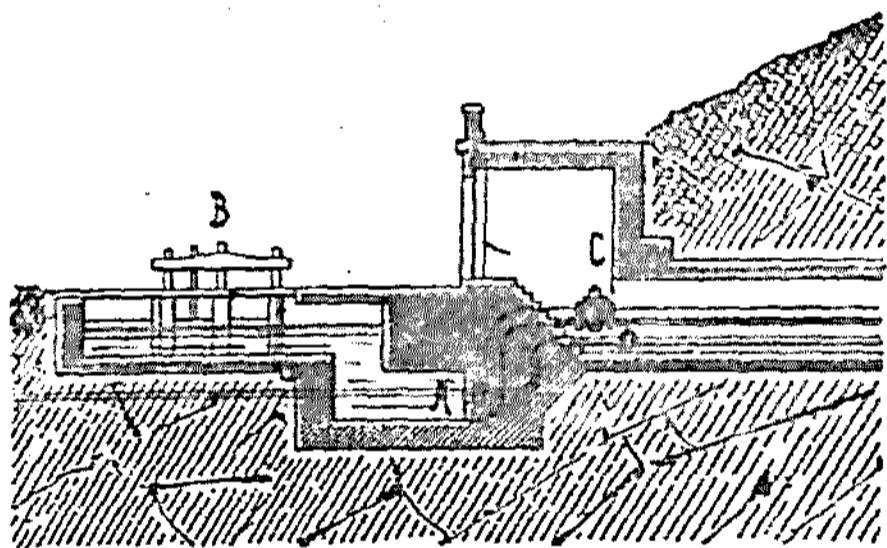
Черт. 145.

Поперечная профиль каменной плотины изъ Gouffre d'Enfer (*Furens*). Плотина въ планѣ криволинейна. Радиусъ оси верхней части стѣны—252,5 метра. Длина плотины по верху около 100 метровъ. Плотина совершенно глухая. Водосливы и водоспуски сдѣланы внѣ ея (см. черт. 144). Грунтъ скалистый. При ризочетѣ отъ воды принято, что давленіе не должно превышать 6,5 килогр. на кв. сантиметръ. Высота плотины 52,50 метра.

Водоснабженіе города Сентъ-Этьенна.



Черт. 146. — Продольный схематическій разрѣзъ чрезъ водосливъ (*CD*) и водоспускъ (*AB*). Оба сооружеія сдѣланы въ видѣ туннелей, пробитыхъ сквозь толщѣ скалистаго мыса, сжимающаго долину рѣчки Figeois у мѣста, гдѣ поставлена плотина (см. планъ черт. 144). Водосливъ *CD* — обыкновенно открытъ и вода въ резервуарѣ стоитъ въ уровень съ его подошвой. Въ исключительныхъ случаяхъ, когда опасные для г. Сентъ-Этьенна паводки Figeois'a бываютъ при полномъ резервуарѣ, водосливъ *CD* закрываютъ щитами, и вода въ резервуарѣ поднимается на 5,5 м. до порога второго водослива (*F* — плана, черт. 144), причемъ емкость резервуара увеличивается на 400.000 куб. метровъ.



Черт. 147, 148, 149, 150. — Разрѣзъ и планъ входного и выходного устьевъ водоспуска, предназначеннаго для пользованія водой въ интересахъ водоснабженія и для опоражниванія водохранилища (*AB* — чертежа 144). Въ туннель, высотой 2 м. и 1,8 м. шириной, обдѣланнаго кладкой, толщиной въ 40 сантиметровъ, уложены двѣ чугунныя трубы діаметромъ въ 40 сантиметровъ. Ниже ихъ и по срединѣ уложена 3-я постоянно открытая спускная труба малаго діаметра, имѣющая цѣлю не давать складываться плу у устьевъ верхнихъ трубъ. Большія трубы имѣютъ входныя устья въ *F*, выходныя въ *A*, въ особую камеру, гдѣ умѣряется скорость теченія. Въ *F* входныя устья запираются сверху особыми затворами. Въ *G* — рѣшетка, защищающая выпускную камеру отъ плавающихъ тѣлъ. Выпускныя устья сообщаются большимъ каналомъ (стрѣлка внизъ) съ р. Фюрансомъ и малымъ (стрѣлка влево) — съ ключевымъ водопроводомъ.

Составъ корруа не постояненъ; онъ зависитъ отъ свойствъ и цѣнности смѣшиваемыхъ матеріаловъ; для каждаго частнаго случая надо искать наилучшій возможный составъ опытомъ, принимая въ соображеніе стоимость матеріаловъ въ данной мѣстности. Смѣсь эта перетирается чугунными дисками и утрамбовывается тяжелыми катками. Если глина и песокъ очень сухи, то известь иногда добавляется въ видѣ молока, а не порошка. Ширина по-верху такой плотины не болѣе 5 — 8 метровъ, верхній откосъ = 1,5 : 1, нижній (1,5—2,5) : 1; послѣдній обыкновенно состоитъ изъ ряда бермъ, раздѣленныхъ наклонными плоскостями. Верхній откосъ защищенъ каменной мостовой и тоже иногда имѣетъ уступы, если грунтъ этого требуетъ. Вообще, пужно замѣтить, что въ сооруженіяхъ такого рода раздѣленіе длинныхъ откосовъ на части при помощи бермъ, хотя и удорожаетъ работу, но очень благопріятно отзывается на состояніи плотины и расходахъ по ея ремонту (см. черт. 117 и 126).

*Англійскій* типъ идетъ еще далѣе въ экономіи матеріала, времени и работы, что достигается устройствомъ изъ мятой глины одного лишь ядра плотины, а остальныхъ частей ея — изъ обыкновенной утрамбованной, а иногда и не утрамбованной земли (черт. 118, 119, 120 и др.). Ядро должно обезпечить непроницаемость, земляные откосы — устойчивость плотины. Типъ этотъ дѣйствительно экономиченъ, но неоднородность состава тѣла плотины неоднократно вызывала сдвиги откосовъ и разрушенія. Поэтому типъ этотъ не слѣдуетъ допускать для высокихъ плотинъ; для низкихъ плотинъ прудовъ (1—2 саж.) онъ можетъ имѣть удачныя примѣненія.

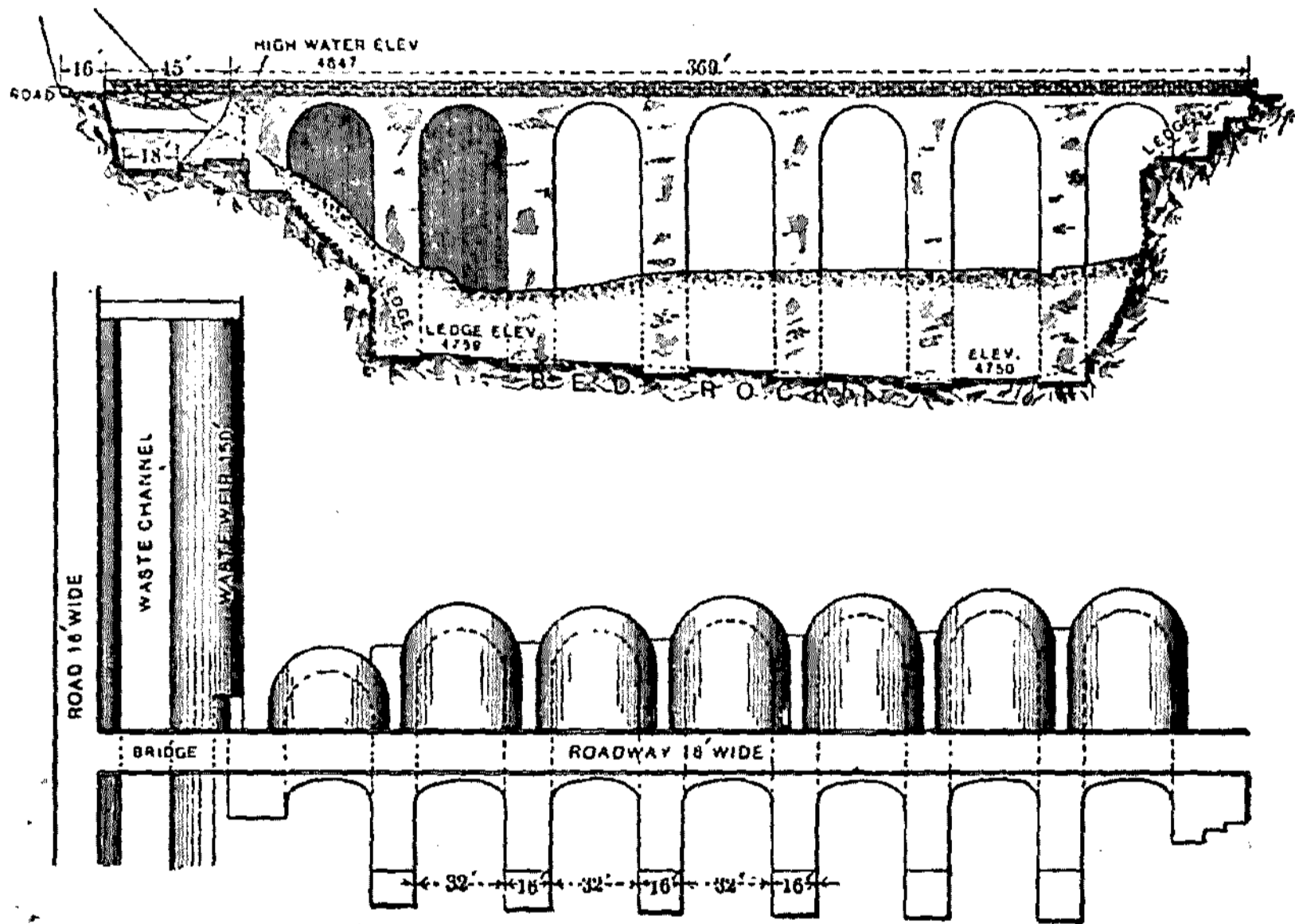
*Каменные* вододержательныя плотины могутъ устраиваться исключительно на скалистомъ основаніи. Не признаніе этого положенія и влекло за собой многія изъ катастрофъ, о коихъ упомянуто выше. Типы каменныхъ плотинъ и способы опредѣленія ихъ размѣровъ наиболѣе тщательно разработаны впервые французскими инженерами (Graeff, Krantz, Delocre, Bouvier, Guillemain); впоследствии они провѣрены расчетомъ и опытомъ во многихъ другихъ странахъ. (См. В. Е. Тимоновъ — Парижскій международный конгрессъ по внутр. судоходству 1892 года, стр. 10; *Borchardt*—Die Remscheider Stauwehnanlage, sowie Beschreibung von 450 Tauwehnanlagen и др.).

Пользоваться этими типами, необходимо, однако, съ большою осторожностью, такъ какъ прочное сопротивленіе матеріаловъ, размѣры

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Бетонная сводчатая плотина  
съ стальной облицовкой въ Ogden'ѣ (Utah, С.-А. С. Шт.).

Черт. 151.



Черт. 152.

Черт. 151. — Фасадъ съ низовой стороны.

Черт. 152. — Планъ.

(Goldmark on Pioneer Plant, Am. Soc. C. E. Vol. XXIII, № 5).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

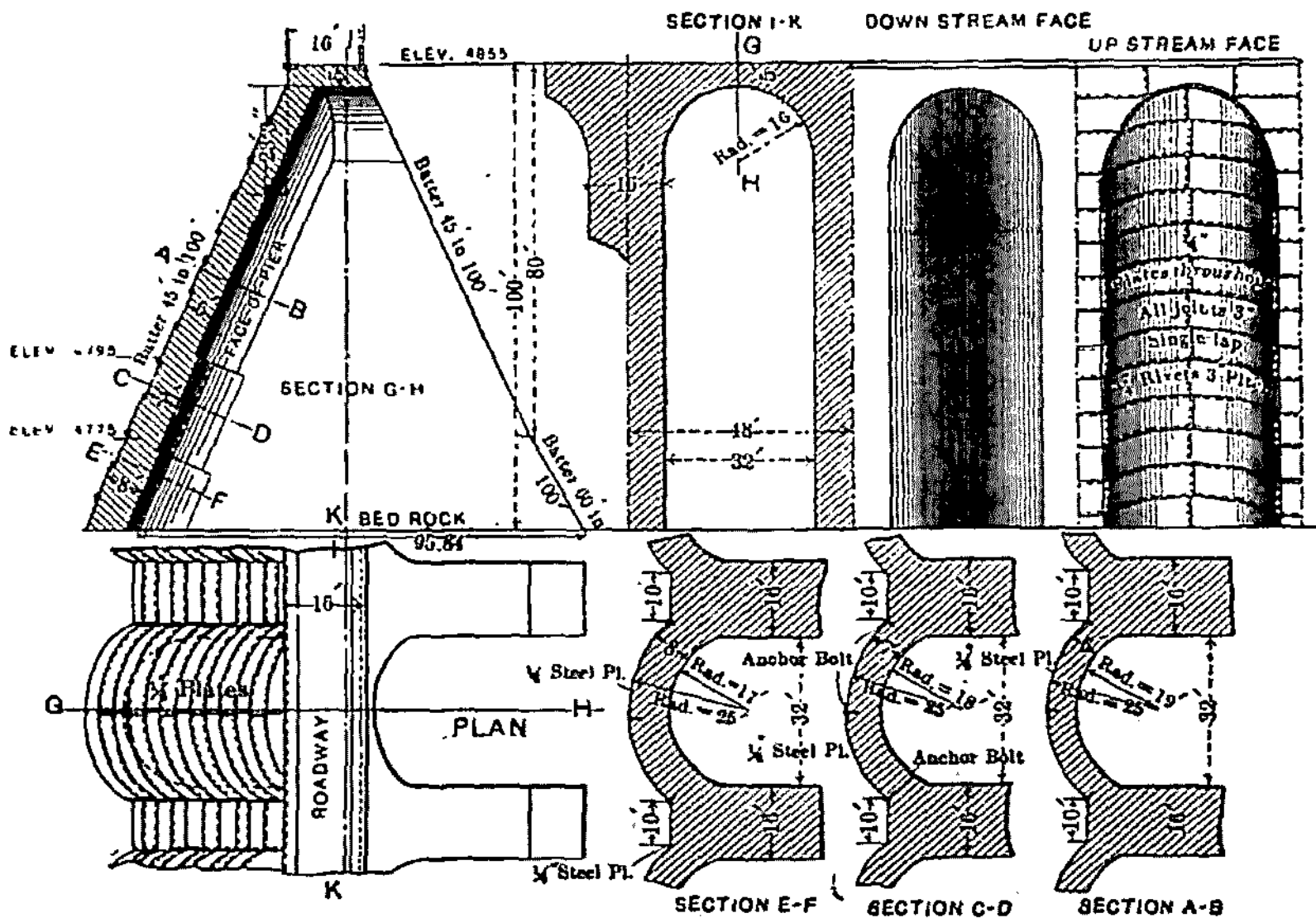
Бетонная сводчатая плотина съ стальной облицовкой  
въ Ogden'ѣ (Utah, С.-А. С. Шт.).

Черт. 153.

Черт. 154.

Черт. 155.

Черт. 156.



Черт. 157.

Черт. 158.

Черт. 159.

Черт. 160.

Черт. 153. — Поперечный разрёзъ чрезъ сводъ.

Черт. 154. — Продольный разрёзъ по *IK* (чертежа 153).

Черт. 155. — Деталь низоваго фасада.

Черт. 156. — Деталь верховаго фасада.

Черт. 157. — Деталь плана.

Черт. 158. — Разрёзъ *EF* (чертежа 153).

Черт. 159. — Разрёзъ *CD* (чертежа 153).

Черт. 160. — Разрёзъ *AB* (чертежа 153).

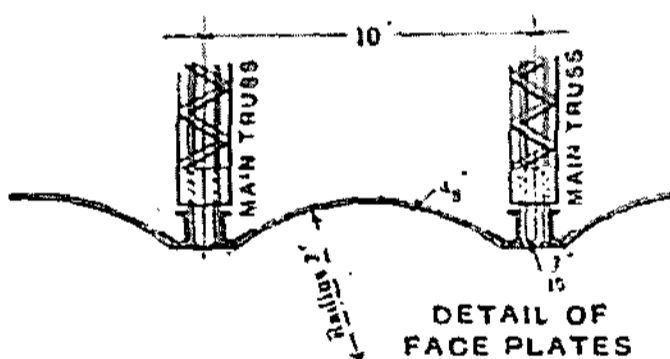
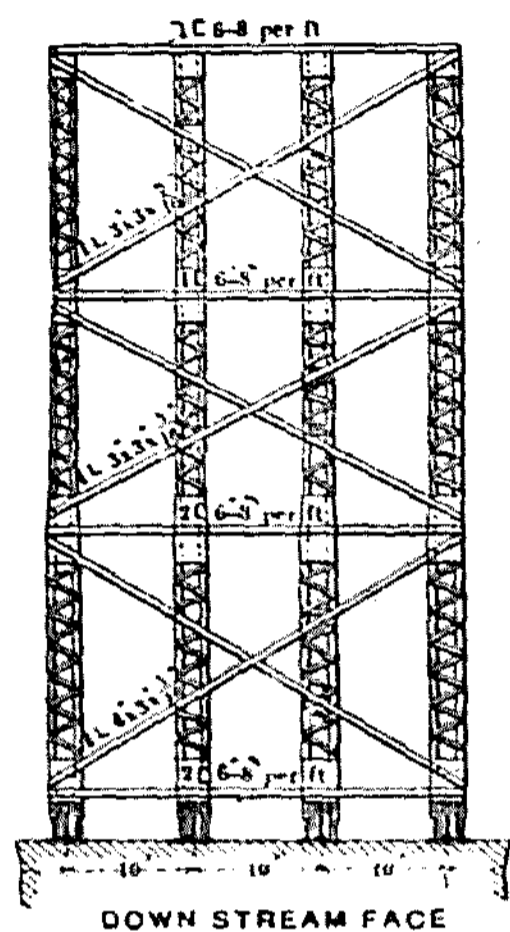
(Goldmark on Pioneer Plant, Am. Soc. C. E. Vol. XXIII, № 5).



Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

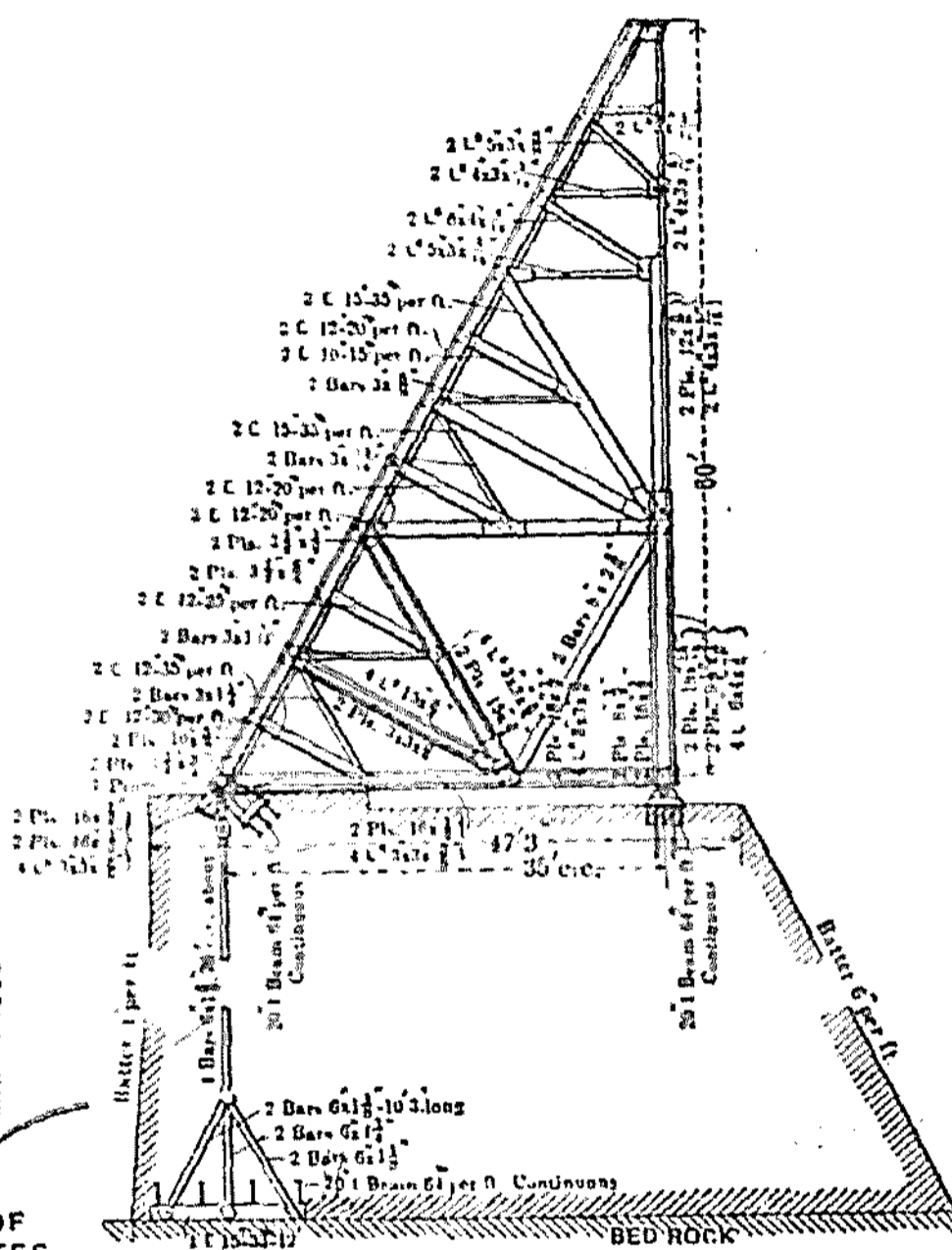
Проектъ стальной вододержательной плотины.

Черт. 162.



Черт. 163.

Черт. 161.



Черт. 161. — Поперечный разръзъ.

Черт. 162. — Низовой фасадъ.

Черт. 163. — Детали прикрѣпленія и устройства обшивки.

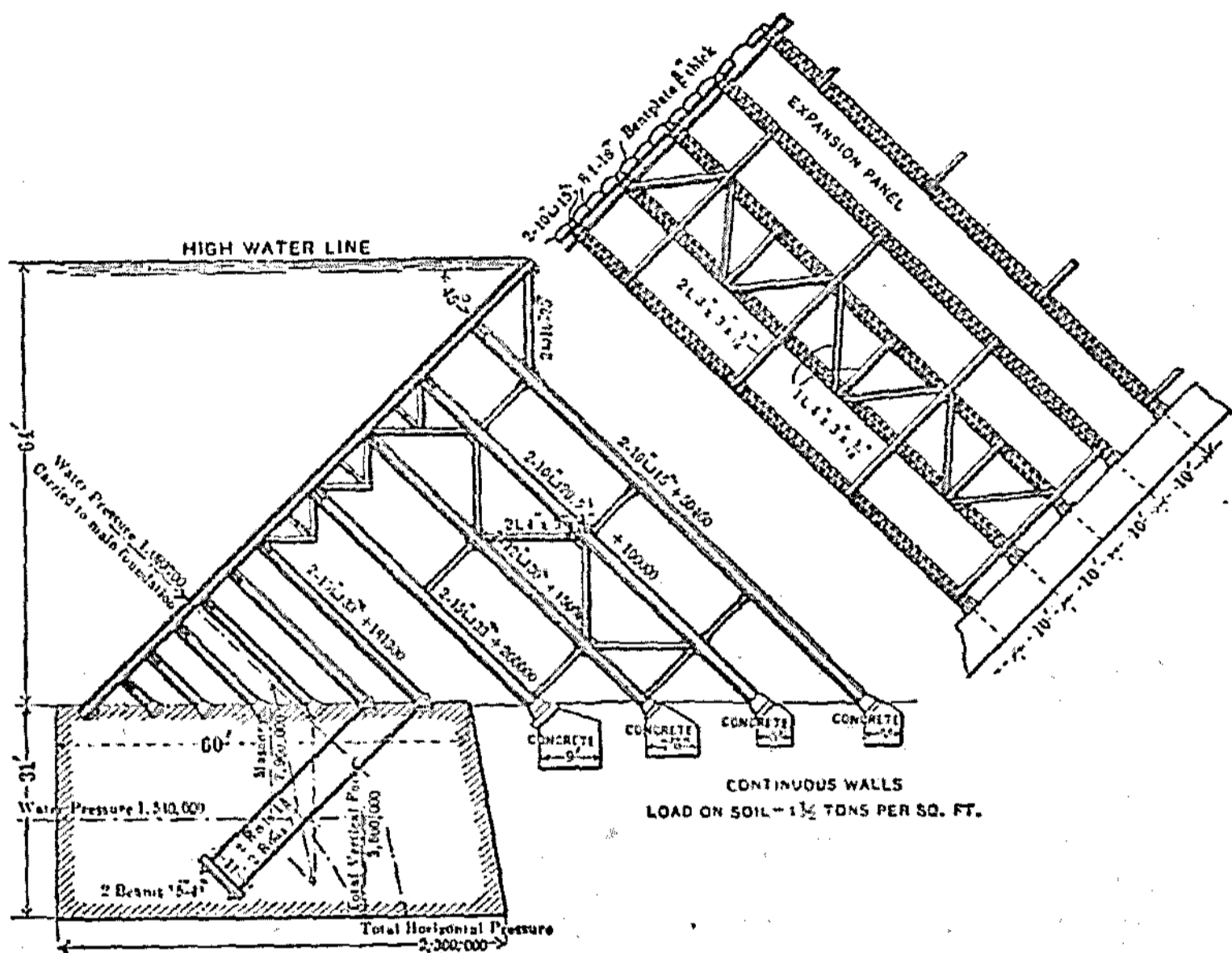
На основаніи изъ бетона или каменной кладки установлены фермы въ разстояніи 10 фут. одна отъ другой, высотой 60 футъ и съ нижней балкой длиной въ 35 футъ = толщинѣ каменной плотины той же высоты. Обшивка изъ стальныхъ листовъ въ  $\frac{3}{8}$  дюйма, выгнутыхъ по дугѣ круга радіуса въ 7 футъ. Всѣ металла—8.050 англ. фунтовъ на погонный футъ при обшивкѣ, показанной на чертежѣ, и 8.800 ф. при выпуклой; соответствующія 60-ти футовой стальной плотинѣ объемъ кладки въ каменной плотинѣ той же вышины—48 куб. ярдовъ на пог. футъ плотины.

(Goldmark on Pioneer Plant, Am. S. C. E. Vol. XXIII, № 5).

Водоснабженіе изъ водохранилищъ.

Проектъ стальной вододержательной плотины.

Черт. 165.



Черт. 164.

Черт. 164. — Поперечный разрѣзь.

Черт. 165. — Часть плана въ плоскости подпорныхъ стоекъ.

Фермы замѣнены здѣсь стойками, передающими непосредственно давленіе продольнымъ бетоннымъ или каменнымъ стѣнамъ. Уклонъ плотины и стоекъ— 45%. Металла здѣсь меньше (7.000 фунтовъ на пог. футъ при вогнутой обшивкѣ и 7.650 ф. при выпуклой), чѣмъ въ плотинѣ, показанной на чертежахъ 161—163, но въ большинствѣ случаевъ вытекающая отсюда экономія съ избыткомъ поглощается большей стоимостью основанія. Эта система выгоднѣе, однако, первой въ мѣстностяхъ скалистыхъ, гдѣ особаго основанія не нужно.

(Goldmark on Pioneer Plant, Am. S. C. E. Vol. XXIII, № 5).

плотины въ планѣ, климатическія вліянія на матеріалы (даже расширение и сжатіе плотины отъ колебанія температуры), составъ раствора, способъ исполненія кладки и пр. могутъ имѣть различное вліяніе въ различныхъ мѣстностяхъ на необходимые размѣры сооруженія. Поэтому въ каждомъ случаѣ необходимо заранѣе, на основаніи предварительныхъ опытовъ, опредѣлить соотвѣтствующіе этому случаю коэффиціенты, опредѣляющіе свойства матеріаловъ и имѣющіе быть введенными въ формулы для расчета сѣченія плотины.

При производствѣ этого расчета слѣдуетъ по возможности разсматривать всю плотину, какъ одно цѣлое, со всѣми дѣйствующими на нее силами, въ томъ числѣ и напругами, вызываемыми переменами температуры. Кроме того необходимо для опредѣленія наибольшихъ напругъ не ограничиваться разсѣченіемъ плотины горизонтальными плоскостями, а искать эти напруги и въ косыхъ сѣченіяхъ, какъ этому учитъ профессоръ Гилльменъ (Guillemann. — Navigation Intérieure).

Въ послѣднее время явилось предложеніе придавать плотинамъ изъ камня или бетона видъ ряда устоевъ, подпирающихъ наклонные своды. Мысль эта представляется рациональной, но не имѣетъ еще санкціи продолжительнаго опыта.

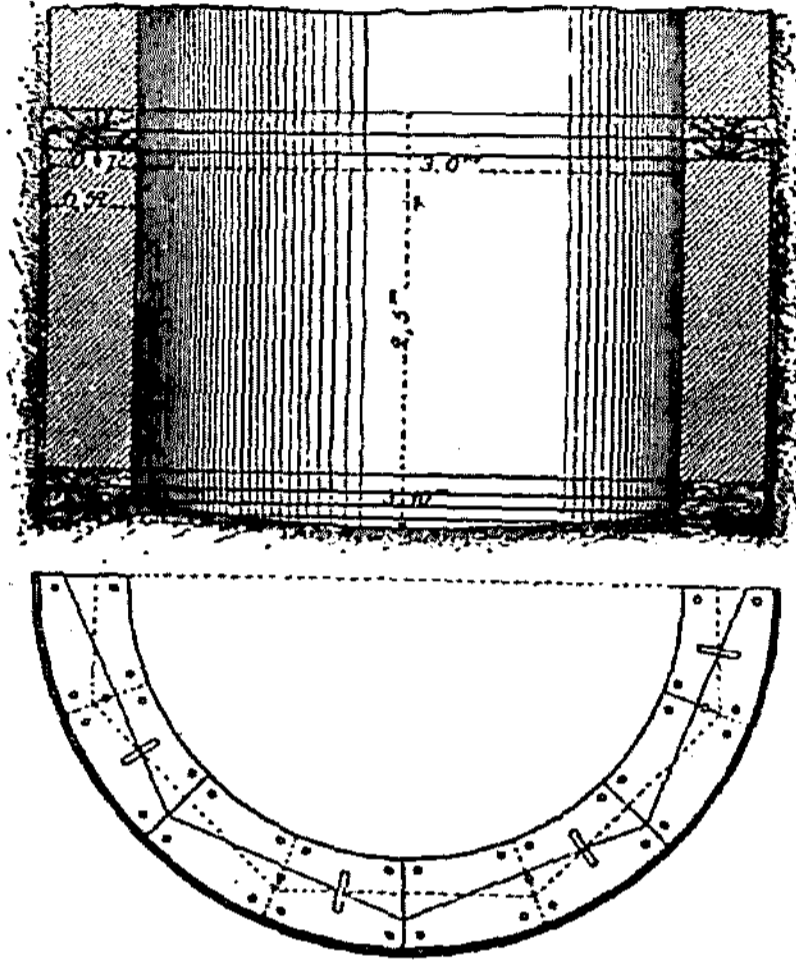
*Бетонныя* плотины находятъ себѣ теперь все больше и больше примѣненій, преимущественно въ С. Америкѣ. Расчетъ ихъ аналогиченъ съ расчетомъ каменныхъ плотинъ. Основное условіе ихъ успѣха—особая тщательность исполненія. Одна изъ новѣйшихъ бетонныхъ плотинъ С. Америки представлена на черт. 151—160. Ея особенность составляетъ, помимо сводчатаго устройства, еще стальная обшивка поверхности бетона, обращенной къ водѣ.

*Металлическія* плотины также еще мало испытаны, хотя имъ повидимому, въ виду точности ихъ расчета, легкости и быстроты сооруженія, большой безопасности отъ крушенія и пр., принадлежитъ будущее (черт. 161—165).

*Жельзно-бетонныя* плотины (бетоиъ Монье и т. п.) еще не имѣютъ примѣненій и составителю настоящаго курса не извѣстны случаи ихъ проектированія; есть, однако, всѣ основанія думать, что этотъ типъ можетъ также дать въ будущемъ очень благоприятные результаты по экономичности, быстротѣ устройства и безопасности, особенно для небольшихъ напоровъ.

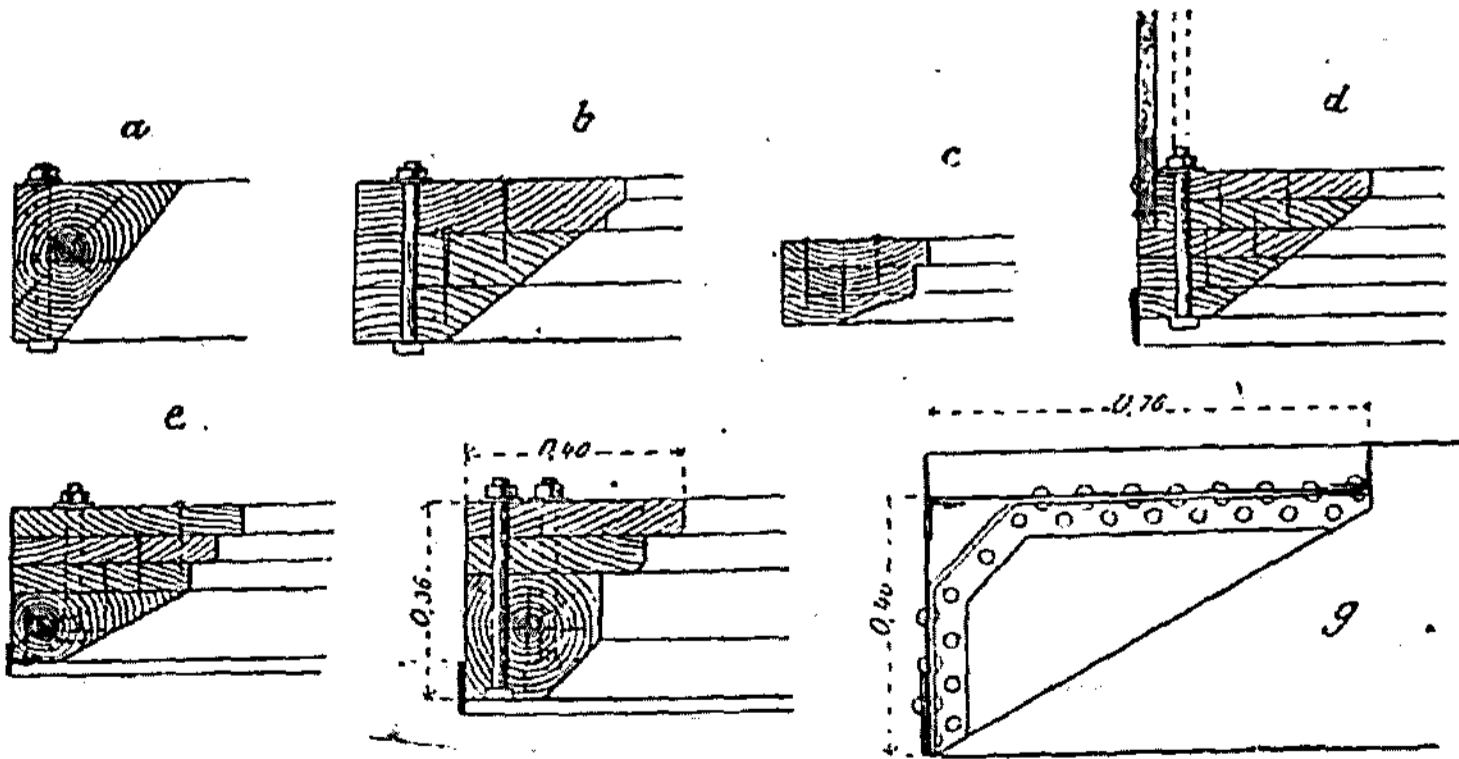
Снабженіе грунтовой водой.

Опускные колодцы.



Черт. 166 и 167.

Каменный опускающей колодезь съ непроницаемыми стѣнками (разрѣзъ и планъ ножа) ( $\frac{1}{75}$  н. в.).



Черт. 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174 и 175.

Различные типы ножей опускающих колодезевъ ( $\frac{1}{25}$  н. в.). a—f—деревянные ножи, g—железный ножъ. (A. W. Frühling, p. 247).

Деревянные плотины описаны съ достаточной подробностью въ курсѣ Водяныхъ Сообщеній и здѣсь можно ограничиться указаніемъ лишь одного изъ американскихъ типовъ (черт. 129).

Равнымъ образомъ къ курсу Водяныхъ Сообщеній мы отсылаемъ для ознакомленія съ деталями устройства водосливовъ, водоспусковъ и прочихъ принадлежностей водоудержательной плотины.

Нѣкоторыя свѣдѣнія въ этомъ отношеніи могутъ быть почерпнуты изъ чертежей 117 — 165 и таблицы № 12.

Таблица № 12. Размѣры водосливовъ въ водоудержательныхъ плотинахъ.  
(Burton.—The Water Supply of Towns, p. 66).

Размѣръ бассейна.	Длина водослива.	Глубина воды надъ порогомъ водослива.
200 акровъ.	15 фут.	1 фут. 8 дюйм.
400 "	20 "	1 " 10 "
1 англійск. кв. мвля.	25 "	2 " — "
2 " " мвля.	32 "	2 " 5 "
3 " " "	39 "	2 " 1 "
4 " " "	44 "	2 " 10 "
6 " " мвль.	54 "	3 " — "
8 " " "	61 "	3 " 3 "
10 " " "	68 "	3 " 6 "
15 " " "	83 "	3 " 9 "
20 " " "	95 "	4 " — "
25 " " "	105 "	4 " 2 "
30 " " "	116 "	4 " 4 "
40 " " "	133 "	4 " 7 "
50 " " "	149 "	4 " 10 "
75 " " "	183 "	5 " 3 "
100 " " "	212 "	5 " 8 "

Примѣчаніе 1. Эта таблица составлена по эмпирическимъ даннымъ для странъ не подверженныхъ тропическимъ ливнямъ; на нее не слѣдуетъ смотрѣть иначе, какъ на собраніе данныхъ примѣрныхъ, вѣща точныя въ каждомъ частномъ случаѣ путемъ детальнаго изслѣдованія мѣстныхъ условій.

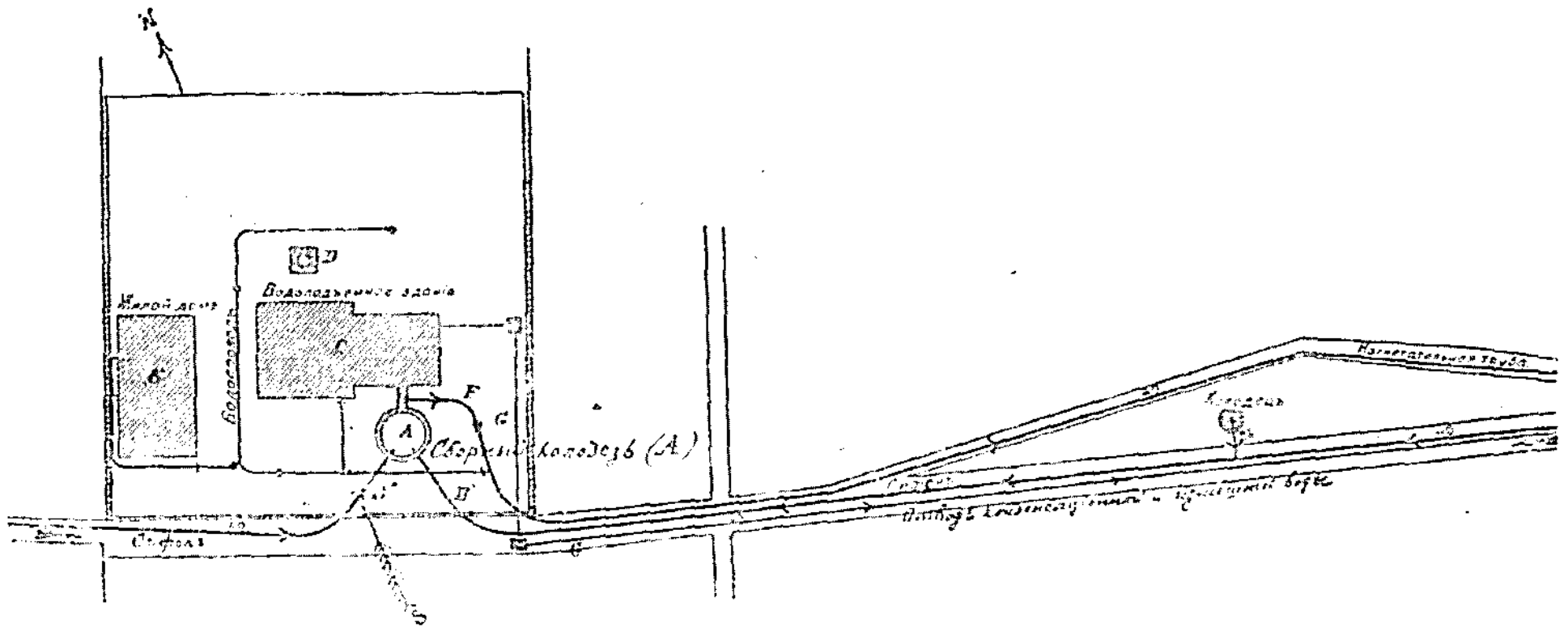
Примѣчаніе 2. Акръ = 0,003556 кв. версты = 888,982 кв. саж. Англійская мвля линейная = 1,50857 линейныхъ версты = 754,286 пог. саж.

### § 43. Добываніе грунтовой воды колодцами.

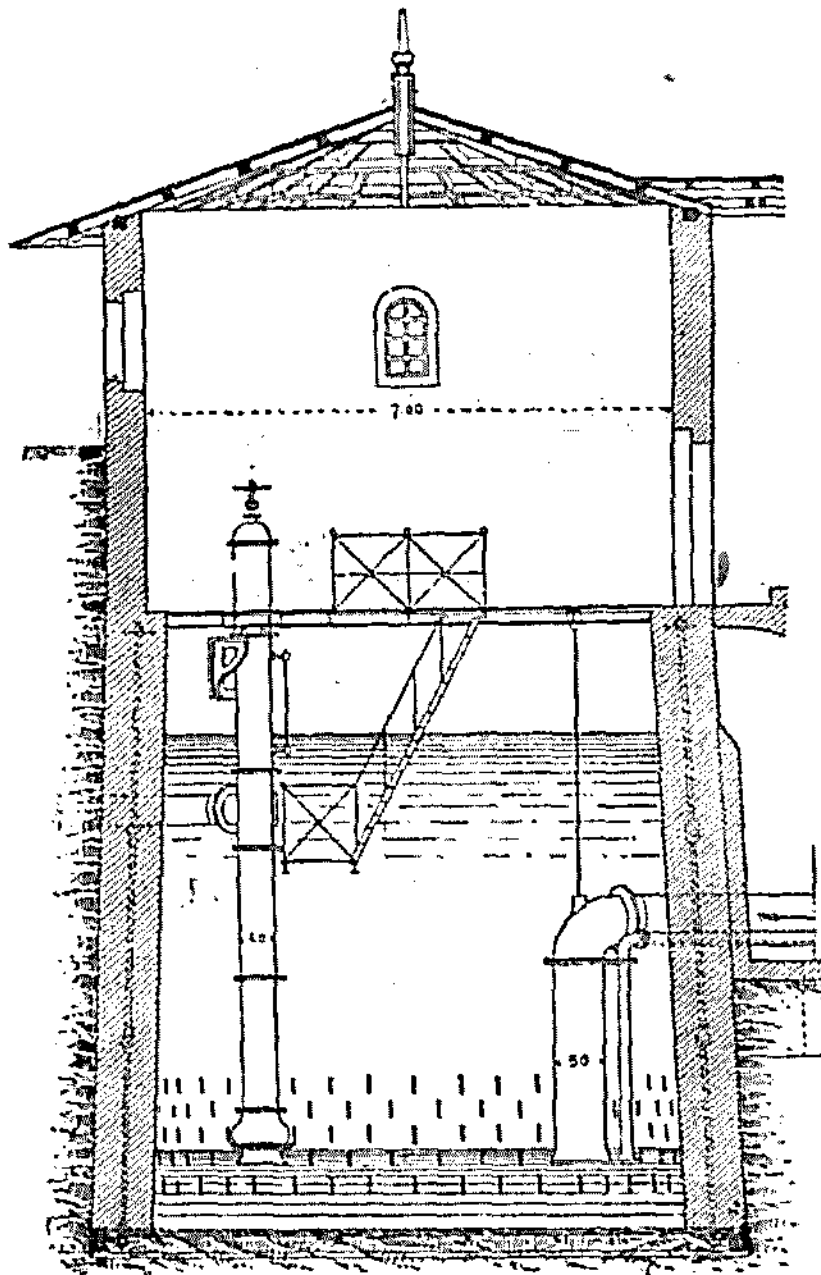
Простѣйшій способъ полученія грунтовой воды изъ ближайшаго къ земной поверхности водоноснаго слоя заключается въ устройствѣ колодца.

Снабжение грунтовой водой.

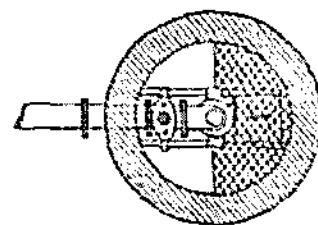
Снабжение города Крефельда водою,  
собираемой посредством колодцев большого диаметра.



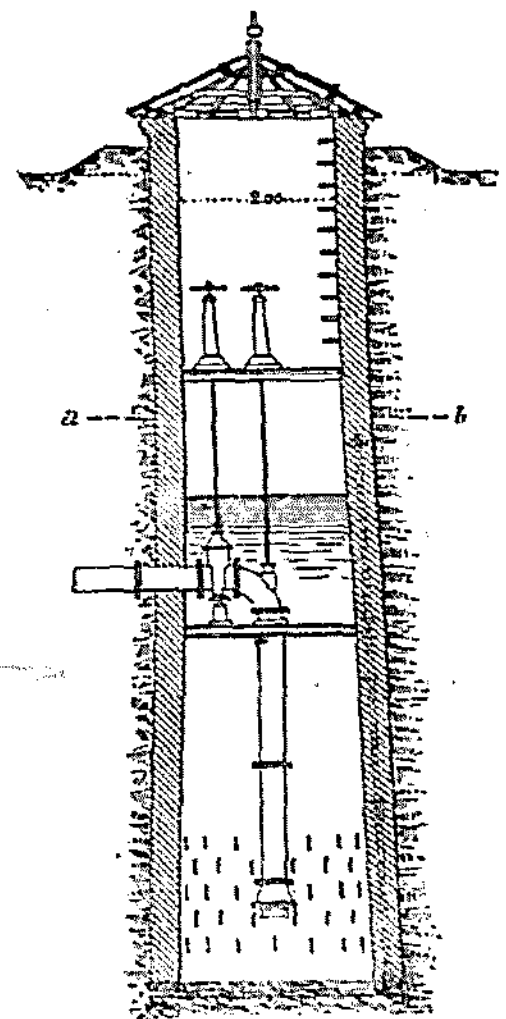
Черт. 176. — Планъ водосборныхъ и водоподъемныхъ сооружений.



Черт. 177. — Главный колодезь А. Вертикальный разръзъ (см. планъ, черт. 174).



Черт. 178. — Водосборный колодезь.  
Планъ.



Черт. 179. — Водосборный колодезь. Вертикальный разръзъ. (Масштабъ  $\frac{1}{400}$ ).

Опуская на нѣкоторую глубину дно такого колодца въ водоносный слой почвы, образуютъ камеру, изъ которой можно получить нѣкоторое количество воды.

Количество это зависитъ, по изслѣдованіямъ наиболѣе выдающихся гидравликовъ, отъ напора, подъ которымъ вода втекаетъ въ колодезь и толщины слоя воды въ колодцѣ, по мало измѣняется съ измѣненіемъ площади горизонтальнаго сѣченія колодца (предполагается, что стѣнки колодца имѣютъ отверстія для впуска воды). Это утверждение не вполне вѣрно, если колодезь не доходитъ до непроницаемаго слоя, т. е. когда вода можетъ входить въ него не только чрезъ стѣнки, но и чрезъ дно его.

Изъ этого вообще слѣдуетъ, что придаваніе колодцу большаго діаметра имѣетъ въ виду существеннымъ образомъ увеличеніе емкости той камеры, которая заключаетъ въ себѣ водный запасъ колодца (при пропускающихъ воду стѣнкахъ).

При выкачиваніи воды изъ колодца уровень воды въ немъ опускается и вмѣстѣ съ тѣмъ въ водоносномъ слое вокругъ колодца образуется воронкообразное углубленіе болѣе или менѣе правильной формы и болѣе или менѣе значительнаго діаметра (черт. 234). Если откачиваемое изъ колодца количество воды болѣе того, что можетъ дать водоносный слой, то происходитъ общее пониженіе уровня почвенныхъ водъ; въ противномъ случаѣ устанавливается равновѣсіе между расходомъ и притокомъ, воронка принимаетъ постоянный видъ съ тѣмъ, чтобы по прекращеніи выкачиванія изъ колодца снова въ большей или меньшей степени заполниться.

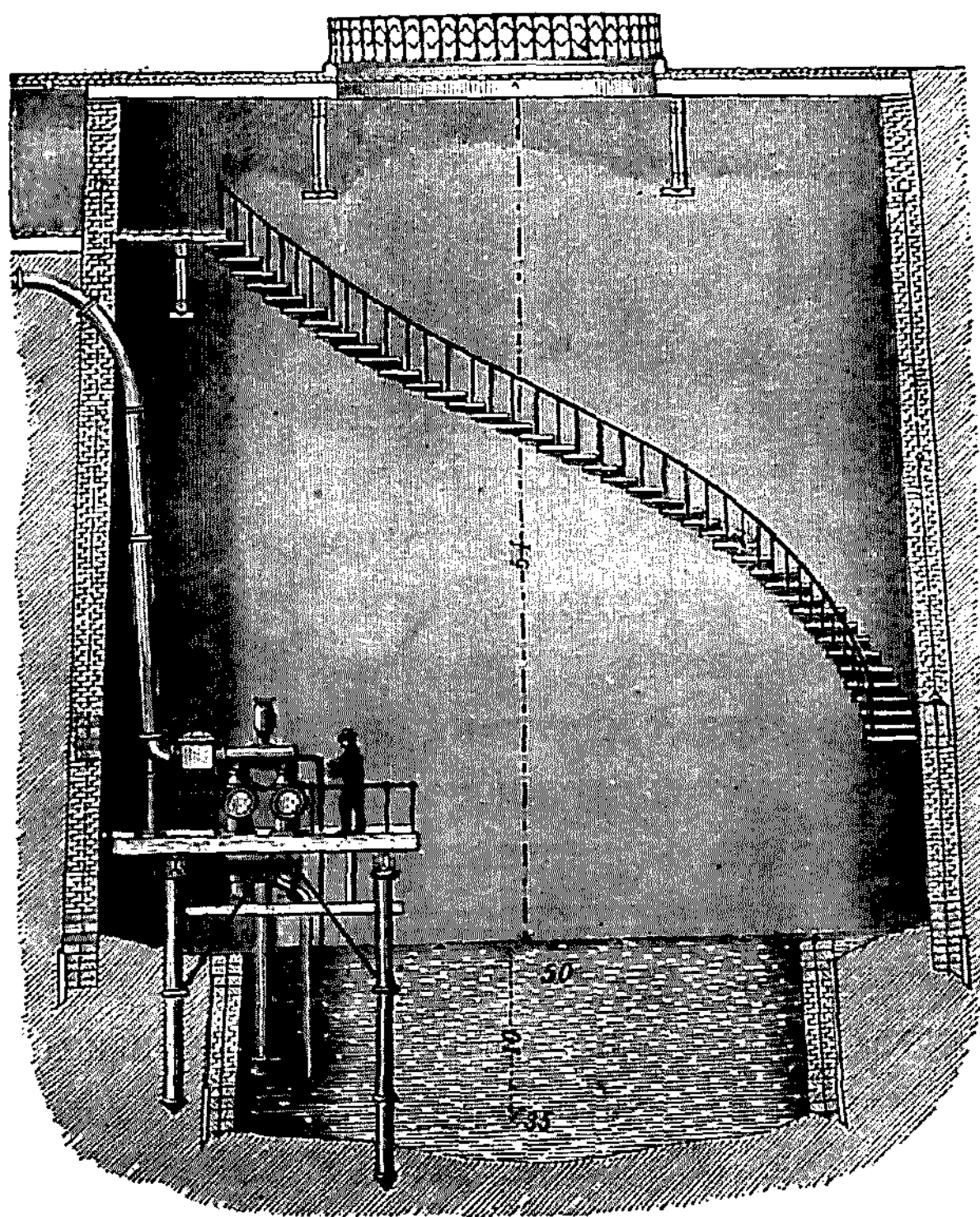
Если два колодца помѣщены другъ отъ друга въ такомъ разстояніи, что воронки ихъ пересѣкаются, то расходъ въ каждомъ изъ нихъ будетъ меньше, чѣмъ если бы они были на болѣе значительномъ разстояніи.

*Это обстоятельство нужно всегда имѣть въ виду при расположеніи колодцевъ группами и тщательно изучить предварительно формы, которыя можетъ принять въ данномъ мѣстѣ поверхность грунтовой воды подъ вліяніемъ одновременной работы колодцевъ.*

Изъ сказаннаго ясно, что колодезь или группа колодцевъ можетъ давать непрерывно вполне ограниченное количество воды; если расходъ воды изъ колодца будетъ больше прихода, то колодезь можетъ быть осушенъ. Поэтому для снабженія грунтовой водой домовъ

Снабженіе грунтовой водою.

Опускные колодцы.



Черт. 180.

Опускной колодезь въ г. Бруклинѣ.

Особенность его составляет крайне значительный діаметръ (50 ф.) и устройство отъ горизонта воды второго опускаюго колодца нѣсколько меньшихъ размѣровъ. Насосы для подъема воды поставлены на особой платформѣ, сообщающейся съ поверхностью земли при посредствѣ широкой винтовой лѣстницы. Колодезь освѣщенъ большимъ просвѣтомъ въ крышѣ (Fanning).



и вообще для тѣхъ случаевъ, когда вода требуется чрезъ извѣстные болѣе или менѣе значительные промежутки времени, наиболѣе цѣлесообразнымъ типомъ колодца является колодезь большого діаметра, опущенный на небольшую глубину; его секундный притокъ малъ, но водная камера его имѣетъ большую вмѣстимость и дастъ запасъ воды, который можетъ расходоваться *интенсивно* въ теченіе *короткаго промежутка* времени.

Для городскихъ водоснабженій, требующихъ *непрерывно значительныхъ количествъ воды*, необходимо искать ее въ обильныхъ водой слояхъ грунта; таковыми верхніе слои бываютъ въ рѣдкихъ случаяхъ, такъ какъ имъ соотвѣтствуютъ обыкновенно небольшіе бассейны. Идти же на большую глубину съ колодцами большого діаметра очень затруднительно и дорого; притомъ же это и не необходимо, такъ какъ резервуаръ колодца, какъ бы ни былъ великъ его діаметръ, не можетъ обезпечить правильности водоснабженія при недостаточномъ притоцѣ грунтовыхъ водъ. Если же притокъ достаточенъ, то извлечь его можно и чрезъ тонкій *трубчатый* колодезь.

Поэтому для городскихъ или станціонныхъ водоснабженій колодцы большого діаметра могутъ успѣшно примѣняться въ относительно рѣдкихъ случаяхъ, когда въ верхнихъ слояхъ есть достаточный притокъ воды; тогда эти колодцы представляются крайне удобными по легкости установки въ нихъ водоподъемныхъ снарядовъ.

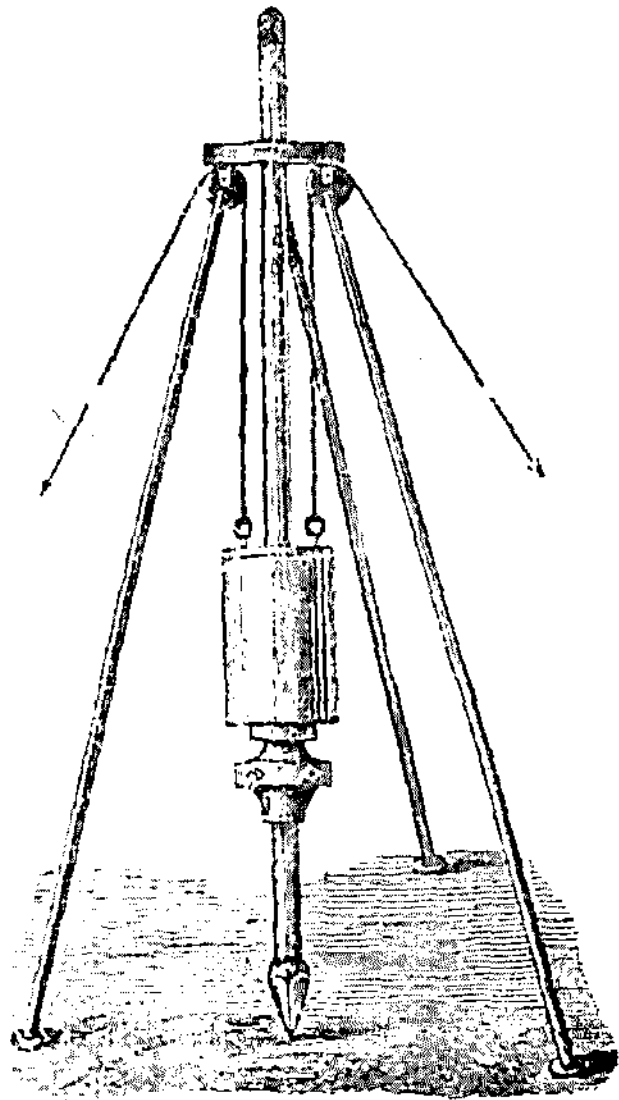
Ихъ дѣлаютъ тогда нѣсколько, соединяя горизонтальными трубами или галлереями съ центральнымъ колодцемъ, откуда вода выкачивается машинами. (См. черт. 176—179).

Говоря о колодцахъ такого рода, можно обратить вниманіе на систему колодцевъ инженера Дорметъа въ Лионѣ. Эта система имѣетъ цѣлью извлечь изъ водоносныхъ слоевъ въ короткое время возможно большее количество чистой воды при постоянной температурѣ, помощью недорогого устройства. Съ этою цѣлью притокъ воды въ колодезь освобожденъ отъ противодѣйствующаго атмосфернаго давленія устройствомъ герметическихъ стѣнокъ и крыши.

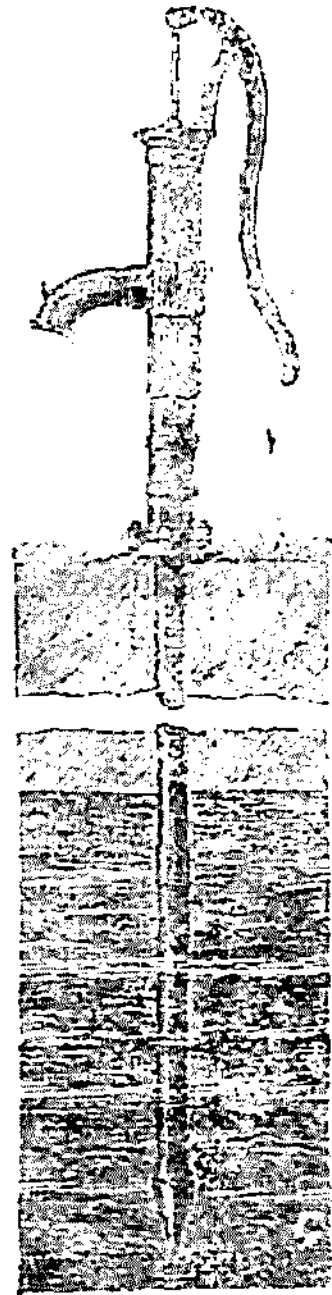
Эта система казалась удобною для такихъ колодцевъ, гдѣ притокъ воды въ извѣстное время былъ меньше потребнаго количества. Хотя на первый взглядъ подобное устройство представляетъ много преимуществъ, но не нужно однако упускать изъ вида нѣкоторыхъ сомнѣній относительно примѣнимости этой системы; на томъ осно-

Снабженіе грунтовой водой.

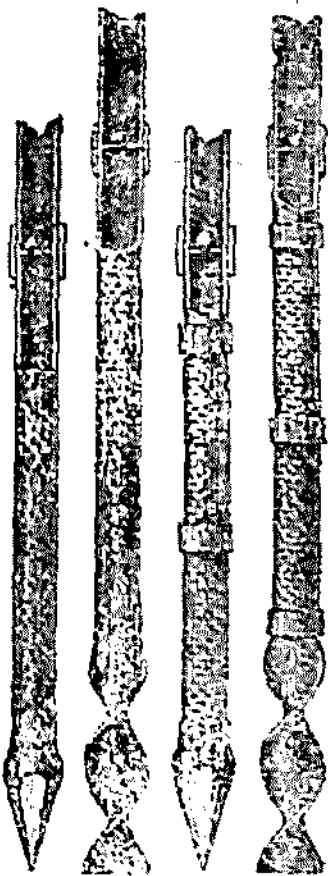
Забивные колодцы (Абиссинские колодцы).



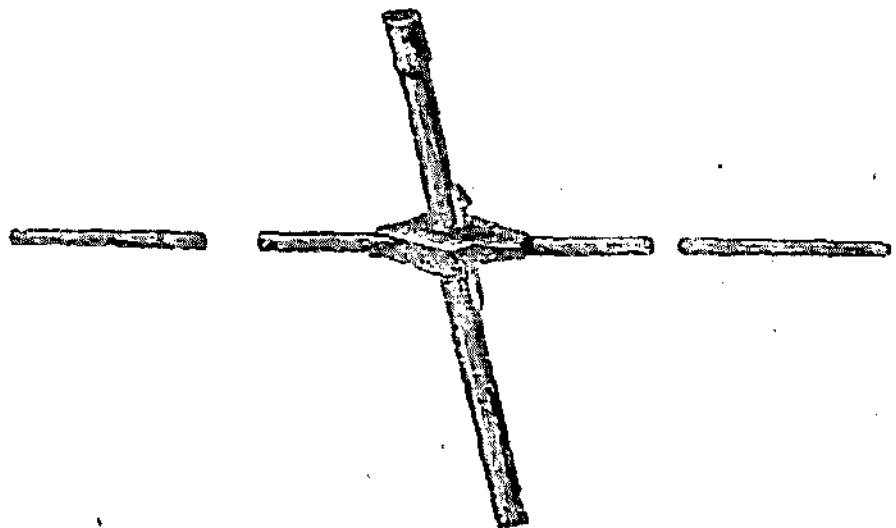
Черт. 181.—Коперъ для забиванія абиссинскихъ колодцевъ ( $\frac{1}{30}$  н. в.).



Черт. 182.—Общій видъ абиссинскаго колодца съ ручнымъ насосомъ ( $\frac{1}{30}$  н. в.).



Черт. 183 — 186. — Наконечники трубъ забивныхъ и ввинчиваемыхъ абиссин. колодцевъ ( $\frac{1}{30}$  н. в.).



Черт. 187. — Приборъ для ввинчиванія абиссинскихъ колодцевъ ( $\frac{1}{30}$  н. в.).

ваши, что атмосферное давленіе въ слояхъ почвы ни въ какомъ случаѣ не можетъ дѣйствовать въ той мѣрѣ, въ какой это предполагается этой системой. На нѣкоторыхъ гермаискихъ желѣзныхъ дорогахъ были сдѣланы опыты съ подобнымъ устройствомъ, причемъ результаты совершенно не оправдали ожиданій.

*А. Колодцы большого діаметра (резервуарные).*

*Сѣченіе* въ планѣ резервуарнымъ колодцамъ придаютъ обыкновенно круглое, какъ наиболѣе выгодное; оно имѣетъ наименьшій периметръ при той же площади (чѣмъ периметръ меньше, тѣмъ меньше стоитъ обдѣлка, чѣмъ площадь меньше, тѣмъ меньше работы для вырытія колодца) и сверхъ того позволяетъ и въ другомъ отношеніи довести до минимума затраты на обдѣлку стѣнокъ колодца, въ виду наилучшей сопротивляемости круговыхъ обдѣлокъ вѣшнимъ усиліямъ. Но для деревянныхъ обдѣлокъ часто примѣняется прямоугольное сѣченіе.

Діаметръ колодца *домового, дворового* или *обыкновеннаго* зависитъ отъ величины запасовъ воды, которыя желательнѣе имѣть въ немъ. Діаметръ не долженъ быть меньше того, при которомъ возможно удобное извлеченіе воды и очистка колодца. Обыкновенный размѣръ отъ 2 до 5 аршинъ.

Колодцы для противопожарныхъ цѣлей слѣдуетъ дѣлать не менѣе 3 арш. въ діаметрѣ. Большихъ размѣровъ слѣдуетъ придерживать при мелко-зернистыхъ (пывучихъ) грунтахъ, чтобы увеличеніемъ площади притока уменьшить скорость притеканія воды и тѣмъ уменьшить возможность подмыва подошвы колодца.

Діаметръ *водопроводныхъ* колодцевъ зависитъ отъ тѣхъ водоподъемныхъ устройствъ, которыя они должны заключать и можетъ имѣть самыя различныя величины.

Способы производства работъ по устройству *домовыхъ* или *обыкновенныхъ* колодцевъ описаны въ курсѣ *Общихъ Началь Строительнаго Искусства*.

Въ общихъ чертахъ они состоятъ въ устройствѣ вертикальной шахты и ея обдѣлкѣ. Шахта роется какъ обыкновенная яма и постепенно укрѣпляется особою *обдѣлкою*.

*Обдѣлка* необходима въ грунтахъ рыхлыхъ или могущихъ разрыхляться подъ дѣйствіемъ сырости и воздуха. Матеріалы для обдѣлки употребляются разные: каменная кладка, сухая и на растворѣ,

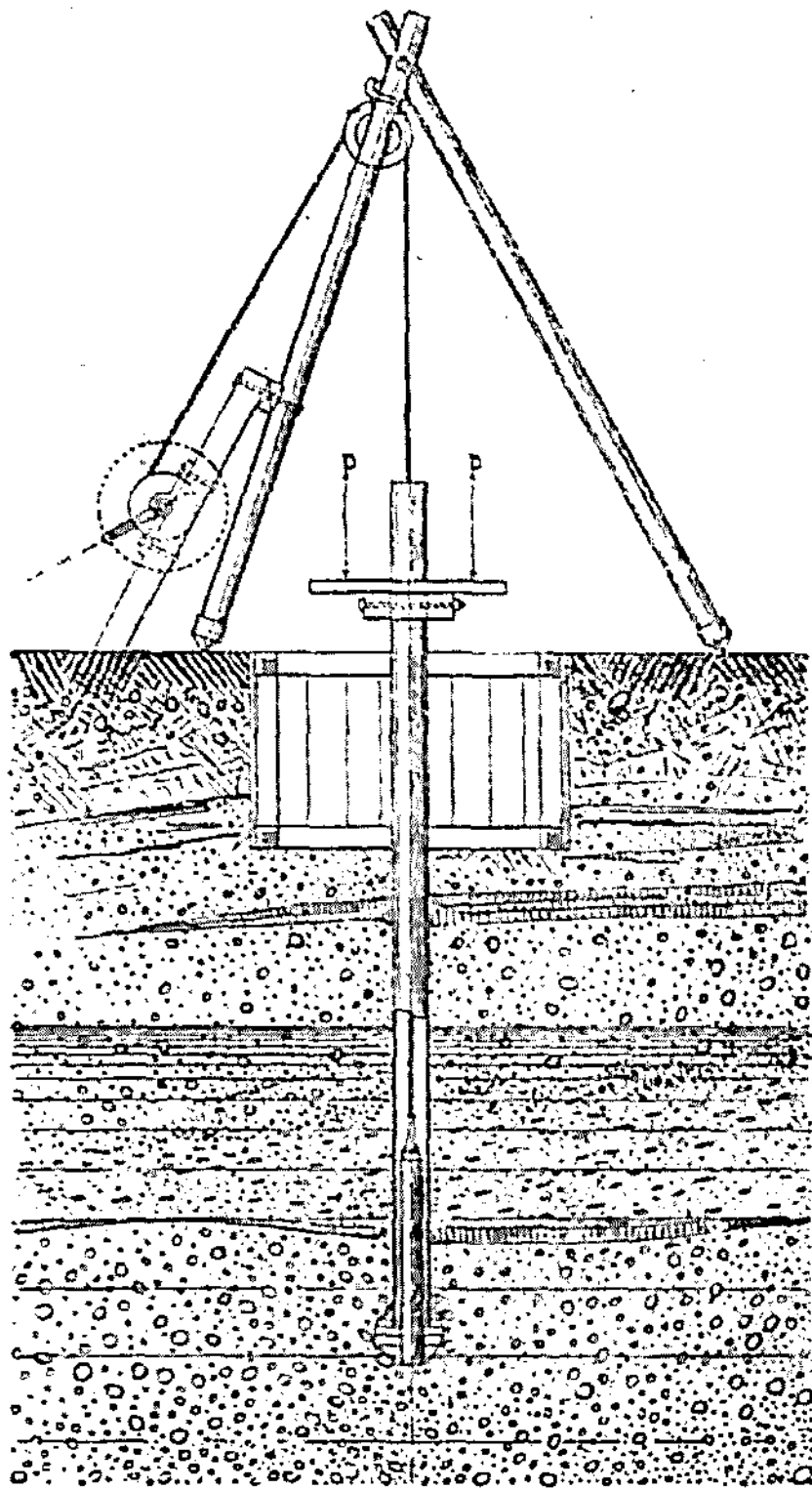
дерево и желѣзо. При выборѣ матеріала основное правило — избѣгать тѣхъ, которые портятся и (или) портятъ воду. Наилучшая кладка изъ кремнистыхъ камней или кирпича на растворѣ изъ цемента или гидравлической извести. Известковые камни и жирный известковый растворъ могутъ повышать жесткость воды. Дерево хорошо сохраняется въ водѣ, но гніетъ на воздухѣ. Желѣзо сообщаетъ водѣ вкусъ ржавчины и потому не пригодно для домовыхъ колодцевъ, но для водопроводныхъ, гдѣ вода не застаивается, оно часто примѣняется.

Обдѣлка стѣнъ домовыхъ колодцевъ бываетъ, однако, нерѣдко деревянная. Въ этомъ случаѣ стѣнки колодца дѣлаются преимущественно въ видѣ прямого, чаще четырехсторонняго сруба, составленнаго изъ бревенчатыхъ или пластинчатыхъ вѣнцовъ; бревна врубаются въ лапу безъ остатка, и кромѣ того соединяются шипами. Проконопатка язовъ мохомъ не можетъ считаться правильной, такъ какъ способствуетъ развитію органической жизни. Опытъ показываетъ, что для обдѣлки колодцевъ хороша *ольха*, почти не употребляемая какъ строительный матеріалъ для другихъ цѣлей. Срубъ заготавливается на поверхности земли, затѣмъ разбирается и окончательно собирается въ вырытой шахтѣ. Подъ водою дерево сохраняется чрезвычайно долго; выше-же уровня воды и особенно на этомъ уровнѣ, равно и близъ поверхности земли срубъ быстро загниваетъ, чѣмъ сильно портитъ воду, такъ какъ способствуетъ развитію микроорганизмовъ. Покрывать его какими-либо предохраняющими средствами (напр. смолой) — неудобно, такъ какъ этимъ портится вкусъ воды.

Каменные дворовые колодцы, несравненно болѣе долговѣчные, нежели деревянные, но и значительно болѣе дорогіе, обыкновенно бываютъ цилиндрической формы, причемъ стѣны ихъ складываются изъ бута (худшій способъ) или кирпича на растворѣ (цементномъ) или-же формируются изъ бетона. По своему устройству каменные дворовые колодцы вполне аналогичны съ таковыми-же устраиваемыми для цѣлей городского водоснабженія, о которыхъ будетъ сказано болѣе подробно далѣе.

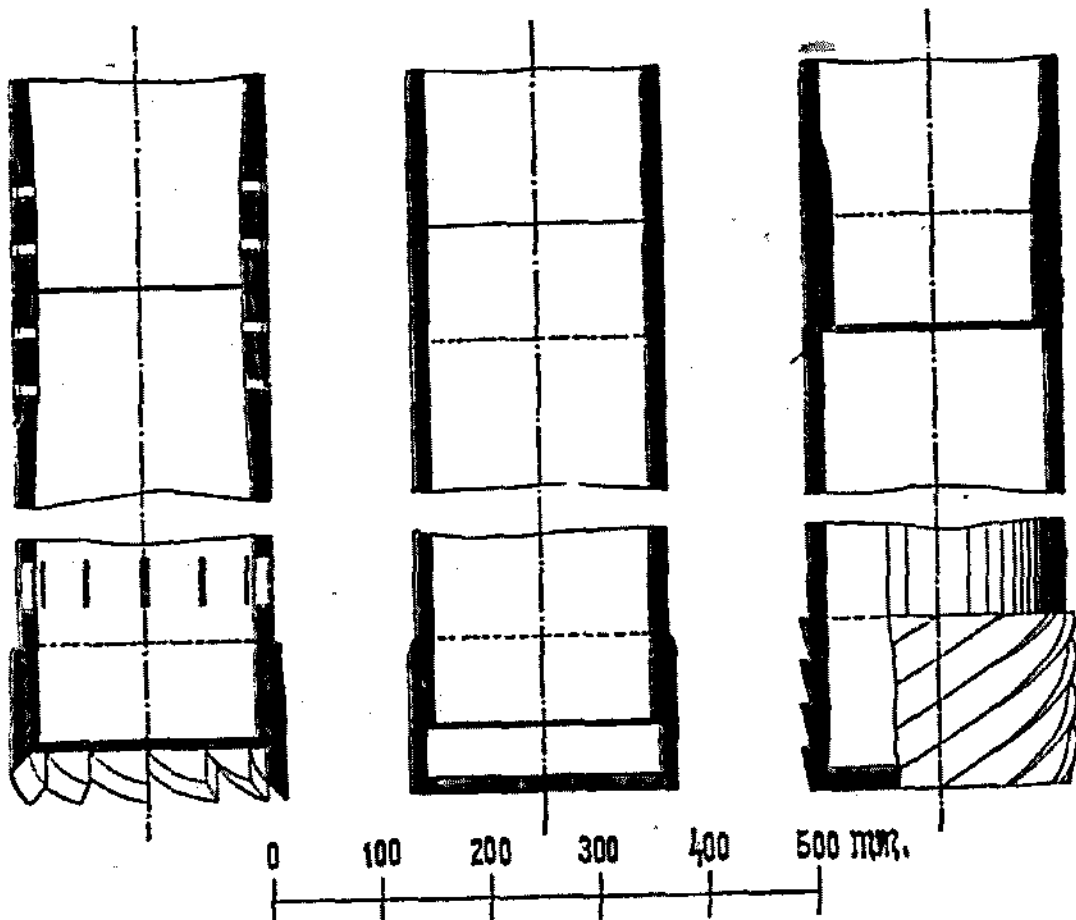
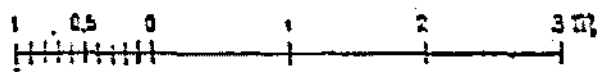
Устройство колодца съ откачкой воды можетъ быть выполнено безъ особыхъ затрудненій и слишкомъ значительныхъ затратъ, когда притокъ грунтовой воды не очень обиленъ и погруженіе колодца въ водоносный слой — не велико, значить этотъ способъ преимущественно подходитъ для дворовыхъ колодцевъ. Онъ имѣетъ тѣ

Буровые колодцы.



Чертъ. 188.

Приспособленіе для буренія  
неглубокаго колодца въ пе-  
счаномъ или гравелистомъ  
грунтѣ.

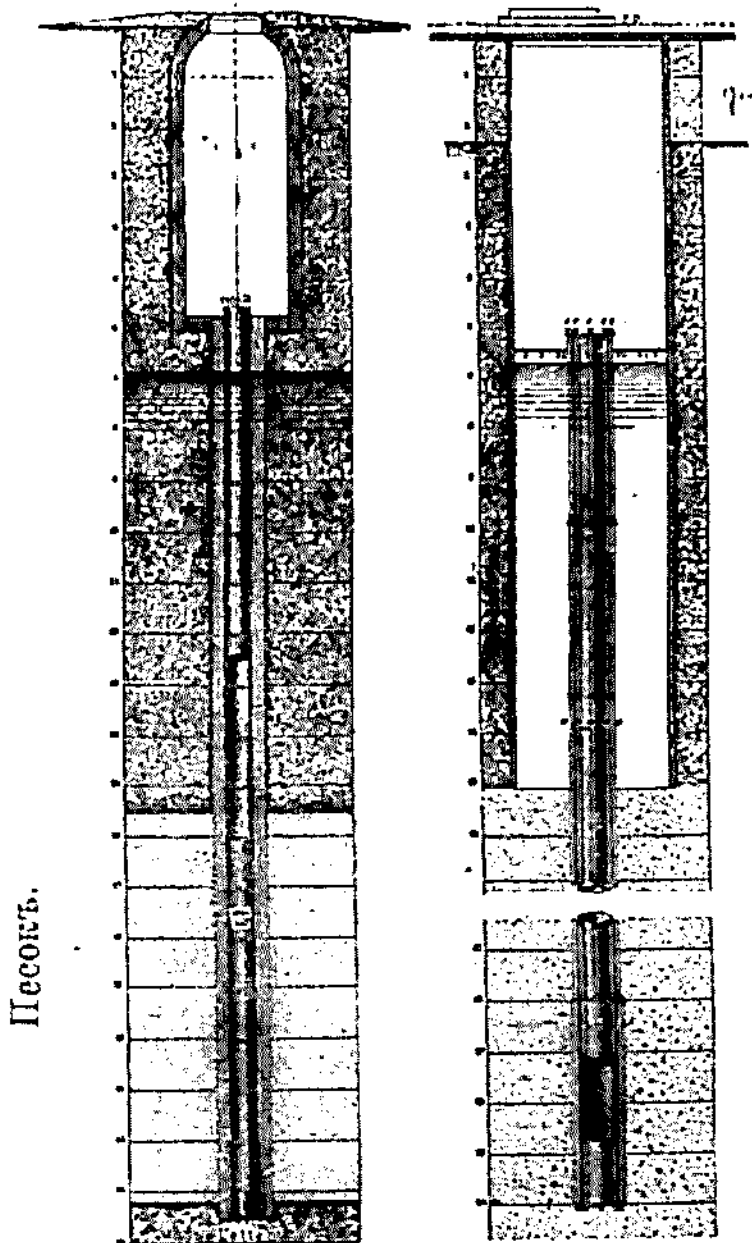


Черт. 189, 190 и 191.

Соединенія трубъ и на-  
конечники буровыхъ ко-  
лодцевъ.

Снабженіе грунтовой водой.

Буровые колодцы.

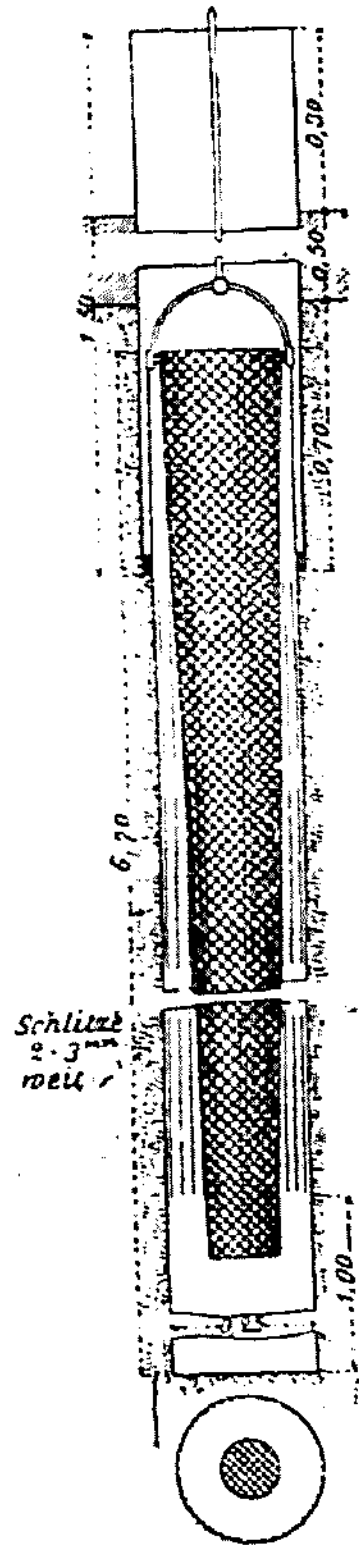


Песокъ.

Песокъ и гравій.

Черт. 192. — Буровой колодезь въ Шпейерѣ (1/300 Н. В.).

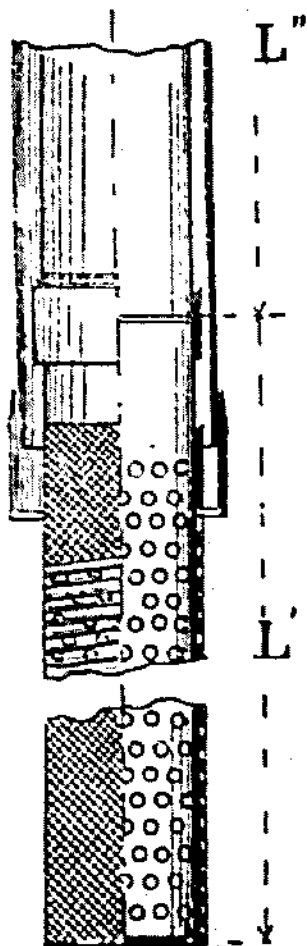
Черт. 193. — Буровой колодезь Пфальдск. жел. дорогъ (1/300 Н. В.). Lueger.



Черт. 195. — Буровой колодезь съ подвижной фильтраціонной сѣткой (1/25 Н. В.) системы Sonne, примененной въ колодцахъ водоснабженія гор. Мангейма. (A. Frühling, p. 256).

Обыкновенный фильтр Бруклинскихъ и артезіанскихъ колодезевъ.

Черт. 194.



преимущества, что кладку можно вести болѣе тщательно, что легче заполнить пазухи за стѣнками колодца любымъ матеріаломъ, напр. глиной, чтобы около колодца не просачивалась наземная вода и что, наконецъ, можно себѣ дать ясное представленіе о наслоеніяхъ грунта. При этомъ способѣ ради болшей прочности колодца его ставятъ на основаніе, состоящее изъ прочной деревянной брусчатой рамы, связанной въ полъ дерева и имѣющей форму стѣнокъ колодца; можно основывать колодезь и на такихъ же рамахъ, какія употребляются при опускаемомъ способѣ, о которомъ будетъ сказано далѣе.

Во всякомъ случаѣ при помощи обыкновеннаго способа рытья колодцевъ добывается вода верхняго водоноснаго слоя. Часто, однако, необходимо для полученія достаточнаго количества воды идти далѣе, до болѣе глубокаго и болѣе обильнаго водой слоя.

При этомъ приходится пересѣчь одинъ или нѣсколько верхнихъ водоносныхъ слоевъ.

Трудность устройства колодца въ этихъ условіяхъ значительно возрастаетъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ возрастаетъ и трудность поднятія изъ него воды.

Если верхніе пересѣкаемые водоносные слои мало обильны водой и тонки, то глубокой колодезь можетъ быть устроенъ по типу обыкновеннаго съ нѣкоторыми лишь измѣненіями. Такъ иапримѣръ въ Ландахъ и во Франціи глубокіе обыкновенные колодцы въ мѣстѣ пересѣченія съ верхнимъ водоноснымъ слоемъ обложены съ наружной стороны ихъ каменной обдѣлки мятой глиной съ пескомъ (соггоі d'argile), препятствующей водѣ верхняго слоя проникать въ колодезь. Если же слои, которые нужно пересѣчь на пути къ главному водоносному горизонту, обильны водой, то приходится прибѣгать къ искусственнымъ приемамъ устройства колодцевъ.

Большое примѣненіе при устройствѣ колодцевъ большаго діаметра, въ особенности съ водопроводными цѣлями, находитъ себѣ способъ такъ называемаго *опусканія колодцевъ*, который обыкновенно употребляется когда шахта достигнетъ водоноснаго слоя. Тогда въ простѣйшихъ случаяхъ дѣлается деревянная платформа въ видѣ кольца, на ней возводится каменная кладка стѣнъ колодца, подъ ней подрывается грунтъ съ помощью водоотлива или черпачныхъ снарядовъ, работающих подъ водой, и цилиндрическая обдѣлка колодца постепенно проникаетъ все глубже и глубже въ водоносный слой. Когда опустятся на

желаемую глубину или дойдутъ до непроницаемаго слоя, погруженіе прекращаютъ и достраиваютъ обдѣлку въ верхней части колодца надъ водой (см. черт. 166 и 167). При устройствѣ погружаемой обдѣлки *необходимо не забывать оставлять въ ней каналы для впуска воды въ колодезь*, если впускъ воды чрезъ дно не можетъ обезпечить притока ея въ достаточномъ количествѣ.

Основная рама дѣлается изъ деревянныхъ брусевъ или досокъ (черт. 166—175) плотной породы дерева, со скошеннымъ краемъ наружу, причемъ снаружи полезно придѣлывать «ножъ» изъ полосоваго или тавроваго желѣза (черт. 171—174 d, c, f), охватывающаго во кругъ все кольцо. При большомъ діаметрѣ колодца кольцо дѣлаютъ и изъ клепанаго желѣза (черт. 175 g) на подобіе кесоннаго ножа. Назначеніе рамы—обезпечить равномерное погруженіе колодца, особенно при встрѣчѣ какихъ-либо препятствій: болѣе твердыхъ породъ, камней и т. п. Для большей прочности къ рамѣ часто прикрѣпляютъ стоячіе болѣе или менѣе длинные штыри или анкера толщиною отъ  $\frac{3}{4}$ " до  $1\frac{1}{2}$ ", располагая ихъ (отъ 4 до 6 и болѣе) по окружности рамы и задѣлывая затѣмъ въ кладку (см. черт. 166, 177, 180 и 231). Въ толщѣ кладки анкера заканчиваются поперечными штырями или дисками съ гайками. Для болѣе прочноты дѣлаютъ еще во всю окружность колодца въ нижней его части прокладныя кольца полосоваго или листоваго желѣза (иногда изъ дерева) на взаимныхъ разстояніяхъ (по высотѣ) до 3 и болѣе арш.; эти кольца связываются между собою и съ нижнимъ кольцомъ анкерами (черт. 180). При хорошемъ песчаномъ грунтѣ и небольшихъ размѣрахъ колодца въ такихъ кольцахъ надобности нѣтъ: существуютъ въ песчаномъ грунтѣ колодцы діаметромъ въ 1 сажень и болѣе и глубиною до 12 сажень безъ такихъ колець. Однако, въ видахъ безопасности рабочихъ, при опусканіи колодца глубиною свыше 5 сажень лучше ставить кромѣ нижней рамы еще 1—2 кольца; при меньшей глубинѣ—это излишне. Говоря о предосторожностяхъ, будетъ не лишнимъ упомянуть о другой опасности, нерѣдко встрѣчаемой при рытьѣ и ремонтѣ глубокихъ колодцевъ—это скопленіе газовъ, главнымъ образомъ углекислоты, причиняющее потерю сознанія и даже смерть. Признакъ—огонь, опущенный въ колодезь—гаснетъ. Для выгона газовъ надо провѣтрить колодезь. Иногда кольца закладываютъ такъ, чтобы онѣ слегка (на  $\frac{1}{2}$ " ) выступали изъ кирпичныхъ стѣнокъ наружу, для уменьшенія



трения поверхности кладки о грунтъ. Для той же цѣли на 2—3 аршина выше нижняго деревяннаго кольца иногда укладываютъ въ кладку второе кольцо и всю наружную поверхность колодца въ предѣлахъ этихъ двухъ колецъ обшиваютъ досками (черт. 166). Наконецъ для той же цѣли облегченія опусканія колодца его діаметръ нѣсколько суживаютъ кверху (черт. 177, 179 и 180). Работа производится обыкновенно слѣдующимъ образомъ:

Установивъ въ вырытомъ котлованѣ основное кольцо, возводятъ кладку на вышину 20—25 рядовъ кирпича и начинаютъ вынимать землю со дна колодца, причемъ послѣдній погружается все ниже и ниже. Когда рама опустится ниже поверхности воды, выводятъ всю кладку до, а иногда и немного выше-поверхности земли, продолжая вычерпывать со дна землю. Выпиманіе земли со дна колодца производится лопатами пока есть возможность откачкой одолѣвать притокъ воды.

При очень обильномъ притокѣ переходятъ къ подводному вычерпыванію грунта, причемъ обыкновенно (особенно при небольшомъ діаметрѣ колодца) можно ограничиваться вычерпываніемъ лишь изъ центра колодца, забывая ближе къ той сторонѣ, которая осѣдаетъ медленнѣе. Для вычерпыванія грунта служатъ различнаго рода черпаки (при большомъ діаметрѣ даже пори); въ послѣднее-же время начали примѣнять и землесосы, дѣйствующіе давленіемъ воды или всасываніемъ (вода подъ сильнымъ давленіемъ накачивается въ колодезь близъ его дна и взмучивая песокъ, гонитъ его вверхъ по другой трубѣ вмѣстѣ съ водою). Если опусканіе колодца остановится вслѣдствія трения о грунтъ, то, чтобы кладка не разорвалась отъ дѣйствія вѣса нижней своей части, колодезь нагружаютъ сверху, укладывая ихъ на платформу покрывающую колодезь, кирпичами, ящиками съ пескомъ, желѣзнымъ ломомъ, чтобы заставить колодезь опускаться; при этомъ, чтобы верхняя часть стѣнокъ не расѣлась, ее обтягиваютъ канатами, закручиваемыми апшпугомъ или цѣпями, подложивъ подъ нихъ куски досокъ.

Стѣнки каменныхъ колодцевъ дѣлаютъ непроницаемыми для воды, если желаютъ получать воду со дна колодца, или проницаемыми для полученія воды съ боковъ колодца; иногда въ колодцахъ часть кладки, пересѣкающей водоносный слой съ водою негодною для водоснабженія, дѣлается непроницаемой, а остальная—проницаемой.

Непроницаемая кладка дѣлается изъ кирпича на цементномъ растворѣ, причемъ полезно снаружи оштукатурить ее цементомъ-же, или изъ жирнаго цементнаго бетона (1:2 до 1:5). Бетонные колодцы складываются изъ отдѣльныхъ цилиндрическихъ (а при большемъ діаметрѣ — изъ секторіальныхъ) звеньевъ вышиною отъ 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> до 3 аршинъ (въ зависимости отъ вѣса), причемъ звенья соединяются посредствомъ закраинъ (какъ дерево, въ четверть) или рѣже, посредствомъ раструбовъ, — на цементномъ растворѣ. При соединеніи кладки анкерами въ бетонныхъ кольцахъ формуется соответственные отверстія. Достоинство бетонныхъ колодцевъ — ихъ непроницаемость, монолитность и гладкость стѣпокъ, весьма облегчающая опусканіе.

Толщина стѣпокъ круглыхъ каменныхъ колодцевъ по расчету всегда оказывается очень малой, но ихъ все-таки не слѣдуетъ дѣлать тоньше 1 кирпича, а лучше и потолще, чтобы обезпечить колодцу должный вѣсъ и прочность во время опусканія. На основаніи существующихъ примѣровъ можно положить для кирпичныхъ колодцевъ (даже при 10 саженой глубинѣ) достаточною толщину стѣны =  $0,1d + 4''$ , гдѣ  $d$  — внутренний діаметръ колодца, округляя полученную величину до ближайшаго бѣльшаго числа полукирпичей; лишь въ верхней части можно допускать въ толщину въ 1 кирпичъ. Цементные колодцы могутъ имѣть нѣсколько меньшую толщину стѣнокъ.

Проницаемая для воды стѣнки бетонныхъ колодцевъ снабжаются отверстіями, величина и число которыхъ должно быть согласовано съ допускаемой въ данномъ грунтѣ скоростью притока въ колодезь воды (см. § 47).

Въ кирпичныхъ колодцахъ проницаемая кладка производится или изъ лекальнаго съ отверстіями кирпича или со сквозными швами чередуя по высотѣ плотную на цементѣ кладку со сквозной, или же, наконецъ, въ очень мелко-зернистомъ грунтѣ, устраивая такъ наз. фильтрующіе колодцы, состоящіе изъ двухъ рядовъ дырчатой кирпичной кладки, покоящейся на общемъ основномъ кольцѣ, промежутокъ между которыми заполненъ рядами крупнаго, средняго и мелкаго песка.

*Опускные колодцы* даютъ въ отношеніи удобства и легкости достиженія глубокихъ слоевъ воды большія преимущества предъ обыкновенными, получаемыми рытьемъ и постепеннымъ крѣпленіемъ шахты. Ихъ недостатокъ — дороговизна часто не соответствуетъ, однако, тому

относительно незначительному увеличенію расхода воды, который вызываетъ переходъ отъ малаго діаметра къ большому.

Хорошіе результаты при устройствѣ колодцевъ въ водоносныхъ грунтахъ могутъ быть получены и примѣненіемъ способа *замораживанія* грунта (Poetsch'a—см. Lueger—Die Wasserversorgung der Städte).

Въ послѣднее время кромѣ каменныхъ колодцевъ большаго діаметра стали также весьма часто дѣлать чугунные (рѣже желѣзные), причемъ способъ производства работы по погруженію этихъ колодцевъ былъ сохраненъ тотъ-же, что и при каменныхъ. Чугунные колодцы представляютъ то преимущество передъ каменными, что при одинаковомъ діаметрѣ колодца, въ чугунныхъ стѣнкахъ можно расположить приточныя отверстія ближе другъ къ другу, чѣмъ позволяетъ это дѣлать, по своимъ свойствамъ, камень, слѣдовательно и общая ихъ площадь будетъ больше, значить будетъ больше и количество извлекаемой воды; въ силу этого преимущества, при одинаковой производительности колодцевъ, діаметръ чугуннаго будетъ меньше, чѣмъ каменнаго, и его погруженіе будетъ идти легче. Прозоры въ стѣнкахъ чугунныхъ колодцевъ бываютъ обыкновенно болѣе чисты, чѣмъ въ каменныхъ, гдѣ они легко обволакиваются слизистой зеленою водорослей. Ко всему этому присоединяется еще то, что устройство чугунныхъ колодцевъ идетъ быстрѣе (нѣтъ кладки, анкеровъ, колець), причемъ сравнивая колодцы по ихъ производительности, оказывается еще, что ихъ стоимость не только не выше таковой-же каменныхъ, но часто и болѣе низка. Недостатокъ чугунныхъ колодцевъ—ржавчина, появляющаяся на чугунѣ и портящая воду; однако и этотъ недостатокъ, какъ показываютъ существующіе примѣры, пока не оказывается особенно вреднымъ ни для прочности самого сооруженія, ни для свойствъ воды, если послѣдняя извлекается изъ колодца въ большемъ количествѣ.

Чугунные колодцы составляются обыкновенно изъ отдѣльныхъ трубчатыхъ звеньевъ до 11 и даже болѣе футь въ діаметрѣ, съ ребордами, при помощи которыхъ звенья наращиваются другъ на друга. Верхняя часть чугунныхъ колодцевъ выше уровня грунтовой воды весьма часто дѣлается изъ кирпича.

Въ болѣе сложныхъ случаяхъ при устройствѣ опускаемыхъ колодцевъ съ водопроводными цѣлями они дѣлаются нерѣдко металлическіе съ каменной или бетонной облицовкой и погружаются посред-

ствомъ тѣхъ же приѣмовъ, какіе примѣняются при устройствѣ мостовыхъ опоръ. Сжатый воздухъ играетъ въ этихъ работахъ часто очень значительную роль. Работая со сжатымъ воздухомъ можно легко преодолѣть всѣ затрудненія, представляемыя водой, плавучимъ грунтомъ, треніемъ и проч. Подобные колодцы дѣлаются для городскихъ водоснабженій. Примѣры ихъ довольно многочисленны; они есть въ Берлинѣ на берегу озера Тегель, гдѣ ихъ погружено 23 на протяженіи 1500 метровъ и гдѣ они соединены въ одну сѣть горизонтальными трубами сообщающимися съ водоподъемными машинами.

Какъ на примѣръ устройства кирпичныхъ опускаемыхъ колодцевъ съ водопроводными цѣлями можно указать на гг. Мангеймъ, Крефельдъ, Бруклинъ и многіе другіе. Остановимся на классическомъ примѣрѣ водоснабженія г. Крефельда.

За г. Крефельдомъ, на линіи, перпендикулярной къ теченію грунтовыхъ водъ (черт. 176—179), устроено 8 водосборныхъ колодцевъ: 7 малыхъ (на черт. 176 виденъ лишь одинъ, ближайшій, изъ малыхъ колодцевъ) и восьмой *A* бóльшаго размѣра, который, добывая самъ воду изъ грунта, въ то же время является сборнымъ по отношенію къ малымъ колодцамъ. Вода, собранная колодцами №№ 1—7, переходитъ по трубамъ (сифоннымъ) *B'* и *B''* въ колодезь *A*, откуда при помощи насосовъ, помѣщенныхъ въ зданіи *C*, нагнетается въ напорную башню города. Малые колодцы (черт. 178 — 179) и большой (черт. 177) одинаковаго типа и всѣ они сдѣланы опускаемымъ способомъ на деревянномъ основномъ кольцѣ съ анкерами, проходящими черезъ  $\frac{2}{3}$  всей высоты стѣнокъ. Нижняя часть колодцевъ на высоту  $1\frac{1}{2}'$  сплошная, изъ кирпича на цементѣ, затѣмъ на высоту 5' съ зазорами для притока воды; вся же остальная часть опять сплошная. Вода притекаетъ кромѣ боковъ и со дна, которое для предохраненія отъ взмучиванія мелкихъ частицъ грунта, покрыто слоемъ крупнаго гравія. Каждый изъ малыхъ колодцевъ даетъ по 60.000, а большой—210.000 ведеръ воды въ сутки. Глубина всѣхъ колодцевъ = 35', діаметръ-же: малыхъ = 6,5', а большаго = 23' въ верхней цилиндричной ихъ части; нижняя часть колодцевъ сдѣлана слегка коничной, уширенной книзу для облегченія опусканія. Толщина стѣнокъ большого колодца—3 кирпича, а малыхъ— $1\frac{1}{2}$ . Сфера дѣйствія каждаго колодца была опредѣлена въ  $58\frac{1}{2}$  саж. въ каждую сторону, вслѣдствіе чего разстояніе между ними было сдѣлано въ  $58\frac{1}{2} \cdot 2 = 117$  саж.

Передача воды изъ малыхъ колодцевъ въ большой производится автоматически посредствомъ сифоновъ, имѣющихъ въ данномъ случаѣ то громадное преимущество, что для ихъ устройства не приходится укладывать соединительную трубу глубоко въ землю, въ водоносный слой, что обыкновенно бываетъ связано съ большими трудностями. Общее устройство сифоновъ заключается въ слѣдующемъ. Изъ каждаго малаго колодца идетъ кверху 10" труба и примыкаетъ къ общей (12" и 16") трубѣ (черт. 176), идущей къ колодцу *A*; здѣсь эта послѣдняя снова опускается внизъ. Для дѣйствія сифонной трубы необходимъ нѣкоторый напоръ *H*, т. е. разность горизонтовъ въ малыхъ и большихъ колодцахъ. Въ данномъ случаѣ разность горизонтовъ образуется вслѣдствіе того, что изъ колодца *A* вода выкачивается сильными насосами, которые и понижаютъ ея уровень на 10' — 15' ниже уровня малыхъ колодцевъ. Каждый изъ концовъ сифона имѣетъ клапанъ, который можетъ быть по желанію открытъ или закрытъ. Когда насосы пущены въ ходъ и горизонтъ воды въ большомъ колодцѣ понизился, закрываютъ въ немъ клапанъ сифона, а въ малыхъ колодцахъ сифонные клапаны открываютъ; затѣмъ помощью особаго воздушнаго насоса вытягиваютъ изъ сифона воздухъ, который и замѣщается, очевидно, водою изъ малыхъ колодцевъ. Стоитъ послѣ этого, когда вся сифонная труба наполнена водою, открыть клапанъ въ большомъ колодцѣ, чтобы сифонъ началъ свое дѣйствіе, которое и будетъ продолжаться пока работаютъ водяные насосы, поддерживающіе разницу *H* горизонтовъ воды въ колодцахъ. Воздухъ понемногу попадающій въ сифонъ вмѣстѣ съ водою, а также черезъ маленькія неплотности трубныхъ стыковъ, можетъ остановить дѣйствіе сифона, въ предупрежденіе чего воздухъ выкачиваютъ время отъ времени въ наиболѣе повышенномъ пунктѣ сифона. Клапанъ въ малыхъ колодцахъ, какъ удаленныхъ отъ мѣста надзора (машиннаго зданія), правильнѣе устраивать самозакрывающимися, чтобы вода могла свободно проходить въ трубу, но чтобы въ то-же время клапанъ мѣшалъ ей падать обратно; тогда при случайной остановкѣ дѣйствія сифона разность *H* горизонтовъ не исчезнетъ и для привода вновь въ дѣйствіе понадобится меньшая затрата работы воздушнаго насоса. Высота напора *H*, очевидно, не можетъ быть какъ въ всасывающихъ насосахъ, болѣе 20—24 футъ. На черт. 177 и 179 колодцевъ указаны и сифонныя

трубы. Въ малыхъ колодцахъ на сифонной трубѣ, покоящейся на желѣзныхъ балкахъ, сдѣланы клапаны, о которыхъ упомянуто выше, со штангой и вентиль, для выдѣленія въ случаѣ надобности (очистка, ремонтъ) колодца изъ общей системы.

Примѣры устройствъ чугунныхъ колодцевъ показаны на черт. 196—199, изображающихъ устройство для водоснабженія г. Мюльгаузена (въ Эльзасѣ). Мюльгаузенъ снабжается грунтовой водой, собираемой посредствомъ горизонтальныхъ цементныхъ трубъ (черт. 200—203) и двухъ вертикальныхъ колодцевъ: одного большаго, другого меньшаго діаметра. Діаметръ большаго колодца 13', верхняя его часть выполнена изъ кирпича, а нижняя состоитъ изъ цилиндрическихъ чугунныхъ, свинчепныхъ въ ребордахъ частей, толщиною въ 1,2". Колодезь глубиною 59' (такова глубина залеганія водоноснаго слоя) весь глухой и вода входитъ въ него черезъ дырчатое дно и по горизонтальной сборной трубѣ (длиною около 47 саж.), стягивающей воду изъ вышележащаго песчанаго прослойка. Колодезь соединенъ съ другимъ малымъ, нѣсколько иной конструкціи, посредствомъ указаннаго на чертежѣ сифона. Малый колодезь отличается отъ большаго тѣмъ, что онъ не имѣетъ нижней чугунной части, а вмѣсто нея тонкій трубчатый колодезь съ дырчатымъ нижнимъ звеномъ.

Замѣтимъ въ заключеніе, что при выборѣ мѣста для колодца нужно обращать особенное вниманіе на то, чтобы въ него не могли проникать нечистоты изъ клоакъ и т. п. На желѣзнодорожныхъ станціяхъ колодцы дѣлаются въ разстояніи не менѣе 5 м. отъ жилыхъ строеній.

Колодезь долженъ быть окруженъ оградой и снабженъ приспособленіями для подъема воды. Часто его прикрываютъ крышкой и даже дѣлаютъ надъ нимъ навѣсъ.

### Б. Трубчатые колодцы.

а) *Забитые колодцы.* Когда потребное количество воды не велико и въ тоже время важно получить воду возможно скорѣе, съ большимъ успѣхомъ примѣняются *забитые металлическіе* колодцы, иначе называемые еще *абиссинскими, американскими и мгновенными*. Абиссинскими ихъ называютъ, потому что они оказали большія услуги англійской арміи во время абиссинскаго похода въ 1867—68 гг., американскими — по мѣсту ихъ первоначальнаго распространенія (и изобрѣтенія?), мгновенными, — потому что они почти мгновенно даютъ воду.

Абиссинскій колодезь состоитъ изъ желѣзныхъ трубъ діаметромъ 3—6 сантиметровъ, забитыхъ въ грунтъ до водоноснаго слоя. Отдѣльныя колѣна имѣютъ около 2—3 метровъ длины. Они свинчиваются винтовой нарѣзкой по мѣрѣ забиванія. Нижнее колѣно имѣетъ стальной наконечникъ и снабжено отверстиями (черт. 181—187). Забиваніе производится бабой, какъ показано на черт. 181. На трубу навинчивается ручной насосъ, которымъ выкачивается вода. вмѣсто забиванія можно примѣнять ввинчиваніе трубъ (черт. 187). Въ первое время вода бываетъ обыкновенно мутная, пока образуется вокругъ всасывающаго наконечника пустота, какъ показано на черт. 182.

Забиваніе или ввинчиваніе абиссинскихъ колодцевъ возможно только, если грунтъ не заключаетъ камней и т. п.

Глубина этихъ колодцевъ не можетъ превосходить глубины подъема воды давленіемъ атмосферы, т. е. 9 метровъ.

Способъ этотъ даетъ отличные результаты и въ случаяхъ, когда нужны значительныя количества воды, или мѣстныя условія допускаютъ забивку большого числа колодцевъ. Въ Америкѣ есть города которые снабжаются водой изъ группы забивныхъ колодцевъ, соединенныхъ горизонтальными трубами.

Увеличивать діаметръ забивныхъ колодцевъ болѣе 6 сантиметровъ признано бесполезнымъ, такъ какъ такое увеличеніе не можетъ быть велико и расходъ воды при этомъ возрастаетъ мало, а между тѣмъ трудности забивки, напротивъ, становятся гораздо болѣе значительными, съ каждымъ лишнимъ сантиметромъ діаметра.

Трубчатые забивные колодцы, также могутъ быть приспособлены для подачи воды изъ глубокихъ слоевъ. Только такъ какъ забивать длинную трубу не возможно, въ виду огромнаго тренія о грунтъ, то приходится забить сначала до *отказа* трубу большаго діаметра, потомъ въ ней трубу меньшаго и т. д.; при этомъ еще діаметръ нижней трубы долженъ быть достаточно великъ, чтобы въ нее можно было опустить насосъ для подъема воды.

Вотъ почему *глубокими колодцами по преимуществу* слѣдуетъ считать *буровые колодцы*.

б) *Буровые колодцы* обыкновенно дѣлаютъ такъ. Сначала роютъ простой колодезь до первой воды. Затѣмъ дѣлаютъ буровую скважину, защищая ее обсадными трубами, если свойства грунта требуютъ такой защиты, или оставляя скважину безъ обдѣлки, что

хотя рѣдко, но возможно (см. черт. 188—195). Современные совершенные способы буренія (описаніе ихъ не входитъ въ предѣлы этого курса) позволяютъ достигнуть значительныхъ глубинъ съ діаметрами скважинъ въ 1 и болѣе метровъ. Обдѣлка буровыхъ колодцевъ дѣлается изъ дерева, мѣди, чугуна, но преимущественно изъ желѣза.

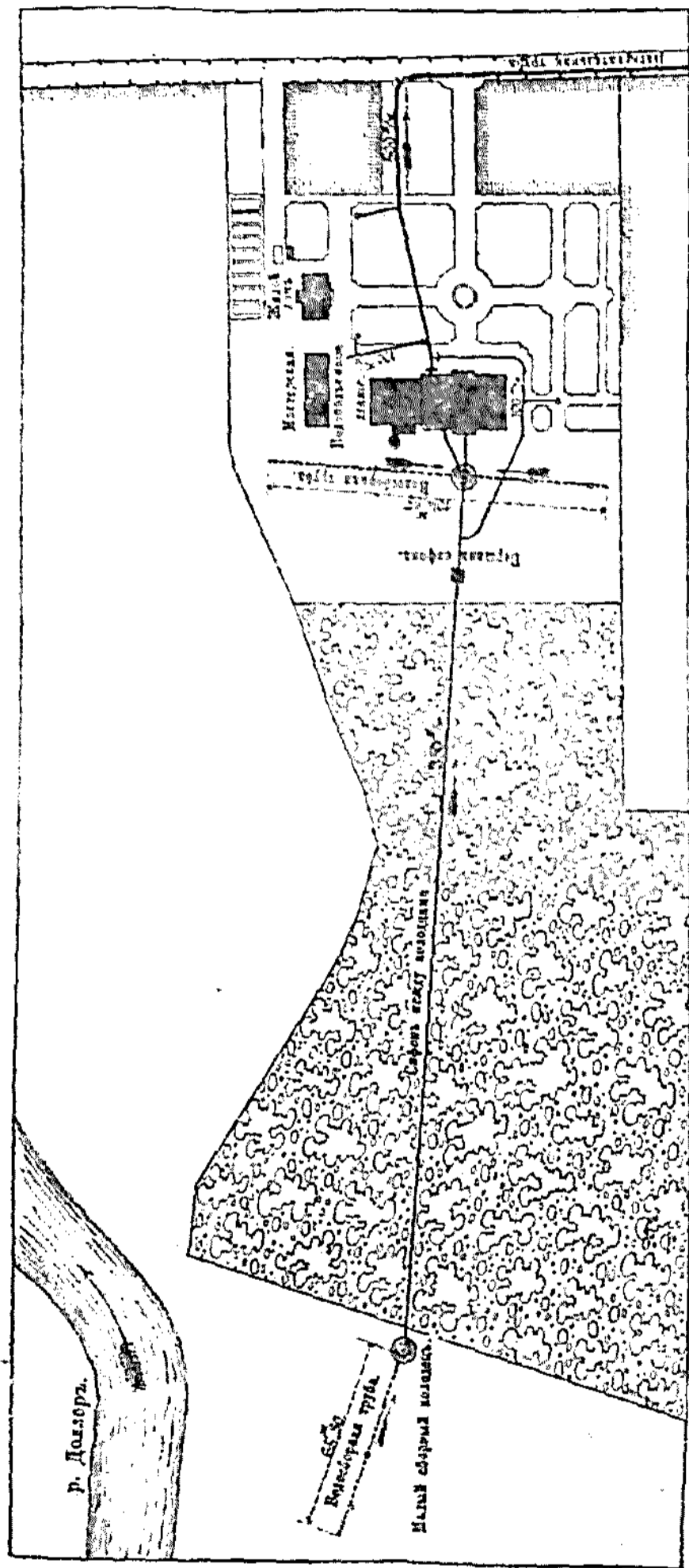
Отверстія и прорѣзы въ желѣзныхъ трубахъ легко ржавѣютъ въ грунтовой водѣ; поэтому умѣстно замѣнять продыравленные желѣзныя части трубъ мѣдными, если же этого нельзя допустить по какимъ либо причинамъ, напр. вслѣдствіе ихъ недостаточной прочности, то — желѣзными-же, но оцинкованными. Если буровой колодезь значительнаго діаметра устраивается со сплошными стѣнками и притокъ воды происходитъ лишь со дна, то въ виду болѣе долговѣчности предпочитаютъ иногда употреблять чугунныя трубы на вѣтвяхъ соединеніяхъ, а не желѣзныя. Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ, а особенно, если трубы приходится вытаскивать, то самыми подходящими слѣдуетъ считать желѣзныя трубы, такъ какъ болѣе долговѣчныя — мѣдныя — слишкомъ дороги. Существуютъ водосборные колодцы и изъ мѣдныхъ трубъ, напр. во Франкфуртѣ на Майнѣ имѣются 280 двухъ-дюймовыхъ колодцевъ глубиною 6 саж. и 210—трехъ-дюймовыхъ нѣсколько болѣе глубокихъ. Діаметръ буровыхъ колодцевъ бываетъ весьма различный; чаще другихъ употребляютъ діаметры отъ 4" до 24", хотя бываютъ и большіе размѣры. Что касается глубины буровыхъ колодцевъ, то она можетъ быть очень разнообразна, сообразно съ залеганіемъ водоносныхъ пластовъ; особенно глубоки бываютъ артезіанскіе колодцы: до 500 и болѣе саж.

Труба собирается и опускается постепенно по мѣрѣ погруженія бура, пока треніе не станетъ столь велико, что дальнѣйшее опусканіе прекращается даже при помощи гидравлическихъ прессовъ. Тогда пускается въ ходъ труба меньшаго діаметра внутри первой и т. д. Буровой колодезь имѣетъ поэтому въ вертикальномъ разрѣзѣ телескопическій видъ (черт. 270). II здѣсь нижнее звено должно еще быть достаточнаго діаметра, чтобы возможно было установить водоподъемные снаряды. При большихъ глубинахъ это очень не легко, такъ какъ требуетъ приданія діаметру верхняго звена большихъ размѣровъ.

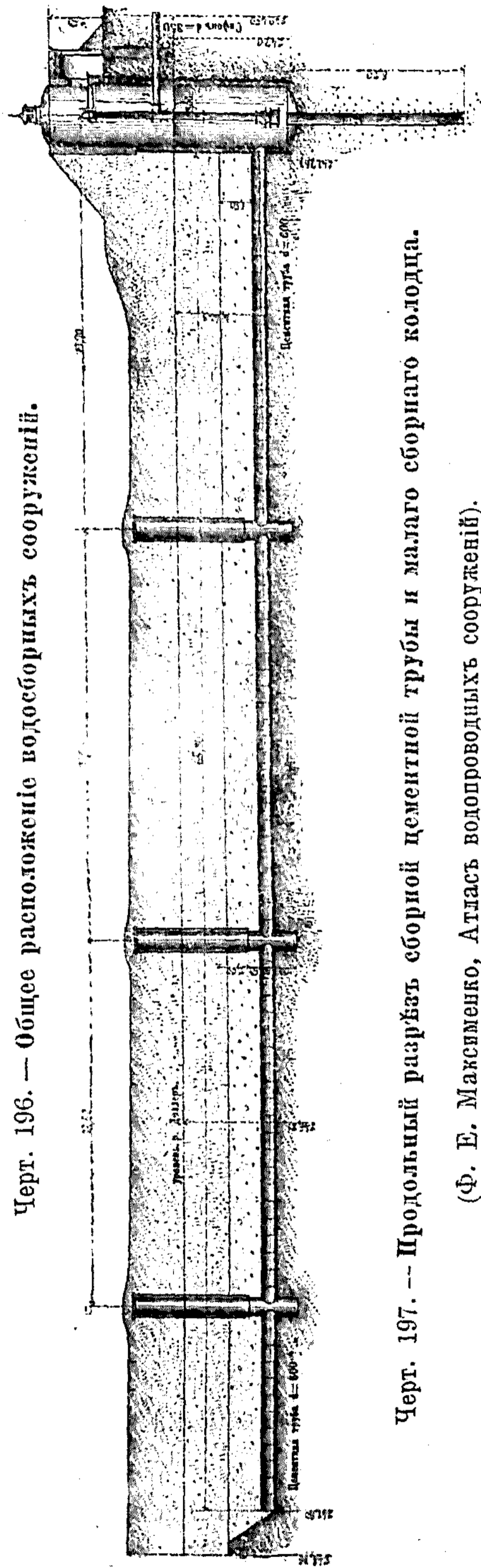
Когда вода получается изъ трещиноватаго камня или крупнозернистаго гравія, то вода можетъ поступать непосредственно въ



Снабженіе города Мюльгаузена грунтовой водой, собираемой горизонтальными трубами и глубокими колодцами малого и большого диаметра.



Черт. 196. — Общее расположение водосборныхъ сооружений.

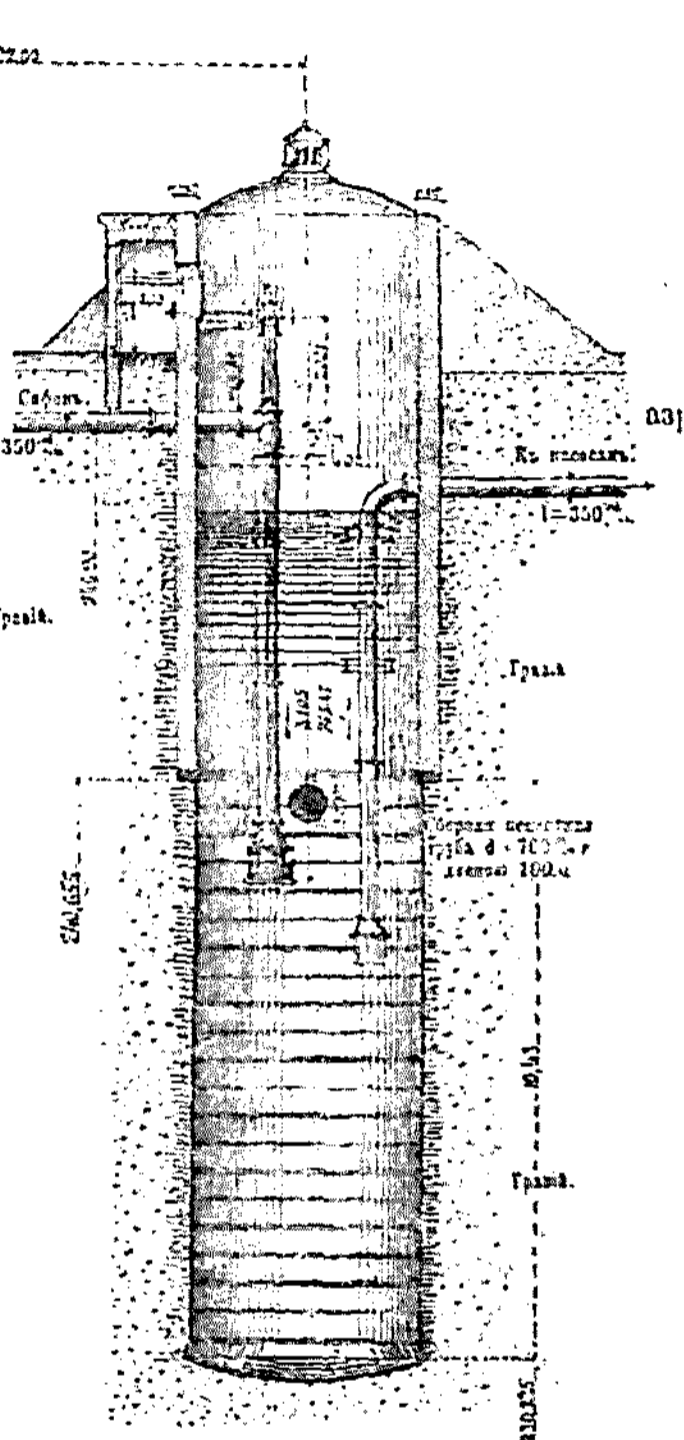
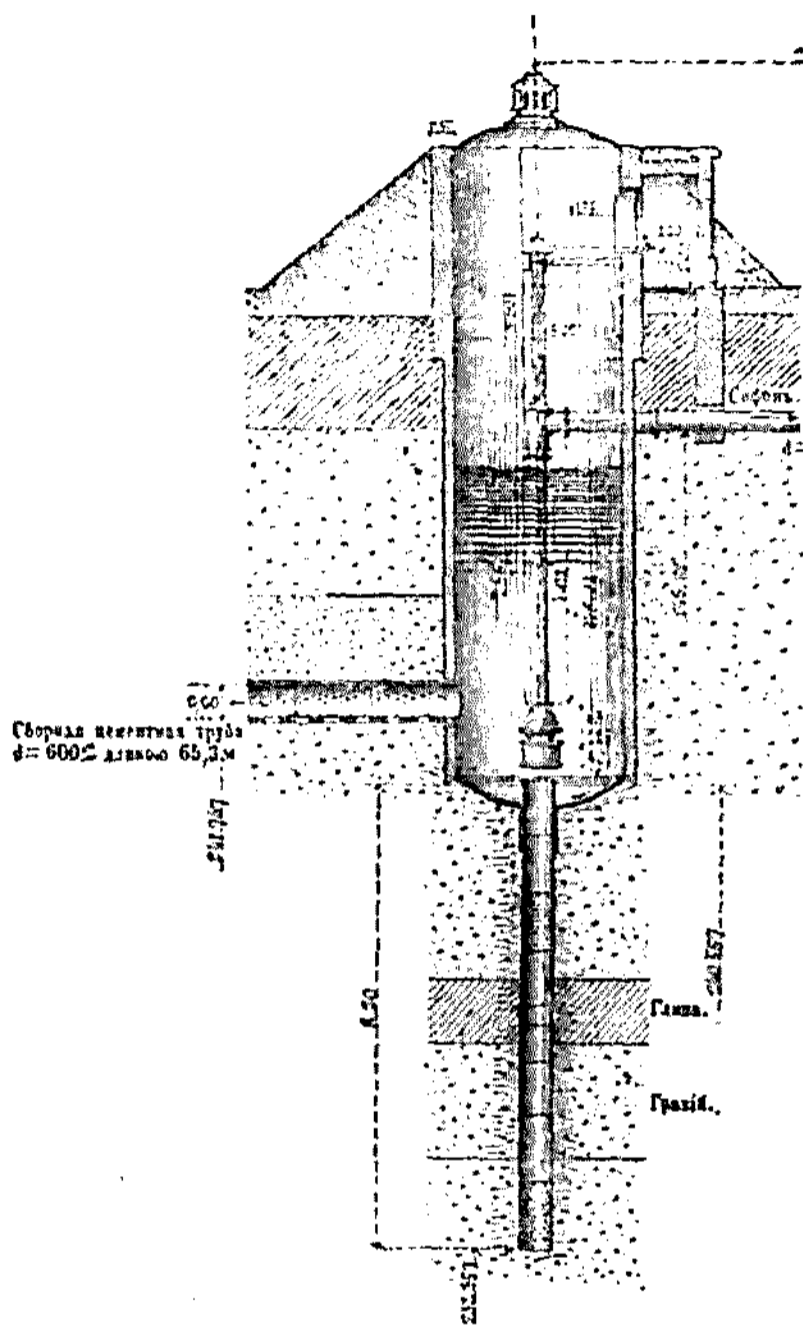


Черт. 197. — Продольный разръзъ сборной цементной трубы и малаго сборнаго колодца.

(Ф. Е. Максыменко, Атласъ водопроводныхъ сооружений).

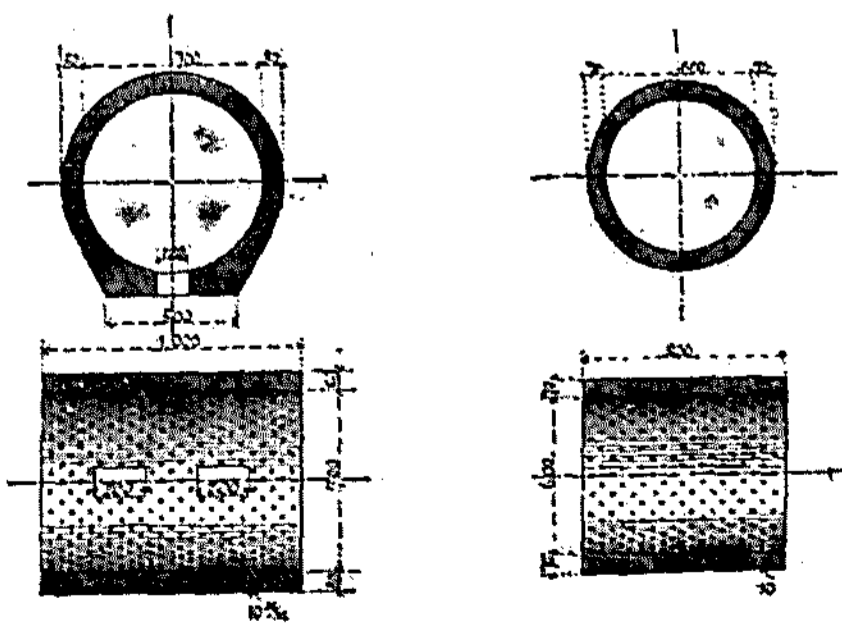
Снабжение грунтовой водой.

Снабжение города Мюльгаузена грунтовой водой, собираемой горизонтальными трубами и колодцами большого и малого диаметра.



Черт. 198. — Разрѣзь малого сборнаго колодца. (Нижнее звено колодезной трубы дырчатое).

Черт. 199. — Разрѣзь большого сборнаго колодца (дно колодца дырчатое).



Черт. 200, 201, 202 и 203.

Разрѣзы цементныхъ водосборныхъ трубъ (стѣнки дырчатая).

(Ф. Е. Максименко, Атласъ Водопр. Сооруж.).



трубу безъ опасности ея засоренія. Не то если водоносный слой состоитъ изъ мелкаго песка или ила.

Для предохраненія колодца отъ засоренія необходимъ въ такомъ случаѣ фильтръ.

Эта предосторожность здѣсь особенно необходима, такъ какъ грунтовая вода устремляется въ отверстія трубы съ значительной скоростью и увлекаетъ съ собою песчинки изъ грунта, тогда какъ при сборѣ грунтовой воды горизонтальными трубами (§ 46) и колодцами большого діаметра скорость обыкновенно весьма мала, и песчинки уносятся водою не могутъ.

Фильтръ устраивается часто изъ слоевъ гравія съ зернами возрастающей крупности, которые насыпаютъ на дно колодца, приподнимая обсадную трубу до верха этихъ слоевъ. Иногда въ нижнюю часть колодца вставляютъ дырчатую трубу, окруженную одною или нѣсколькими сѣтками изъ мѣдной проволоки съ отверстіями такихъ размѣровъ, чтобы они не пропускали песка (черт. 194). И въ этомъ случаѣ обсадная труба колодца поднимается до водопріемнаго горизонта.

Примѣняютъ также и подвижныя сѣтки (черт. 195), которыя можно вынимать и очищать въ случаѣ надобности.

Общая площадь отверстій для притока воды въ колодезь должна быть теоретически такова, чтобы скорость притока не превосходила извѣстной границы, обыкновенно отъ 2 до 0,2 мм. въ секунду; иначе мелкія частицы грунта будутъ увлекаться въ колодезь. При указанной скорости на каждое ведро воды, извлекаемое въ 1 секунду изъ колодца, пришлось-бы имѣть очень большія площади отверстій. Между тѣмъ опытъ учитъ насъ, что если даже въ очень мелкозернистомъ грунтѣ имѣются и болѣе крупныя зерна, то скорость притока можетъ быть допущена и значительно бѣльшей, даже свыше 15 мм. въ секунду безъ опасенія размыва грунта. Это происходитъ отъ того, что мелкія частицы въ первое время дѣйствія колодца вымываются изъ ближайшаго къ отверстіямъ района грунта и такимъ образомъ образуется какъ бы естественный фильтръ: близъ отверстій остаются лишь наиболѣе крупныя частицы и по мѣрѣ удаленія отъ колодца онѣ становятся все мельче и мельче. Искусственный фильтръ изъ крупнаго песка, очевидно, въ еще болѣе мѣрѣ осуществляетъ ту же задачу.

*Буровыя колодцы*, доставляющіе воду верхнихъ неглубокихъ водо-

носныхъ слоевъ, не находящуюся подъ напоромъ, и не способную подниматься вверхъ по скважинѣ, обыкновенно называютъ *бруклинскими*, по имени города Бруклина, гдѣ для водоснабженія была примѣнена впервые эта система колодцевъ.

Такъ какъ опусканіе такихъ колодцевъ довольно просто и, нерѣдко обходится значительно дешевле (для полученія того же количества воды), чѣмъ опусканіе колодцевъ большого діаметра или прокладка водосборной горизонтальной трубы, то въ послѣднее время устройство водосборовъ въ видѣ системы бруклинскихъ колодцевъ особенно часто примѣняется, если мѣстныя условія его допускаютъ; по этому типу устроены напр. водосборы новаго Московскаго Мытищинскаго водопровода, Лейпцигскаго и др.

Если для водоснабженія приходится обращаться къ глубокимъ водоноснымъ слоямъ, то стараются обыкновенно найти слой съ артезіанской водой, такъ какъ вода его, находясь подъ напоромъ, если и не поднимется выше поверхности земли, то во всякомъ случаѣ можетъ подняться значительно въ буровой скважинѣ и сократить расходы по дальнѣйшему ея поднятію.

Розысканіе артезіанской воды не должно по возможности дѣлаться наудачу, безъ предварительнаго геологическаго изелѣдованія мѣстности опытными спеціалистами. Только убѣдившись на основаніи такого предварительнаго изелѣдованія, что въ данномъ мѣстѣ слѣдуетъ ожидать найти воду на такой-то глубинѣ и въ желаемомъ количествѣ можно приступить къ дорогой работѣ буренія. Буровые колодцы, дающіе артезіанскую воду, обыкновенно называютъ *артезіанскими*.

Извѣстные китайцамъ еще въ глубокой древности, въ Европѣ артезіанскіе колодцы были открыты въ XII вѣкѣ въ графствѣ Артуа во Франціи (откуда и названіе). Они стали распространяться быстро только въ послѣднее время, когда были сдѣланы значительные успѣхи геологіей и въ особенности буреніемъ глубокихъ скважинъ.

#### § 44. Артезіанскіе колодцы.

Расходъ воды артезіанскаго колодца зависитъ отъ его положенія и высоты трубы, по которой вода должна подниматься отъ напора, подъ которымъ она находится. Онъ, вообще говоря, не зависитъ отъ итанія подземнаго резервуара.

Такимъ образомъ, можетъ случиться, что артезіанскій колодезь будетъ давать мало воды, хотя оиъ будетъ устроенъ въ обильномъ водой мѣстѣ, и наоборотъ колодезь можетъ давать много больше воды, чѣмъ получаетъ подземный резервуаръ; очевидно только, что при этомъ резервуаръ будетъ постепенно истощаться, отчего будетъ уменьшаться напоръ въ артезіанской трубѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ понижаться и расходъ воды—до совершеннаго прескращенія и стеченія.

Слѣдуетъ замѣтить, однако, что даже и наибольшій возможный расходъ воды артезіанскаго колодца очень трудно опредѣлить. Хотя на этотъ предметъ и имѣется теорія Дарси и Дюпюи, по они далеко не охватываютъ собой всѣхъ факторовъ, вліяющихъ на расходъ такого колодца.

Въ общемъ можно замѣтить два случая:

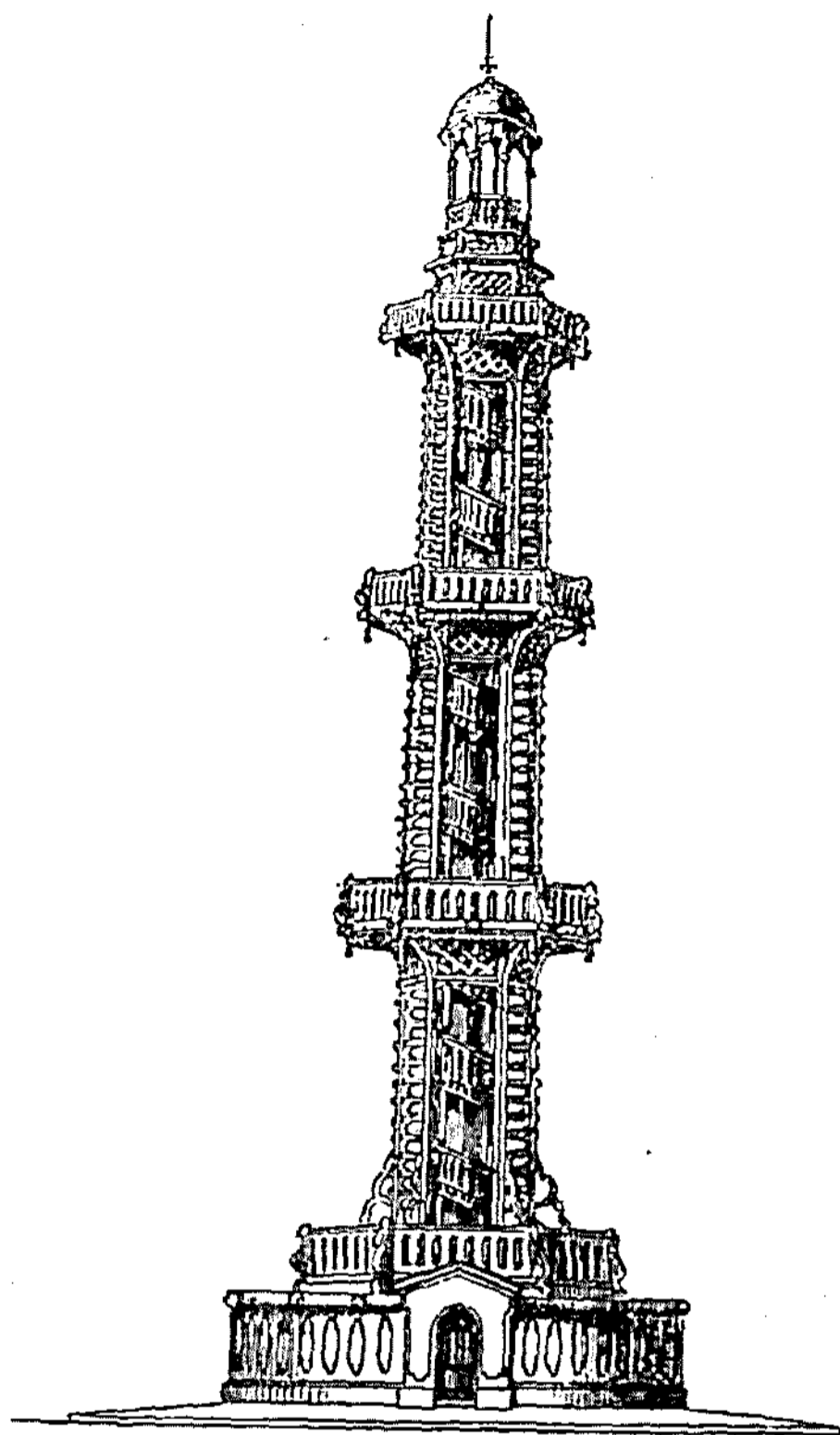
(а) когда расходъ колодца малъ въ сравненіи съ питаніемъ водоноснаго слоя;

(б) когда расходъ колодца составляетъ значительную долю полученной водоноснымъ слоемъ воды.

Въ первомъ случаѣ условія вытеканія воды тѣ же, что для колодца не артезіанскаго, устроенаго въ водоносномъ слоѣ, горизонтъ коего соотвѣтствовалъ бы пьезометрическому уровню артезіанской воды (черт. 235). Расходъ воды чрезъ такую артезіанскую скважину, мало завися отъ ея діаметра, будетъ болѣе или менѣе пропорціоналенъ пониженію уровня съ котораго берется вода (см. § 47).

Не то во второмъ случаѣ, когда расходъ чрезъ колодезь составляетъ значительную часть притока артезіанскихъ водъ. Здѣсь пьезометрической уровень не остается постояннымъ, а самъ опускается у колодца тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше расходъ, такъ какъ большіе расходы вызываютъ болѣе значительныя скорости движенія воды въ водоносномъ слоѣ и потому большія потери на треніе въ естественныхъ каналахъ, по коимъ движется вода въ этомъ слоѣ. Опусканіе пьезометрическаго уровня съ своей стороны вліяетъ на уменьшеніе расхода. Очевидно, опредѣлить условія, при которыхъ наступитъ положеніе равновѣсія, здѣсь очень трудно, даже при полной правильности скважины и прочихъ благопріятныхъ условій. Въ дѣйствительности же скважины всегда имѣютъ въ себѣ много причинъ значительныхъ потерь живой силы восходящей воды въ видѣ большаго тренія, пропикновенія воды сквозь стыки трубъ въ

Артезіанскіе колодцы.



Черт. 204.—Башня Гренелльскаго артезіанскаго колодца въ г. Парижѣ.



Черт. 205.—Видъ артезіанскаго колодца въ одномъ изъ оазисовъ французской Сахары.

пространство между трубами и грунтомъ, поглощеніе ея водопроницаемыми слоями грунта и т. д.

Такимъ образомъ относительно количества артезіанской воды въ данномъ мѣстѣ всегда остается обширное поле псдочотамъ. То же можно сказать и о ея качествѣ. Поднимаясь изъ глубины почвы, послѣ длиннаго пути по слоямъ разпаго состава, такая вода въ большинствѣ случаевъ содержитъ много солей и, обыкновенно, имѣетъ высокую температуру.

По всѣмъ этимъ причинамъ артезіанскіе колодцы мало пригодны, говоря вообще, для снабженія водой городовъ. Но они могутъ оказывать и дѣйствительно оказываютъ огромныя услуги для снабженія водой отдѣльныхъ учрежденій, фабрикъ, заводовъ, бань, желѣзнодорожныхъ станцій и ир., гдѣ часто высокая температура воды очень выгодна, или поселеній въ мѣстностяхъ, бѣдныхъ наземными или атмосферными водами.

Множество большихъ заводовъ, пивоваренныхъ, сахароваренныхъ и др., больницъ, бань и пр., имѣютъ теперь артезіанскіе колодцы. Въ Петербургѣ ихъ не мало. Огромное распространеніе эти колодцы получили въ Алжирѣ въ ближайшихъ оазисахъ къ Сахарѣ (черт. 204). Въ одной провинціи Алжира—Константинѣ—въ 1856—1878 годахъ ихъ было сдѣлано болѣе 400, глубиной въ среднемъ въ 85 метровъ; 158 изъ нихъ были бьющими.

Хотя для городскихъ водоснабженій артезіанскіе колодцы не привились, но въ нѣкоторыхъ городахъ они продолжаютъ быть полезнымъ подспорьемъ другимъ источникамъ водоснабженія.

Первое мѣсто въ этомъ отношеніи занимаетъ Парижъ, гдѣ колодцы были сдѣланы послѣ въ высшей степени замѣчательнаго геологическаго изслѣдованія мѣстности и скважины опущены впервые на огромную глубину. Первый колодезь въ Парижѣ—*puits de Grenelle* (глубина 549 метровъ)—сдѣланъ въ 1833—1852 годахъ (черт. 205). Затѣмъ былъ устроенъ колодезь въ *Passy*, потомъ начаты два другіе—на *place Hubert* и въ *Butte-aux-Cailles*. Артезіанскіе колодцы есть для городского водоснабженія въ Турѣ (11 колодцевъ), въ Венеціи (17), въ Чарльстонѣ въ Соединенныхъ Штатахъ (20) и т. д.

Производство работъ по буренію артезіанскихъ колодцевъ мало чѣмъ отличается отъ общеизвѣстныхъ приѣмовъ при производствѣ глубокихъ буреній вообще, но требуютъ еще большихъ предосторож-

ностей, чтобы сохранить прямолинейность скважины, предупредить обрушения и засорения ее, а потому часто очень большого времени. Серьезную опасность представляет самая искомая вода, которая поднимаясь по трубам и между ними и грунтом может производить сильные размывы и т. д.

История устройства Парижских колодцевъ въ Grenelle и Passy, неоднократно разсказанная, очень поучительна въ этомъ отношеніи (см. Вешманн, р. 165).

Артезианскіе колодцы слѣдуетъ помѣщать въ возможно пониженной точкѣ мѣстности, чтобы имѣть больше основаній ждать, что вода поднимется надъ землей. Для разведенія же воды по городу, чтобы воспользоваться остальной свободной высотой подъема, если таковая будетъ, можно надстраивать надъ колодцами башни съ вертикальной трубой, какъ это сдѣлано въ Парижѣ (черт. 204).

Замѣтимъ также, что близко поставленные другъ отъ друга артезианскіе колодцы обыкновенно взаимно уменьшаютъ расходъ одинъ у другого.

Такое вредное вліяніе обнаруживается даже при значительныхъ повидимому разстояніяхъ, какъ это доказалъ примѣръ Парижа, гдѣ съ устройствомъ колодца въ Passy расходъ Grenelle'скаго колодца уменьшился.

## **§ 45. Классификація способовъ водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ въ зависимости отъ свойствъ водоносныхъ горизонтовъ.**

Въ виду значенія, которое должны имѣть буровые колодцы въ Россіи, гдѣ при большомъ развитіи степныхъ и безлѣсныхъ пространствъ трудно обойтись безъ грунтовой воды, особый интересъ представляетъ классификація способовъ водоснабженія помощью буровыхъ колодцевъ въ зависимости отъ свойствъ водоносныхъ горизонтовъ, устанавливаемая специалистомъ этого дѣла проф. Войславомъ (Изв. Собр. И. П. С. 1895 № 6). Прежде всего укажемъ употребляемые имъ термины.

*Уровнемъ пониженія горизонта воды* онъ называетъ ту постоянную высоту, на которой стоитъ вода колодца во время нормальнаго пользованія ею въ требуемомъ количествѣ. Хотя высота стоянія уровня, до котораго вода понижается въ данной скважинѣ, зави-



ситъ не только отъ количества извлекаемой воды, но и отъ иныхъ причинъ (какъ то: отъ высоты горизонта, до котораго вода свободно поднимается (гидростатическаго напора), отъ удободостижимой глубины колодца, отъ способа устройства дна скважины, отъ степени проницаемости грунта и др. его свойствъ, отъ скорости теченія въ пемъ воды, отъ діаметра скважины, отъ способа закрѣпленія, а главное отъ раіона питанія водоноснаго горизонта), по если при разсмотрѣніи даннаго колодца принять, что онъ устроенъ правильно, т. е. что всѣ указанная условія выяснены и колодезь устроенъ сообразно съ ними и эксплуатируется раціональнымъ способомъ, въ зависимости отъ количества иотребпой для даипой цѣли воды, то при пользоваіи этой водой, пониженіе горизонта будетъ при нормальной эксплуатаціи постоянное и возможно малое.

*Точкою или уровнемъ пріема* называется тотъ горизонтъ на которомъ требуется имѣть данное количество воды, чтобы ее распредѣлить по назначенію; этимъ уровнемъ будсть, папримѣръ, горизонтъ воды распредѣлительнаго 'бака.

*Горизонтъ замерзанія* есть глубина (считая отъ поверхности земли), до которой можетъ замерзать вода въ скважинѣ, принимая, что колодезь не находится въ отапливаемомъ помѣщеніи. Эта глубина, какъ извѣстно, въ различныхъ мѣстахъ различна. Вліяніе замерзанія имѣетъ важное значеніе въ дѣлѣ устройства водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ, особенно, въ мѣстахъ, гдѣ наблюдается, такъ называемая, *вѣчная мерзлота*.

*Глубиною всасыванія* пазываютъ ту глубину, съ которой нормальный насосъ можетъ всасывать воду. Эта глубина зависитъ отъ типа, устройства и состоянія насоса. Обыкновенно этой высотѣ даютъ величину не болѣе 8 метровъ, хотя въ зависимости отъ указанныхъ условій, она измѣняется отъ 3 до 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> метровъ.

Принявъ эти термины, можно раздѣлить способы водоснабженія грунтовыми и артезіанскими водами на слѣдующіе восемь типовъ пріема воды въ зависимости: отъ величины пониженія (*a*) первоначальнаго горизонта (*h*) воды относительно точки пріема (*b*), отъ глубины замерзанія, отъ высоты всасыванія, отъ размѣщенія насосовъ (*H*) и двигателей (*m*), служащихъ для полученія воды, какъ показано на представленной ниже схемѣ и, соотвѣтственныхъ чертежахъ, (римскіе номера чертежей соотвѣтствуютъ номерамъ различныхъ типовъ водоснабженія, падписанныхъ въ иижней строкѣ схемы).

Таблица № 13. Схема водоснабженія изъ буровыхъ колодцевъ.

Пониженіе горизонта воды:									
Выше горизонта пріема		Ниже горизонта пріема							
Выше поверхности земли.	Ниже поверхности земли.	Выше замерзанія.	Ниже замерзанія.						
			Выше всасыванія.		Ниже всасыванія				
				Насосъ въ колодцѣ, движитель			Движитель на поверхности земли, насосъ		
				на поверхности земли.	въ колодцѣ.			частью въ колодцѣ, частью въ скважинѣ.	весь въ скважинѣ.
I	II	III	IV	V	VI	VII		VIII	

*Первый типъ* составляютъ артезианскіе колодцы большого напора, подающіе воду выше точки пріема и выше поверхности земли (черт. 206).

Этого рода колодцы представляютъ самый желаемый способъ водоснабженія, какъ по простотѣ устройства, такъ и по постоянству дѣйствія, а главное по дешевизнѣ водоснабженія.

Но для примѣненія этого способа необходимы естественныя благоприятныя условія:—существованіе въ данной мѣстности артезианской воды, могущей подниматься выше поверхности земли съ значительнымъ напоромъ. Въ Россіи по этому типу снабжены желѣзнодорожныя станціи: Вряпскъ и Выгоничи Полѣскихъ желѣзныхъ дорогъ.

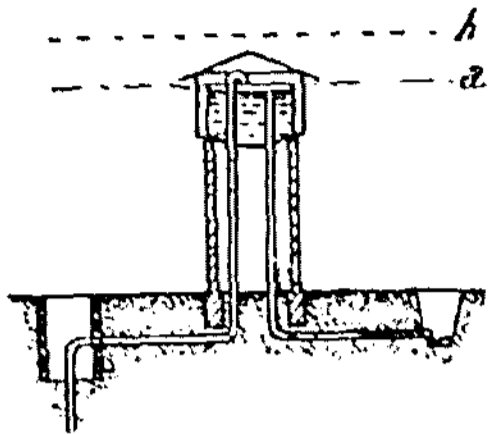
На обѣихъ этихъ станціяхъ вода прямо изъ скважины поступаетъ въ баки самотекомъ, въ количествѣ далеко превосходящемъ потребность станціи; излишняя вода стекаетъ по спускной трубѣ, отводящей ее въ сторону.

Такое же водоснабженіе устроено проф. Войславомъ въ Колмовѣ, близъ Новгорода, причемъ съ глубины 37 саж., получена вода съ напоромъ 13 саж. выше поверхности земли.

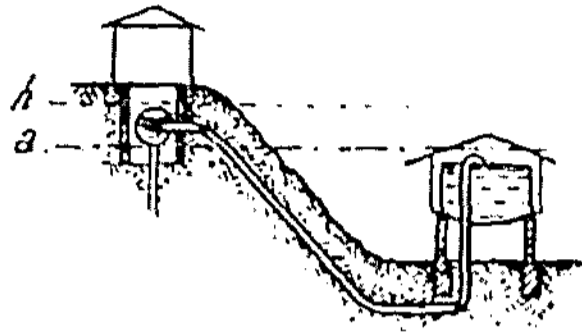
При извѣстныхъ условіяхъ скважины этого перваго типа могутъ влечь за собой крайне вредныя послѣдствія, какъ это показалъ опытъ

Б у р о в ы е к о л о д ц ы .

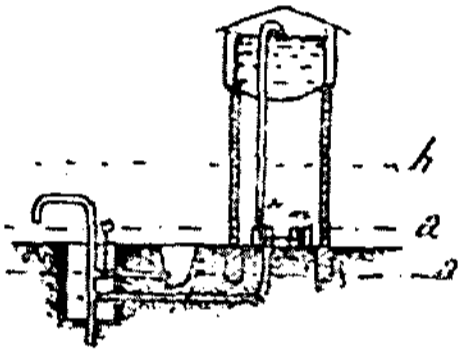
Классификація епособовъ водоснабженія.



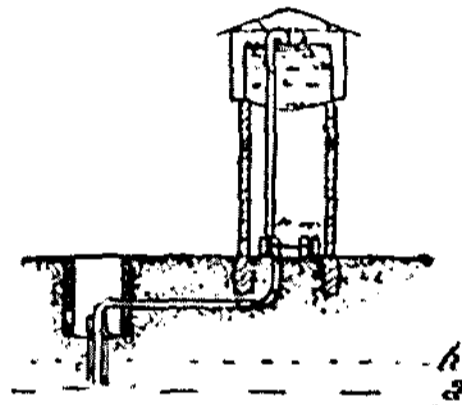
Черт. 206.—№ схемы I-й.



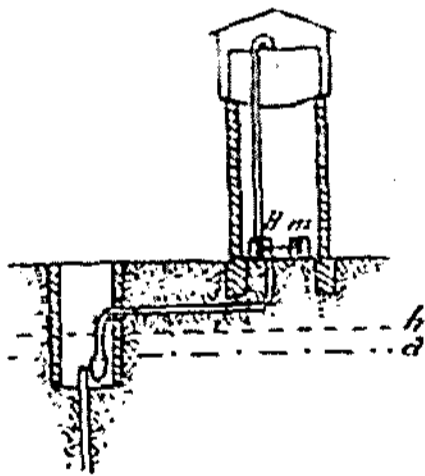
Черт. 207.—№ схемы II-й.



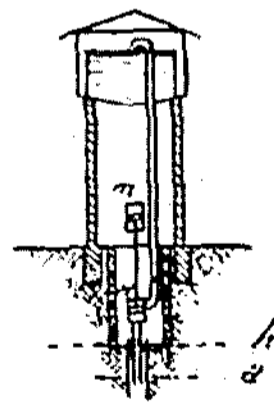
Черт. 208.—№ схемы III-й.



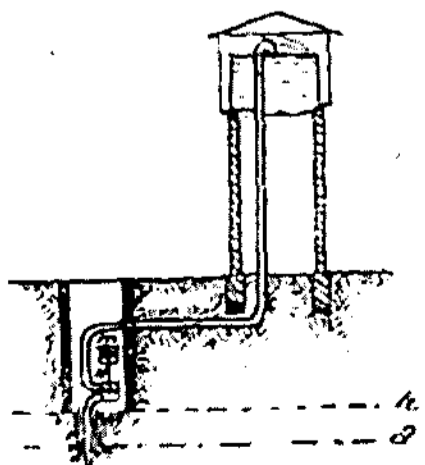
Черт. 209.—№ схемы III-й.



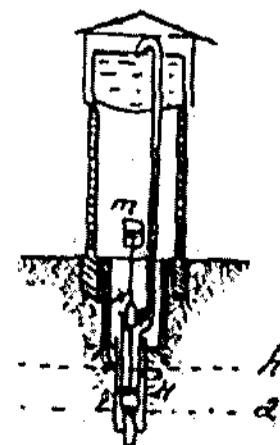
Черт. 210.—№ схемы IV-й.



Черт. 211.—№ схемы V-й.

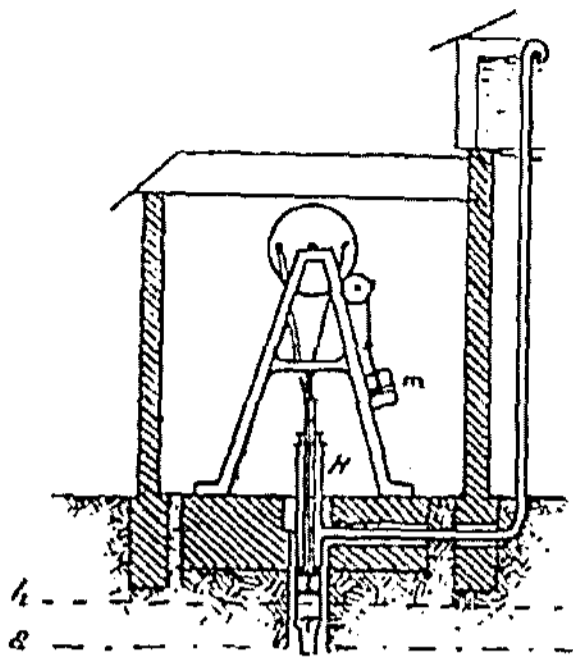


Черт. 212.—№ схемы VI-й.

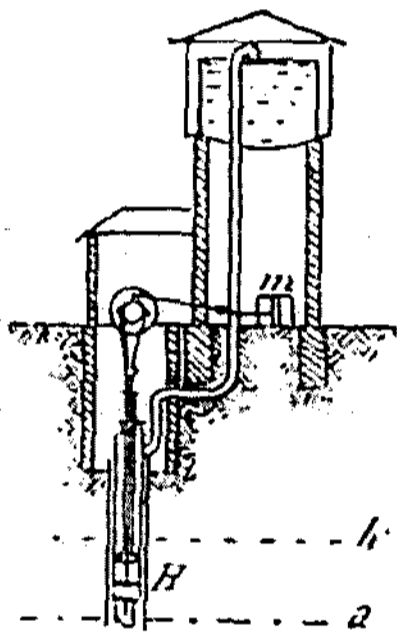


Черт. 213.—№ схемы VII-й.

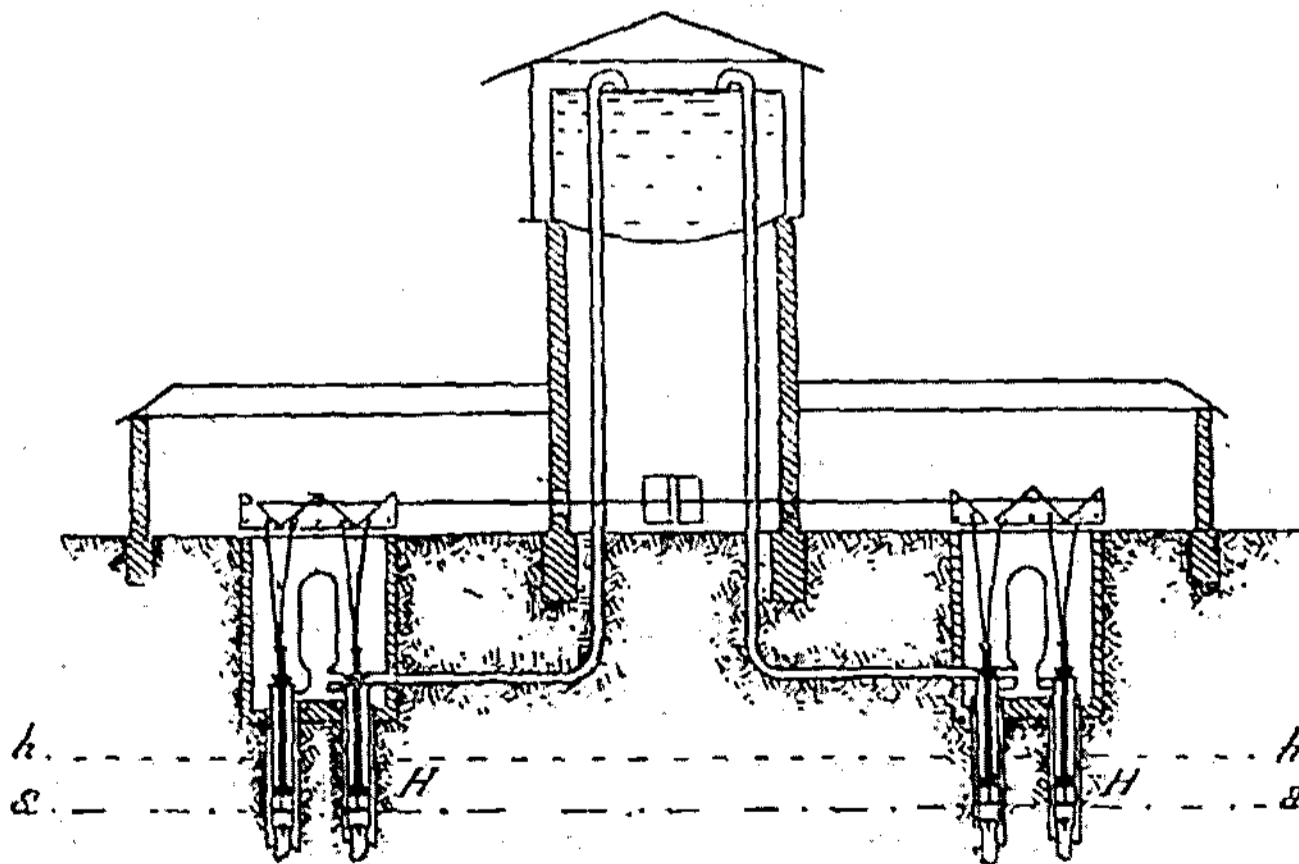
Классификация способов водоснабжения.



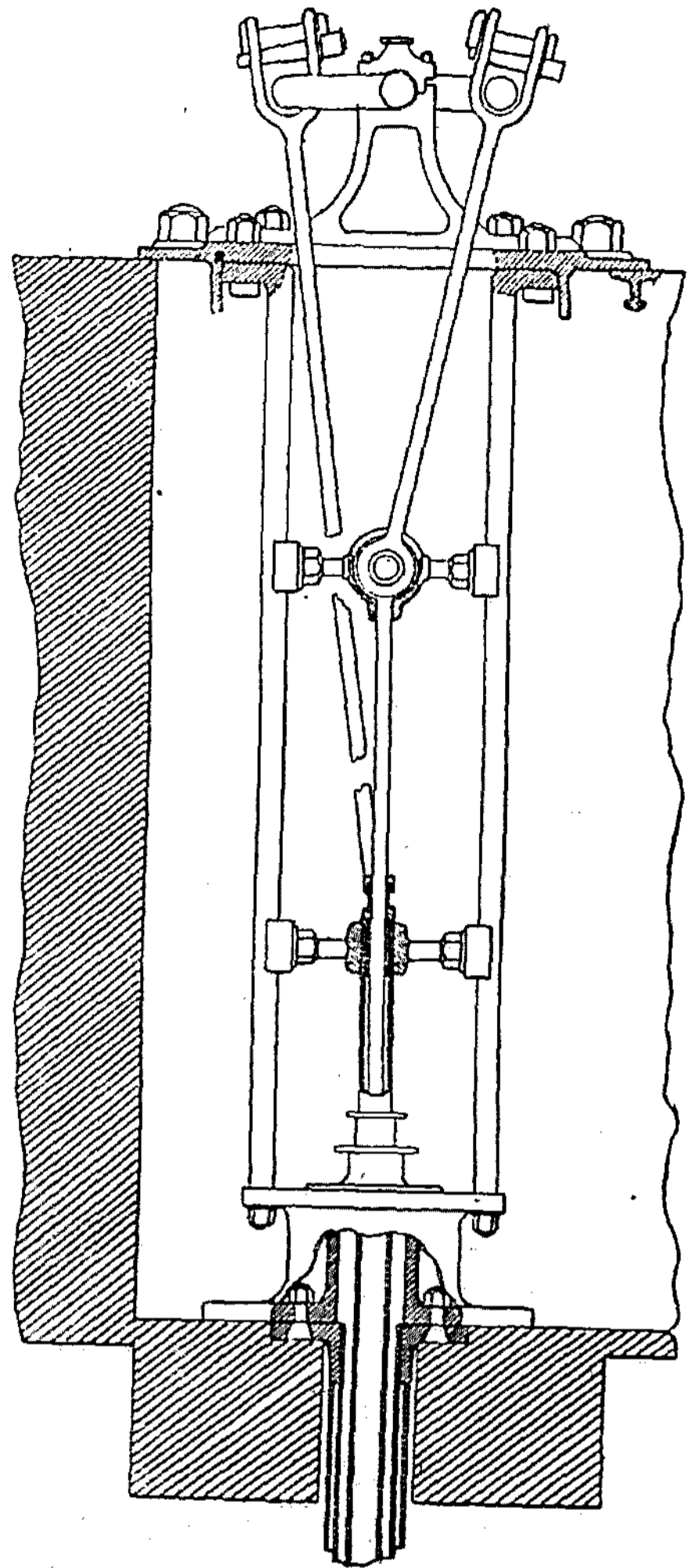
Черт. 214.—№ схемы VIII-й (съ насосомъ Бурхардта).



Черт. 215.—№ схемы VIII-й (одиночная скважина съ насосомъ проф. Войслава).



Черт. 216.—№ схемы VIII-й (двоенныя скважины съ насосомъ проф. Войслава).



Черт. 217.— Насосъ проф. Войслава для буровыхъ колодезь съ двумя поршнями, движущимся въ одномъ цилиндрѣ въ разныхъ отороны.

Брянскаго колодца въ Россіи и Шпейдемульскаго въ Германіи. Шпейдемульская катастрофа похоронила въ размытомъ слишкомъ сильно бывшей струей воды грунтъ массу имуществъ, домовъ и пр.

*Второй типъ водоснабженія*, это буровые колодцы, въ которыхъ артезіанская вода поднимается выше точки пріема, но не достигаетъ поверхности земли у устья колодца. Въ этомъ случаѣ надо устраивать сифонъ, примѣнимый только тогда, когда превышеніе устья скважины надъ горизонтомъ пониженія не болѣе высоты всасыванія. Примѣромъ примѣненія сифона можетъ служить Вилейскій водопроводъ изъ Остробрамскихъ источниковъ. Для устраненія вреднаго вліянія воздуха въ колѣнѣ сифона нуженъ воздушный резервуаръ. Воздухъ, собирающійся въ резервуарѣ, отъ времени до времени выгоняется водой, накачиваемою въ резервуаръ ручнымъ насосомъ (черт. 207).

Когда грунтъ дозволяетъ устроить галлерею или уложить трубу для непосредственнаго соединенія скважины съ точкою пріема галлерею или трубу, по которой вода изъ скважины можетъ двигаться къ точкѣ пріема самотокомъ,—тогда этотъ случай сводится къ первому типу.

*Третій типъ водоснабженія* примѣняется въ случаѣ пониженія горизонта ниже точки пріема, но выше горизонта замерзанія. Онъ представляетъ случай артезіанской воды, поднимающейся до поверхности земли или немногимъ выше ея. Здѣсь приходится прибѣгать къ искусственному поднятію воды помощью насосовъ, установленныхъ на поверхности земли.

Большое затрудненіе пользованія этой водой состоитъ въ устраненіи замерзанія воды въ то время, когда насосъ не дѣйствуетъ. Закрываніе крана каждый разъ, при остановкѣ дѣйствія машины, не можетъ устранить замерзанія, такъ какъ эта остановка въ дѣйствіи насоса собственно можетъ произойти помимо прекращенія дѣйствія двигателя.

Если при третьемъ типѣ водоснабженія вода поднимается выше дна имѣющагося водостока, то лучше всего во время бездѣйствія насоса спускать воду изъ колодца въ водостокъ; при непрерывномъ вытеканіи подземной воды замерзанія не будетъ. Во время дѣйствія насоса клапанъ помѣщенный надъ всасывающею трубою, закрывается и тогда начинается качаніе воды, то есть, опять таки движеніе ея,

недопускающее замерзанія. Если же вода может подняться выше поверхности земли, и желаютъ ею по временамъ пользоваться безъ помощи насоса, то остановивъ насосъ закрываютъ кранъ, помѣщенный въ спускной трубѣ, и вода, подиявъ клапанъ, непрерывно вытекаетъ выше поверхности земли (см. черт. 208).

Примѣромъ этого типа водоснабженія могутъ служить колодцы въ С.-Петербургѣ (на заводахъ Дурдина, Ланге и въ Технологическомъ Институтѣ).

Если вода не поднимается выше имѣющагося водостока (напр. ст. Померанье Николаевской ж. д., ст. Степань Полѣсскихъ ж. д.), тогда устройство дѣлается болѣе затруднительнымъ. Приходится или устранить замерзаніе, помощью устройства надъ колодцемъ теплаго помѣщенія, или соединить скважины плотно съ водопроводомъ, расположеннымъ ниже линіи замерзанія и идущимъ къ насосу, помѣщенному въ тепломъ помѣщеніи (черт. 209), или у скважины дѣлать насыпь (Степань и Дятловичи) или наконецъ проводить въ скважину согревательныя трубки (напр. въ вѣчной мерзлотѣ).

*Четвертый типъ водоснабженія* самый распространенный. Здѣсь уровень пониженія горизонта воды ниже уровня замерзанія и ниже поверхности земли, но не болѣе глубины всасыванія, т. е. 3 до 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> метровъ. Сюда относится главнымъ образомъ водоснабженіе грунтовыми водами верхнихъ слоевъ (не артезианскими). Вода получается или помощью буровыхъ колодцевъ, въ которые вставляется всасывающая труба насоса, или помощью опускныхъ колодцевъ, въ днѣ которыхъ пробуриваютъ скважины, изливающія воду въ опускной колодезь (черт. 210). Чтобы вода, остающаяся во всасывающей трубѣ, не замерзала при остановкѣ насоса, цилиндры ручныхъ насосовъ размѣщаютъ ниже уровня замерзанія и снабжаютъ небольшими спускными отверстіями въ верхней части цилиндра, такъ что послѣ остановки насоса вода стекаетъ изъ подъемной трубы насоса и насосъ замерзать не можетъ. Всасывающія трубы паровыхъ и другихъ насосовъ, помѣщаемыхъ въ тепломъ мѣстѣ, проводятъ подъ землею, ниже линіи замерзанія. При этомъ устройствѣ если одинъ колодезь даетъ недостаточное количество воды, дѣлаютъ два, три, а иногда цѣлую группу колодцевъ, связывая ихъ общею всасывающею трубою, ниже горизонта замерзанія.

Примѣромъ этого типа устройствъ могутъ служить водоснаб-

женія прямо изъ скважинъ, при помощи пароваго насоса, устроенныя на многихъ станціяхъ Полѣвскихъ жол. дорогъ (Парохонскъ, Коржевка, Волчья, Коцурь), Привисляпской жел. дороги (Наленчовъ, Ивановгородъ), Москва (Военный Госпиталь), ст. Кущевка (Владикавказской желѣзной дороги).

Изъ опускныхъ колодцевъ: станціи Полѣвскихъ жол. дор. (Наховъ, Микашевичи), С.-Петербурго-Варшавской жел. дороги (ст. Мшипская) и др.

*Пятый типъ водоснабженія* примѣняется въ случаѣ пониженія горизонта воды ниже глубины всасыванія; опъ требуетъ пониженія насоса до той глубины, при которой опъ можетъ всасывать воду. Здѣсь насосъ устанавливается въ простомъ сухомъ колодцѣ, двигатель же паровой, вѣтряный, конный или ручной, устанавливается на поверхности земли (черт. 211). Въ прежнее время (даже до послѣдняго времени) этотъ типъ считался самымъ совершеннымъ, особенно когда вода получалась изъ простаго колодца, т. е. когда мѣсто для помѣщенія насоса получалось, такъ сказать, попутно. Устройства этого типа водоснабженія изъ глубокаго горизонта если и возможно, то обходится весьма дорого въ виду дороговизны самаго устройства колодца для помѣщенія въ немъ насоса, особенно если грунтъ оплывающій, разбухающій или очень твердый. Такія устройства примѣняются главнымъ образомъ для рудничнаго водоотлива, но тамъ колодезь (шахта) устраивается для спеціальныхъ цѣлей и получается попутно.

Примѣромъ водоснабженія этого типа являются, между прочимъ, колодцы: Джанкой-Оеодосійской жел. дороги, на ст. Сейтлеръ, съ вѣтрянымъ двигателемъ, на ст. Колай съ паровымъ и Виленскія скотобойни съ ручнымъ двигателемъ.

*Шестой типъ водоснабженія* (при условіяхъ типа 5-го) уже не выдерживаетъ критики. Здѣсь движитель помѣщается въ колодцѣ вмѣстѣ съ насосомъ (черт. 212). Не говоря уже о дороговизнѣ и неудобствѣ колодца для помѣщенія насоса и движителя, гдѣ правильный уходъ за послѣднимъ дѣлается невозможнымъ. Паръ, проведенный ко дну колодца дѣлаетъ даже кратковременное пребываніе машиниста невыносимымъ. Части механизма оставленныя безъ присмотра и надлежащей смазки скоро изнашиваются.

Охлажденіе пара, проведеннаго во всю глубину колодца, боль-

шое, и вызывает скопленіе воды въ паропроводныхъ трубахъ, которая должна отводиться вмѣстѣ съ мятымъ паромъ вверхъ. Примѣненіе иныхъ, кромѣ нераціональныхъ паровыхъ двигателей, по недостатку мѣста невозможно. Обыкновенно устанавливаютъ насосы самые дешевые, но и самые несовершенные изъ всѣхъ типовъ поршневыхъ насосовъ, какъ по нераціональности устройства, такъ и по кратковременности службы. Или примѣняютъ пульзометры, поглощающіе много горючаго матеріала и дающіе воду смѣшанную съ частицами, увлекаемыми изъ паровыхъ котловъ, не гарантирующіе притомъ, по мнѣнію проф. Войслава, правильнаго водоснабженія. Примѣръ ст. Москва Николаевской жел. дороги.

*Седьмой типъ водоснабженія* представляетъ устройство позволяющее пользоваться водою, уровень пониженія которой достигаетъ значительныхъ глубинъ. При этихъ условіяхъ типы 5 и 6-ой непримѣнимы прямо по дороговизнѣ колодцевъ. Насосъ здѣсь помещается частью въ скважинѣ (насосный цилиндръ съ всасывающимъ клапаномъ и подъемнымъ поршнемъ), частью въ цилиндрѣ (скалка, давящій поршень) установленномъ на днѣ колодца. Двигатель на поверхности земли (черт. 213).

Это типъ насоса всасывающе-подъемно-давящій.

Этотъ типъ насоса былъ впервые устроенъ въ Россіи въ буровомъ колодцѣ на ст. Барановичи для доставленія 24.000 ведеръ воды въ сутки. Общая высота подъема 16 сажень. Послѣ нѣкоторыхъ неудачъ насосъ оправдалъ надежды.

*Восьмой типъ водоснабженія* устраняетъ недостатокъ предыдущаго типа, требующаго большихъ діаметровъ скважинъ при потребности большаго количества воды.

Кромѣ того, онъ требуетъ насоса особаго устройства, такъ какъ помещаемые въ узкой скважинѣ обыкновенные поршневые насосы обладаютъ большимъ недостаткомъ, именно отсутствіемъ непрерывности теченія воды въ насосномъ цилиндрѣ. Эта непрерывность теченія, какъ извѣстно, необходима какъ для приданія поршнямъ большой скорости, для устраненія ударовъ и быстраго изнашиванія клапановъ, такъ и для примѣненія клапановъ меньшаго сѣченія.

Большая стоимость буровыхъ колодцевъ, быстро возрастающая съ увеличеніемъ діаметра, съ одной стороны, и необходимость размѣщенія насоснаго цилиндра въ буровомъ колодцѣ съ другой, за-



ставляютъ примѣнять возможно большія скорости поршня, для достиженія большаго дебита колодца.

Въ виду этого, для развитія пользованія водой изъ глубокихъ горизонтовъ, дѣйствительно необходимо измѣнить типъ насосовъ.

Удобнымъ рѣшеніемъ этого вопроса въ настоящее время признается примѣненіе насосовъ съ двумя подъемными поршнями въ одномъ цилиндрѣ, движущимися въ двѣ противоположныя стороны. Въ то время когда верхній поршень поднимаетъ воду вверхъ, онъ всасываетъ ее снизу, причемъ она поднимаетъ клапанъ нижняго опускающагося поршня (см. черт. 214, 215, 216 и 217). Проф. Войславъ полагаетъ, что примѣненіе центробѣжныхъ, турбинныхъ, винтовыхъ и, вообще вращательныхъ насосовъ, надлежащаго устройства, помѣщающихся въ скважинѣ, окажется еще болѣе подходящимъ для этого случая, но за неимѣніемъ пока данныхъ примѣненій этихъ устройствъ на практикѣ, приходится оставить этотъ вопросъ въ сторонѣ.

#### § 46. Сборъ грунтовой воды горизонтальными трубами.

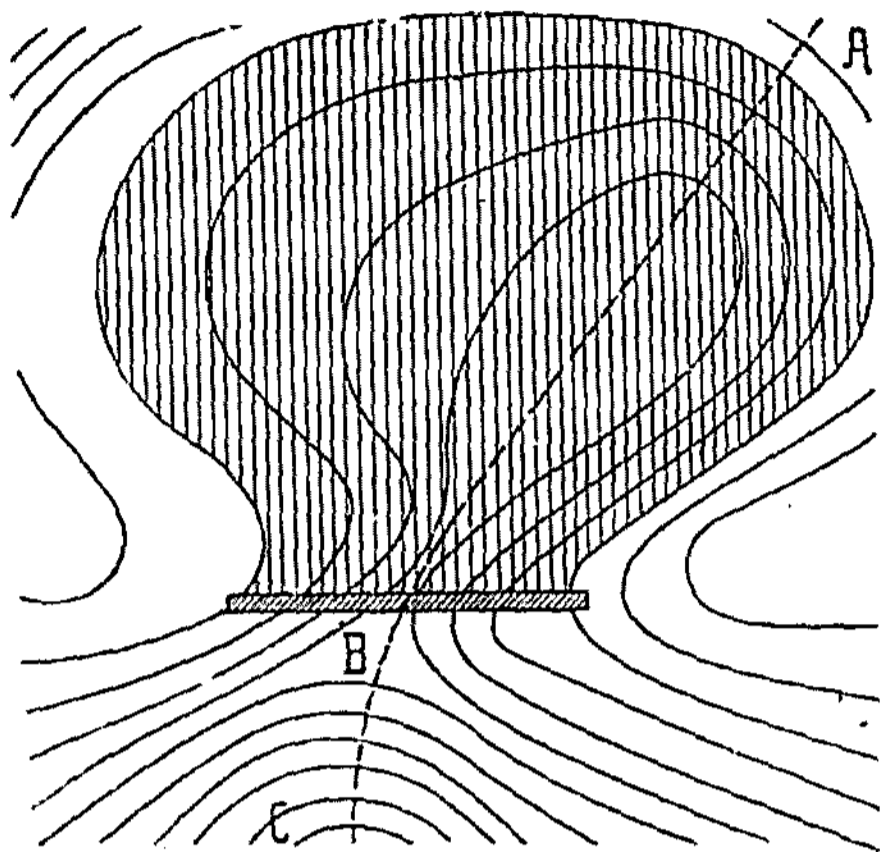
*Горизонтальныя трубы и галлерей* могутъ быть разсматриваемы, какъ ряды непрерывно слѣдующихъ другъ за другомъ и соединенныхъ вмѣстѣ колодцевъ, у коихъ была бы сохранена только нижняя часть, погруженная въ водоносный слой.

Они примѣняются по преимуществу въ тѣхъ случаяхъ, когда толщина этого слоя и степень его водоносности незначительны и когда, слѣдовательно, для полученія нѣкотораго серіознаго объема воды пришлось бы очень умножить число колодцевъ.

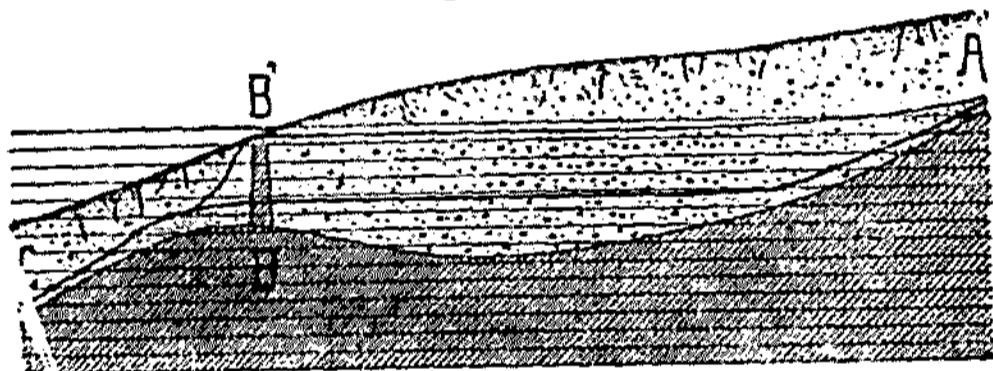
Въ простѣйшемъ видѣ собраніе грунтовой воды посредствомъ горизонтальныхъ трубъ сводится къ устройству обыкновеннаго дренажа (см. курсъ Осушенія).

Вырывъ рвы до глубины водоноснаго слоя (включительно) насыпаютъ въ нихъ щебня или глыша или кладутъ гончарныя со свободными стыками трубы. Сверху глышъ или щебень прикрывается обороченнымъ внизъ травой — дерномъ и рвы засыпаются землей; трубы прямо засыпаются. Такая система дренажныхъ линій будетъ собирать грунтовую воду къ опредѣленному мѣсту, къ которому направлены ихъ уклоны, и гдѣ дѣлается колодезь, изъ котораго вода можетъ извлекаться тѣмъ или другимъ способомъ.

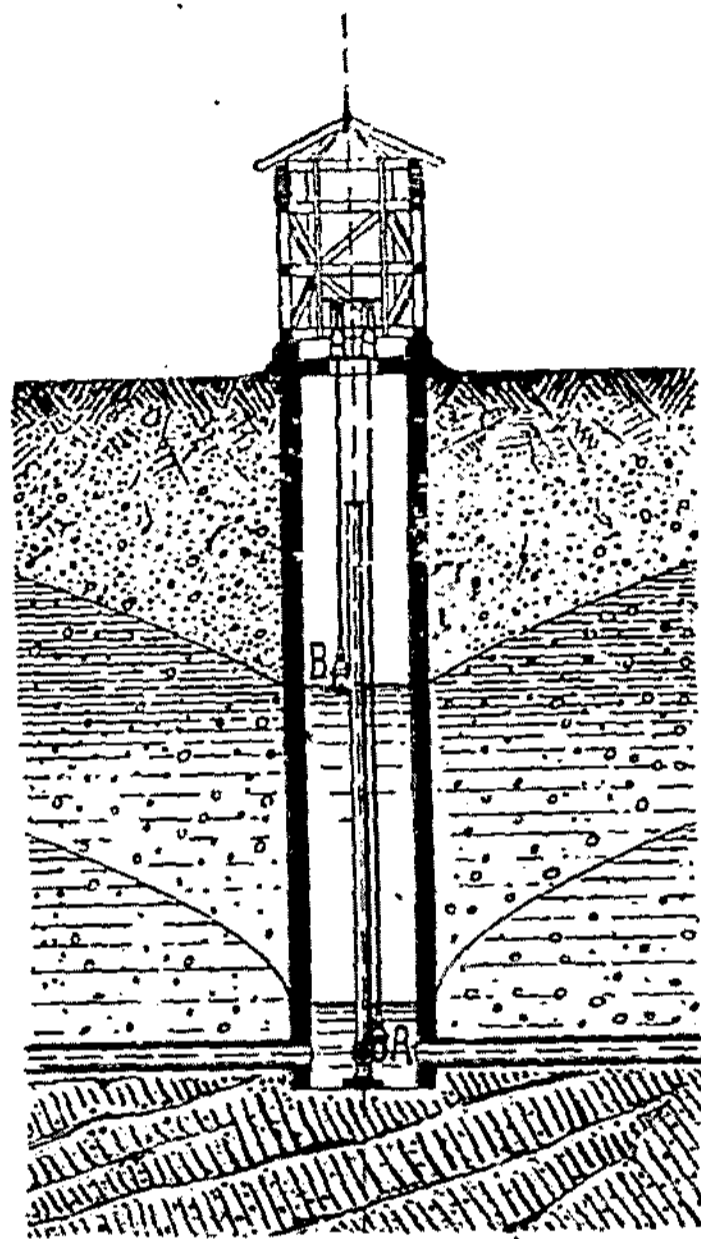
Снабженіе грунтовой водой.



Черт. 218.



Черт. 219.



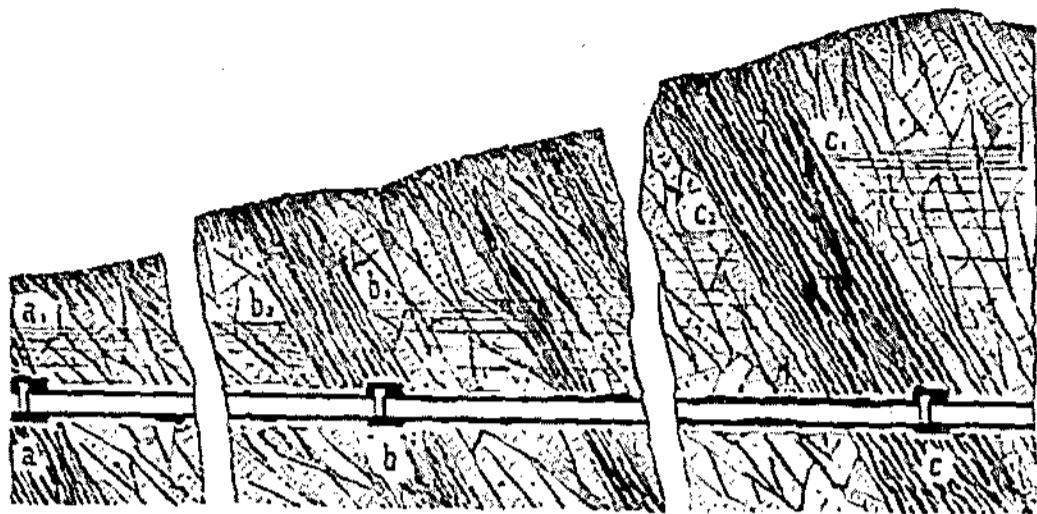
Черт. 220.

Черт. 218 и 219.—Схема искусственнаго скопленія грунтовыхъ водъ при посредствѣ подземной водоудержательной плотины ( $BB'$ ) (планъ въ горизонталяхъ поверхности грунтовыхъ водъ и разрѣзь по линіи  $ABC$ ). Такое сооруженіе можетъ быть устроено, когда потребность въ водѣ больше средняго притока грунтовыхъ водъ и меньше наибольшаго притока этихъ водъ. (Lueger).

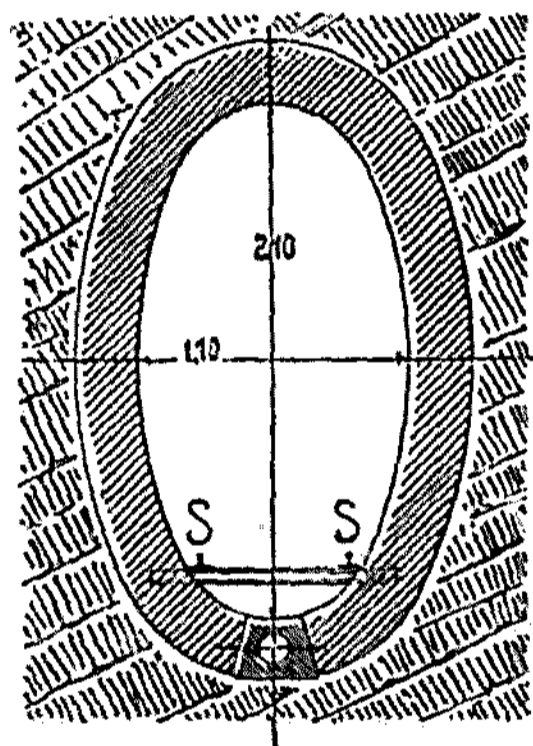
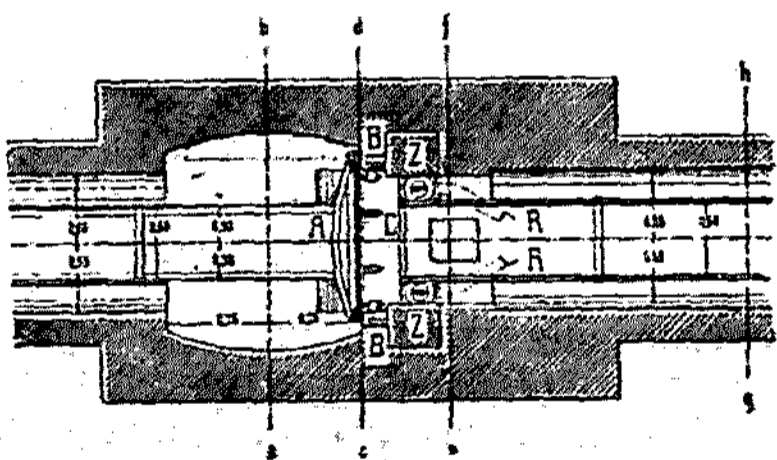
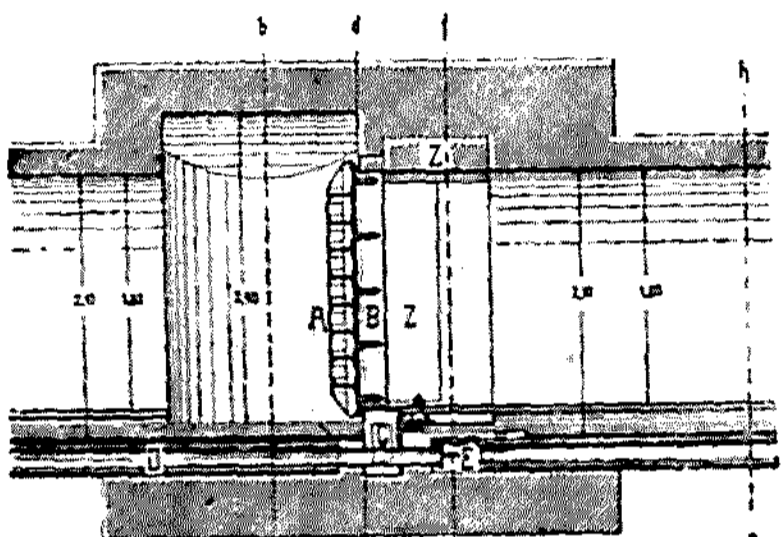
Черт. 220.—Колодезь для извлеченія грунтовыхъ водъ изъ подземнаго резервуара. Приводимый приемникъ (Mühlheim въ Баденѣ) соотвѣтствуетъ случаю, когда желательно имѣть два горизонта всасыванія воды (въ  $A$  и въ  $B$ ). Нижній соотвѣтствуетъ сухому времени года. Въ дождливое берутъ воду въ  $B$ , чтобы дать возможность скопиться запасу воды возлѣ самаго колодца. Когда дѣйствуетъ одно отверстіе  $A$  или  $B$ , другое закрывается заслонкой. (Lueger).

*Примѣчаніе къ черт. 221—224.*—Висбаденское водоснабженіе, единственное въ своемъ родѣ, устроено въ 1875—90 гг. по проекту *Winter*'а. Круто наклоненныя напластованія водо-проницаемыхъ и водонепроницаемыхъ слоевъ въ ближайшихъ возвышенностяхъ образовали рядъ естественныхъ плотинъ съ естественными за ними резервуарами (черт. 221), вода въ коихъ стояла на высотѣ ближайшихъ ключей, чрезъ которые она изливалась въ прилегающія долины. Сквозь толщугоры сдѣлана горизонтальная галлерей (черт. 222—224),

Водоснабженіе города Висбадена.



Черт. 221. — Продольная профиль водо-выпускной галлерей въ естественныхъ резервуаровъ. (Длина галлерей около 3.000 мет.).



Черт. 222. — Поперечный разръзъ водовыпускной галлерей. (S — рельсовый путь).

Черт. 223 и 224. — Вертикальный разръзъ и планъ водоподпорной двери въ выпускной галлерей. *A* — желъзная дверь, вращающаяся вокругъ вертикальной ося на петляхъ; *B* — рама двери изъ чугуна, къ которой дверь можетъ быть притянута болтами, причемъ между дверью в рамой зажимается каучуковая лента, прикрѣпленная къ двери; *C* — камера, открытая со стороны напора и закрытая заслонкой съ противоположной стороны: чрезъ нее можно выпускать изъ-за двери въ галлерей желаемое количество воды; *D* — трубка діаметромъ въ 120 мм., идущая въ подошвенномъ камнѣ галлерей и имѣвшая цѣлю удаленіе воды во время сооруженія галлерей; она за каждой дверью имѣетъ затворъ *E* — и можетъ служить слѣдовательно для пользованія водой на ряду съ камерой *C*.

снабженная въ мѣстахъ пересѣченія съ пластами-плотинами водонепроницаемыми затворами (въ *a*, *b*, *c*). Въ стѣнкахъ галлерей имѣются прорѣзы для впуска воды въ окружающаго грунта. Горизонтъ грунтовой воды *a*<sub>1</sub>, *b*<sub>2</sub>, *b*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub>, и т. д. Двери должны быть закрыты съ весны и резервуары за зиму и весну наполняются; образовавшіеся запасы служатъ для пополненія даваемого грунтовыми водами лѣтомъ притока.

Такой приемъ собиранія грунтовой воды былъ извѣстенъ еще Римлянамъ. Потомъ онъ затерялся и вновь былъ открытъ сравнительно недавно (въ прошломъ столѣтїи?) во Франціи, откуда распространился въ другія страны и сталъ теперь считать много примѣненій и въ Англии, и въ Германіи, въ Бельгїи и проч.

Простымъ дренажемъ нельзя, однако, получить значительныхъ количествъ воды, нужныхъ для городскихъ водоснабженій. Исключеніе составляютъ только мѣстности, въ которыхъ собираются въ рыхломъ водоносномъ слое естественнымъ путемъ воды съ обширнаго района. Устраивая дренажъ въ такихъ мѣстностяхъ, представляющихся подземнымъ сборнымъ резервуаромъ воды, можно дѣйствительно добыть ее въ количествахъ большихъ.

Иногда, впрочемъ, такой подземный резервуаръ создаютъ искусственно, если мѣстныя условія благопрїятны. Такъ, напримѣръ, если имѣется обширная сухая долина съ проницаемымъ грунтомъ, въ которомъ движутся грунтовые воды, то дѣлая поперекъ долины траншею, и уложивъ въ послѣдней широкой и прочный слой мятой глины или даже устройвъ стѣну изъ каменной кладки, можно создать подземное препятствіе движенію грунтовыхъ водъ (черт. 218, 219 и 220).

Эта плотина, подобно плотинѣ надземной, заставитъ уровень грунтовыхъ водъ держаться на большей противъ нрежняго высотѣ и подземный резервуаръ будетъ созданъ. Дренируя его, можно будетъ получать значительныя количества воды.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ сама природа создаетъ подземныя плотины, подобныя вышеописанной, задерживающія движеніе грунтовыхъ водъ; для добыванія послѣднихъ нужно только открыть имъ выходъ. Замѣчательный примѣръ такого рода представляетъ водоснабженіе г. Висбадена (черт. 221—224).

Для собиранія значительныхъ количествъ воды изъ естественныхъ или же искусственно созданныхъ подземныхъ запасовъ обыкновенныя дренажныя устройства оказываются, однако, непригодными, такъ какъ они не могутъ быть устроены на подлежащей глубинѣ и сверхъ того не выдержали бы тѣхъ довольно значительныхъ скоростей и напоровъ, которые могутъ развиваться въ нихъ. Въ такихъ случаяхъ прибѣгаютъ къ особымъ, снабженнымъ прорѣзами для впуска воды трубамъ или галлереямъ (см. черт. 200—203, 220, 226—231).

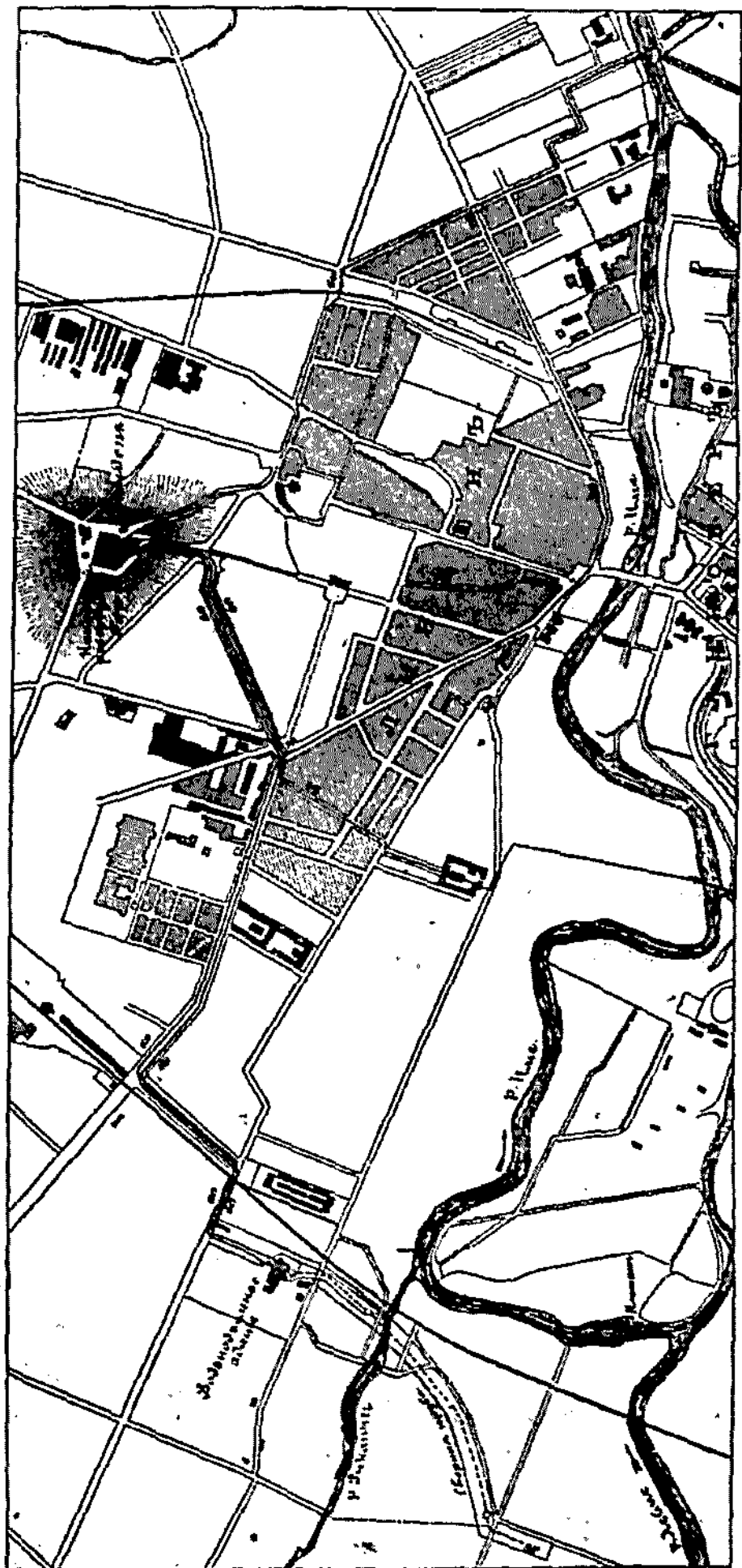
Водоборныя галлерей и трубы находятъ себѣ преимущественное примѣненіе въ песчаныхъ и хрящевыхъ залежахъ по берегамъ значительныхъ рѣкъ. Таковы наиримѣръ уже старые водопроводы Тулузы (черт. 112 и 113), Ліона и новѣйшіе Магдебурга, Будапешта и др. Не слѣдуетъ однако думать, какъ это долго дѣлали раньше, что въ такихъ случаяхъ трубы и галлерей получаютъ воду исключительно изъ рѣки. Какъ показали продолжительныя изслѣдованія Дюпюи (Dupuit. — Les fontains publiques de la ville de Toulouse) и (Dumont. — Les eaux de Lyon et de Paris), вода изъ рѣки попадаетъ и то отчасти, въ такія трубы и галлерей только въ случаѣ, если онѣ проложены очень близко отъ нея; если же разстояніе отъ рѣки нѣсколько значительно, то питаніе галлерей и трубъ оказывается независящимъ отъ рѣки. Вода въ трубахъ и галлерейхъ сохраняетъ постоянную температуру и составъ и держится на горизонтѣ болѣе высокомъ, чѣмъ горизонтъ рѣки. Это вода подземнаго резервуара, изливающагося въ рѣку. Чтобы сохранить воду трубъ и галлерей отъ загрязненія слѣдуетъ по возможности не слишкомъ понижать горизонтъ воды въ нихъ откачиваніемъ противъ горизонта воды въ рѣкѣ.

Трубы и галлерей приводятся къ колодцамъ, откуда и производится извлеченіе воды посредствомъ насосовъ (см. черт. 196, 197, 198, 199, 220, 227, 228, 231).

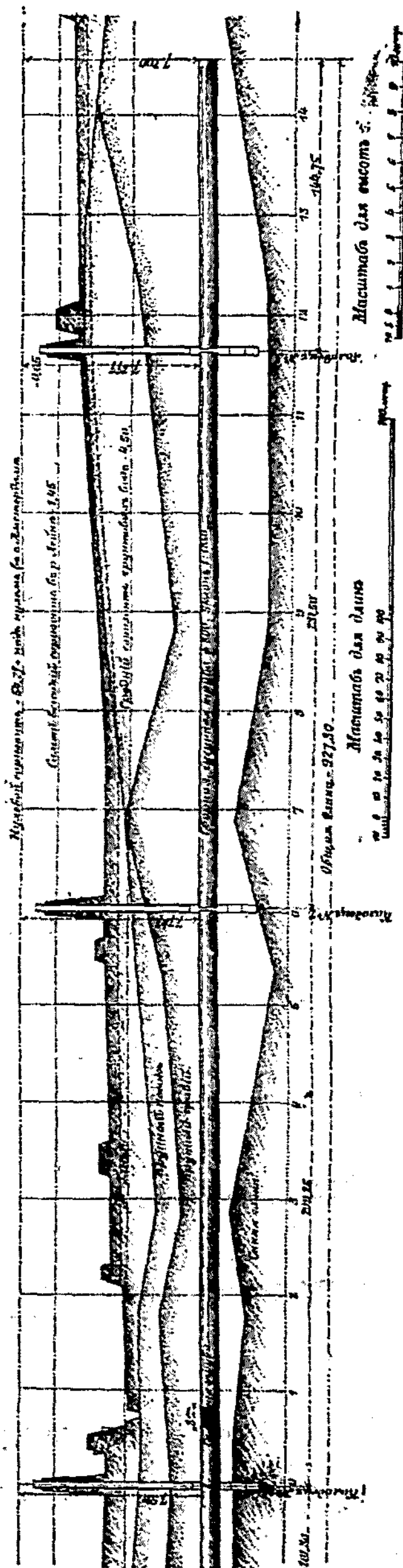
Водосборныя трубы и галлерей дѣлаются изъ весьма различныхъ матеріаловъ: чугуна, бетона, керамики, кирпича и камня. Особенно часто примѣняется бетонъ, такъ какъ даетъ возможность легко придавать сѣченію всевозможныя формы, недорого въ выдѣлкѣ и проченъ въ чистой водѣ; однако его можно примѣнять лишь при основаніи на прочномъ грунтѣ. Чугунъ хорошъ и при ненадежномъ грунтѣ, но зато не вполне долговѣченъ, ибо не смотря на всѣ предохранительныя мѣры, онъ современемъ покрывается ржавчиной. Формы поперечнаго сѣченія горизонтальныхъ водосборовъ дѣлаются весьма разнообразными въ зависимости отъ свойствъ матеріала и др. обстоятельствъ (чугуну свойственна напр. трубчатая форма); разнообразны и ихъ размѣры; послѣдніе иногда дѣлаются достаточными для прохода рабочихъ, причемъ въ этомъ случаѣ на днѣ полезно дѣлать особый возвышенный тротуаръ, чтобы текущая по дну вода не пачкалась ногами рабочихъ. Отверстія для входа воды дѣлаются преимущественно круглыя или щелеобразныя; чтобы эти отверстія со временемъ не слиш-

Снабженіе грунтовой водой.

Снабженіе города Ганновера грунтовой водой,  
собираемой горизонтальными трубами.



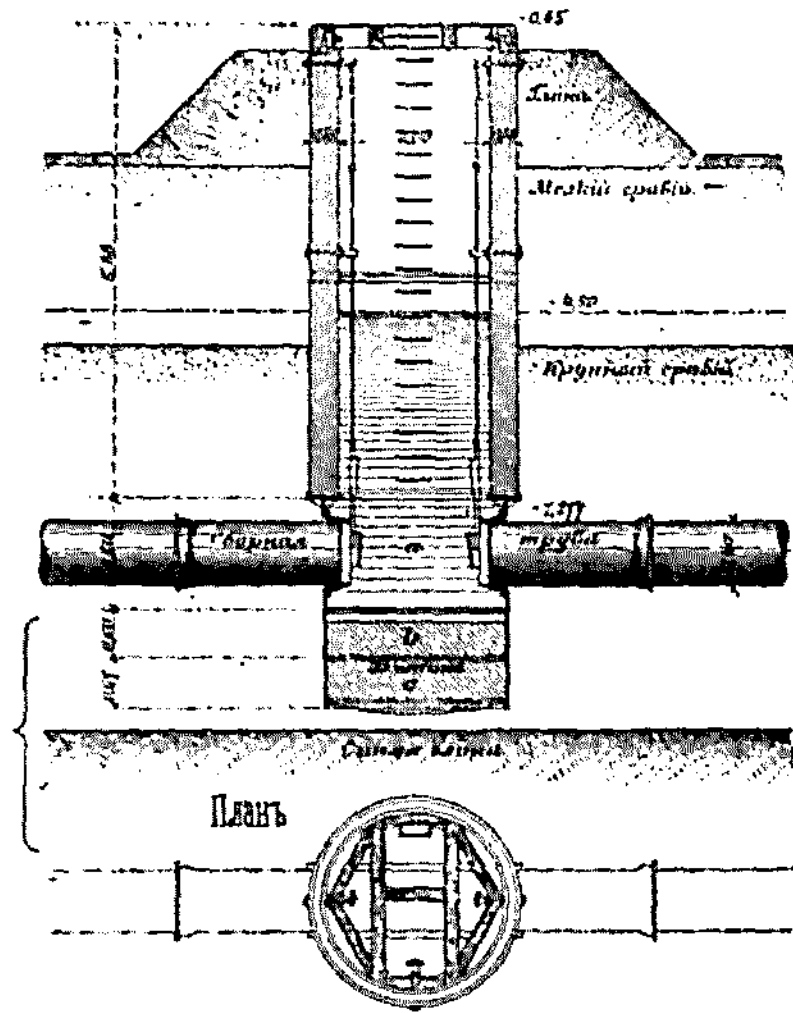
Черт. 225. — Общее расположение водопроводныхъ сооружений.



Черт. 226.—Общее расположение сборной трубы. Продольный профиль. (Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. Сооруж.).

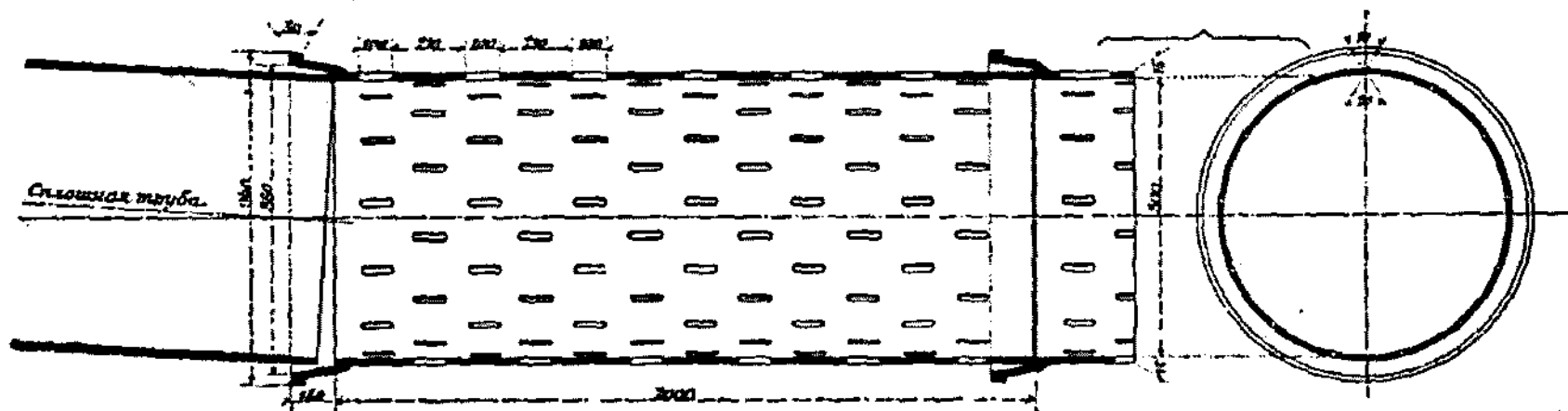
Снабженіе грунтовой водой.

Снабженіе города Ганновера грунтовой водой,  
собираемой горизонтальными трубами.



Черт. 227 и 228.

Смотровый колодезь. Вертикальный разрѣзь и планъ.



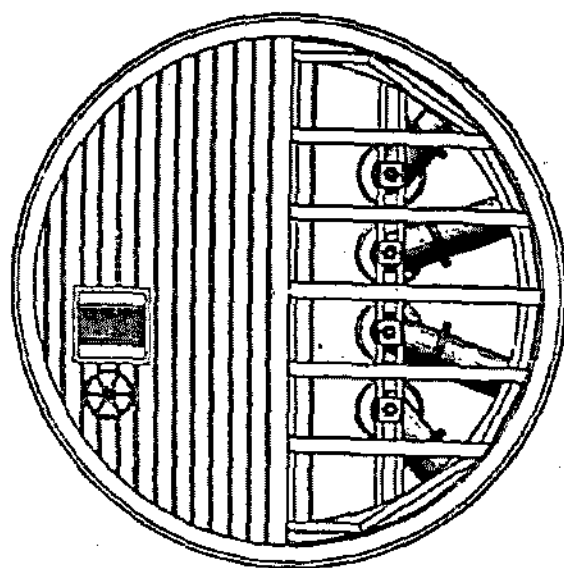
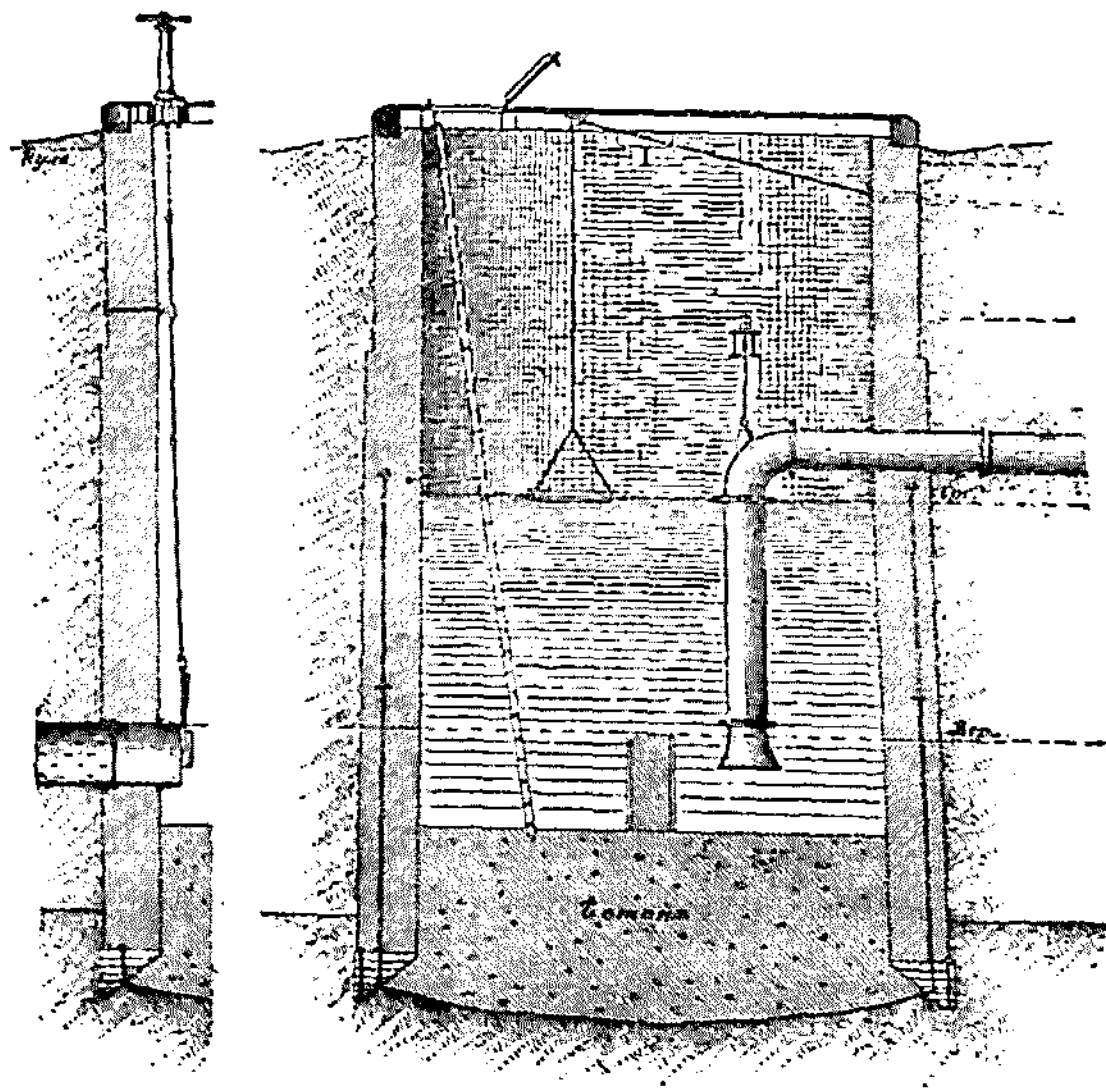
Черт. 229 и 230.

Продольный и поперечный разрѣзь сборной чугунной трубы.

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. Сооруж.).

Снабженіе грунтовой водой.

Снабженіе города Ганновера грунтовой водой,  
собираемой горизонтальными трубами.



Черт. 231, 232 и 233.

Разрѣзы и планъ водосборнаго колодца.

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. Сооруж.).



комъ заростали или не закрывались ржавчиною, наименьшіе ихъ размѣры полезно дѣлать не менѣе 8 мм. Для предохраненія попаданія грунта черезъ эти отверстія полезно водосборъ окружить со стороны притока воды фильтрующей оболочкой изъ слоевъ крупнаго гравія или щебня, мелкаго гравія и песка, располагая наиболѣе крупные слои ближе къ отверстіямъ. Сверхъ трубы или галлерей (если она не ведется тоннелемъ) также слѣдуетъ располагать фильтрующіе слои въ томъ же порядкѣ, заканчивая ихъ сверху слоемъ растительной земли. Если водосборъ заложенъ при этомъ на глубину менѣе 2—2½ саж., то для лучшаго предохраненія его отъ загрязненія наземными водами полезно надъ самымъ высокимъ уровнемъ грунтовой воды уложить слой плотной глины толщиной въ 1'—2' и поверхность земли спланировать со скатомъ въ сторону отъ водосбора. При выниманіи деревянной обдѣлки стѣнокъ рва, гдѣ укладывался водосборъ, слои гравія и песка, окружающіе его, легко могутъ быть потревожены, вслѣдствіе чего внутрь галлерей современемъ легко можетъ попасть песокъ. Поэтому слѣдуетъ всегда дѣлать приспособленія для удаленія песка изъ водосбора; для этого на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга въ галлерей дѣлаютъ колодцы съ углубленнымъ дномъ, гдѣ и собирается песокъ и откуда по временамъ онъ удаляется. Нижній конецъ трубы или галлерей (а она должна имѣть таковой, ибо укладывается съ уклономъ, чтобы вода могла по ней течь) заканчивается, какъ было упомянуто, сборнымъ колодцемъ (камерой) также съ углубленнымъ для осадка песка дномъ; здѣсь собирается вода и отсюда она выкачивается насосами. Сборный колодезь долженъ имѣть достаточные размѣры облегченія осмотра и очистки; для послѣдней цѣли его полезно раздѣлять на двѣ самостоятельныя части, чтобы производить чистку поочередно, не нарушая дѣйствія всего колодца.

На черт. 225 показанъ общій планъ водосбора (чугунныя трубы) г. Ганновера. Труба расположена почти перпендикулярно къ направлению теченія грунтовой воды и заложена въ водоносный слой толщиной 20' фут. на 4 фут. выше непроницаемаго слоя синей глины. Для провѣрки исправности дѣйствія водосбора и извлеченія осадковъ на немъ устроено три смотровые колодца (черт. 226); водосборная труба оканчивается въ большомъ сборномъ колодцѣ, откуда насосы водоподъемнаго зданія нагнетаютъ воду въ запасный резервуаръ на горѣ Линденъ. Форма поперечнаго сѣченія водосборной трубы круг-

лая (черт. 229 и 230); ея внутренній діаметръ = 800 мм. = 31,5", толщина стѣнокъ = 15 мм. =  $\frac{5}{8}$ ". Она состоитъ изъ отдѣльныхъ чугунныхъ звеньевъ, длиною каждое въ 2 метра = 6,6', съ раструбами; узкій конецъ одной трубы вставленъ въ раструбъ слѣдующей безъ всякой замазки. Въ каждомъ звенѣ сдѣлано 12 рядовъ отверстій по 13 штукъ въ каждомъ (по окружности) рядѣ; длина отверстія = 100 мм., его ширина по наружной поверхности трубы = 10 мм., а внутри трубы = 20 мм. Общая площадь всѣхъ отверстій во всей длинѣ трубы въ 143 раза больше площади поперечнаго сѣченія трубы. Длина всей трубы = 918 метр. = 3.012 футь (за вычетомъ ширины трехъ колодцевъ); при скорости притока воды къ отверстиямъ  $v = 1,94$  мм., каждый погон. футь трубы даетъ около 140 куб. футь воды въ сутки. (Притокъ считается бѣднымъ, если 1 погон. футь даетъ въ сутки не болѣе 20 куб. ф. и богатымъ, если—болѣе 200 куб. футь).

Смотровые колодцы (черт. 227 и 228) состоятъ изъ двухъ частей: нижней чугунной и верхней — изъ лекальнаго кирпича на цементѣ съ наружной цементной же штукатуркой. Нижняя часть состоитъ изъ отдѣльныхъ чугунныхъ цилиндрическихъ звеньевъ (толщиною  $1\frac{3}{16}$ "), соединенныхъ ребордами и свинченными болтами. Въ верхней части чугунной отливки сдѣлана широкая реборда съ закраинами для пріятія верхней кирпичной части колодца. Дно колодца заполнено слоемъ бетона толщиною въ 1 метръ. Дно смотровыхъ колодцевъ немного не доходитъ до непроницаемаго слоя глины, что едва ли правильно, такъ какъ при этомъ колодезь не вполне устойчивъ: онъ находится на вѣсу. Въ нижнюю чугунную часть колодца входят водосборныя трубы. Здѣсь онѣ снабжены задвижками со штангами, подымая которыя, можно открыть и задвижку; ихъ назначеніе — промывка трубы. Заперевъ одну изъ задвижекъ и дождавшись сконлешя за нею въ трубѣ воды, разомъ ее открываютъ: хлынувшая въ колодезь вода увлекаетъ съ собою песокъ, занесенный въ сборную трубу. Изъ колодца песокъ извлекается черпаками.

Вода, собранная горизонтальною трубою, стекаетъ въ такъ называемый сборный колодезь (черт. 231—233), сдѣланный изъ кирпича (толщина внизу 3 кирпича, вверху —  $2\frac{1}{2}$ ) на цементномъ растворѣ съ наружной цементной штукатуркой. Діаметръ колодца внизу = 21', затѣмъ суживается до 19,7'; глубина = 37'. Колодезь выолненъ опускнымъ способомъ; нижнее опускное кольцо сдѣлано изъ 6 ря-

довъ буковыхъ досокъ съ желѣзной оковкой и болтами, часть которыхъ проходитъ сквозь кладку на высоту 21'. Дно колодца углублено въ глину и заполнено слоемъ бетона. Поперекъ колодца сдѣлана стѣнка высотой въ 4,5' для удержанія песка отъ попаданія въ забирныя трубы насосовъ. Для указанія уровня воды въ колодцѣ помещенъ поплавокъ соединенный съ указателемъ въ машинномъ зданіи.

На черт. 200—203 показана цементная водосборная труба; ради большей устойчивости ей придана уширенная книзу форма.

### § 47. Нѣкоторыя теоретическія данныя для опредѣленія расхода грунтовыхъ водосборовъ.

Въ главѣ третьей (§ 25), давая общія указанія относительно опредѣленія количествъ воды, могущихъ быть полученными изъ даннаго источника водоснабженія, мы указали, что водный расходъ колодца можетъ быть найденъ съ должной точностью только непосредственнымъ опытомъ. Но тотъ же опытъ можетъ установить для даннаго водоноснаго слоя нѣкоторые практическіе коэффиціенты, при посредствѣ копъ возможно съ пзвѣстнымъ приближеніемъ опредѣлять для этихъ именно условій степень водообилія другихъ колодцевъ, отличныхъ отъ перваго.

Найдя тѣмъ или другимъ путемъ водообиліе одного колодца, можно, изъ количества воды, нужнаго для водоснабженія, опредѣлить и потребное число колодцевъ.

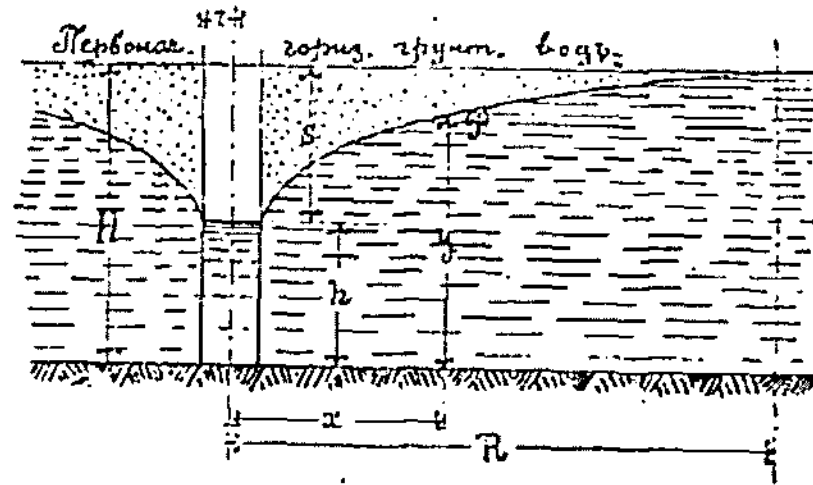
Для опредѣленія путемъ расчета количества  $Q$ , даваемого однимъ колодцемъ (*водообиліе* колодца) положимъ, что поверхность грунтовыхъ водъ горизонтальна, что свойства окружающаго грунта (его водопроницаемость, составъ и пр.) одинаковы со всѣхъ сторонъ колодца, что онъ опущенъ до непроницаемаго пласта и что, наконецъ, стѣнки колодца со всѣхъ сторонъ свободно пропускаютъ воду, т. е. имѣютъ скважины или снабжены отверстиями. Въ этомъ случаѣ притокъ воды къ колодцу будетъ одинаковъ со всѣхъ сторонъ; при откачкѣ воды изъ колодца уровень грунтовыхъ водъ понизится одинаково со всѣхъ сторонъ и въ плоскости разрѣза (по оси колодца—черт. 234) кривая депрессіи приметъ видъ параболы. Количество  $Q$  притекающей въ колодезь воды можетъ быть опредѣлено изъ формулы;

$$Q = y 2x \pi v_x k_1, \dots \dots \dots (A)$$

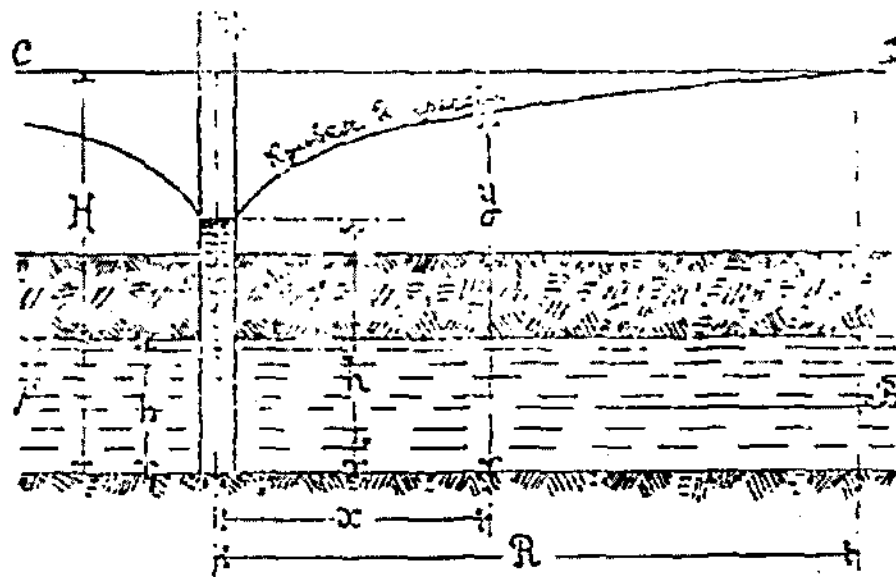
гдѣ  $v_x$  — скорость, съ которою грунтовая вода протекаетъ отъ по-

Снабженіе грунтовой водой.

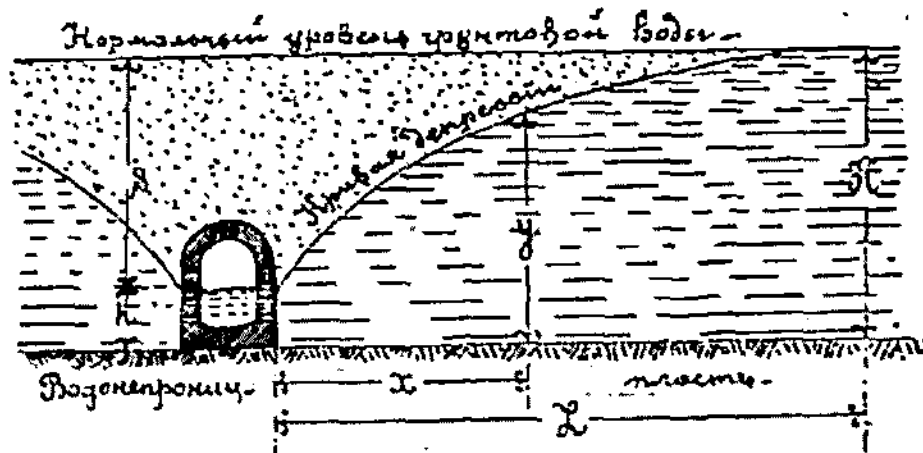
Схемы добыванія грунтовыхъ водъ колодцами  
и галлереями.



Черт. 234. — Схема обыкновеннаго колодца.



Черт. 235. — Схема артезианскаго колодца.



Черт. 236. — Схема галлерей.

верхности мысленно выдѣленнаго въ водоносномъ слое цилиндра, коицентричнаго съ колодцемъ и діаметръ котораго  $= 2x$ , а высота  $= y$ , (см. черт. 234);  $k_1$  — коэффициентъ водопротускной способности грунта водоноснаго слоя.

Этотъ коэффициентъ  $k_1$  есть число, показывающее отношеніе объема свободныхъ поръ (т. е. пространства занятое грунтовой водою) къ полному объему грунта. Величина  $k_1$  можетъ быть найдена опытнымъ путемъ, измѣряя количество воды, нужное для заполиненія пустотъ даннаго грунта. Еслибъ грунтъ состоялъ изъ одинаковыхъ шаровидныхъ зеренъ, то  $k_1$  равнялось бы 0,476; это есть наибольшая предполагаемая величина для  $k_1$ ; обыкновенная величина  $k_1$  колеблется между 0,1 и 0,35.

Согласно изслѣдованіямъ Дарсу скорость протока воды въ грунтѣ (песокъ, гравій и т. п.) увеличивается прямо пропорціонально уклону поверхности грунтовой воды, т. е.  $v = k \cdot I$ , гдѣ  $v$  — скорость теченія,  $k$  — коэффициентъ скорости грунтовой воды, и  $I$  — уклонъ ея поверхности. Величина  $k$  зависитъ отъ свойствъ грунта и приблизительно можетъ быть опредѣлена опытнымъ путемъ, измѣряя скорость  $v$  и соотвѣтственный уклонъ  $I$  (подроб. см. *O. Lueger, Wasserversorgung der Städte*). Величина  $k$  тѣмъ меньше, чѣмъ мельче зерна грунта. Такъ въ песокѣ, средній размѣръ  $d$  зеренъ котораго  $= 0,80$  мм. (обыкновенный песокъ, употребляемый въ фильтрахъ) коэффициентъ  $k = 0,0008$ ; при діаметрѣ зеренъ  $d = 0,25$  мм. коэффициентъ  $k = 0,00025$ ; при  $d = 2$  мм. коэффициентъ  $k = 0,002$ ; въ грубомъ гравіи  $k$  доходитъ до 0,05. (См. Н. К. Чижовъ. — Курсъ водопроводовъ. Литогр. изд., 1898 г., стр. 180).

Слѣдовательно для произвольной точки  $P$ , абсцисса и ордината которой  $= x$  и  $y$  (черт. 234), скорость  $v_x = k \frac{dy}{dx}$ . Подставляя это выраженіе въ формулу (А), имѣемъ:

$$Q = 2\pi xy \frac{dy}{dx} k k_1$$

$$Q \frac{dx}{x} = 2\pi k k_1 y dy$$

$$Q \lg . \text{nat } x = k k_1 y^2 \pi + \text{const.}$$

При  $x = r$  (радіусу колодца) и  $y = h$ :

$$Q . \lg . \text{nat } r = k k_1 h^2 \pi + \text{const.} \quad . . . . . (B)$$

Слѣдовательно:

$$Q \cdot \lg. \text{nat} \frac{x}{r} = k k_1 \pi (y^2 - h^2),$$

или

$$Q = \frac{k k_1 \pi (y^2 - h^2)}{\lg. \text{nat} \frac{x}{r}}.$$

Для предѣльныхъ значений, отвѣчающихъ району дѣйствія разсматриваемаго колодца,  $y = H$  и  $x = R$  имѣемъ:

$$Q = \frac{k k_1 \pi (H^2 - h^2)}{\lg. \text{nat} \frac{R}{r}} = k k_1 \pi \frac{H^2 - (H - S)^2}{\lg. \text{nat} \frac{R}{r}},$$

гдѣ  $S$  — есть пониженіе воды въ колодцѣ.

Это послѣднее уравненіе было впервые выведено Thiem'омъ и Frühling'омъ; его вѣрность была провѣрена опытнымъ путемъ (въ г. Страсбургѣ въ 1875 году). Изъ послѣдняго уравненія видно, что обиліе воды, извлекаемой изъ колодца, увеличивается съ уменьшеніемъ высоты  $h$  (или съ увеличеніемъ глубины  $S$  пониженія уровня воды въ колодцѣ) и съ увеличеніемъ радіуса  $r$  колодца. При насосномъ подъемѣ воды изъ колодца глубина  $S$  пониженія не можетъ быть сдѣлана болѣе предѣльной глубины всасыванія насоса (если самый насосъ не опущенъ въ колодезь); кромѣ того при чрезмѣрно сильномъ увеличеніи  $S$  и количество извлекаемой воды можетъ сдѣлаться столь значительнымъ, что скорость протока воды черезъ отверстія въ стѣнкахъ колодца станетъ черезчуръ большою: частицы грунта станутъ увлекаться съ водою въ колодезь. Если мы вокругъ оси колодца мысленно выдѣлимъ въ водоносномъ слоѣ цилиндръ любого діаметра ( $r$ ), то количество воды, текущей къ колодцу черезъ поверхность этого цилиндра, будетъ связано съ глубиной воды въ колодцѣ ( $h$ ) выраженіемъ (В).

Скорость протеканія воды чрезъ стѣнки цилиндра  $r$

$$v_r = \frac{Q}{2\pi r h \cdot k_1} \dots \dots \dots (C)$$

Слѣдовательно, если практика укажетъ предѣль  $v_r$ , который не должно превосходить, то при помощи этихъ двухъ выраженій можно такъ выбрать радіусъ колодца (= радіусу цилиндра), чтобы его бо-

ковая поверхность имѣла площадь, соотвѣтствующую допускаемой скорости теченія воды въ данномъ грунтѣ. Должно, впрочемъ, замѣтить, какъ это указывалось выше (§ 43), что увеличеніе діаметра колодца (при одинаковомъ  $h$  или  $S$ ) не особенно сильно вліяетъ на увеличеніе количества  $Q$ ; толщина  $H$  водоноснаго слоя вліяетъ здѣсь несравненно больше. Принимая это во вниманіе, оказывается, что въ экономическомъ отношеніи выгоднѣе дѣлать колодцы небольшого діаметра; если же при ихъ устройствѣ получится слишкомъ большая скорость притока воды, вызывающая размытіе грунта, то надо устроить особыя предохранительныя приспособленія—фильтры.

Точному опредѣленію величины  $Q$  изъ приведеннаго выше уравненія мѣшаетъ неизвѣстная величина  $R$ —радіуса района дѣйствія колодца. Къ сожалѣнію пока еще не имѣется достаточно опытныхъ данныхъ для указанія, какъ измѣняется  $R$  въ различныхъ грунтахъ при различныхъ величинахъ коэффиціентовъ  $k$  и  $k_1$  и при различныхъ  $S$ ; во всякомъ случаѣ  $R$  оказывается всегда довольно большимъ и при подсчетахъ величины  $Q$  вообще не слѣдуетъ задаваться малымъ  $R$ . Въ г. Дармштадтѣ при  $S = 7' - 10'$ ,  $R$  оказалось = около  $840' = 120$  саж.; грунтъ состоялъ изъ 22% мелкаго песка съ зернами, діаметромъ  $d = 0,5$  мм., изъ 22% крупнаго песка съ  $d = 0,5$  до 2 мм. и изъ 56% гравія. Въ Берлинѣ при грунтѣ, состоящемъ изъ мелкаго песка,  $R$  оказалось = отъ 110 до 180 саж. въ зависимости отъ глубины  $S$ . Въ Крефельдѣ въ грунтѣ изъ мелкаго песка съ гравіемъ при  $S = 5'$ ,  $R$  оказалось = 60 саж.

Кромѣ разсмотрѣннаго простѣйшаго случая расчета колодца могутъ встрѣтиться и иные гораздо болѣе сложные случаи, какъ напр.:

1) когда дно колодца не доходитъ до непроницаемаго слоя и, слѣдовательно, вода входитъ въ колодезь и черезъ его дно;

2) когда непроницаемый слой и поверхность грунтовой воды наклонны къ горизонту;

3) когда стѣнки колодца водонепроницаемы или имѣютъ отверстія лишь мѣстами, такъ что вода входитъ въ колодезь лишь черезъ дно или лишь въ мѣстахъ, гдѣ сдѣланы отверстія и т. п.

Интересующихся теоретическимъ разрѣшеніемъ этихъ вопросовъ мы отсылаемъ къ сочиненіямъ: *Handbuch der Ingenieurwissenschaften*; 3 Band, 1 Abtl., 2 Hälfte, 1893 и *O. Lueger, Des Wasserversorgung der Städte*, стр. 447 и слѣд. Здѣсь же замѣтимъ только, что въ этихъ

случаяхъ многочисленныя произвольныя предположенія, которыя приходится дѣлать, чтобы установить математическую связь между извѣстными и искомыми величинами, ставятъ всѣ указанныя рѣшенія на весьма шаткую почву. Такъ напр. въ случаѣ, когда уровень грунтовыхъ водъ наклоненъ къ горизонту и когда, слѣдовательно, грунтовая вода имѣетъ свое теченіе, если изъ колодца мы начнемъ откачивать воду, то частицы воды уже не станутъ стремиться въ колодезь со всѣхъ сторонъ равномерно по діаметральнымъ вертикальнымъ плоскостямъ, какъ это было при горизонтальномъ уровнѣ грунтовыхъ водъ. На водныя частицы здѣсь будутъ дѣйствовать двѣ силы: сила откачки, направляющая ихъ къ центру колодца и сила теченія перпендикулярная къ воднымъ горизонталямъ. Совокупность этихъ силъ вызоветъ неполную симметричность депрессионной поверхности: нѣкоторыя частицы воды хотя и уклонятся отъ своего первоначальнаго пути, но минуютъ колодезь. Районъ дѣйствія колодца, будетъ сравнительно малъ внизъ по теченію и длиненъ вверхъ по теченію грунтовой воды. Какъ опредѣлить его границы, въ зависимости отъ свойствъ грунта, степени откачки и пр. и пр. — вопросъ крайне сложный и требующій многихъ гипотезъ.

Разсмотримъ теперь случай устройства артезіанскаго колодца также простѣйшій, именно, когда уровни непроницаемыхъ слоевъ горизонтальны и грунтовая вода не имѣетъ замѣтнаго движенія (черт. 235). (Болѣе сложные случаи рассмотрѣны въ вышеназванныхъ сочиненіяхъ). Положимъ, что изъ водоноснаго слоя  $AB$ , толщина котораго  $= b$ , вода поднялась въ колодезь выше своего первоначальнаго уровня на высоту  $H - b$ . Послѣ откачки воды изъ колодца ея горизонтъ опустился ниже линіи  $CD$ , именно на величину  $H - h$ . При равномерномъ со всѣхъ сторонъ притоку воды въ колодезь (однородность грунта) вся разница съ разобраннымъ выше случаемъ обыкновеннаго колодца будетъ та, что боковая поверхность мысленно выдѣляемаго въ водоносномъ пластѣ кольцеваго цилиндра, черезъ поры котораго притекаетъ къ колодцу вода, будетъ всегда имѣть одинаковую высоту ( $= b$ ) и, слѣдовательно, эта поверхность  $= b \cdot 2x \pi \cdot k_1$ . Такъ какъ по предыдущему скорость  $v_x = k \frac{dy}{dx}$ , то

$$Q = b \cdot 2x \pi \cdot k_1 \cdot v_x = b \cdot 2x \pi \cdot k_1 \cdot k \frac{dy}{dx},$$



откуда: 
$$dy = \frac{dx}{x} \cdot \frac{Q}{2\pi b k \cdot k_1}$$

$$y = \frac{Q}{2\pi b k \cdot k_1} \cdot \lg. \text{ nat } x + \text{const.}$$

При  $x = r$  высота  $y = h$ , следовательно

$$\text{const} = h - \frac{Q}{2\pi b k \cdot k_1} \cdot \lg. \text{ nat } r;$$

подставляя это значеніе, получаемъ:

$$y = \frac{Q}{2\pi b k k_1} \cdot \lg. \text{ nat } \frac{x}{r} + h$$

$$Q = \frac{2\pi b k k_1 (y - h)}{\lg. \text{ nat } \frac{x}{r}}.$$

Если обозначить через  $R$  разстояніе (отъ оси колодца), на которомъ кривая депрессіи должна была бы слиться съ напорнымъ горизонтомъ, т. е. при которомъ приблизительно  $y = H$ , то:

$$Q = \frac{2\pi b k k_1 (H - h)}{\lg. \text{ nat } \frac{R}{r}} \dots \dots \dots (D)$$

Изъ этого уравненія видно, что количество воды, даваемое артезианскимъ колодцемъ, прямо пропорціонально пониженію  $(H - h)$  уровня воды; значить, понижая уровень, можно получать все большія количества, однако это послѣднее не должно никогда быть больше количества, притекающаго къ колодцу, и скорость притока воды въ колодезь не должна быть слишкомъ велика во избѣжаніе размыва грунта.

Горизонтальныя водосборныя галлерей должны быть устроены такъ, чтобы перехватывать возможно большую часть притекающей грунтовой воды; поэтому:

1) они располагаются обыкновенно перпендикулярно къ направлению теченія грунтовыхъ водъ, врѣзаясь, если возможно, дномъ въ водонепроницаемый слой;

2) сѣченіе галлерей должно быть достаточно большимъ для свободнаго протока всего количества извлекаемой воды, и

3) галлерей должна быть снабжена достаточнымъ числомъ отверстій, чтобы скорость протока черезъ нихъ воды не вліяла на размываніе грунта около галлерей.

Разсмотримъ наиболее простой случай устройства водосборной галлерей, когда ея дно лежитъ на водонепроницаемомъ слоѣ, грунтъ водоноснаго слоя однороденъ и уровень грунтовой воды горизонталенъ (черт. 236). (См. А. Frühling — стр. 200, Lueger — стр. 447, Чижевъ—стр. 178). При откачиваніи воды изъ галлерей горизонтъ грунтовыхъ водъ понижается и въ сѣченіи перпендикулярномъ оси галлерей получается *линія депрессіи* имѣющая видъ нѣкоторой кривой, болѣе или менѣе сложнаго и неправильнаго очертанія.

Если принять однако предположенія, указанные выше, для колодцевъ относительно однородности грунта и пропорціональности скорости уклону, легко выводимаго изъ условій

$$Q = b \cdot y \cdot v_x \cdot k_1$$

и

$$v_x = k \frac{dy}{dx},$$

аналогичныхъ съ указанными выше для колодцевъ, то высота уровня воды  $y$  на разстояніи  $x$  отъ галлерей можетъ быть опредѣлена въ этомъ предположеніи изъ уравненія параболы

$$y^2 = h^2 + \frac{2Qx}{k \cdot k_1 b},$$

гдѣ:  $b$ —длина галлерей,  $Q$ —количество притекающей воды,  $k$ —коэффициентъ скорости движенія грунтовой воды, и  $k_1$ —коэффициентъ водопротускной способности грунта водоноснаго слоя; остальные обозначенія видны изъ черт. 236.

Изъ приведеннаго уравненія параболы слѣдуетъ, что:

$$Q = \frac{k k_1 b (y^2 - h^2)}{2x}$$

и для предѣловъ:  $y = H$  и  $x = L$

$$Q = \frac{k \cdot k_1 b (H^2 - h^2)}{2L} = \frac{k \cdot k_1 b (H + h) S}{2L}$$

гдѣ  $L$ —разстояніе отъ галлерей до точки сліянія кривой депрессіи съ нормальнымъ горизонтомъ грунтовыхъ водъ и  $S$ —глубина пониженія грунтовой воды. Послѣднее уравненіе пригодно въ случаѣ притока воды съ одной стороны галлерей; въ случаѣ притока съ двухъ сторонъ, количество  $Q$  будетъ вдвое больше. Иныя, болѣе

сложныя уравненія для случаевъ, когда дно галлерен лежитъ выше непроницаемаго слоя, когда уровеньъ грунтовыхъ водъ или непроницаемаго слоя не горизонталенъ и т. п., здѣсь не приведены, вслѣдствіе ихъ довольно значительной теоретичности. Интересующіеся могутъ найти подробности въ упомянутомъ сочиненіи *O. Lieger'a* — *Die Wasserversorgung der Städte* (стр. 129 и 447).

Для горизонтальныхъ водосборовъ, какъ и для вертикальныхъ, только непосредственный опытъ можетъ дать рѣшающія указанія. Нужно сдѣлать пробную галлерею и найти откачиваніемъ необходимыя для точнаго опредѣленія водообилія данныя.

Вслѣдствіе пониженія уровня грунтовыхъ водъ по мѣрѣ приближенія къ галлерей и площадь живаго сѣченія грунтовой воды уменьшается, а слѣдовательно увеличивается скорость притока воды; наибольшая скорость будетъ передъ самымъ входомъ въ галлерею. *Для предупрежденія размыва при этомъ грунта (и засоренія галлерей) полезно увеличивать здѣсь проводимость грунта, окружая галлерею около входныхъ отверстій щебнемъ или гравіемъ.* Для той же цѣли, чтобы вода, входя черезъ отверстія въ стѣнкахъ галлерей, не имѣла скорости, при которой частицы грунта могли бы увлекаться внутрь галлерей, необходимо сдѣлать достаточно большую общую площадь сѣченія всѣхъ отверстій данной галлерей. Если на пробномъ, опытномъ участкѣ галлерей выяснилось, что грунтъ начинаетъ размываться, когда выкачивается въ сутки  $q$  куб. единицъ воды, входящей въ галлерею черезъ общую площадь  $\omega$  всѣхъ отверстій, сдѣланныхъ въ ея стѣнкѣ, то значитъ предѣльная секундная скорость притока грунтовой воды  $= v = \frac{q}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot \omega}$ . Полученная такимъ образомъ скорость  $v$  (рѣдко менѣе 2—3 мм. въ 1 секунду) можетъ быть положена въ основу дальнѣйшихъ расчетовъ. Прежде всего слѣдуетъ а priori задаться размѣрами и формой отверстій въ стѣнкѣ галлерей и ихъ расположеніемъ. Положимъ, что длина каждой щели  $= a$ , ея ширина  $= l$  и что на одномъ погонномъ футѣ галлерей такихъ отверстій приходится  $n$ . Тогда (конечно при достаточномъ обиліи воды  $\cong Q$  куб. един. въ сутки) искомая длина  $N$  галлерей, обуславливающая не слишкомъ быстрый протокъ воды, должно быть

$$N \cong \frac{Q}{v \cdot a \cdot l \cdot n \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \text{ погон. футъ.}$$

## § 48. Добываніе воды изъ ключей.

*Ключи* — суть водосливы, чрезъ которые подземныя, грунтовыя воды изливаются на поверхность земли.

Часто они вытекаютъ въ естественный резервуаръ большей или меньшей величины, въ коемъ развивается богатая водная растительность. Гораздо рѣже ключи вытекаютъ въ скалистыхъ чистыхъ, свободныхъ отъ растительности руслахъ.

Обыкновенно также ключи вытекающіе въ какомъ-либо мѣстѣ образуютъ неправильную группу водныхъ потоковъ разной силы и величины. Поэтому для полученія изъ ключей воды для снабженія населеннаго пункта или станціи въ большинствѣ случаевъ необходимо произвести особыя работы и сдѣлать спеціальныя устройства съ цѣлью *захвата* или *каптажа* водъ и огражденія ихъ отъ загрязненія органическими веществами отъ водныхъ растений и т. п.

*Захватныя работы* (travaux de captage) заключаются въ разысканіи естественныхъ подземныхъ струй, въ ихъ обособленіи, въ направленіи ихъ теченій и въ собираніи ихъ расхода. Если ключи мало обильны, простая *дренажная труба* достаточна для указанной цѣли; когда объемъ доставляемой воды болѣе значителенъ—дѣлаютъ *горизонтальную галлерею*; наконецъ, когда нужно собрать вмѣстѣ расходъ группы ключей или нѣсколькихъ трубъ или галлерей, то уетраиваютъ *камеру* или *бассейнъ* (ключевой колодезь).

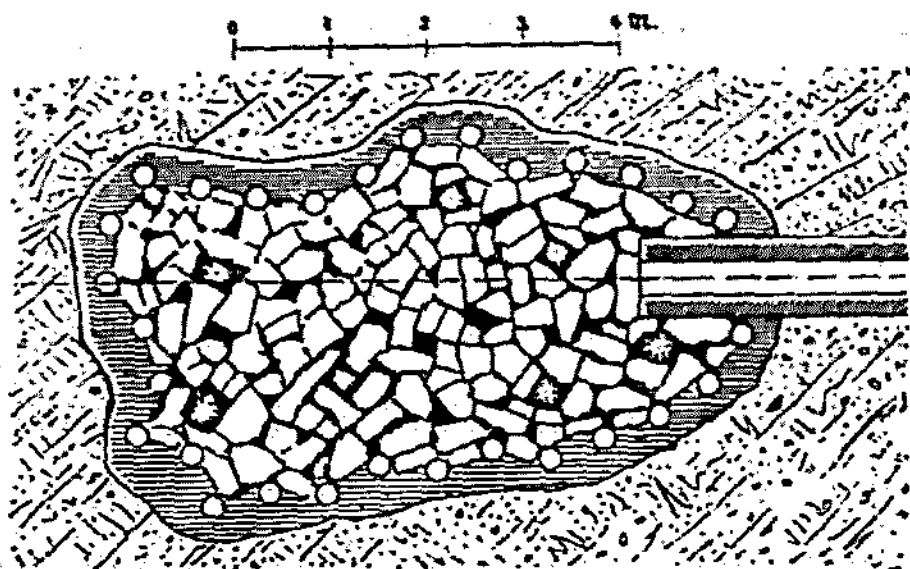
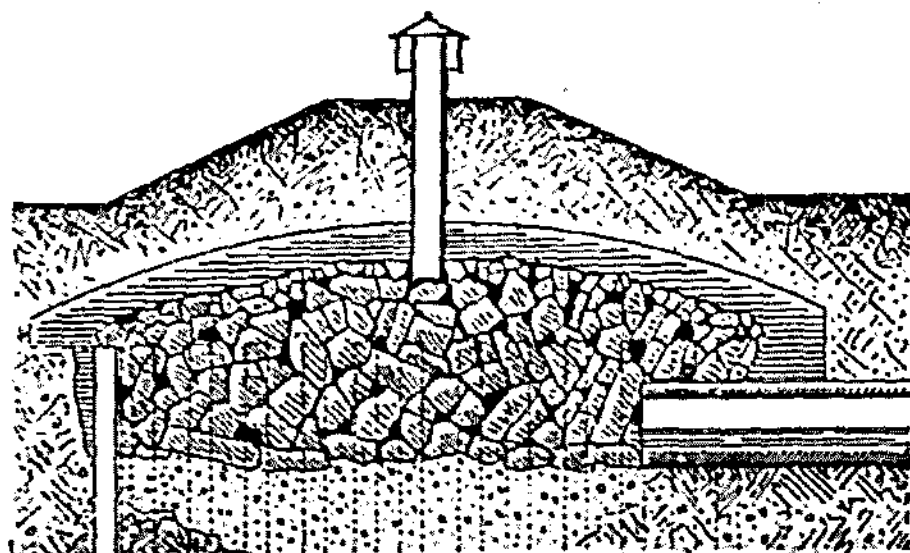
Когда ключъ вытекаетъ изъ скалы, въ ней часто дѣлаютъ штольни по направленію потока, чтобы захватить его возможно дальше отъ поверхности и вывести наружу и тѣ струи, которыя отклонялись въ стороны и уходили по расщелинамъ скалы въ иныя мѣста.

Если ключъ вытекаетъ на склонѣ холма, то по горизонтали склона укладываютъ дренажную трубу или дѣлаютъ галлерею съ непроницаемой стѣнкой со стороны долины и проницаемой со стороны холма.

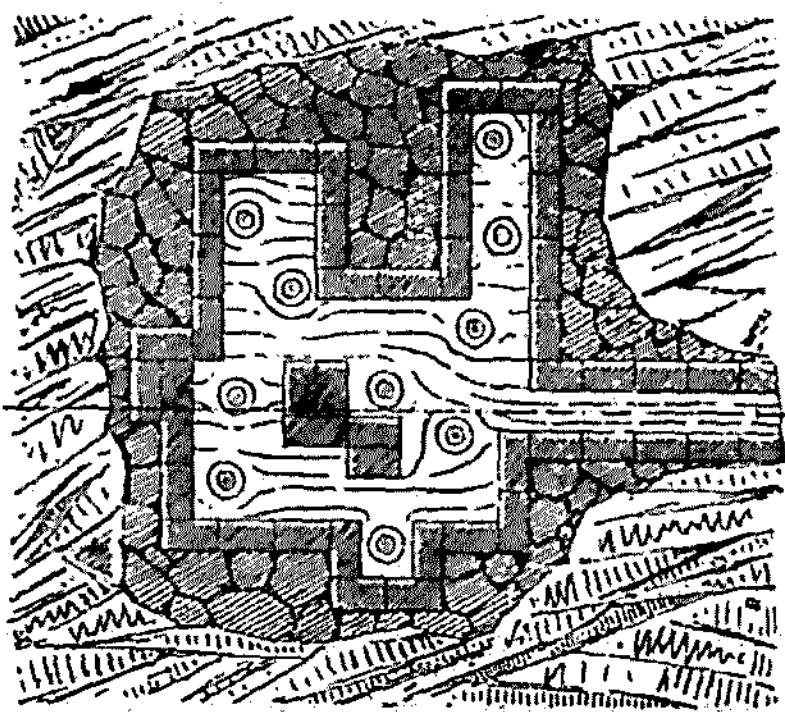
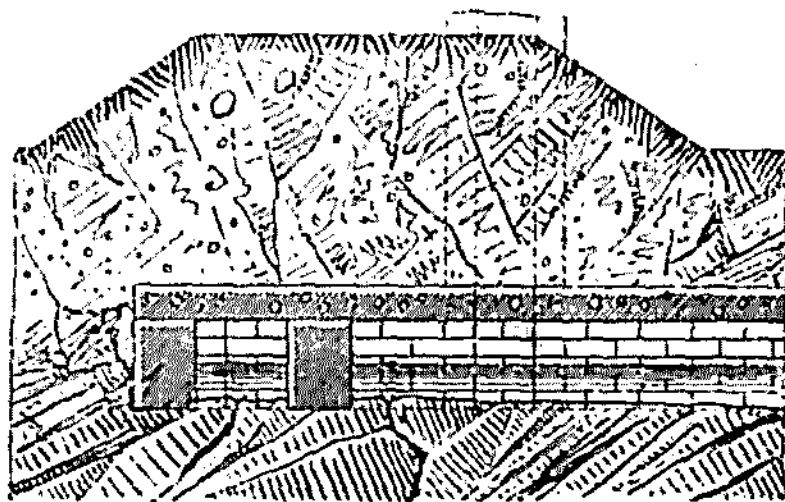
Въ тѣхъ случаяхъ, когда ключи поднимаются вертикальными струями изъ глубины почвы, ихъ окружаютъ стѣнками, образующими крытыя или открытыя камеры или бассейны. Когда мелкіе ключи обнаружены въ большомъ числѣ на значительной площади, ихъ воды собираютъ посредствомъ цѣлой системы дренажныхъ трубъ.

Искусство *захвата* или *каптажа* ключей относится къ глубо-

Снабженіе ключевой водой.



Черт. 237 и 238.

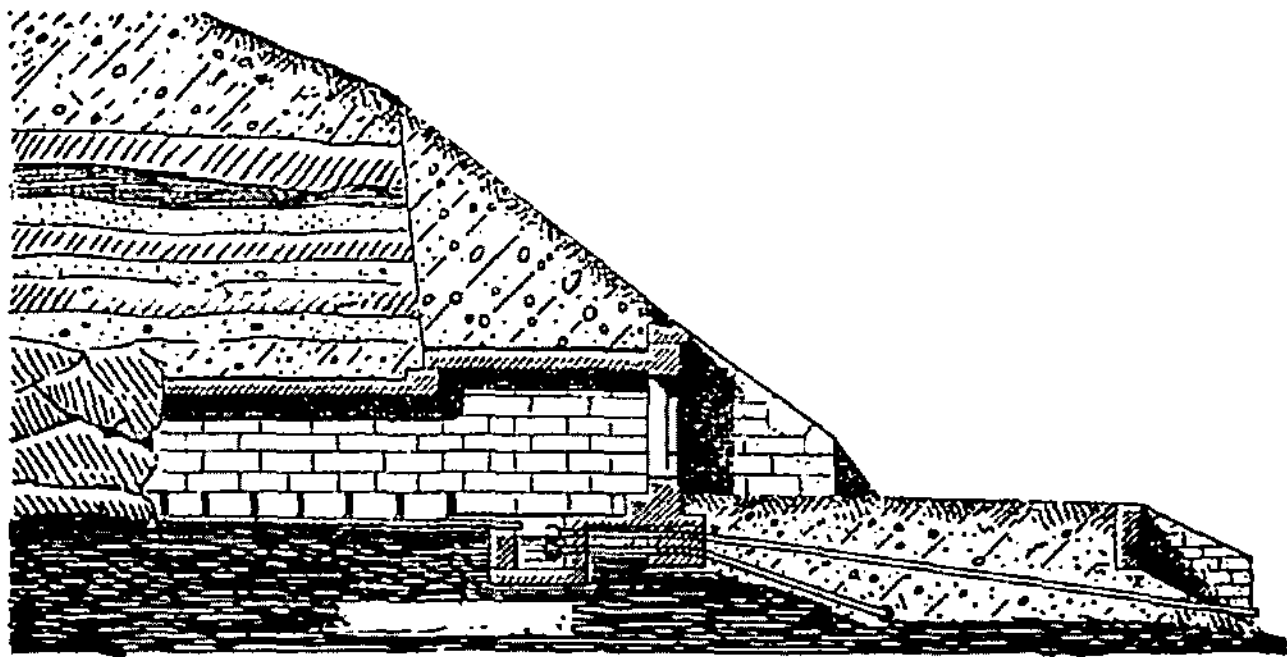


Черт. 239 и 240.

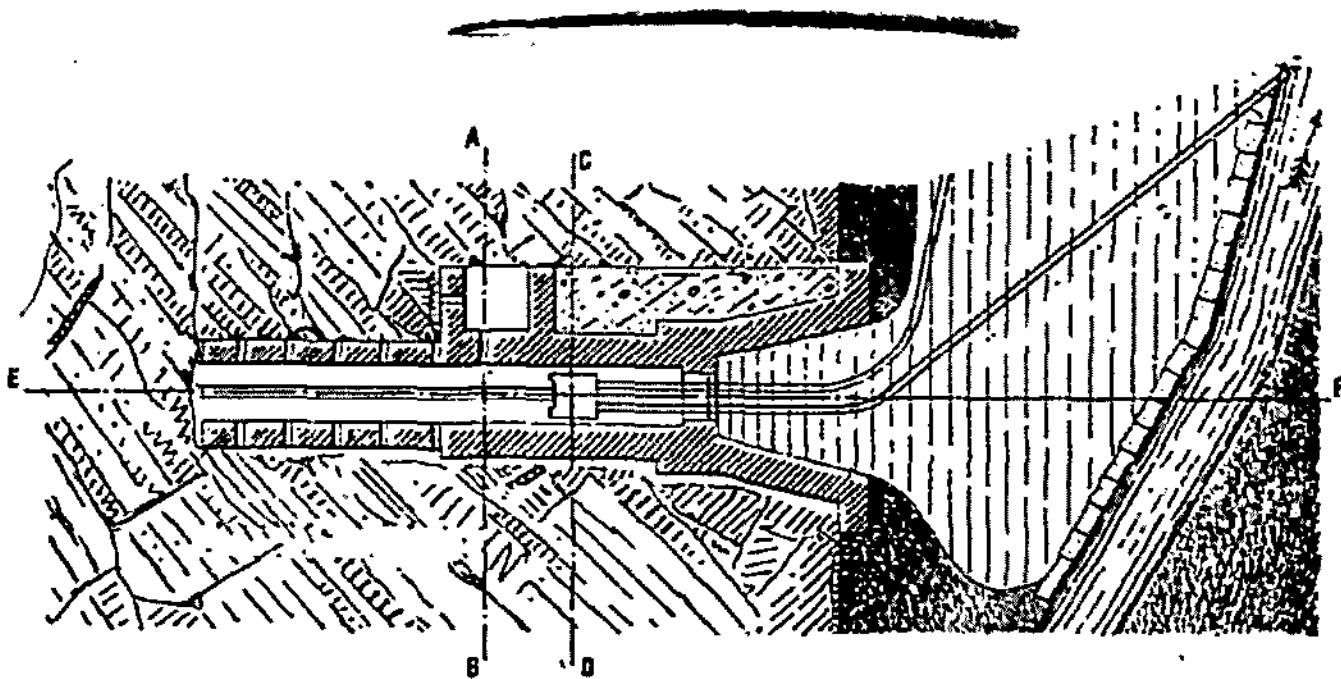
Черт. 237 и 238. — Простѣйшій видъ захватнаго сооруженія для поднимающихся ключей. Ключи обнесены свайнымъ рядомъ. Посрединѣ каменная наброска; вокругъ и сверху водонепроницаемый материалъ. Для отвода воды—гончарная или иная труба. (Lueger).

Черт. 239 и 240.—Захватное сооруженіе для поднимающихся ключей изъ кирпичныхъ стѣновъ, перекрытыхъ общей бетонной крышкой. (Lueger).

Снабженіе ключевой водой.



Черт. 241.



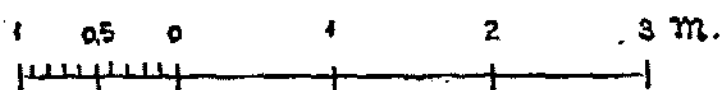
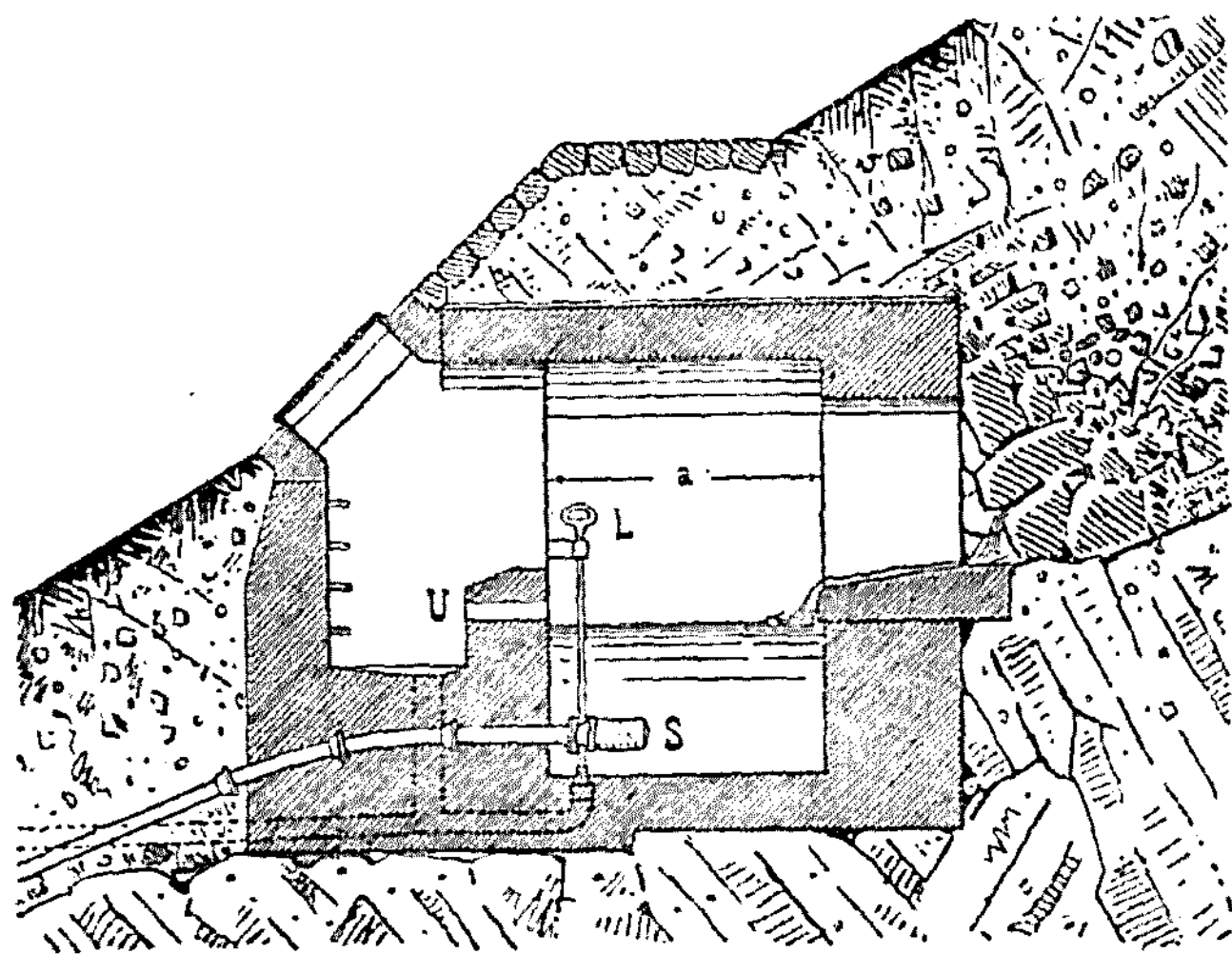
Черт. 242.

Захватное сооруженіе въ Heidelberge близъ Штуттгардта.

(Масштабъ  $\frac{1}{150}$ ).

Для захвата устроена короткая штольня, дно которой идетъ по непроницаемому для воды слою мергеля. Вода входитъ изъ окружающаго штольню скалистаго грунта черезъ многочисленныя отверстія, оставленныя въ стѣнахъ штольни, и собирается въ кюветъ, откуда идутъ отводныя трубы. Онѣ по выходѣ за предѣлы штольни наклонены внизъ, чтобы идти далѣе на достаточной глубинѣ а быть ниже горизонта промерзанія грунта. Верхняя труба чертежа 241 и правая чертежа 242 — есть водосливная (холостая), служащая для выпуска избытка ключеваго расхода въ близъ текущій ручей; другая труба— водоотводная, идетъ къ мѣсту водоснабженія (Lieser).

Снабженіе нлючевой водой.



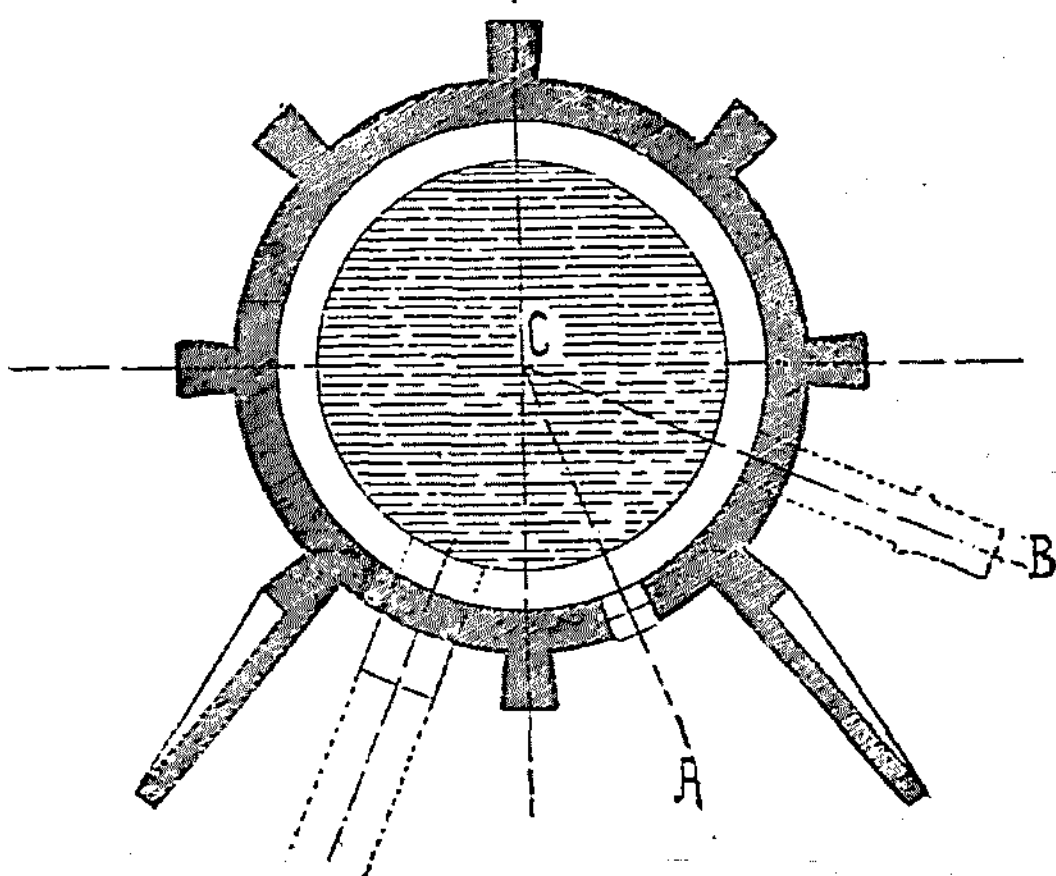
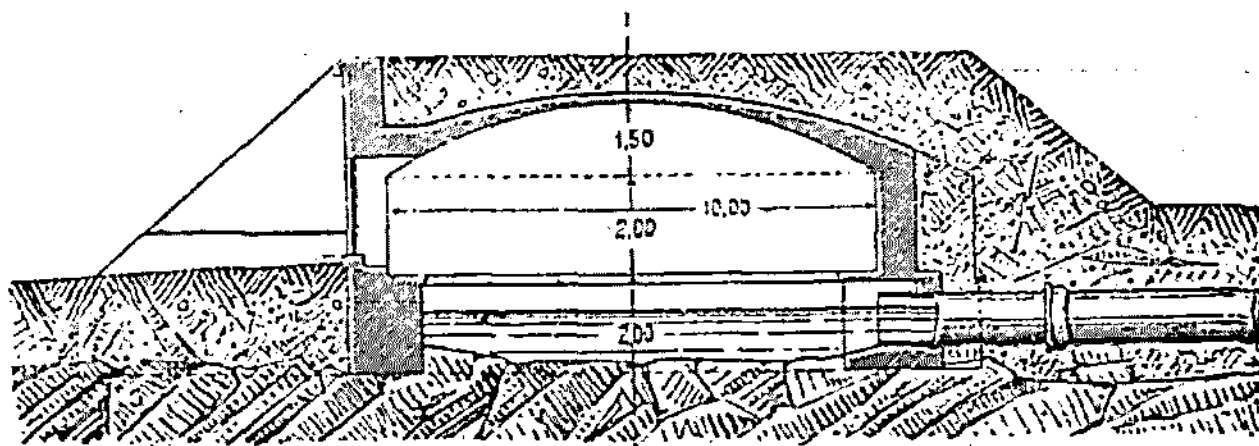
Черт. 243.

Ключевой колодезь небольшихъ размѣровъ для захвата  
ниходящихъ боковыхъ ключей.

Это камера изъ каменной кладки съ отверстіемъ для впуска ключа и лазомъ для осмотра и чистки. *U* — водосливъ, не позволяющій горизонту воды подняться выше извѣстнаго предѣла; сливающаяся вода отводится въ сторону; *L* — рукоятка затвора водоспуска, служащаго для опорожненія (при очисткѣ и ремонтѣ) колодца; *S* — сѣтчатый наконечникъ трубы, отводящій воду къ мѣсту потребленія. Дверь лаза иногда двойная, если опасаются морозовъ.

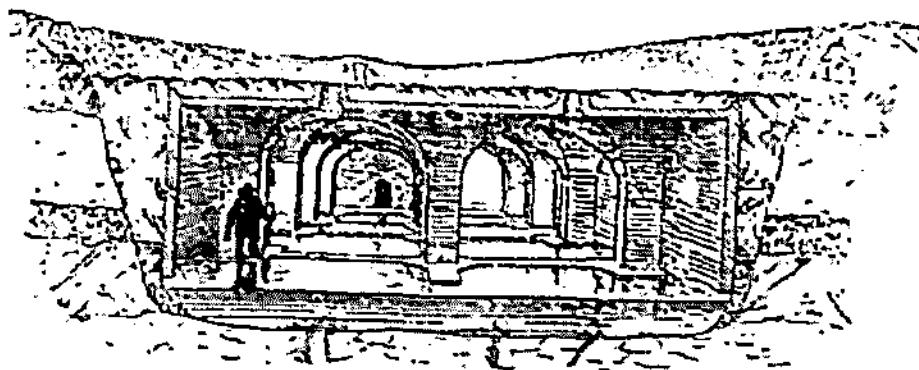
Снабженіе нлючевой водой.

Водоснабженіе города Парижа.



Черт. 244 245.—Захватное еоруженіе для выходящихъ ключей источника Армептиеге въ грунтѣ Ваппе.

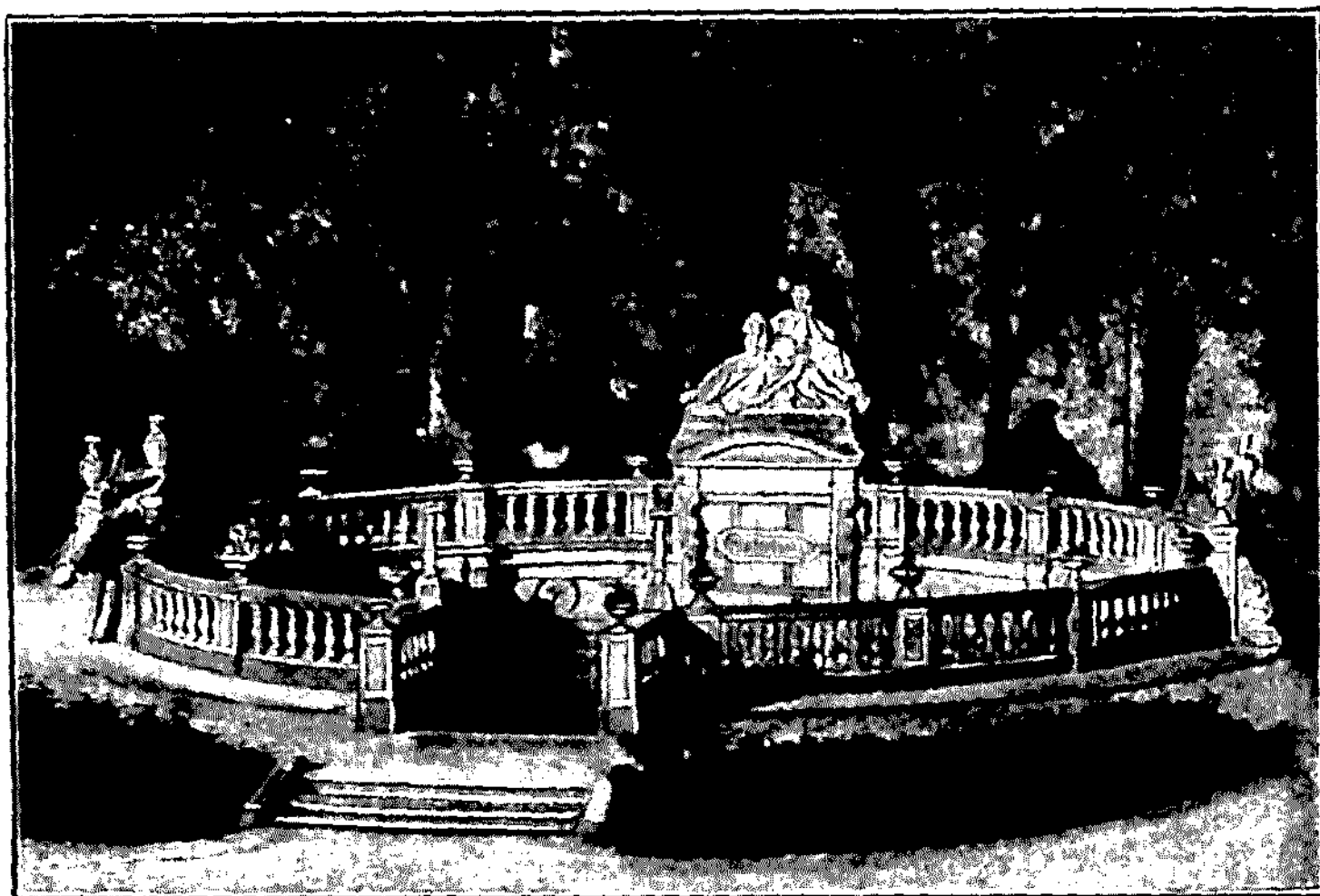
Цилиндрическіе бездонные резервуары діаметромъ въ 10 м. съ каменными стѣнами и сводомъ. Контрфорсы для противодѣйствія распору свода. Входная дверь ведетъ на внутреннюю галерею-балконъ, обходящую вокругъ всего резервуара. Водоотводная (для водопроводныхъ цѣлей) труба показана въ *В*. Другая пунктиромъ обозначенная труба—водоспускная. Водосливной трубы нѣтъ.



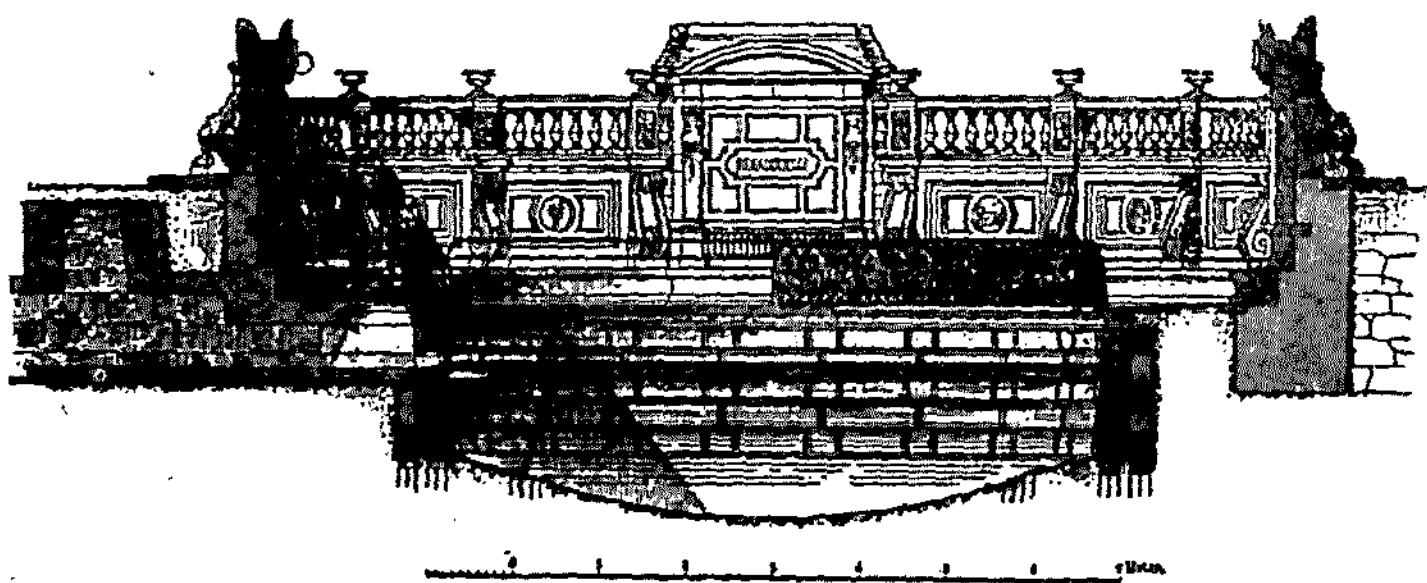
Черт. 246.—Захватное сооруженіе ключа Вите де Сегилли (см. первоначальный видъ ключа на чертежѣ 89). Захватное сооруженіе представляетъ собой грандіозную камеру со сложными сводчатыми покрытіями.



Снабженіе ключевой водой.



Черт. 247.



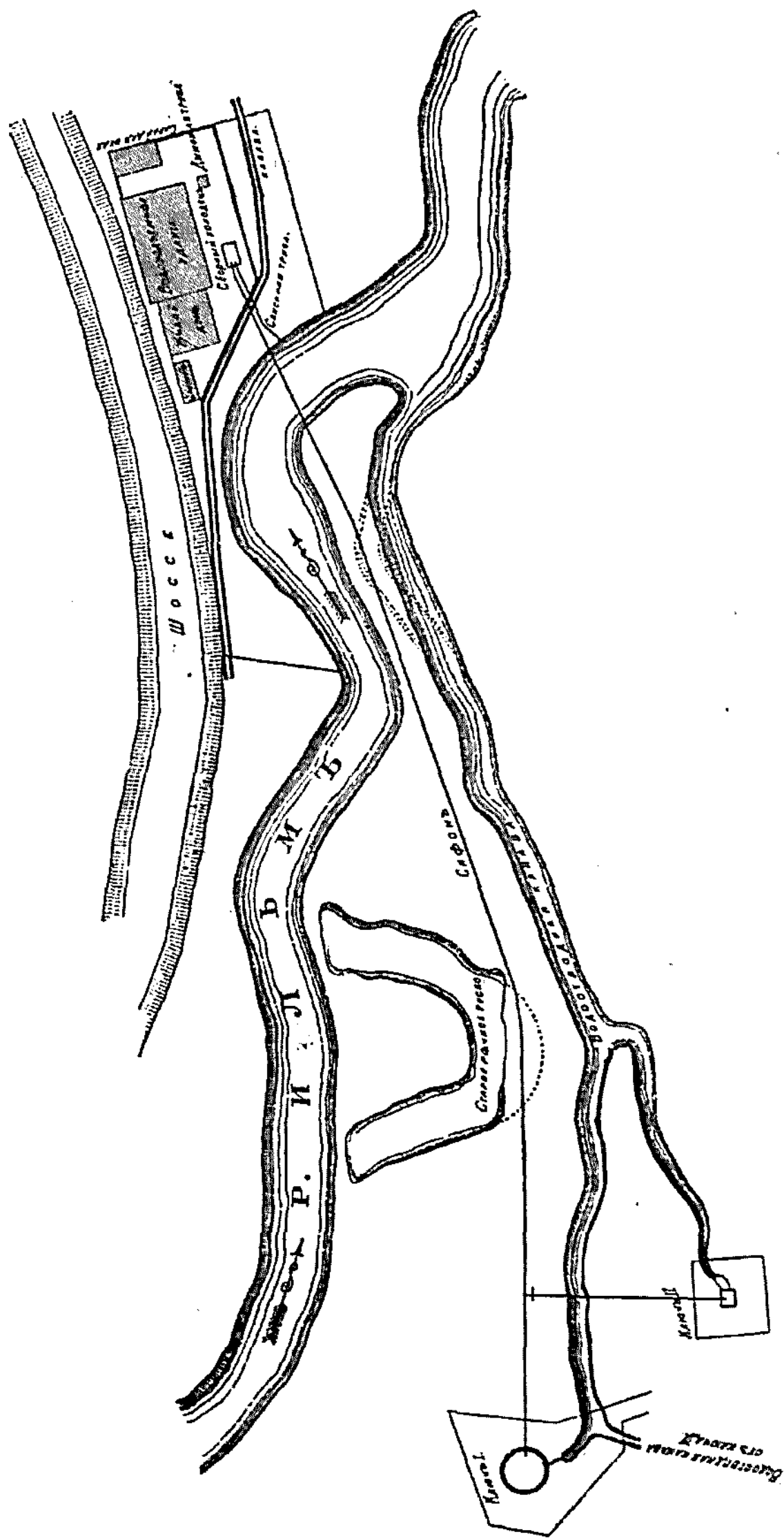
Черт. 248.

Видъ и разрѣзъ захватнаго колодца ключа въ Вонааешинген,  
въ Шварцвальдѣ.

Ключъ этотъ неправильно называютъ истокомъ рѣки Дуная, который  
въ дѣйствительности является результатомъ сліянія рѣкъ Brigach и Bregge.

Снабженіе ключевой водой.

Водоснабженіе города Веймара.



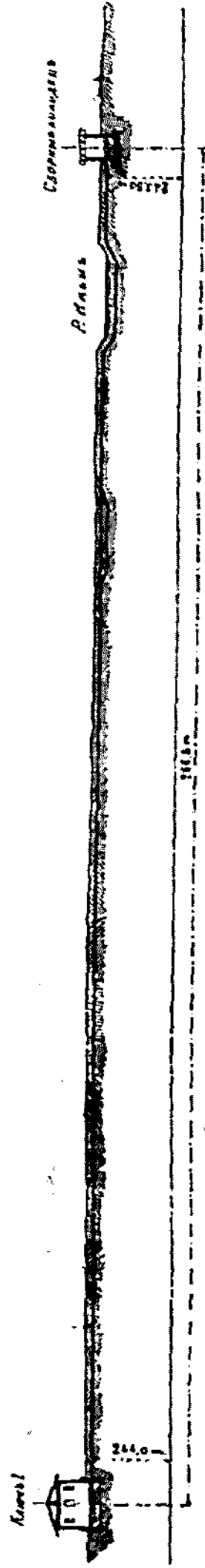
Черт. 249.

Общій планъ расположенія водосборныхъ сооружений и водоподъемнаго зданія.

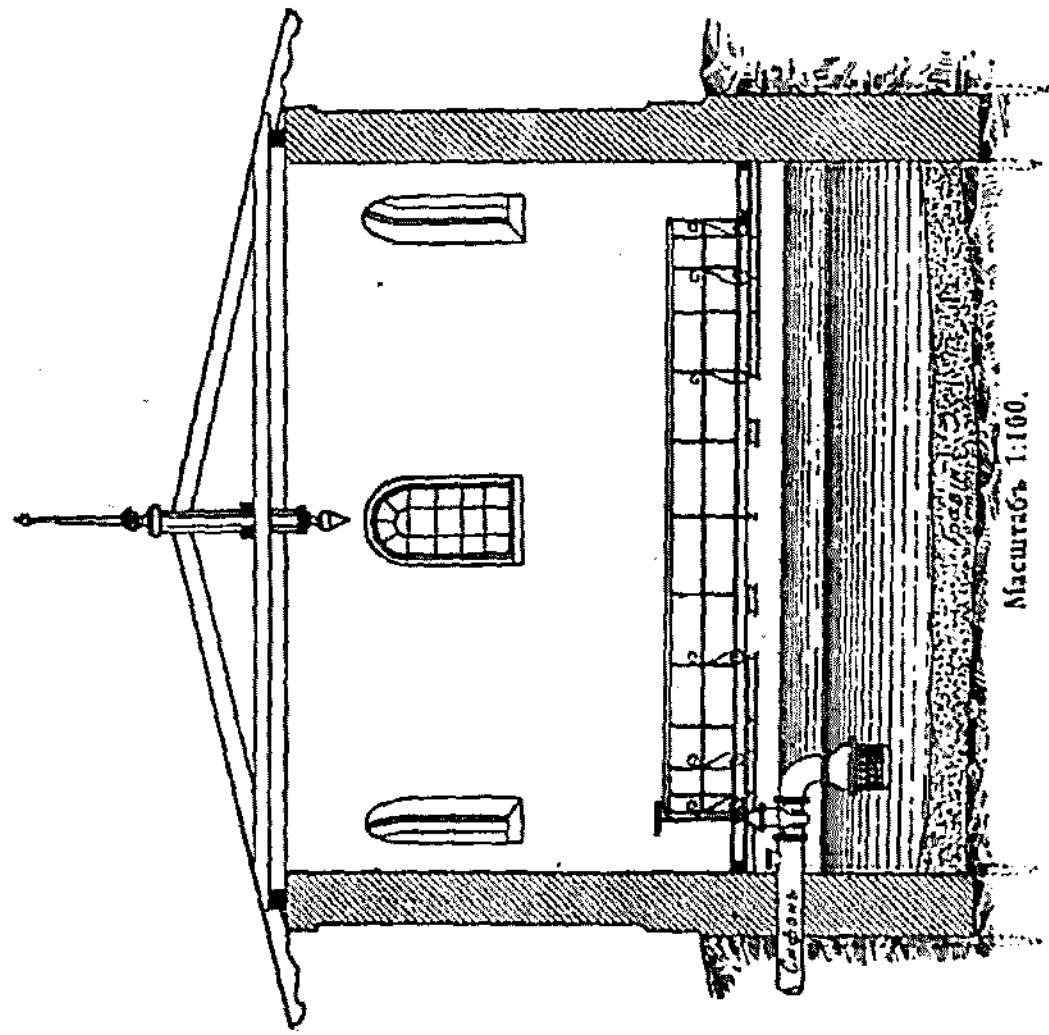
Масштабъ  $1/2200$ . (Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. Сооруж.).

Снабженіе ключевой водой.

Водооонабженіе города Веймара.

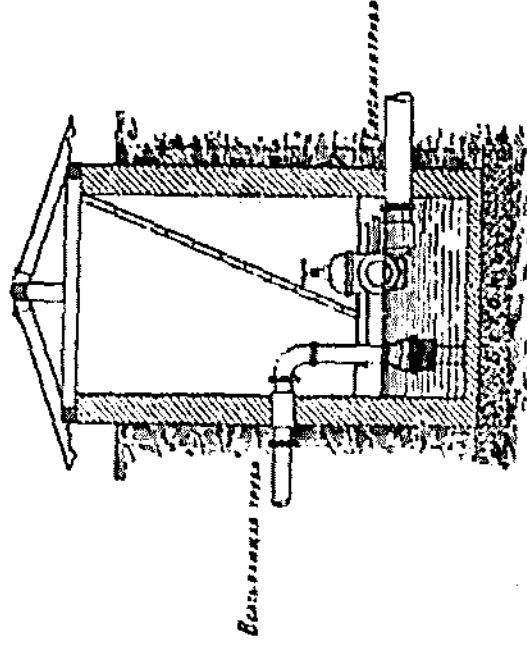


Черт. 250. — Продольный профиль сифона.



Черт. 251. — Ключевой колодезь № 1.

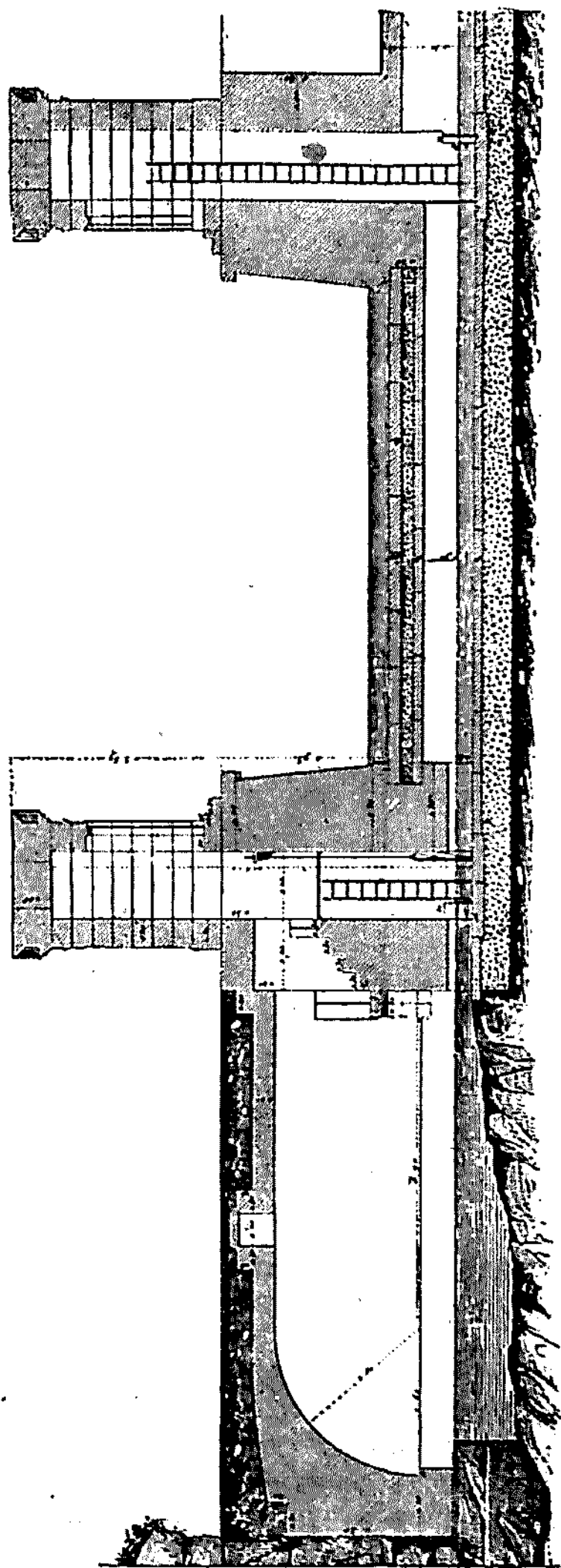
(Ф. Е. Макоименко, Атл. Водопр. Сооруж.).



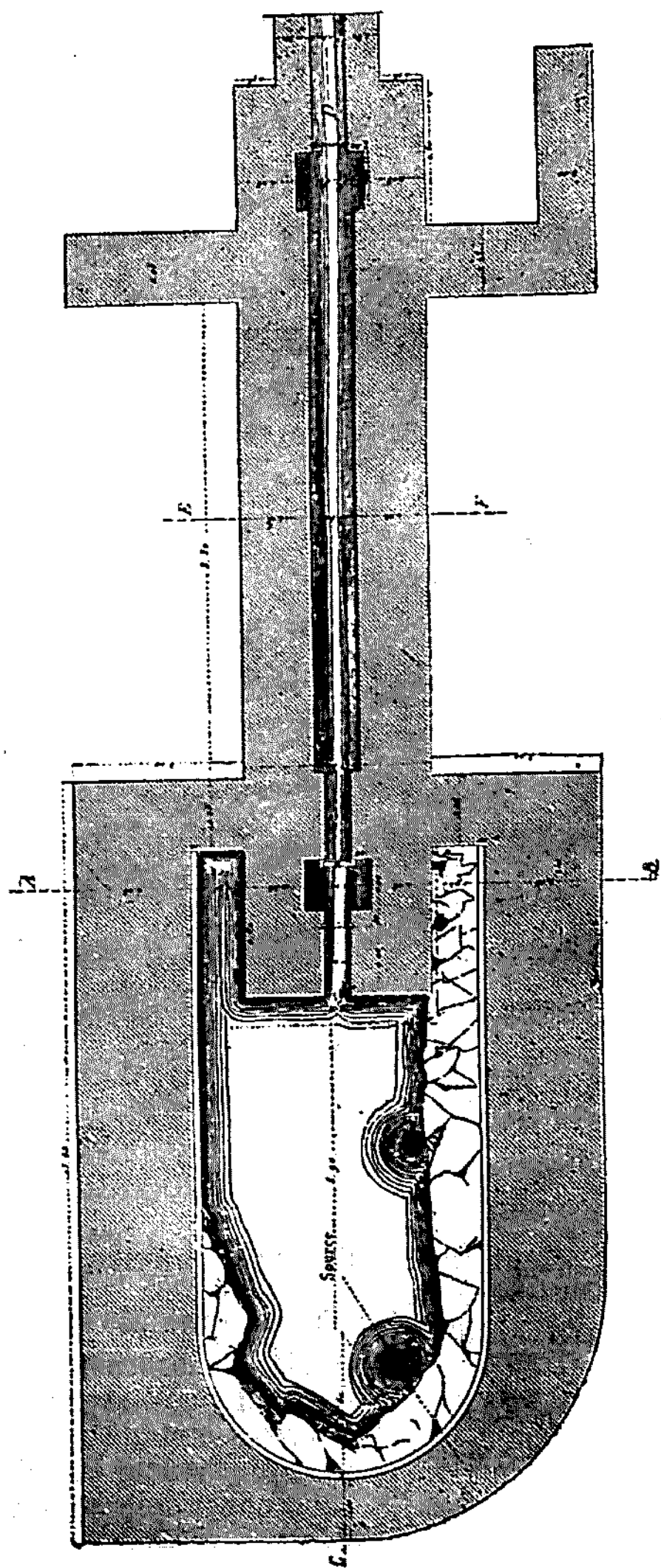
Черт. 252. — Сборный колодезь, куда вода ключей проведена сифонами и откуда она накачивается машинами въ городѣ.

Снабженіе ключевой водой.

Водоснабженіе города Дижона.

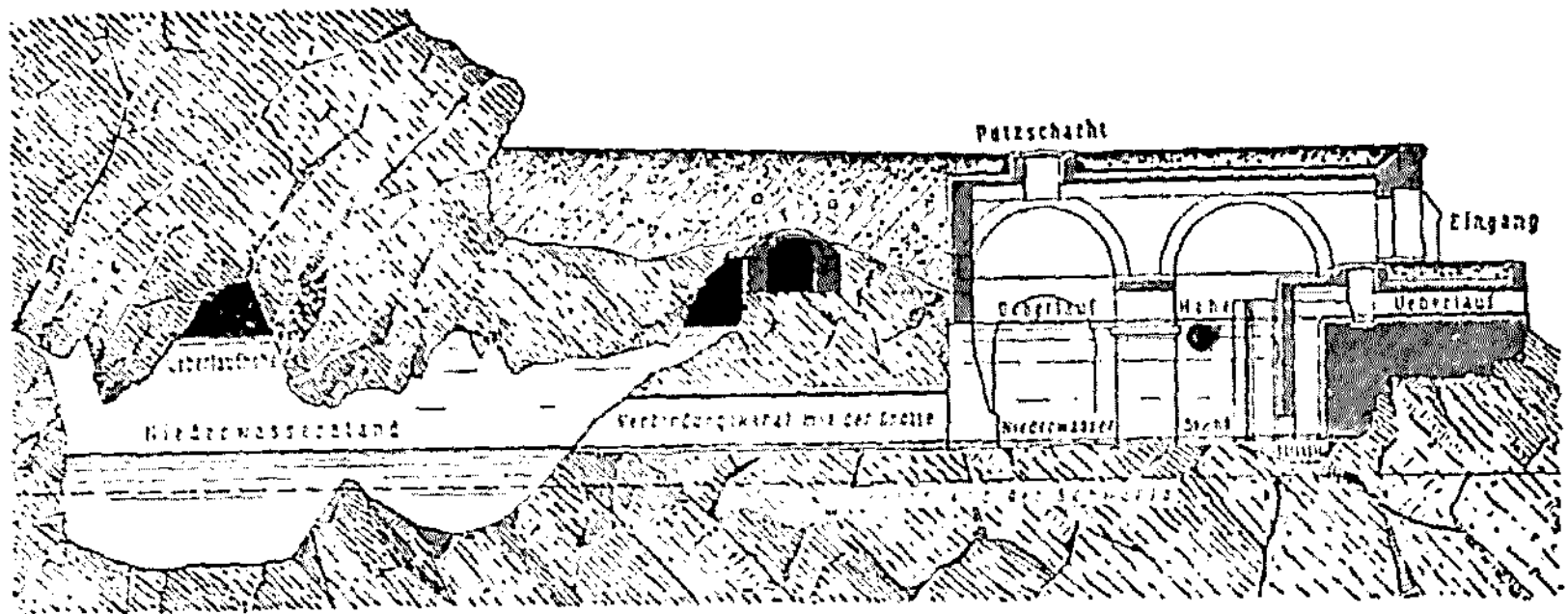


Черт. 253. Вертикальный разръзъ захватнаго сооруженія ключа Rosoir.

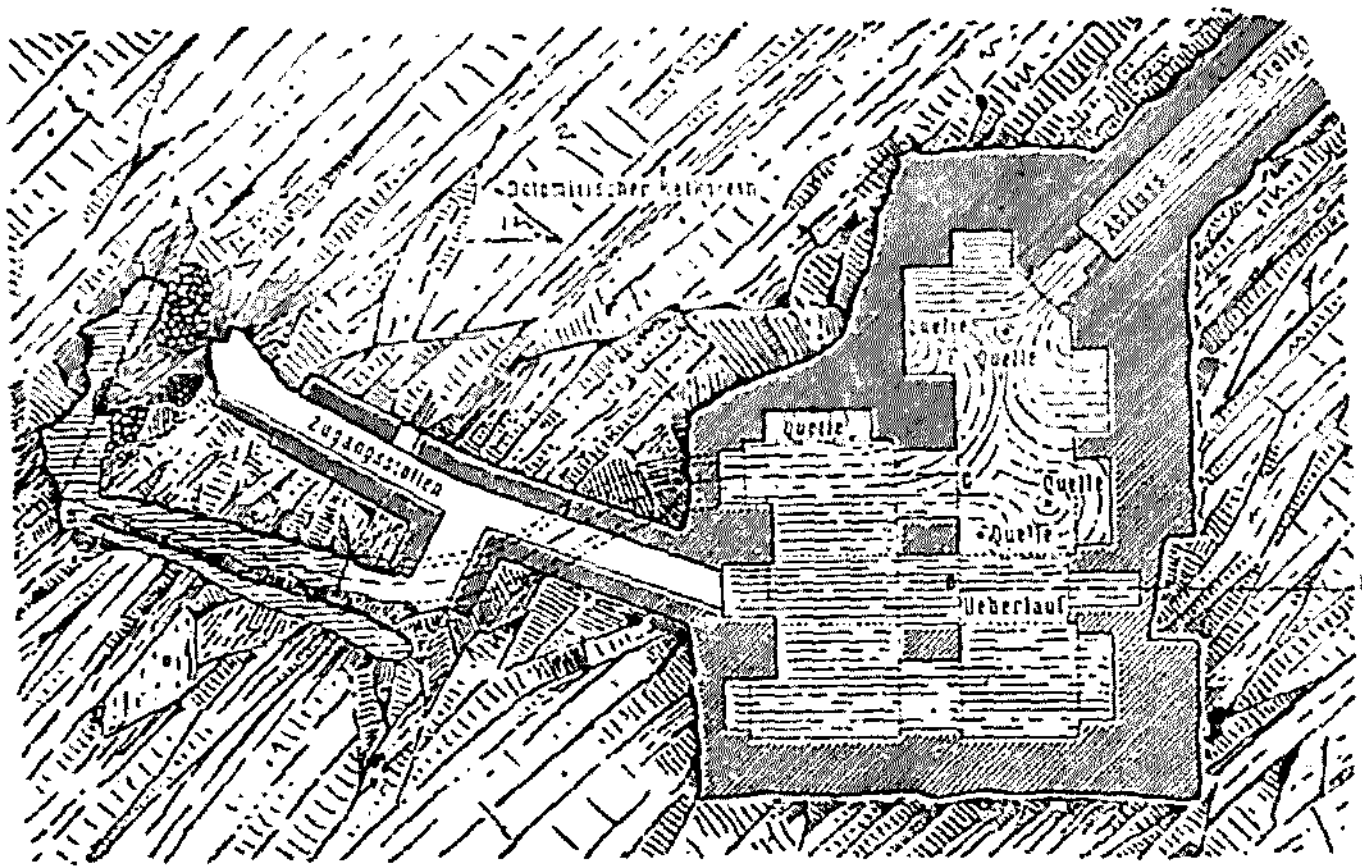


Черт. 254. Планъ захватнаго сооруженія ключа Rosoir (Darcy—Les fontaines publiques de Dijon).

Водоснабженіе города Вѣны.



Черт. 255. — Продольный разрѣзъ сооруженія для захвата ключа Kaiserbrunnen.



Черт. 256. — Планъ сооружеиія для захвата ключа Kaiserbrunnen.

Примѣчаніе къ черт. 251—256:

Ueberlauf—водосливъ.

Ueberlaufhöhe—горизонтъ водослива.

Niederwasserstand—горизонтъ низкихъ водъ.

Verbindungskanal mit der Grotte—каналъ соединяющій захватное сооруженіе съ пещерой, въ которую втекаетъ много ключей.

Eingang—входъ.

Putzschacht—лазъ для очистки.

Zugangstollen—галлерей для осмотра.

Quelle—ключъ.

Abflusstollen—галлерей для стока воды (акведукъ).

кой древности. Римляне отличались въ этомъ отношеніи большимъ умѣньемъ. Въ наше время примѣры *захватныхъ* сооружений крайне многочисленны. Нѣкоторыя изъ нихъ представляются весьма замѣчательными какъ по трудностямъ, съ которыми пришлось бороться инженеру, такъ и по лучевнымъ результатамъ. Таковы, между прочимъ, захватныя сооружения ключевыхъ водопроводовъ Вѣны, Парижа и др. (см. черт. 237—256). Предоставляя разсмотрѣть и усвоить подробности устройства какъ этихъ исключительныхъ по величинѣ захватныхъ сооружений, такъ и захватныхъ сооружений меньшихъ размѣровъ, изъ чертежей, укажемъ здѣсь лишь нѣкоторыя общія условія, которымъ должны удовлетворять такія сооружения. Они должны быть защищены:

- отъ умышленнаго загрязненія людьми,
- » попытокъ къ отводу воды,
- » загрязненія поверхностными водами, пылью и т. п.,
- » загрязненія насѣкомыми и животными вообще,
- » развитія въ нихъ растительности,
- » вторженія въ нихъ подземныхъ водъ иного худшаго качества.

Въ этихъ видахъ захватныя сооружения дѣлаются преимущественно крытыя, защищенныя отъ свѣта, но доступныя вентиляціи; ихъ стѣны опускаются до непроницаемаго грунта, они окружаются водоотводными канавами, горизонтъ ключевой воды держится выше горизонта почвенныхъ водъ, наконецъ, вокругъ ключей пріобрѣтается возможно большая площадь земли, которая является охранительной *зоной*, недоступной для постороннихъ лицъ и для животныхъ.

Водѣ даютъ, обыкновенно, возможность сливаться въ отводный каналъ или трубу тонкимъ слоемъ изъ верхнихъ, наиболѣе чистыхъ частей воднаго запаса.

Вмѣстѣ съ тѣмъ принимаются мѣры для періодической очистки ключесборныхъ сооружений отъ грязи, для чего устраиваются *каналы и отверстія у дна камеръ* (донные водоспуски), а иногда дѣлаются особыя *камеры для собиранія осадковъ* (осадочные колодцы).

При захватѣ ключей необходимо такъ рассчитать размѣры дренажныхъ трубъ, галлерей, водосливовъ, донныхъ водоспусковъ и пр., чтобы водоснабженіе было обезпечено во всякое время и для максимальной потребности. Очень полезно имѣть въ захватныхъ сооруженияхъ приспособленіе для опредѣленія расхода воды (баки, щиты,

водосливы), помѣщенное такимъ образомъ, чтобы пользованіе имъ было всегда просто и легко и не требовало большого времени.

Каптажъ ключей имѣетъ особенное значеніе въ дѣлѣ собиранія минеральныхъ лечебныхъ водъ. Устраиваемыя при этомъ сооруженія въ общемъ сходны съ описанными выше. Нѣкоторое отличіе въ деталяхъ устройства обусловливается относительно малымъ расходомъ минеральныхъ ключей и большею стоимостью ихъ воды.

• Не входя въ подробности мы отсылаемъ читателя къ спеціальнымъ трактатамъ и въ томъ числѣ по отношенію къ русскимъ минеральнымъ водамъ къ замѣчательному сочиненію инженерера *Leon Dru* — *Rapport sur les eaux minérales du Caucase* (Paris. 1884, in fol. 121 стр.—55 таблицъ чертежей).

## ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

### Общее расположеніе водопроводныхъ сооруженій и устройства для проведенія ВОДЫ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 49. Классификація водопроводовъ.—§ 50. Примѣры расположенія сооруженій въ водопроводахъ.—§ 51. Трубопроводы.—§ 52. О расчетѣ размѣровъ чугунныхъ трубъ.—§ 53. Акведуки-каналы.—§ 54. Переходъ чрезъ долины (мосты-акведуки и сифоны).—§ 55. Производство работъ по устройству акведуковъ и укладкѣ трубъ.—§ 56. Приборы трубопроводовъ.—§ 57. Способы подъема воды.—§ 58. Противопожарные водопроводы.—§ 59. Приспособленіе существующихъ водопроводовъ къ тушенію пожаровъ.

#### § 49. Классификація водопроводовъ.

Водопроводы обыкновенно раздѣляются на двѣ большія группы. *водопроводы съ естественными уклонами или гравитационные*, гдѣ вода приводится въ движеніе только силой тяжести, и *водопроводы съ искусственнымъ напоромъ или насосные* водопроводы, въ которыхъ вода перемѣщается по трубамъ при участіи насосовъ или помпъ.

Водопроводы первой категоріи, въ которыхъ вода движется *самотокомъ* безъ помощи нагнетанія или т. п., могутъ быть съ свободной поверхностью потока въ видѣ каналовъ или трубчатые съ напоромъ (естественнымъ).

Водопроводы второй категоріи должны быть трубчатые. Насосы обыкновенно приводятся въ дѣйствіе паромъ. Въ немногихъ случаяхъ они приводятся въ дѣйствіе гидравлической силой. Это имѣетъ чаще мѣсто для небольшихъ водоснабженій, въ ~~такихъ~~ *такихъ* условіяхъ гидравлическій таранъ можетъ быть примѣняемъ обыкновенно съ успѣхомъ.

*Гравитационные* водопроводы въ полномъ составѣ должны имѣть слѣдующія составныя части:



1) водосборный резервуаръ высокаго уровня или иной источникъ (напр. ключъ) высокаго уровня съ отстойнымъ бассейномъ (если нужно) для освобожденія воды отъ болѣе крупной и тяжелой мути;

2) фильтры для окончательной очистки воды;

3) уравнительный резервуаръ близъ водосборнаго или осадочнаго, или, если есть подходящее высокое мѣсто, уравнительный (напорный) резервуаръ (водоемъ) близъ города или въ самомъ городѣ, — предназначенный для храненія запаса чистой воды и уравниванія расхода воды въ сѣти;

4) распредѣлительную сѣть трубъ.

*Насосные водопроводы* состоятъ изъ тѣхъ же сооруженій, что и гравитаціонные, но здѣсь источникъ водоснабженія не долженъ быть непременно выше снабжаемаго города, вслѣдствіе чего группировка сооруженій можетъ быть иная и болѣе разнообразная.

Такъ напримѣръ возможны слѣдующіе болѣе элементарные случаи.

А. Случай, когда возможно устроить уравнительный резервуаръ на естественной возвышенности или танкъ на башнѣ; тогда составъ сооруженій можетъ быть такой:

1) водопріемникъ низкаго уровня;

2) одинъ или нѣсколько отстойныхъ бассейновъ;

3) фильтры;

4) насосная станція;

5) уравнительный резервуаръ на высокомъ мѣстѣ или танкъ на башнѣ;

6) распредѣлительная сѣть трубъ.

В. Если, нельзя найти удобнаго высокаго мѣста для уравнительнаго резервуара и, если при этомъ не признается возможнымъ устроить водонапорную башню съ танкомъ, то сооруженія могутъ быть расположены слѣдующимъ образомъ:

1) пріемникъ низкаго уровня;

2) одинъ или нѣсколько отстойныхъ бассейновъ;

3) фильтры;

4) запасный резервуаръ низкаго уровня;

5) насосная станція; дѣйствующая непосредственно въ

6) распредѣлительную сѣть трубъ.

Если пріемникъ воды изъ источника водоснабженія находится

на такомъ изкомъ уровнѣ, что вода не можетъ пройти подъ дѣйствіемъ тяжести чрезъ отстойные бассейны и фильтры, то приходится имѣть еще одну насосную станцію непосредственно у водоприемника. Тогда получаютъ слѣдующія двѣ комбинаціи сооружений, соотвѣтствующія приведеннымъ выше (А) и (В):

- С. 1) приемникъ низкаго уровня;  
2) насосная станція;  
3) отстойные бассейны;  
4) фильтры;  
5) главная насосная станція;  
6) уравнительный резервуаръ высокаго уровня;  
7) распредѣлительная сѣть трубъ.
- Д. 1) Приемникъ низкаго уровня;  
2) насосная станція;  
3) отстойные бассейны;  
4) фильтры;  
5) запасный резервуаръ низкаго уровня;  
6) главная насосная станція;  
7) распредѣлительная сѣть трубъ.

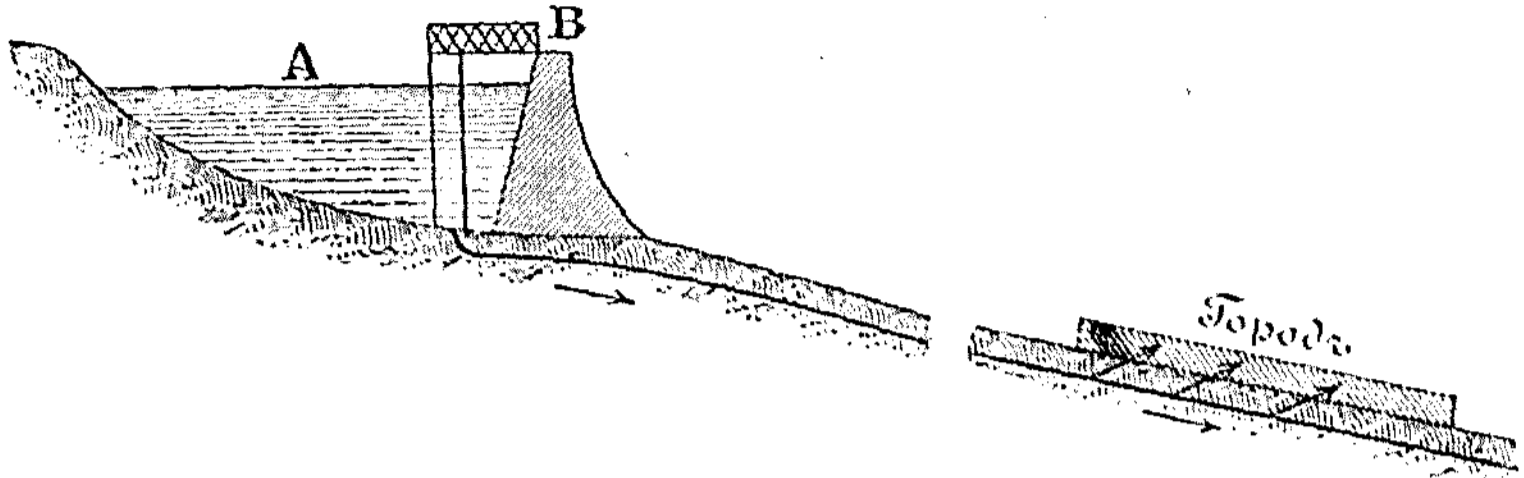
Приведенные примѣры далеко не исчерпываютъ всѣхъ случаевъ практики. Иногда водопроводы не имѣютъ всѣхъ поименованныхъ здѣсь сооружений, напримѣръ отсутствуютъ отстойные бассейны или фильтры и т. п. Иногда мѣстныя условія вызываютъ особую комбинацію сооружений.

Поэтому, вообще, не можетъ быть указано такихъ схемъ расположенія сооружений, которыя охватывали бы собою всѣ случаи. Въ точномъ соотвѣтствіи съ характеромъ и положеніемъ источника водоснабженія, положеніемъ города, ихъ взаимнымъ разстояніемъ способами провода воды и т. д., инженеръ долженъ въ каждомъ частномъ случаѣ искать такое расположеніе сооружений, и ихъ составъ который, обезпечивая вполнѣ потребность города въ водѣ надлежащаго количества, въ то же время было бы но возможности наименьшимъ по первоначальной стоимости и стоимости эксплуатаціи.

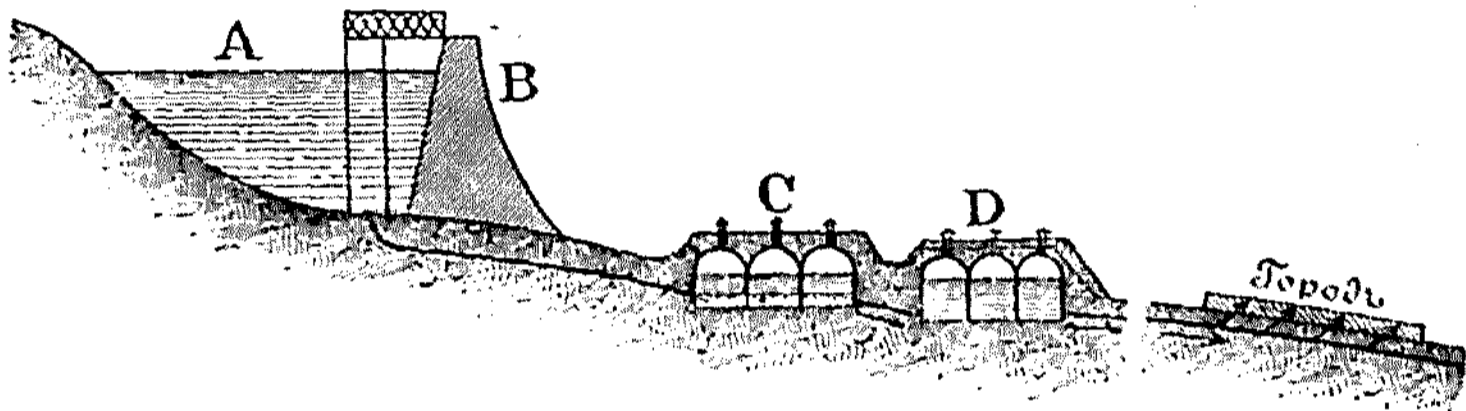
Въ числѣ другихъ задачъ необходимо поэтому заботиться о возможномъ использованіи естественныхъ уклоновъ и не затрачивать механической силы тамъ гдѣ передвиженіе воды возможно силой тяжести.

Общее расположение сооружений въ водопроводахъ.

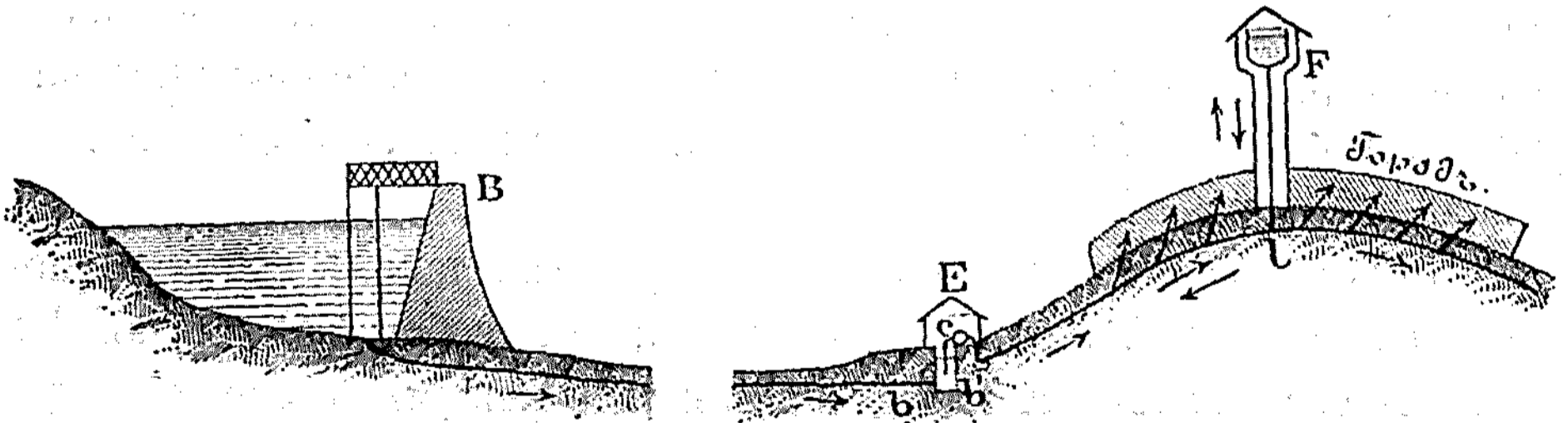
Водоснабженіе изъ водохранилищъ.



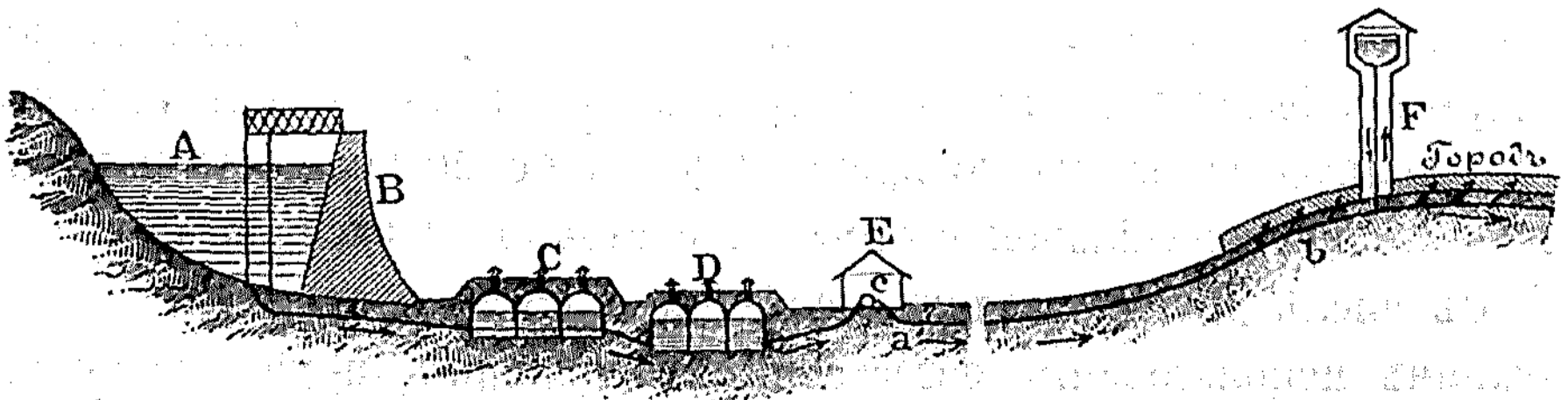
Черт. 258. — Снабженіе города, лежащаго ниже водохранилища, водой, не требующей предварительной очистки.



Черт. 259. — Снабженіе города, лежащаго ниже водохранилища, водой, требующей предварительной очистки.

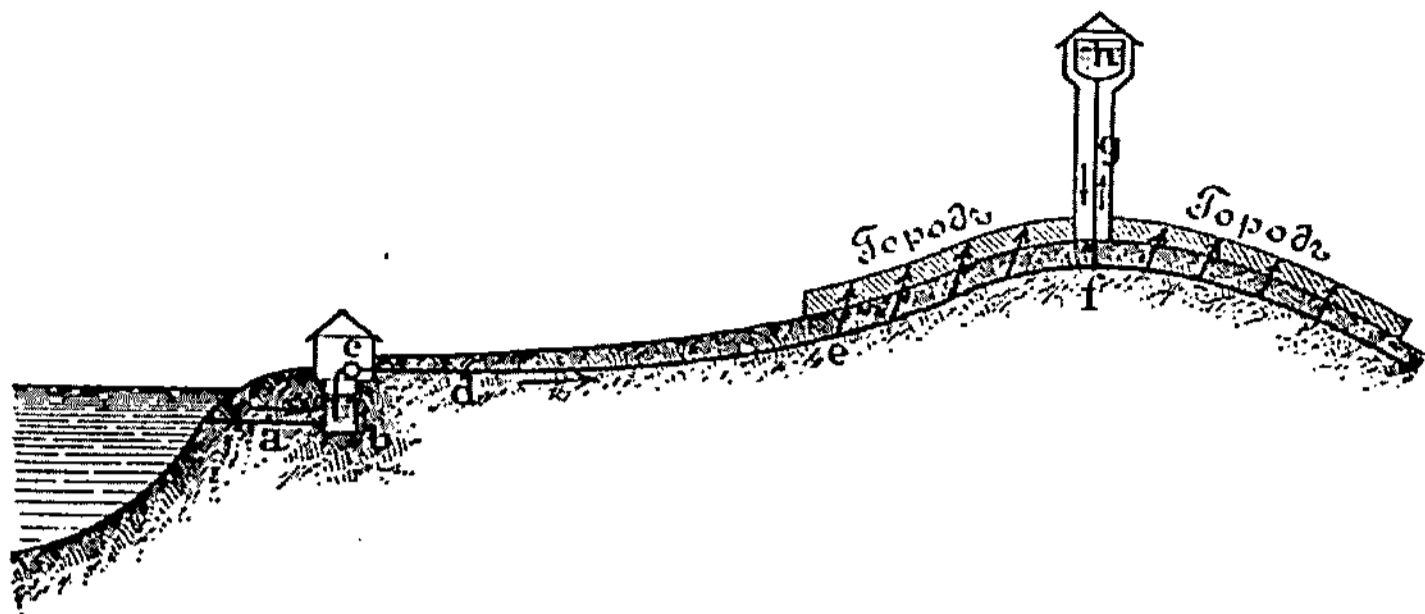


Черт. 260. — Снабженіе города, лежащаго выше водохранилища, водой, не требующей предварительной очистки.

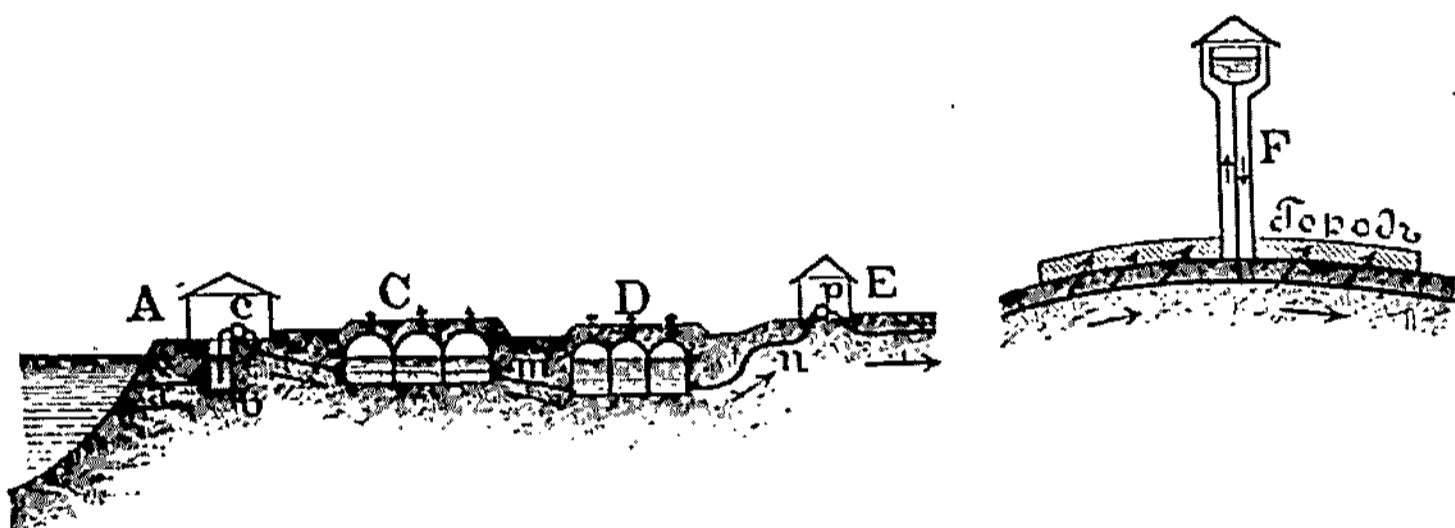


Черт. 261. — Снабженіе города, лежащаго выше водохранилища, водой требующей предварительной очистки.

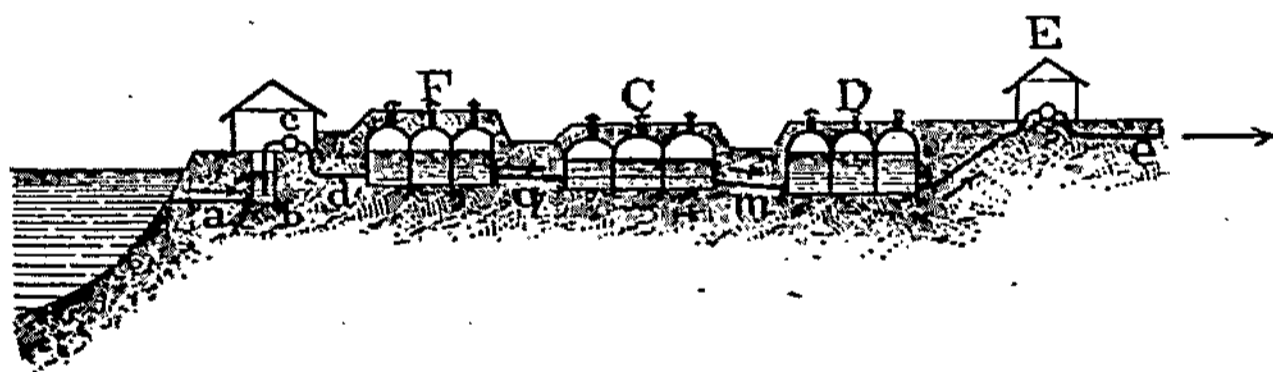
Водоснабженіе изъ рѣкъ и озеръ.



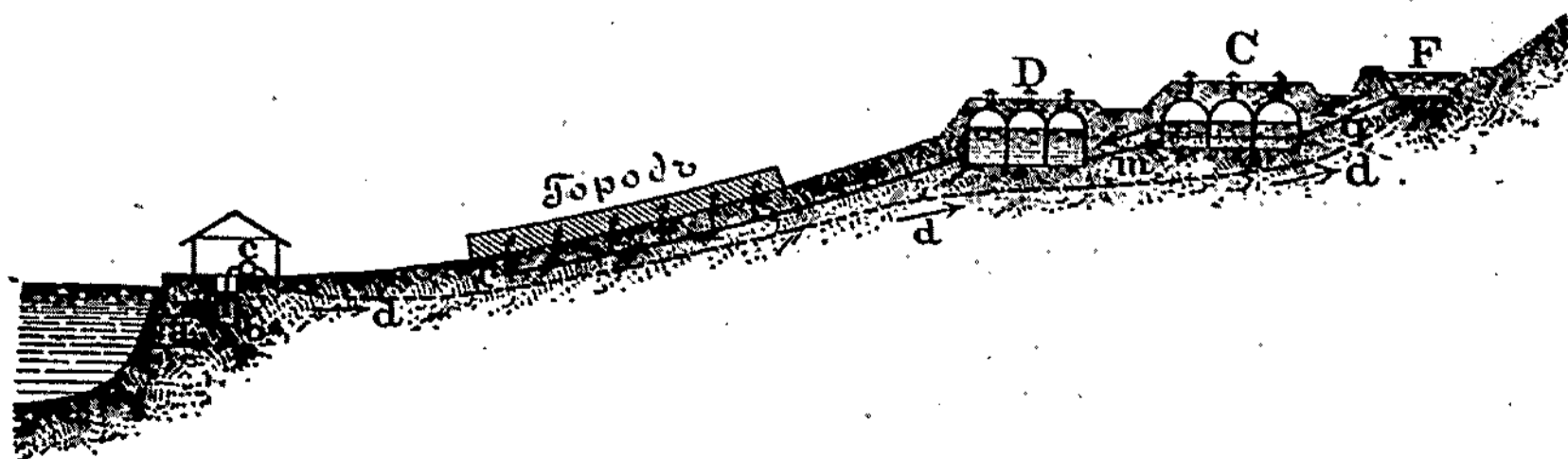
Черт. 262.—Снабженіе водою, не требующей предварительной очистки.



Черт. 263.—Снабженіе водою съ предварительной фильтраціей.



Черт. 264.—Снабженіе водою съ предварительнымъ отстаиваніемъ и фильтраціей (первый случай: чистая вода нагнетается въ городъ и въ водонапорную башню).



Черт. 265.—Снабженіе водою съ предварительнымъ отстаиваніемъ и фильтраціей (второй случай: чистая вода идетъ въ городъ самотокомъ).

Вотъ почему обыкновенно насосные водопроды почти всегда являются вмѣстѣ съ тѣмъ отчасти и гравитаціонными.

Въ поясненіе сказаннаго могутъ служить приводимые въ слѣдующемъ § примѣры нѣсколькихъ типовъ водоснабженія при различныхъ источникахъ воды.

## § 50. Примѣры расположенія сооруженій въ водопроводахъ.

Примѣры эти взяты *четыре*хъ типовъ въ зависимости отъ того, какая вода употребляется для снабженія города. Къ *первому* типу отнесены водопроводы, служащіе для снабженія города водой *атмосферныхъ осадковъ*, собранной въ прудахъ или водохранилищахъ; *второй* типъ составляютъ водопроводы, которые доставляютъ въ городъ воду *ручную* или *озерную*; водопроводы *третьяго* типа снабжаютъ городъ *грунтовой* водой; накопецъ, водопроводы *четвертаго* типа доставляютъ городу воду *ключевую*.

Водопроводы всѣхъ разсматриваемыхъ типовъ отличаются между собою только тѣми сооружеціями, которыя служатъ для пріема воды изъ источника и для измѣненія, если это требуется, ея состоянія; что же касается уравнительнаго водоема или водонапорной башни и сѣти городскихъ трубъ, то эти сооружеціи отъ типа водопровода не зависятъ, а обусловливаются исключительно мѣстными топографическими и иными условіями. Вотъ почему въ дальнѣйшемъ описаніи будетъ обращать вниманіе только на первыя сооружеціи, какъ на характерныя для того или другого типа водопровода.

I. *Первый* типъ разсматриваемыхъ водопроводовъ образуютъ водопроводы, получающіе воду изъ атмосферныхъ осадковъ или потоковъ малыхъ размѣровъ, собранную въ особыхъ водохранилищахъ (II категория классификаціи § 39 и отчасти III категория—пунктъ б). Этотъ типъ водопроводовъ особенно распространенъ въ Англии, но примѣры его, какъ мы видѣли, есть во многихъ другихъ странахъ съ самыхъ древнихъ временъ. Обыкновенно водохранилища устраиваются такимъ образомъ, что долину съ крутыми склонами пересѣкаютъ въ наиболѣе узкомъ мѣстѣ земляной, каменной или иной водоудержательной плотиной *В* (черт. 258). Вода атмосферныхъ осадковъ выпадающая въ бассейнѣ этой долины или вода ручья или рѣчки, текущей по долинѣ, будетъ такимъ образомъ задерживаться и образо-

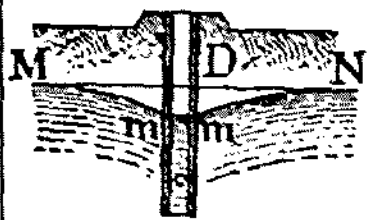
вывать водохранилище *A*. Изъ него вода или прямо направляется въ городъ самотокомъ (свободно, въ открытыхъ каналахъ или подъ напоромъ по трубѣ) или же, если она недостаточно прозрачна, отфильтровывается въ фильтрахъ *C* (черт. 259), затѣмъ скопляется въ сборномъ бассейнѣ *D* и только тогда пускается въ городъ. Въ томъ и другомъ случаѣ предполагается, что водохранилище *A* находится на такой высотѣ надъ городомъ, что вода въ сѣти городскихъ трубъ имѣетъ достаточный напоръ; тогда водохранилище *A* (для 1-го случая) и сборный резервуаръ *D* (для 2-го случая) очевидно играютъ для города роль уравнительнаго водоема или водонапорной башни. Если мѣстные топографическія условія не допускаютъ имѣть такой напоръ, то вода (черт. 260) идетъ самотокомъ до города, а затѣмъ насосами *c*, поставленными въ водоподъемномъ зданіи *E*, перекачивается изъ колодца *b'* въ водонапорную башню *F*. При этомъ необходимо замѣтить, что въ часы сутокъ, когда въ городѣ расходъ малъ (вечерніе и ночные часы), нагнетательная труба на протяженіи между *b'* и *l* питаетъ городъ, затѣмъ часть воды изъ этой же трубы направляется въ магистральную трубу городской сѣти по другую сторону водонапорной башни (точка *l*) и питаетъ остальную часть города и, наконецъ, остальное количество воды протекающей по нагнетательной трубѣ идетъ по трубѣ въ бакъ вертикальной башни *F'*, который такимъ образомъ въ эти часы наполняется водой. Въ часы сутокъ, когда, наоборотъ, расходъ воды великъ (утренніе и дневные часы), нагнетательная труба питаетъ городъ не одна, а съ помощью воды, притекающей изъ водонапорной башни; въ эти часы бакъ опорожняется.

Все вышеизложенное будетъ справедливо въ предположеніи, что паровые насосы накачиваютъ воду въ городъ цѣлыя сутки, работая при этомъ или равномерно или неравномерно, т. е. въ послѣднемъ случаѣ подавая воды меньше въ часы малаго потребленія и больше — въ часы большаго потребленія. Но въ городахъ не очень большихъ насосы находятся въ дѣйствиіи не цѣлыя сутки, прекращая работу вечеромъ, ко вренени малаго разбора воды въ городѣ, и возобновляя ее утромъ, т. е. когда разборъ воды начинаетъ очень увеличиваться. Во все время бездѣйствія машинъ, т. е. вечеромъ и ночью, весь городъ питается исключительно водою изъ бака. Цѣль устройства водонапорной башни понятна изъ предыдущаго, а именно бакъ ея является

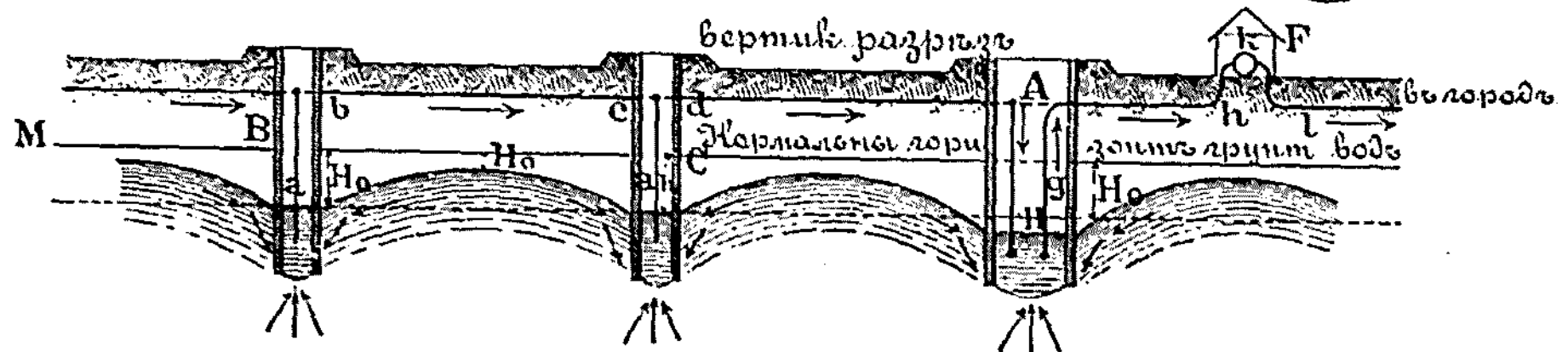
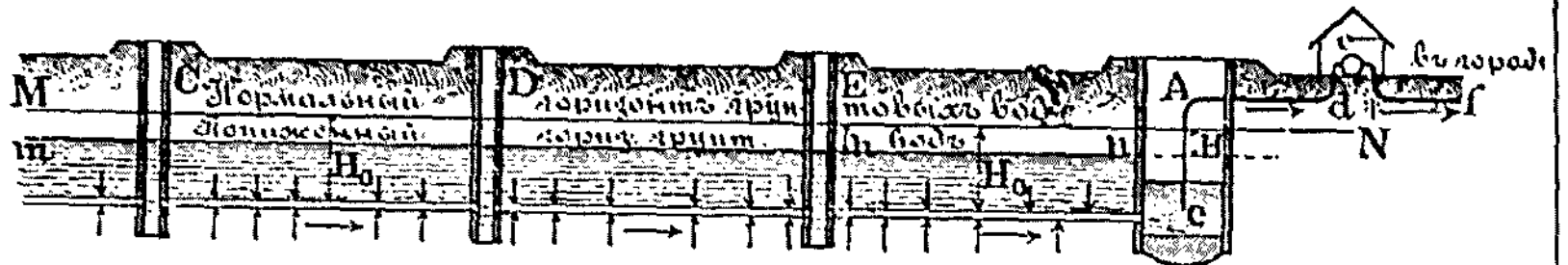
Общее расположение сооружений въ водопроводахъ.

Снабженіе грунтовой водой.

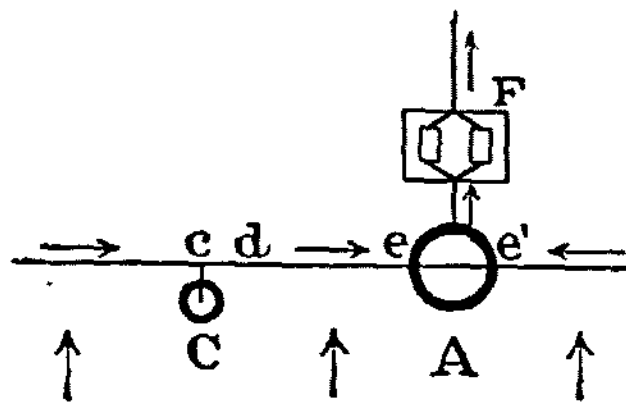
Черт. 271.



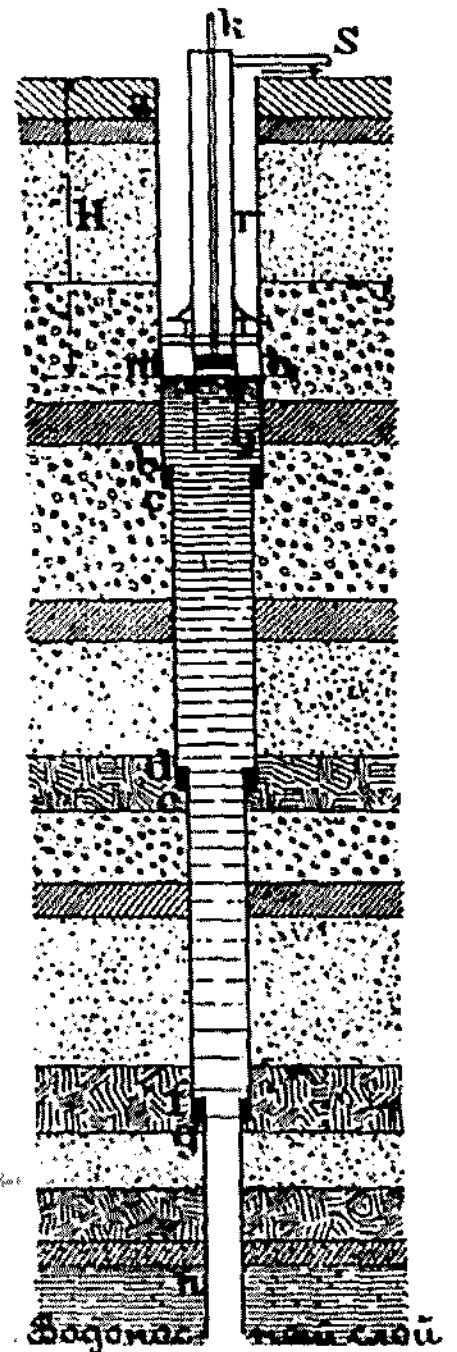
Черт. 272.



Черт. 266.



Черт. 267.



Черт. 270.

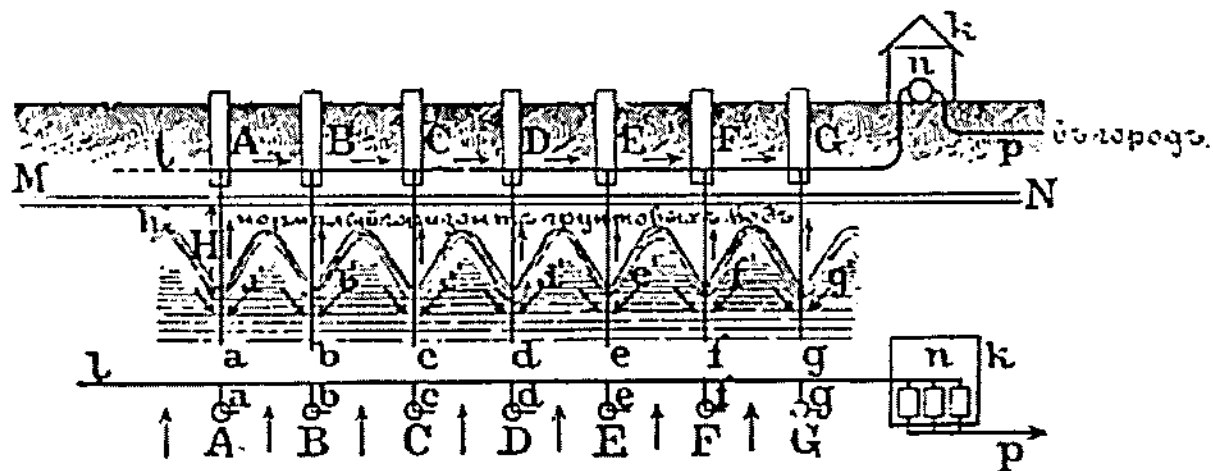
Черт. 266 и 267. — Продольный разрывъ и часть плана водоснабженія посредствомъ колодцевъ большаго діаметра.

Черт. 270. — Вертикальный разрывъ буровато телескопическаго колодца.

Черт. 271 и 272. — Поперечный и продольный разрывъ водоснабженія посредствомъ горизонтальныхъ трубъ или галлерей.

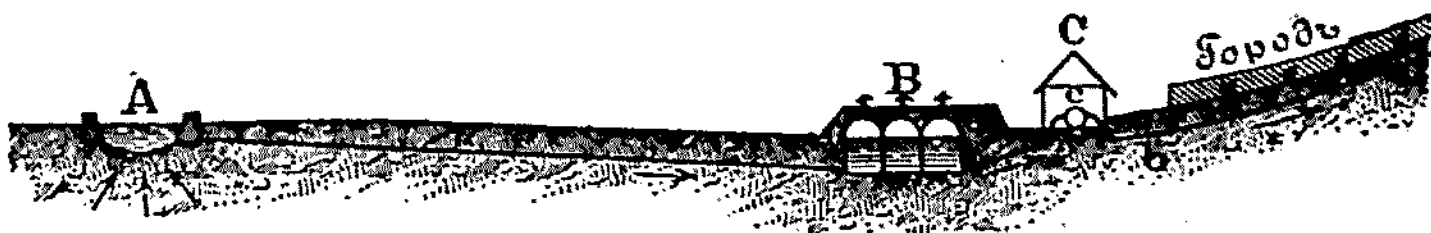
Общее расположение сооружений въ водопроводахъ.

Снабженіе грунтовой водой.

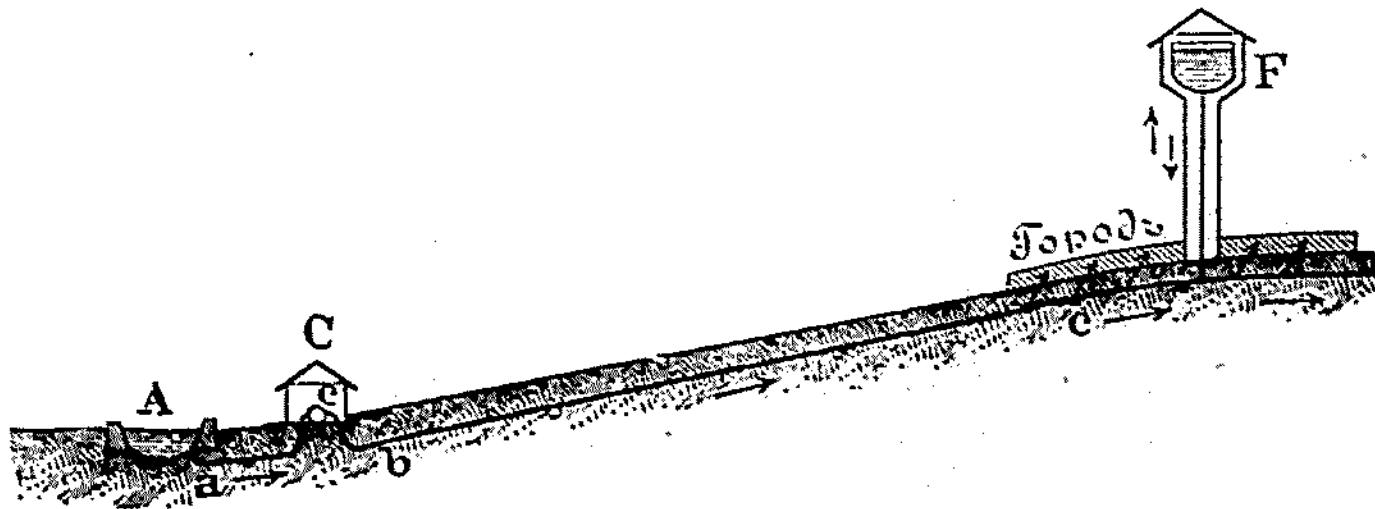


Черт. 268 и 269.—Продольный разрѣзъ и планъ водоснабженія посредствомъ бруклинскихъ колодезѣвъ.

Снабженіе ключевой водой.



Черт. 273.—Снабженіе ключевой водой, когда часть пути можетъ быть пройдена самотокомъ.



Черт. 274.—Снабженіе ключевой водой при необходимости нагнетанія ея отъ самыхъ источниковъ.



какъ бы аккумуляторомъ, принимая излишнюю воду изъ нагнетательной трубы въ одни часы и отдавая—въ другіе часы.

Если топографическія условія города дозволяютъ, то вмѣсто водонапорной башни устраиваютъ для той же цѣли каменный уравнительный резервуаръ, врытый частью или совсѣмъ въ землю.

Если же водохранилище *A* (черт. 261), а также фильтры *C* со сборнымъ бассейномъ *D* лежатъ ниже города, то водоподъемное зданіе *E* располагается вблизи водохранилища; здѣсь вода изъ сборнаго бассейна *D* перекачивается насосами *c*, расположенными въ водоподъемномъ зданіи *E* въ водонапорную башню *F*. Разстояніе отъ города водосборныхъ сооруженій, т. е. водохранилища, фильтровъ и т. п. часто бываетъ весьма значительнымъ, такъ какъ очень трудно найти вблизи города долину удовлетворяющую всѣмъ требуемымъ условіямъ, т. е. съ бассейномъ достаточной величины, съ очертаніемъ береговъ, допускающихъ большую емкость водохранилища при малой площади его, съ такимъ геологическимъ строеніемъ почвы, при которомъ дѣйствительно можно собрать воду безъ потери ея фильтраціей черезъ водонепроницаемые пласты и т. д. (см. § 42).

II. Въ водопроводахъ *второго* типа, доставляющихъ *рѣчную* или *озерную* воду (III категорія классификаціи § 39), вода подается въ городъ или прямо въ томъ видѣ и состояніи, въ какомъ она находится въ рѣкѣ или озерѣ, или же вода предварительно фильтруется, а затѣмъ направляется въ городъ, или, наконецъ, вода сперва отстаивается, потомъ фильтруется и только тогда направляется въ городъ.—Въ первомъ случаѣ вода изъ рѣки или озера проводится трубой *a* (черт. 262) чугунной или каменной въ колодезь *b* (круглаго или прямоугольнаго поперечнаго очертанія), изъ котораго паровые насосы *c*, находящіеся въ водоподъемномъ зданіи, берутъ воду и по нагнетательной трубѣ *aef* накачиваютъ въ бакъ *h* водонапорной башни *g*, поставленной на высокомъ мѣстѣ приблизительно по срединѣ города, если это оказывается возможнымъ по мѣстнымъ условіямъ. Питаніе города въ разсмотрѣнномъ случаѣ будетъ происходить совершенно такъ же, какъ и въ 1-мъ типѣ водопроводовъ.

Если рѣчная вода раньше проведенія ея въ городъ должна быть профильтрована, то она изъ водоподъемнаго зданія *A* (черт. 263) направляется въ *фильтры C*, а оттуда самотокомъ по трубѣ *m*, въ *сборный резервуаръ D* (резервуаръ чистой воды) и затѣмъ по

трубъ *n* забирается паровыми насосами *p*, расположенными во второмъ водоподъемномъ зданіи *E*, и накачивается дальше въ городъ. Если оказывается удобнымъ, то отдѣльнаго зданія *E* не устраиваютъ, а насосы *p* помѣщаютъ въ первомъ водоподъемномъ зданіи, куда отфильтрованная вода проводится трубою *n*. Такъ какъ насосы *p* работаютъ только часть сутокъ или, если дѣйствуютъ цѣлыя сутки, то подаютъ въ городъ не одинаковое въ каждый часъ количество воды, между тѣмъ при раціональномъ устройствѣ фильтры *C* должны дѣйствовать цѣлыя сутки и притомъ *равномерно*, то поэтому является необходимость устройства сборнаго резервуара *D*, играющаго роль аккумулятора; онъ наполняется при бездѣйствіи машинъ или при малой работѣ ихъ и опорожняется — при усиленной работѣ. Когда вода настолько мутна, что фильтрованіе ея становится затруднительнымъ, то ее предварительно подвергаютъ отстаиванію въ такъ называемыхъ *отстойныхъ* или *осадочныхъ* бассейнахъ. Въ этомъ случаѣ рѣчная вода насосами *c* по трубѣ *d* (черт. 264) накачивается въ отстойные бассейны *F*, откуда послѣ надлежащаго отстаиванія направляется самотокомъ на фильтры *C* и далѣе въ сборный резервуаръ *D*. Всѣ названныя сооруженія, т. е. отстойные бассейны, фильтры и сборный резервуаръ, могутъ располагаться или вблизи рѣки, какъ это и показано на черт. 263 и 264, или же, при благопріятныхъ топографическихъ условіяхъ, вдали отъ рѣки, и притомъ такимъ образомъ, чтобы не было надобности устраивать внутри города водонапорную башню. Подобное расположеніе изображено на черт. 265 и соотвѣтствуетъ водопроводу г. Саратова. Изъ водоподъемнаго зданія *A* вода накачивается по трубѣ *d* въ отстойные бассейны *F*, откуда самотокомъ по трубѣ *q* идетъ на фильтры *C* и далѣе въ сборный резервуаръ *D*, изъ котораго она направляется въ городъ. Такимъ образомъ здѣсь сборный резервуаръ вслѣдствіе своего довольно высокаго расположенія надъ городомъ играетъ кромѣ своей настоящей роли также роль водонапорной башни, устройство которой въ этомъ случаѣ будетъ излишнимъ. Изъ приведенныхъ примѣровъ ясно, что въ описываемомъ типѣ водопроводовъ расположеніе составныхъ частей его можетъ быть весьма разнообразно въ зависимости отъ топографическихъ и другихъ мѣстныхъ условій.

III. Къ *третьему типу* водопроводовъ относятся такіе, которые получаютъ грунтовую воду, привлекаемую *искусственно* къ водосбор-

нымъ сооруженіямъ (IV категория классификаціи § 39). Въ зависимости отъ устройства водосборовъ водопроводы этого типа можно раздѣлить на *четыре группы*, которыя и опишемъ каждую отдѣльно; замѣтимъ прежде всего, что въ водопроводахъ этого типа водоподъемное зданіе или насосная станція располагается въ мѣстѣ нахождения водосборовъ.

а) Къ *первой группѣ* принадлежатъ водопроводы, въ которыхъ грунтовая вода собирается каменными или металлическими *колодцами большого діаметра* (§ 39, классификація, IV категория, № 1, п. А, δ). Такъ какъ одинъ колодезь не можетъ дать количества воды достаточно для города, то устраиваютъ нѣсколько колодцевъ, соединяя ихъ въ одну систему. На черт. 266 и 267 показано въ планѣ и вертикальномъ разрѣзѣ общее устройство водосборовъ этого рода. Грунтовая вода собирается колодцами *B, C...* и *главнымъ колодцемъ A*, находящимися въ разстояніи 100—200 сажень другъ отъ друга; вода изъ грунта поступаетъ въ эти колодцы черезъ *дно* (главнымъ образомъ), которое совершенно открыто или закрыто, но имѣетъ отверстія, и черезъ небольшія отверстія, сдѣланныя въ *боковой обдѣлкѣ* колодцевъ. Изъ колодцевъ *B, C*, вода проводится въ главный колодезь помощью сифона, составленнаго изъ чугунныхъ трубъ *b c d e*; далѣе вода изъ главнаго колодца выкачивается паровыми насосами *k*, расположенными въ водоподъемномъ зданіи *F* помощью всасывающей трубы *gh* и затѣмъ по трубѣ *l* направляется въ городъ. При откачкѣ изъ главнаго колодца вода переливается изъ колодцевъ *B, C...* въ главный; уровень воды въ сихъ послѣднихъ понижается, почему вода изъ грунта начинаетъ входить въ колодезь черезъ дно и черезъ отверстія въ стѣнкахъ. При установившемся дѣйствіи водосборовъ поверхность грунтовой воды около каждаго колодца принимаетъ видъ воронки, такъ что пониженіе горизонта грунтовыхъ водъ у колодца равное  $H_0$  значительно больше, чѣмъ на краяхъ воронки, гдѣ оно составляетъ  $H_0 + H$ . Пониженіе воды въ сборномъ колодцѣ равное  $H_0 + H$  больше, чѣмъ пониженіе въ прочихъ колодцахъ. Дѣйствіе сифона обуславливается разностью горизонтовъ  $H$ . Для возможности дѣйствія сифона и для пусканія его въ дѣйствіе необходимо соблюденіе условій, указанныхъ, по отношенію къ сифонамъ вообще, въ курсѣ Гидравлики.

Обыкновенно колодцы располагаются по линии *перпендикулярной* къ направленно движению грунтовой воды въ землѣ и по обѣ стороны отъ главнаго колодца, такъ что вода проводится въ этотъ колодезь двумя сифонами  $bcd$  и  $b'c'd'e'$ , дѣйствующими независимо другъ отъ друга. По описанной системѣ вполнѣ или съ нѣкоторыми видоизмѣненіями сборъ воды устроенъ въ Самарѣ, Крефельдѣ, Кольмарѣ и др. городахъ (см. § 43).

б) Ко *второй группѣ* относятся водопроводы, въ которыхъ грунтовая вода собирается металлическими *колодцами малаго діаметра* (нѣсколько дюймовъ) или *трубчатыми* (§ 39, классификація, IV категория, № 1, п. В, б, α). Такъ какъ одинъ такой колодезь можетъ дать въ сутки лишь отъ нѣсколькихъ тысячъ до нѣсколькихъ десятковъ тысячъ ведеръ; смотря по обилію грунтовой воды, что для города, даже небольшого, недостаточно, то устраиваютъ ихъ нѣсколько, соединяя ихъ въ одну систему. Эти колодцы, называемые также *бруклинскими*, по имени города Бруклина, для водоснабженія котораго система такихъ колодцевъ была впервые примѣнена, имѣютъ разнообразное устройство. Здѣсь въ видѣ примѣра приведемъ наиболѣе простое изъ нихъ, изображенное на черт. 268 и 269 въ вертикальномъ разрѣзѣ и планѣ. Каждый колодезь  $a, b, c, d, e, f, g$  представляетъ собою желѣзную трубу діаметромъ отъ 2 до 5 дюймовъ, которая на протяженіи  $aa', bb', cc', \dots$  имѣетъ на боковой поверхности небольшія отверстія. На этой длинѣ труба обернута очень мелкой мѣдной сѣткой, поверхъ которой надѣтъ тонкій металлическій листъ съ мелкими отверстіями. Сѣтка съ листомъ образуютъ такъ называемый *фильтръ* колодца и назначаются для того, чтобы воспрепятствовать проходу мелкихъ песчинокъ изъ грунта въ колодезь.

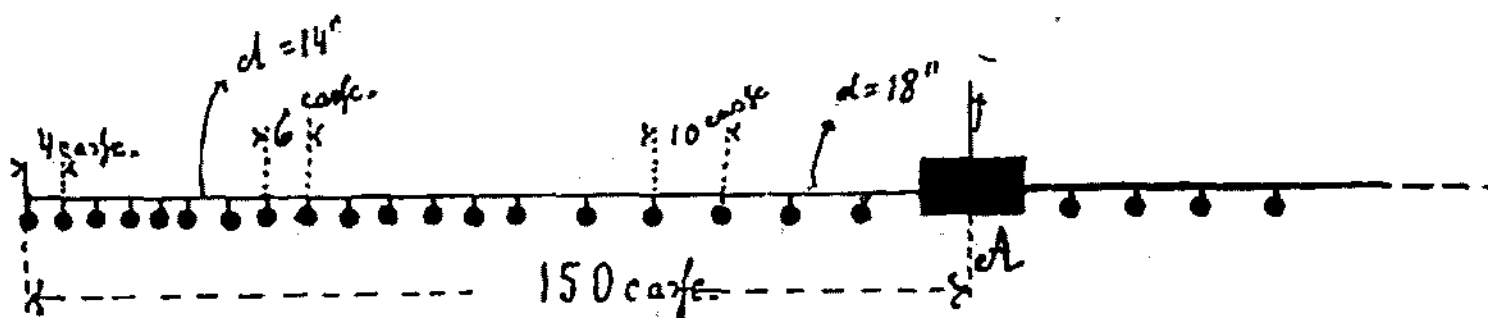
Верхняя часть cadaго колодца входитъ въ кирпичную или чугунную шахту  $A, B, C, \dots$  на днѣ этой шахты колодезь имѣетъ короткій боковой отростокъ, которымъ онъ соединяется съ горизонтальной всасывающей трубой  $lm$ , идущей вдоль всѣхъ колодцевъ въ водоемное зданіе  $k$ . Расположенные здѣсь насосы всасываютъ помощью трубы  $lm$  воду изъ колодцевъ, а слѣдовательно и изъ грунта, и накачиваютъ ее въ городъ по трубѣ  $p$ . Горизонтъ грунтовыхъ водъ  $MN$  при откачкѣ насосами понижается такимъ образомъ, что около cadaго колодца поверхность грунтовыхъ водъ

принимаетъ видъ воронки; пониженіе уровня водъ у колодца (т. е. на днѣ воронки) равно  $H$ , а на серединѣ разстоянія между колодцами (т. е. у краевъ воронки) равно  $h$ . Чѣмъ больше разность  $H-h$ , тѣмъ больше притекаетъ воды къ колодцу. Колодцы располагаются въ планѣ по линіи, перпендикулярной къ направленно движенія грунтовыхъ водъ на тѣхъ же основаніяхъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

в) Третью группу составляютъ буровые колодцы большой глубины или телескопическіе колодцы, названные такъ вслѣдствіе сходства (на чертежѣ) съ телескопомъ (§ 39, классификація, IV категория, № 1, п. В, б, β). Водосборы вышеописанныхъ группъ устраиваются въ тѣхъ случаяхъ, когда грунтовая вода хорошаго качества и въ требуемомъ количествѣ находится довольно близко отъ поверхности земли, приблизительно отъ 2 до 5 саж. Но когда вода надлежащихъ качествъ находится въ пластахъ залегающихъ очень глубоко, напр. въ нѣсколькихъ десяткахъ сажень отъ поверхности, при этомъ на меньшей глубинѣ хотя и имѣется вода, но или въ маломъ количествѣ или неудовлетворительныхъ качествъ. Въ подобныхъ случаяхъ колодезь устраивается по длинѣ изъ нѣсколькихъ колѣнъ  $ab$ ,  $cd$ ,  $ef$  и  $gh$  (черт. 270), діаметръ которыхъ постепенно уменьшается; такіе колодцы дѣлаются или металлическими или верхняя часть ихъ  $ab$  дѣлается кирпичной, а остальная—металлической (чугунной при большихъ діаметрахъ и желѣзной—при малыхъ). Нижнее колѣно  $gh$  проникаетъ частью въ тотъ водоносный пластъ, въ которомъ предполагено остановиться буреніемъ. Вода въ такихъ пластахъ находится подъ давленіемъ, почему въ колодцѣ она поднимается до нѣкотораго горизонта  $mn$  на глубинѣ  $H$  отъ поверхности земли. Если эта глубина не велика, составляетъ напр. не болѣе 3 сажень, то вода изъ колодца можетъ выкачиваться непосредственно насосами, поставленными въ водоподъемномъ зданіи, и нагнетаться въ городъ совершенно такъ же, какъ и въ другихъ вышеприведенныхъ случаяхъ. Когда же  $H$  больше, то насосъ опускается въ верхнюю часть колодца; паровая машина приводитъ въ дѣйствіе штангу  $kl$ , на концѣ которой помѣщенъ поршень: всасываемая трубой  $q$  вода будетъ нагнетаться по трубамъ  $r$  и  $s$  въ городъ. Колодцы подобнаго или сходнаго типа устроены для водоснабженія многихъ англійскихъ городовъ и достигаютъ значитель-

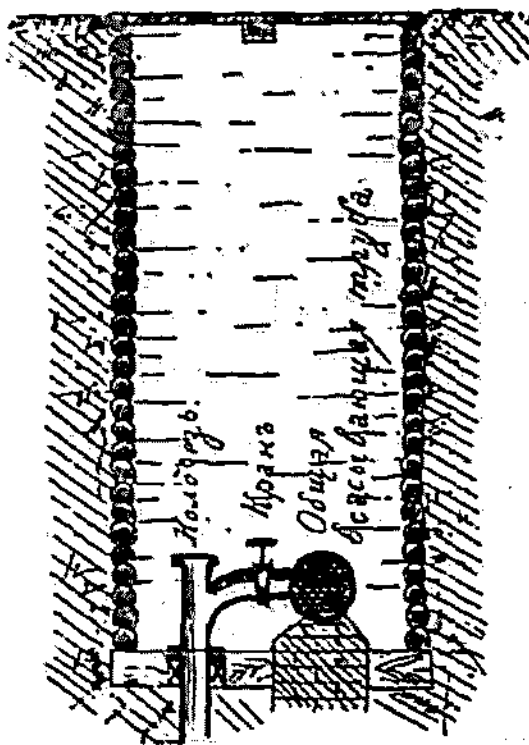
Общее расположение сооружений въ водопроводахъ.

Снабженіе города Москвы грунтовой водой.



Черт. 275.

Черт. 275. — Планъ части бруклинскихъ водосборныхъ колодцевъ грунтоваго Мытищенскаго водоснабженія.



Черт. 276.

Черт. 276. — Поперечный разрѣзъ всасывающей трубы и вертикальный разрѣзъ одного изъ колодцевъ.

(Н. К. Чижевъ.—Курсъ водопроводовъ).

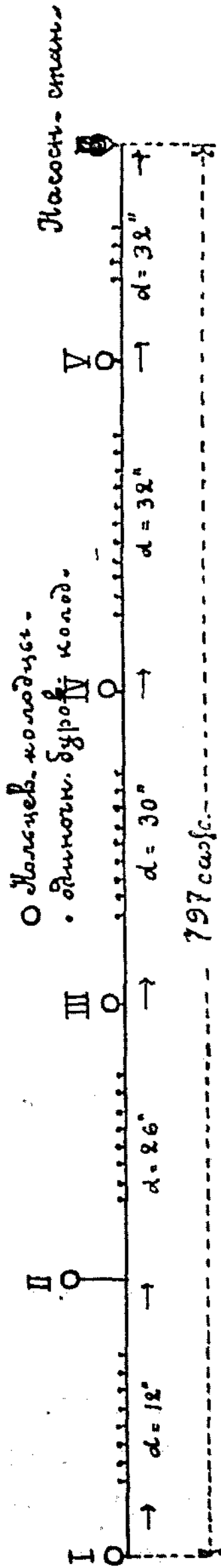
ной глубины, напр. въ Kensington Gardens—глубины въ 46 саж.; въ Екатеринославской и Таврической губерніяхъ устроено много колодцевъ для желѣзнодорожныхъ станцій и для небольшихъ городовъ; здѣсь глубина ихъ еще значительнѣе и достигаетъ напр. на станціи Мелитополь 127 сажень. (См. подробную классификацію буровыхъ колодцевъ въ § 45).

Колодцы располагаютъ или по прямой линіи, перпендикулярной къ теченію грунтовой воды, или по окружности круга, или соединяютъ вмѣстѣ и то и другое расположеніе.

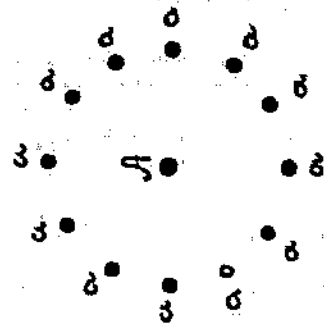
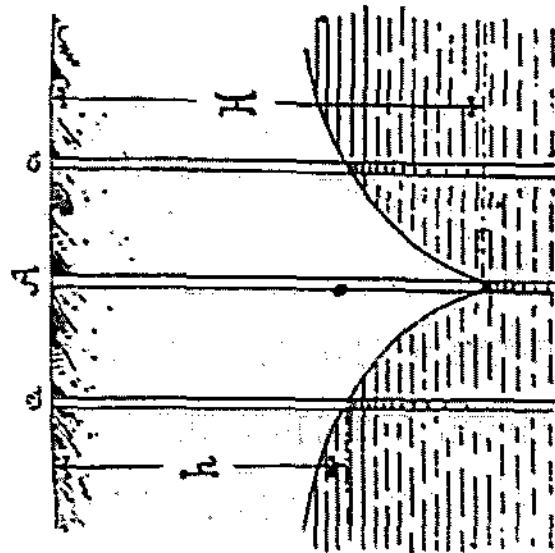
Примѣромъ перваго расположенія можетъ служить грунтовое Мытищинское водоснабженіе г. Москвы. Линія водосборовъ, расположенная на правомъ берегу р. Яузы въ 150 саж. отъ нея, состоитъ изъ ряда въ 50 четырехъ-дюймовыхъ желѣзныхъ трубчатыхъ колодцевъ съ фильтрами, опущенныхъ до поверхности юрской глины на глубину до 14 сажень (при большей глубинѣ не рекомендуется дѣлать колодцы діаметромъ менѣе 5—6 дюймовъ) и соединенныхъ въ верхней ихъ части, на глубинѣ 1,2 саж. отъ поверхности земли общею всасывающею чугунною трубою діаметромъ отъ 14" до 18". Вся длина линіи водосборовъ составляетъ 300 сажень, разстояніе же между отдѣльными колодцами колеблется отъ 4 до 10 сажень. Посрединѣ водосбора поставлена насосная станція *A* (черт. 275); ближайшіе къ *A* колодцы находятся на разстояніи 10 сажень другъ отъ друга, слѣдующіе—въ 6 саж. и отдаленнѣйшіе—въ 4 саженьяхъ. Подобное расположеніе сдѣлано для того, чтобы до нѣкоторой степени уравнивать дѣйствіе всѣхъ колодцевъ. Очевидно что дѣйствіе насосовъ на ближайшіе колодцы будетъ наибольшее и наименьшее—на отдаленные, между тѣмъ послѣдніе могутъ давать наибольшее количество воды. Поперечный разрѣзъ линіи водосбора (по одному изъ колодцевъ) изображенъ на черт. 276. Напластованіе слоевъ грунта у водосбора слѣдующее: сверху небольшой слой торфа (отъ  $\frac{1}{2}$  до  $2\frac{1}{2}$  саж.), затѣмъ мощный слой песка до глубины 14 саж., а ниже—Юрская глина. Грунтовая вода стоитъ на глубинѣ около  $1\frac{1}{2}$  аршинъ отъ поверхности земли, при откачиваніи же воды изъ водосбора—ея уровень въ колодцахъ понижается на 3 саж. Вертикальные трубчатые колодцы сдѣланы изъ желѣзныхъ трубъ непроницаемыми на глубину 4,5 саж. отъ поверхности земли, затѣмъ далѣе внизъ идутъ продырявленные трубы, обтянутыя тонкой мѣдной

Общее расположение сооружений въ водопроводахъ.

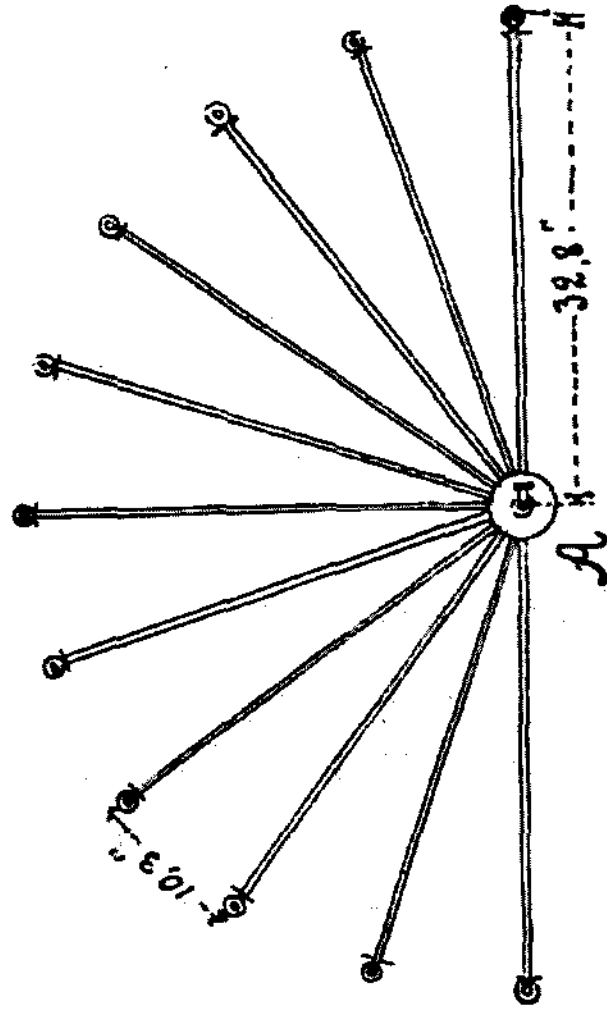
Снабженіе города Лейпцига грунтовой водой.



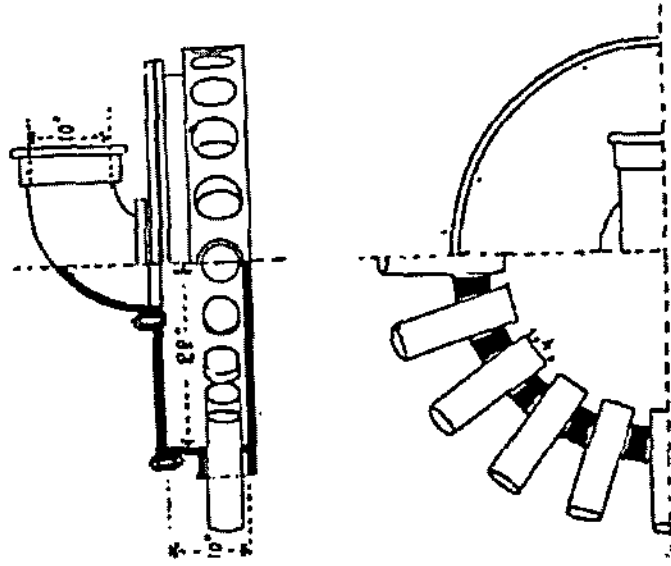
Черт. 279. — Общее расположение водосбора (половина плана); I, II, III, IV и V — круговыя группы трубчатыхъ колодезь по 20 въ каждой группѣ; черныя точки — отдѣльные буровыя колодезы.



Черт. 277 и 278. — Вертикальный разрѣзъ и планъ круговаго расположенія трубчатыхъ колодезь по системѣ Тима.



Черт. 280. — Планъ половины круговаго или кольцеваго колодеза въ Лейпцигѣ (деталь къ черт. 279).



Черт. 281, 282 и 283.

Боковой видъ, разрѣзъ и планъ центральной коробки А кольцеваго колодеза (деталь къ черт. 280).

(Н. К. Чижевъ. — Курсъ водопроводовъ).



тканью—фильтры; не доходя 1 саж. до глины трубы снова сплошныя. Въ мѣстахъ соединенія всасывающей трубы съ водосборными колодцами помѣщены краны (черт. 276) для возможности выключенія отдѣльныхъ колодцевъ изъ общей системы въ случаѣ ихъ ремонта. Для свободнаго доступа къ кранамъ у каждаго колодца устроены деревянные или кирпичные колодцы.

Въ Московскомъ водоснабженіи отдѣльные колодцы связаны общею всасывающею трубою, идущею къ насосамъ; вмѣсто этого расположенія къ буровымъ колодцамъ примѣняется также способъ передачи воды въ общій сборный (обыкновенно каменный или чугунный большаго діаметра) колодезь помощью сифона, подобнаго описанному на стр. 216.

Количество воды, извлекаемое изъ буроваго колодца, увеличивается вмѣстѣ съ пониженіемъ въ немъ уровня воды (лишь бы скорость притока не стала чрезмѣрной). Такъ какъ и безъ этого грунтовая вода можетъ оказаться довольно низко подъ землею, то часто приходится опускать насосные цилиндры довольно глубоко въ землю, устраивая для этого особенныя каменные шахты или примѣняя особыя конструкціи насосовъ (§ 45), допускающіе помѣщеніе насоснаго цилиндра въ узкіе колодцы. Чтобы уменьшить вытекающія отсюда затрудненія при необходимости довольно значительнаго пониженія уровня воды въ узкихъ трубчатыхъ колодцахъ, инж. Тіеш предложилъ располагать буровые колодцы группами по окружности круга. Если мы имѣемъ одинъ буровой колодезь *A* (черт. 277—278), то для добыванія извѣстнаго количества воды намъ приходится понизить уровень грунтовыхъ водъ, положимъ, на глубину *H*. Если-же мы вмѣсто одного колодца *A* сдѣлаемъ нѣсколько *a*, расположивъ ихъ по окружности круга, то для добычи того же количества воды (что характеризуется одинаковою поверхностью депрессіи) изъ всѣхъ колодцевъ *a* намъ достаточно понизить уровень на величину *h* меньшую, чѣмъ *H*, причемъ эксплуатаціи группы *a* благодаря уменьшенію подъема воды будетъ дешевле, чѣмъ одного колодца *A*. Иначе говоря, буровые колодцы, расположенные по окружности круга, (т. наз. «кольцевые колодцы»), замѣняютъ намъ одинъ большой колодезь, діаметръ котораго = діаметру круга кольцеваго колодца. Выполненіе кольцевыхъ колодцевъ несравненно легче (и дешевле) каменнаго колодца большаго діаметра, особенно при значит. глубинѣ. Подобные ко-

лодцы были применены впервые инж. Тимомъ въ г. Лейпцигѣ. Общее расположеніе водосбора показано на черт. 279; здѣсь на общей сифонной всасывающей трубѣ (идущей перпендикулярно къ теченію грунтовой воды) расположены 40 отдѣльныхъ буровыхъ колодцевъ (съ фильтрами изъ оцинкованной мѣдной сѣтки) и 5 группъ кольцевыхъ колодцевъ по 20 штукъ буровыхъ колодцевъ въ каждой. Въ планѣ половина одного кольцевого колодца показана на черт. 280; отъ каждаго бурового колодца идетъ діаметрально къ центру кольца 4" трубы и здѣсь всѣ онѣ соединяются помощью чугунной коробки *A* (деталь см. черт. 281 и 282), изъ которой выходитъ 10" труба, ведущая воду къ общему сифону системы водосборовъ. У машиннаго зданія (черт. 279) устроенъ каменный сборный колодезь діаметромъ 11,5', откуда насосы подаютъ воду въ городъ.

Усовершенствованіе буровой техники позволяетъ устраивать буровые колодцы весьма большой глубины, но для цѣлей водоснабженія эти очень глубокіе колодцы оказываются практически пригодными лишь если уровень грунтовой воды поднимается изъ глубокихъ слоевъ настолько близко къ поверхности земли, что откачиваніе воды не будетъ слишкомъ затруднительно; иначе говоря, очень глубокіе колодцы хороши тогда, когда они *артезианскіе*.

г) *Четвертую группу* составляютъ водопроводы, въ которыхъ грунтовая вода собирается *горизонтальными* (чугунными или цементными) *трубами* или каменными *галлерейми* (§ 39, классификація, IV категорія, № 2, пи. в. и г.). На черт. 271—272 показано общее расположеніе водосборныхъ сооруженій этого рода. *Водосборная труба* расположена на глубинѣ *H<sub>0</sub>* отъ поверхности *MN* грунтовыхъ водъ; вода проникаетъ въ трубу черезъ небольшія круглыя или продолговатыя отверстія, сдѣланныя въ цилиндрической части трубы, и проводится въ *сборный колодезь A*, изъ котораго помощью всасывающей трубы *c* вода насосами *e*, расположенными въ водоподъемномъ зданіи, накачивается въ городъ по трубѣ *f*. На водосборной трубѣ находятся нѣсколько *смотровыхъ колодцевъ C, D и E*, служащихъ для осмотра трубы. При бездѣйствіи насосовъ уровень грунтовой воды *MN* одинаковъ какъ въ сборномъ, такъ и въ смотровыхъ колодцахъ. При откачкѣ насосами воды изъ сборнаго колодца уровень въ немъ понижается, почему вслѣдствіе разности уровней въ колодцѣ и внѣ его вода прите-

каеть къ водосборной трубѣ, а оттуда въ сборный колодезь и чѣмъ больше дѣлается эта разность, тѣмъ въ большемъ количествѣ притекаетъ грунтовая вода въ трубу и въ колодезь. При установившемся дѣйстви водосборовъ горизонтъ грунтовыхъ водъ понижается надъ водосборной трубой на  $h$ , а въ колодезѣ на  $h+H$ ; разность уровней  $H$  и есть тотъ напоръ, вслѣдствіе котораго вода изъ грунта стремится въ трубу, а затѣмъ въ колодезь (на черт. 272 буква  $H$ — поставлена неправильно). Направленіе водосборной трубы выбирается по возможности *перпендикулярнымъ* къ направленно движенію грунтовыхъ водъ, чѣмъ достигается болѣе полный сборъ этихъ водъ: воды этой трубой, такъ сказать, перехватываются. Примѣрами водопроводовъ этого рода могутъ служить водопроводы въ Ганноверѣ, Дрезденѣ, Галле и Мюльгаузенѣ, охарактеризованные отчасти въ § 46 и др.

IV. Къ *четвертому типу* водопроводовъ относятся водопроводы, получающіе воду изъ ключей. Ключи представляютъ источники грунтовой воды, *свободно* вытекающей на поверхность земли, въ резервуаръ и т. п. Такъ какъ количество воды, даваемой однимъ ключемъ, обыкновенно бываетъ недостаточно для города, то большей частью приходится пользоваться водою изъ нѣсколькихъ ключей. Вода каждаго ключа собирается, какъ было объяснено въ § 47, въ *ключевыхъ колодцахъ* или ключевыхъ бассейнахъ, откуда по керамиковымъ или цементнымъ трубамъ проводится въ общій, такъ называемый *сборный бассейнъ*. Если городъ лежитъ ниже ключей, то ключевая вода изъ сборнаго бассейна  $A$  (черт. 273) проводится самотокомъ къ городу, гдѣ вода скопляется въ *запасномъ* резервуарѣ  $B$ , откуда паровые насосы  $c$ , расположенные въ водоподъемномъ зданіи  $C$ , перекачиваютъ ее въ городъ, въ водонапорную башню, такъ сдѣлано, на примѣръ въ Царскосельскомъ водопроводѣ; въ водопроводѣ г. Лиля вода накачивается не въ водонапорную башню, а въ уравнительный водоемъ или *напорный* резервуаръ, расположенный на возвышенности, командующей надъ городомъ; въ водопроводѣ г. Вѣны вода изъ резервуара  $B$  (черт. 273) проводится самотокомъ въ три другихъ резервуара, расположенныхъ по окраинамъ города, и затѣмъ вода изъ всѣхъ 4-хъ резервуаровъ поступаетъ самотокомъ въ сѣть городскихъ трубъ; въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ напорные резервуары вслѣдствіе своего возвышеннаго положенія надъ горо-

домъ даютъ въ трубахъ достаточный напоръ и, очевидно, играютъ роль напорной башни.

Когда городъ лежитъ выше ключей или когда расположенъ и ниже, но между ключами и городомъ находится значительная возвышенность, мешающая проведенію воды въ городъ самотокомъ, то въ подобныхъ случаяхъ вода изъ сборнаго бассейна *A* (черт. 274) перекачивается паровыми насосами *c*, находящимися въ водоподъемиомъ зданіи *C*, въ водонапорную башню по трубѣ *bc*. Если въ городѣ или въ ближайшихъ окрестностяхъ его находятся возвышенности, то на нихъ могутъ быть устроены одинъ или нѣсколько уравнивательныхъ водоемовъ или водонапорныхъ резервуаровъ, играющихъ вполнѣ роль водонапорныхъ башенъ; такой случай мы имѣемъ, напр. въ Новочеркасскомъ (см. трудъ Н. А. Бѣлелюбскаго: *Описаніе Новочеркасскаго водопровода*, построеннаго инж. п. с. А. В. Бѣлелюбскимъ) и Казанскомъ водопроводахъ.

На вышеописанные примѣры типовъ и группъ водопроводовъ, повторяемъ, нужно смотрѣть какъ на наиболѣе характерныя и распространенныя; но существуетъ не мало водопроводовъ, которые по устройству не подойдутъ ни къ одному изъ нихъ. Такъ напр. не рѣдко источники водоснабженія бываютъ самыя различныя у одного и того же водопровода. Есть такіе, гдѣ вода одновременно берется изъ колодцевъ и горизонтальныхъ трубъ, ключей и рѣки и т. д. и т. д.

## § 51. Трубопроводы.

Трубопроводы представляютъ собой наиболѣе распространенное и удобное средство для проведенія воды. Они играютъ большую роль и въ гравитационныхъ водопроводахъ, но *водопроводы съ искусственнымъ напоромъ* суть исключительно трубы.

Трубопроводы дѣлаются:

изъ глины (гончарныя, штейнгутовыя или керамиковыя трубы),

изъ дерева,

изъ цемента,

изъ асфальта,

изъ каменной или кирпичной кладки,

изъ цемента съ желѣзнымъ каркасомъ,

изъ свинца,  
изъ желѣза,  
изъ стали,  
изъ чугуна и др.

*Керамиковыя, гончарныя или шпайнитовыя* трубы обыкновенно употребляются только въ случаяхъ, когда требуются трубы небольшого діаметра и подъ небольшимъ напоромъ; какъ только давленіе въ такихъ трубахъ становится нѣсколько значительнымъ—онѣ легко разрываются.

Керамиковыя трубы дешевле чугуиныхъ; однако, примѣненіе ихъ вообще мало рекомендуется для значительныхъ городскихъ водопроводовъ, въ виду хрупкости, опасной при ударахъ и сотрясеніяхъ; кромѣ того, онѣ выдѣлываются лишь небольшой длины, что увеличиваетъ число стыковъ.

Водопроводы и притомъ значительныхъ размѣровъ, изъ керамиковыхъ трубъ, работающіе при малыхъ напорахъ, извѣстны, однако, съ самыхъ древнихъ временъ, когда процвѣтало и керамиковое искусство.

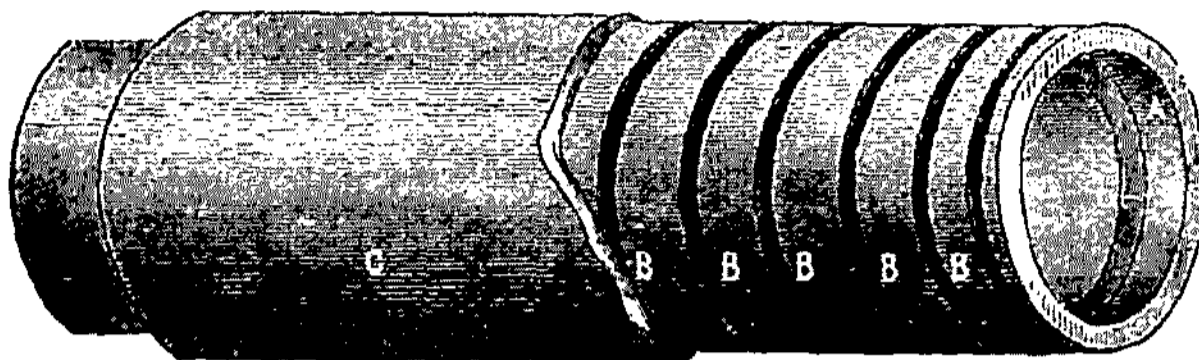
Ниневія, Древняя Греція и Римъ, а въ Америкѣ царство Ацтековъ имѣли обильные водопроводы въ то время, когда о производствѣ чугуиныхъ трубъ никто и не думалъ. Частью этихъ водопроводовъ пользуются еще и понынѣ. Такая долговѣчность этихъ водопроводовъ, не поддерживаемыхъ ремонтомъ цѣлыя столѣтія, объясняется прочностью древнихъ керамиковыхъ трубъ.

Въ средніе вѣка искусство производства такихъ трубъ было утеряно; вмѣсто того съ XIII столѣтія стали производить поливныя трубы преимущественно со свинцовой глазурью. Первые же опыты употребленія такихъ трубъ для водопровода показали ихъ малую пригодность для этой цѣли по недостаточной прочности самаго тѣла трубы и его поливы и въ виду значительной пористости стѣнокъ трубы; за это время не встрѣчается ни одного значительнаго водопровода изъ глиняныхъ трубъ.

Во второй четверти нынѣшняго столѣтія, трудами преимущественно французскихъ ученыхъ керамистовъ, возстановленъ способъ производства древними ихъ керамиковыхъ трубъ, съ глазурью безъ поливы, образованною химическимъ путемъ при обжогѣ тѣла трубы, изъ частей ея же тѣла. Вслѣдъ за этимъ постепенно въ подходящихъ случаяхъ стали устраивать водопроводы изъ подобныхъ трубъ, не

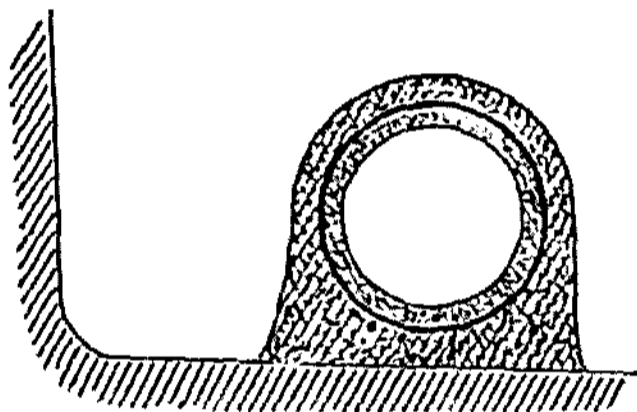
Проведеніе воды трубами.

Деревянные трубы.

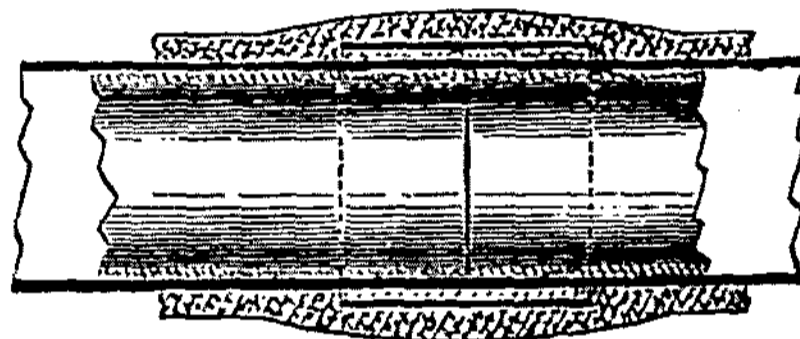


Черт. 284.—Общій видъ деревянныхъ трубъ системы Вускоффа. Труба стянута спиральнымъ желѣзнымъ обручемъ (B) и имѣетъ асфальтовую одежду (C).

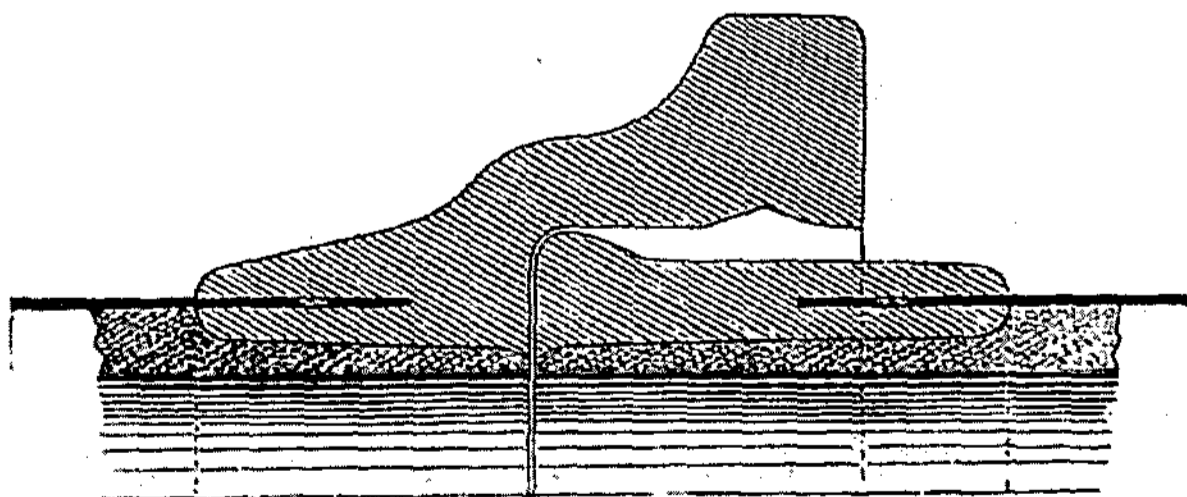
Желѣзные трубы съ цементной одеждой.



Черт. 285.—Разрѣзь желѣзно-цементной трубы съ показаніемъ внутренней и внѣшней одежды изъ цементнаго раствора. Внутренняя дѣлается на мѣстѣ изготовленія трубъ. Внѣшн. на мѣстѣ укладки во рвахъ.



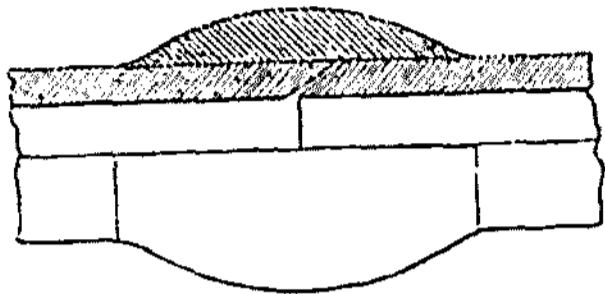
Черт. 286.—Стыкъ желѣзно-цементныхъ трубъ изъ желѣзной муфты съ обмоткой внутри и снаружи цементомъ (Fanning).



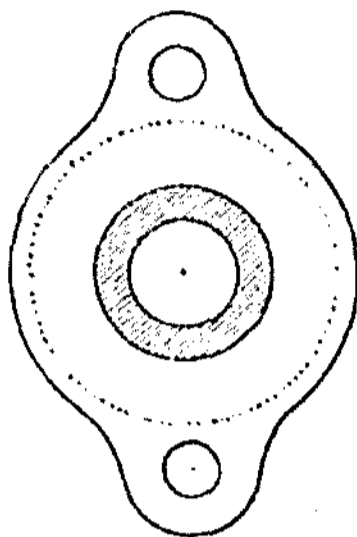
Черт. 287.—Стыкъ изъ чугуна системы Фаннинга для листовыхъ желѣзныхъ трубъ съ цементной внутренней одеждой. Концы желѣзной трубы вплавлены въ чугунные наконечники, позволяющіе устроить стыкъ при помощи свинца, какъ въ чугунныхъ трубахъ.

Проведение воды трубами.

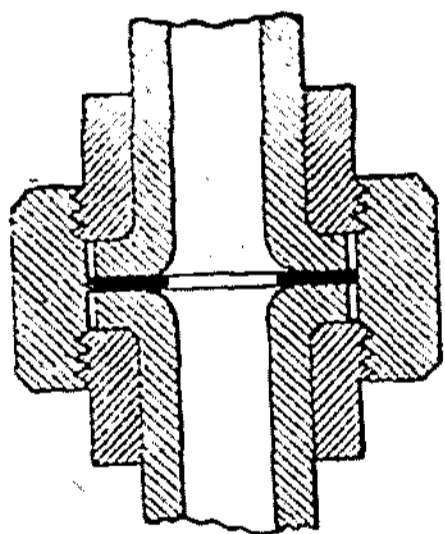
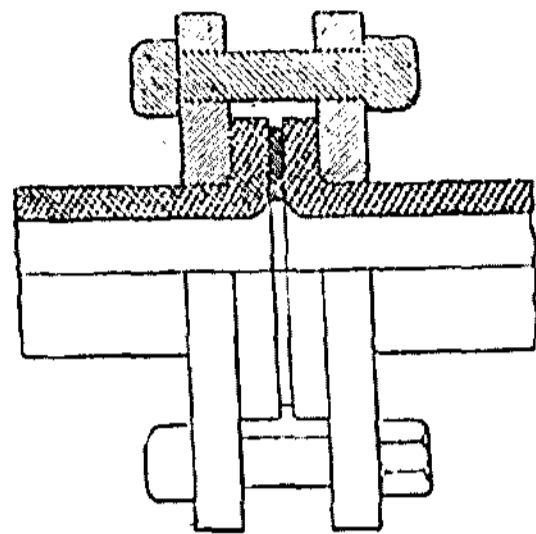
Свинцовыя трубы.



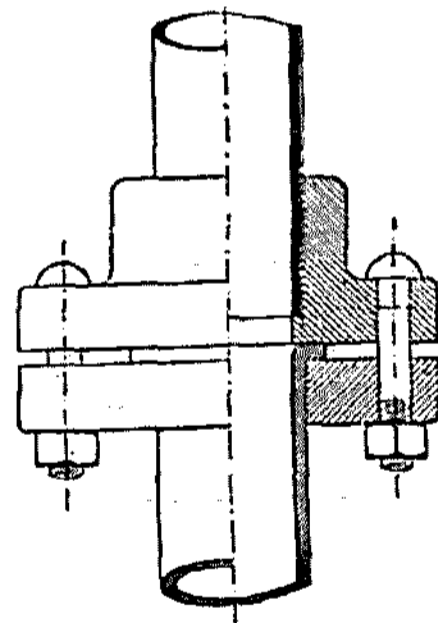
Черт. 288.—Стыкъ свинцовыхъ трубъ. Края срѣзываются наискось и спаиваются. Вокругъ наплывъ изъ смѣси олова и свинца.



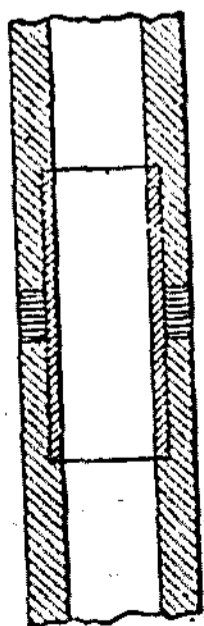
Черт. 289 и 290.—Стыкъ свинцовыхъ трубъ. Концы отгибаются въ видѣ фланцевъ; между ними кожаный кружокъ. Сверху надѣта шайба, которая стягивается болтами.  
(В е с п ш а п п).



Черт. 291.—Стыкъ свинцовыхъ трубъ. Концы трубъ отогнуты въ видѣ фланцевъ; между ними кожаный кружокъ. Сверху все стягивается двойной гайкой.



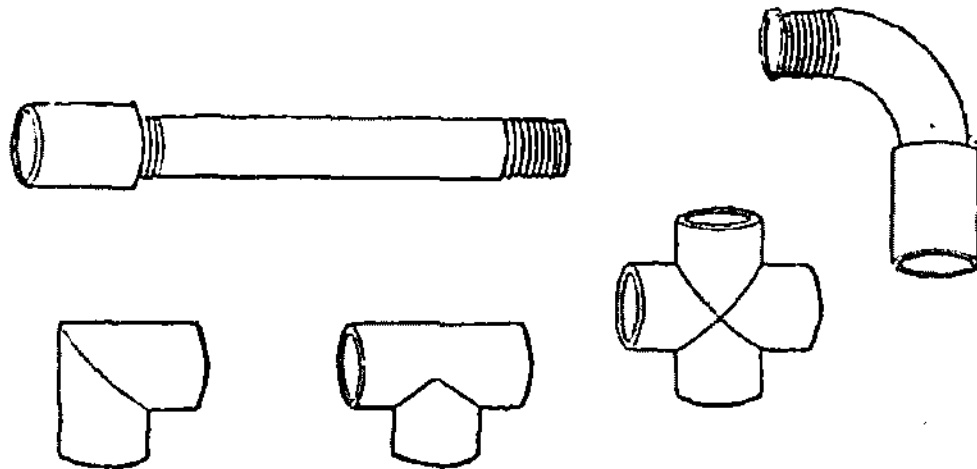
Черт. 293.—Стыкъ свинцовой трубы съ желѣзной. Края свинцовой трубы отогнуты въ видѣ фланца. Желѣзная труба ввинчена въ чугунный фланецъ. На свинцовой трубѣ круговая чугунная шайба, которая притянута къ фланцу чугунной трубы. (F. Lincke—H-buch. Ing. wis.).



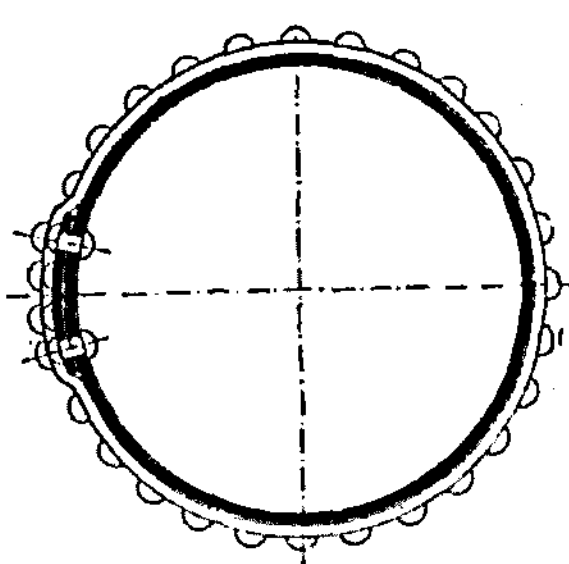
Черт. 292.—Стыкъ свинцовыхъ трубъ. Концы трубъ расширяются и внутрь вставляется кусокъ мѣдной трубки. Затѣмъ шовъ запаивается и заглаживается. Этотъ стыкъ проченъ, чистъ, но не гибокъ.  
(Tudsbergg & Brightmore).

Проведеніе воды трубами.

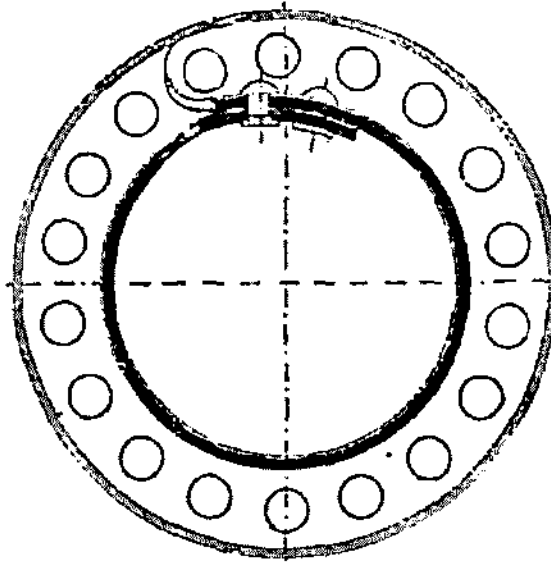
Желѣзныя трубы.



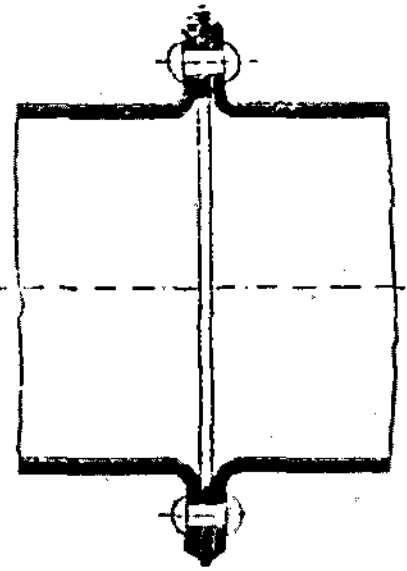
Черт. 294—298.—Желѣзныя трубы малыхъ діаметровъ (цѣлнотянутыя) для домовыхъ водопроводовъ и ихъ винтовыя соединенія.



Черт. 299.



Черт. 300.

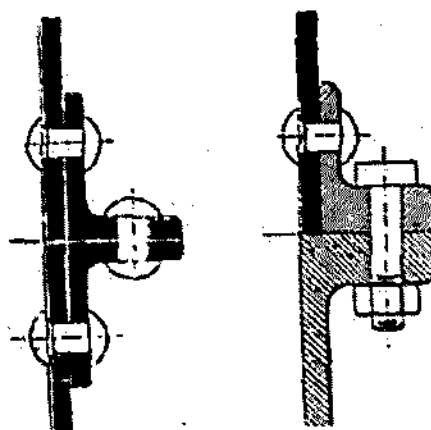


Черт. 301.

Черт. 299.—Труба изъ листового желѣза. Шовъ въ притыкъ съ накладкой и двумя рядами заклепокъ. Въ продольномъ направленіи отдѣльныя звенья также соединены накладками, но съ однимъ рядомъ заклепокъ.

Черт. 300 и 301. — Труба изъ листового желѣза. Поперечный шовъ въ нахлестку съ двумя рядами заклепокъ. Въ продольномъ направленіи отдѣльныя звенья соединены флянцами (возможно лишь при отличномъ матеріалѣ) съ прокладкою кольца изъ мягкаго желѣза. Всѣ швы должны быть зачеканены. Флянцы придаютъ этому типу жесткость, особенно нужную для всасывающихъ трубъ.

Черт. 302.—Стыкъ желѣзныхъ трубъ при помощи фланцевъ изъ уголковъ.



Черт. 303.—Стыкъ желѣзной трубы съ чугуной.



боясь ихъ разрушенія, имѣя за собой примѣръ въ многочисленныхъ древнихъ сооруженіяхъ.

Керамиковыя трубы, конечно, не могутъ замѣнить чугунныхъ трубъ въ случаяхъ сильнаго напора. Но при малыхъ напорахъ и для самотека онѣ могутъ примѣняться съ успѣхомъ. Ихъ преимущества по сравненію съ металлическими трубами заключаются въ слѣдующемъ:

1) Онѣ не измѣняются не только отъ дѣйствія воды, но и сильныхъ кислотъ и щелочей, а потому какъ каналъ водопровода, такъ и сама вода въ керамиковыхъ водопроводахъ всегда чисты; здѣсь не можетъ образоваться тѣхъ наростовъ, которые мы замѣчаемъ въ металлическихъ трубахъ (см. черт. 330).

2) Болѣе гладкая поверхность керамиковыхъ трубъ, чѣмъ въ чугунныхъ и желѣзныхъ трубахъ, позволяетъ при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ относительно уменьшить діаметръ керамиковога водопровода, т. е. удешевить устройство его.

3) При одномъ и томъ же размѣрѣ керамиковыя трубы дешевле металлическихъ (для малыхъ напоровъ).

Въ настоящее время лучшіе заводы могутъ изготовлять керамиковыя трубы валоваго производства, и при томъ по дешевымъ цѣнамъ, слѣдующей прочности:

1) трубы діаметра 6 дюймовъ, выдерживающія внутреннее давленіе въ 100 фунтовъ на 1 квадратный дюймъ.

2) трубы діаметромъ въ 3 дюйма, выдерживающія 150 фунтовъ. Съ уменьшеніемъ діаметра трубъ, давленіе, выдерживаемое трубами, значительно увеличивается.

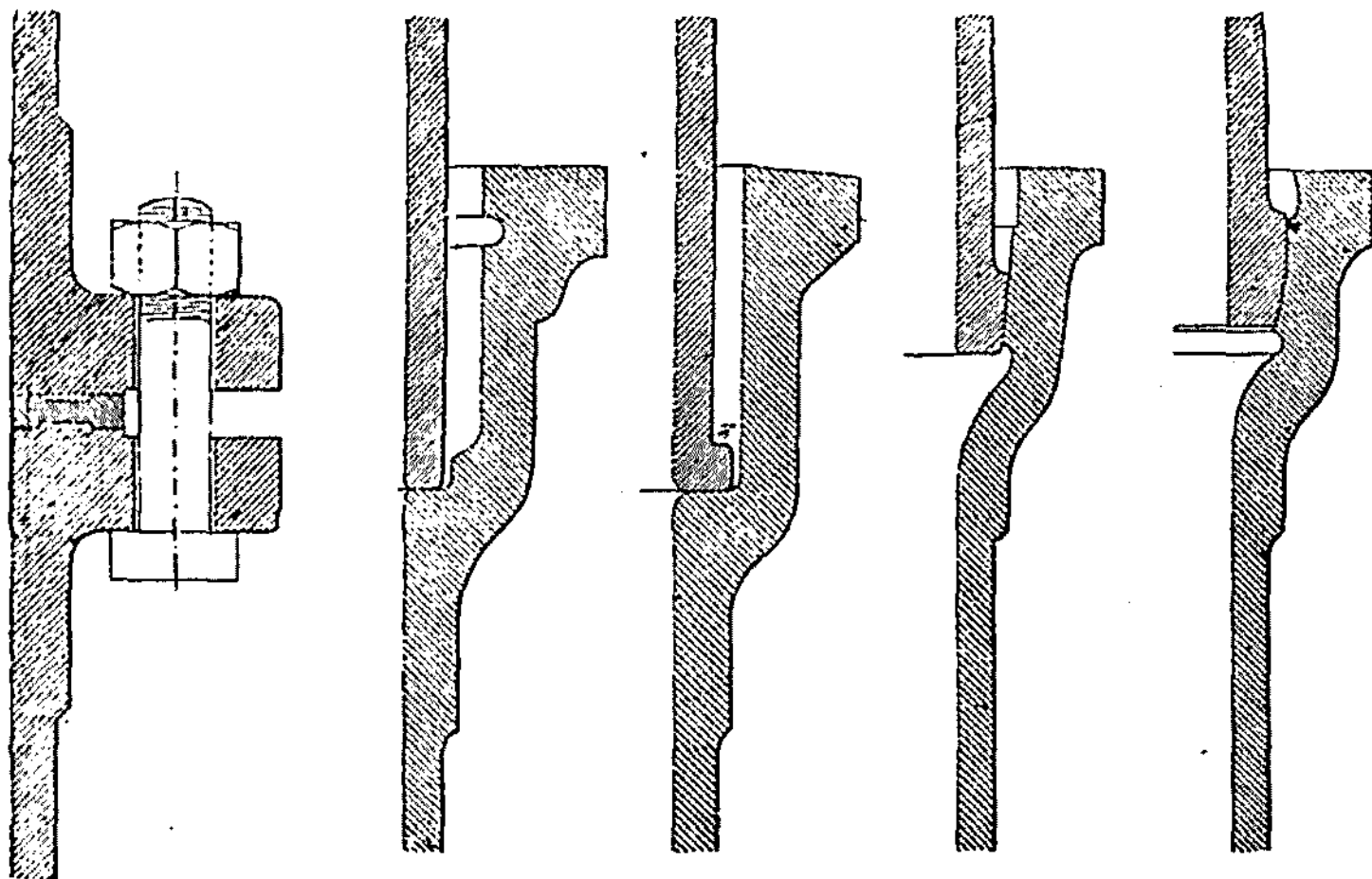
При этихъ давленіяхъ явленія пористости трубъ обыкновенно не наблюдается и на поверхности ихъ роса не появляется при испытаніи гидравлическимъ прессомъ. (См. по этому вопросу докладъ М. А. Колянковскаго Первому Рус. Водопр. Съѣзду 1893 года).

Техника даетъ повидимому уже возможность изготовлять керамиковыя трубы и еще гораздо большей прочности, не уступающей чугуннымъ водопроводнымъ трубамъ; но такія керамиковыя трубы нынѣ обходятся все еще гораздо дороже чугунныхъ.

Главные затрудненія въ устройствѣ керамиковыхъ водопроводовъ подъ напоромъ строитель встрѣтитъ однако, не въ выборѣ трубъ, а въ ихъ укладкѣ, и въ необходимости ослабленія вліянія ударовъ при дѣйствіи задвижекъ и крановъ.

Проведеніе воды трубами.

Чугунныя трубы.



Черт. 304.      Черт. 305.      Черт. 306.      Черт. 307.      Черт. 308.

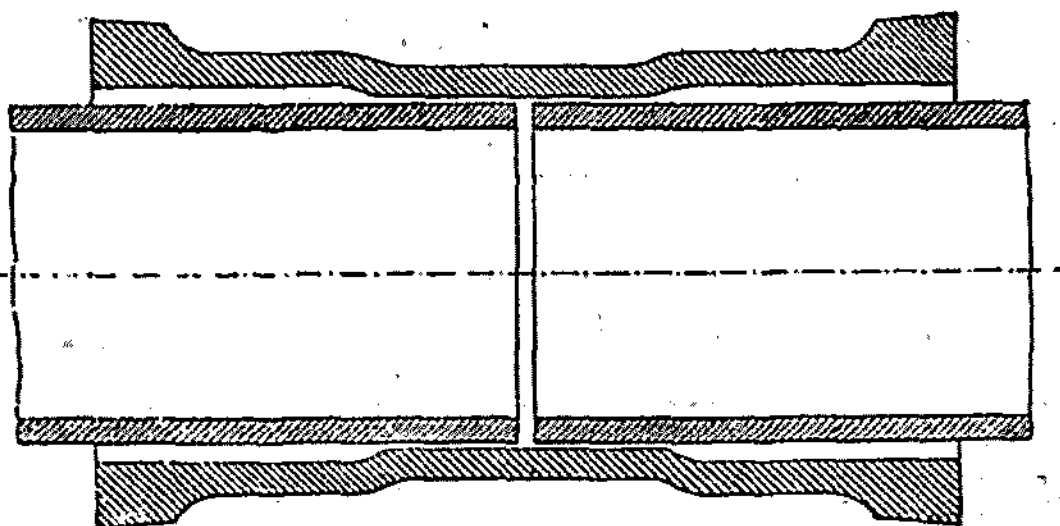
Черт. 304.—Фланцевый стыкъ чугунныхъ трубъ съ фасонной кожанной прокладкою для высокихъ давленій.

Черт. 305.—Раструбный стыкъ чугунныхъ трубъ въ Брауншвейгѣ (углубленіе для задержки свинца).

Черт. 306.— Раструбный стыкъ чугунныхъ трубъ въ Франкфуртѣ на Майнѣ (отличительная черта—утолщеніе тонкаго конца, увеличивающее его прочность и препятствующее забивкѣ проникать въ трубу).

Черт. 307.— Раструбный стыкъ чугунныхъ трубъ въ Ливерпулѣ (плотное соприкосновеніе трубъ по обточенной конической поверхности; стыкъ плотень, но трубопроводъ слишкомъ жестокъ).

Черт. 308.—Раструбный стыкъ чугунныхъ трубъ въ Ливерпулѣ (соприкосновеніе по шаровой поверхности, что сохраняя плотность стыка придаетъ гибкость трубопроводу).



Черт. 309.—Соединенію муфтой или двойнымъ раструбомъ.

Керамиковыя трубы, сообразно свойству сыраго матеріала, изъ коего онѣ сдѣланы, и самому способу, ихъ изготовленія въ настоящее время производятся длиною не болѣе 2-хъ аршинъ, т. е. гораздо короче чѣмъ металлическія, а потому, понятно, громадное значеніе хорошаго стыка въ сѣти керамиковаго водопровода.

Отдѣльныя звенья или трубы въ такой сѣти соединяются между собою преимущественно двумя способами: или въ раструбахъ или помощью накладныхъ муфтъ. (См. далѣе курсъ Водостоковъ).

Въ обоихъ случаяхъ концы трубъ спаружи, а раструбы или муфты внутри, снабжаются глубокими рифами въ видѣ нарѣзокъ, предназначенныхъ для лучшаго задержанія въ швахъ заполняющаго вещества.

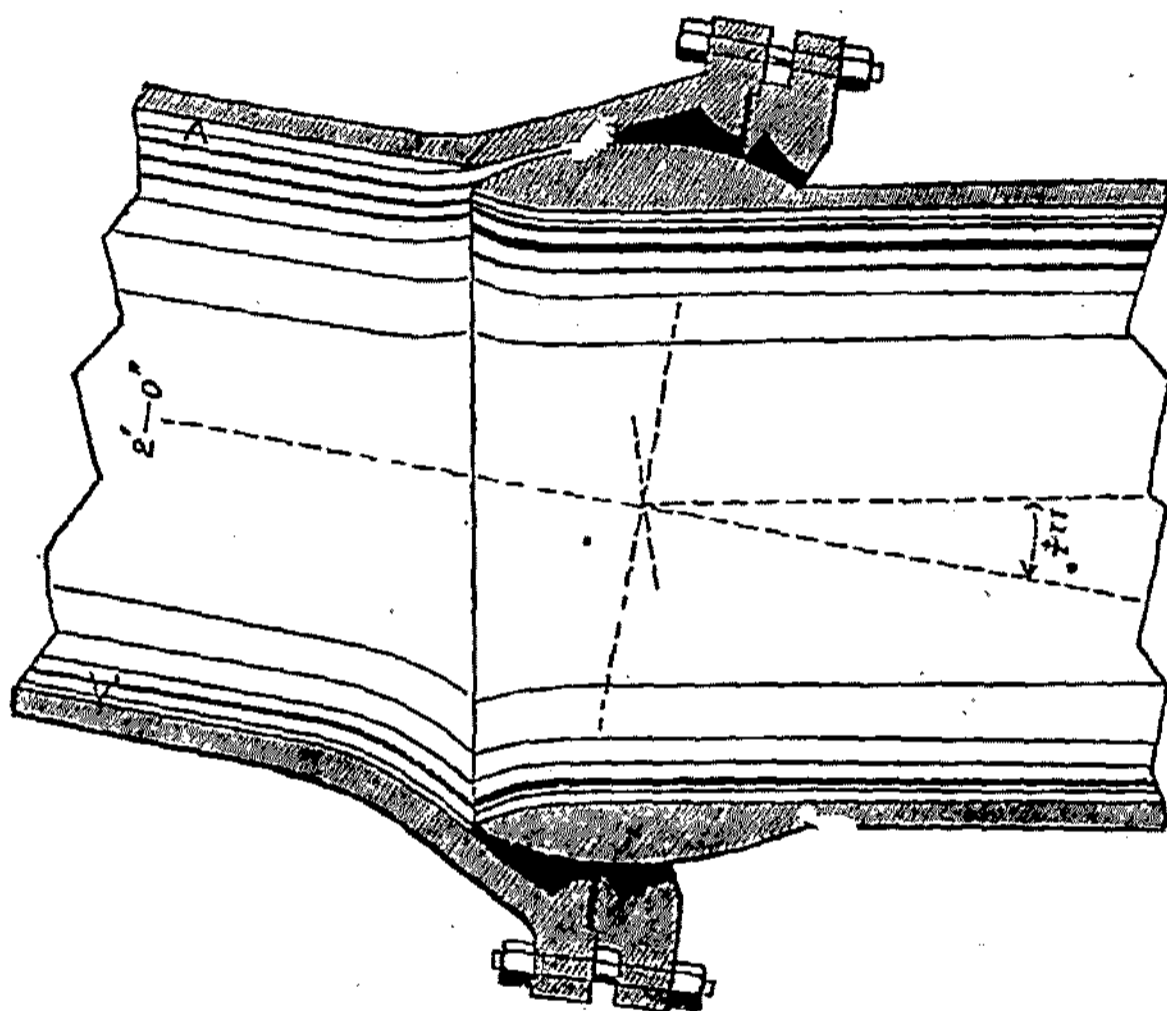
Въ водопроводной сѣти промежутокъ между трубами и раструбомъ или муфтою заполняется слѣдующимъ образомъ:

считая по длинѣ трубы, половина стыка заполняется всегда жгуткомъ изъ смоленой пеньки съ сильною его забивкою па мѣстѣ, а остальная часть заливается или цементнымъ растворомъ, или асфальтомъ въ смѣси съ гудрономъ, или свинцомъ, или, наконецъ, заполняется чугуною замазкой, то есть смѣсью изъ чугушыхъ опилокъ, сѣры и нашатыря.

Цементный шовъ дѣлается легко и скоро, но требуетъ откачиванія грунтовыхъ водъ не только во время работы шва, но и значительное время послѣ, до нѣкотораго отвердѣнія раствора; шовъ этотъ не обладаетъ эластичностью, и потому часто даетъ трещины при малѣйшихъ движеніяхъ трубъ. Асфальтовый шовъ болѣе всего боится замочки спаиваемыхъ трубъ во время работы шва, и въ этомъ отношеніи онъ капризнѣе другихъ, требуя крайней бдительности въ работѣ, почему часто и не удается. Зато, хорошо сдѣланный асфальтовый шовъ значительно прочиѣе цементнаго при разрывѣ. Шовъ этотъ обладаетъ значительною эластичностью, совершенно непроницаемъ для воды, не боится дѣйствія кислотъ и щелочей, и вообще онъ, повидимому, наиболѣе подходящій для соединенія между собою керамиковыхъ трубъ. Водопроводъ, найденный при раскопкахъ древней Ниневіи, имѣлъ швы, заполненные именно битумомъ. Шовъ, заполненный свинцомъ, совершенно тѣмъ же способомъ, какъ и у чугуниаго водопровода, оказался неудачнымъ, вслѣдствіе значительной разницы коэффиціентовъ расширенія свинца

Проведеніе воды трубами.

Чугунныя трубы.



Черт. 310.—Гибкій етыкъ чугунныхъ трубъ, системы Фаннинга, рекомендуемое при укладкѣ магистрала 1-го или 2-го порядка чрезъ широкую и глубокую рѣку и т. п., гдѣ было бы трудно и дорого производить работу за перемычками. Стыкъ образуется раструбомъ малой трубы, сферическимъ утолщеніемъ правой, флянцемъ лѣвой, свободными флянцевыми кольцами правой и свинцовымъ заполненіемъ (черная сплошная краска чертежа). Правую трубу вставляютъ въ лѣвую, отодвинувъ предварительно свободное кольцо, и заполняютъ промежутокъ свинцомъ; потомъ надвигаютъ кольцо и притягиваютъ его болтами, а затѣмъ заполняютъ свинцомъ пространство между кольцами и трубой. Стыкъ предназначенъ для трубъ большого діаметра. Соединивъ такимъ образомъ всѣ звенья отвѣчающіе рѣчному пролету, ихъ опускаютъ въ воду.

(Fanning—стр. 464).

и тѣла керамиковыхъ трубъ. Опытъ показалъ, что сѣтъ керамикового водопровода, уложенная при температурѣ около 15 Ц., дѣйствовала хорошо пока температура воды въ трубахъ была не ниже 10 Ц., а затѣмъ свинецъ сжимался значительно сильнѣе, чѣмъ керамиковая труба, и швы давали течь.

Заполненіе швовъ чугуною замазкою представляетъ затрудненіе въ приготовленіи замазки должной крѣпости, за отсутствіемъ подготовленныхъ къ этому дѣлу мастеровъ; а потому нерѣдко случается, что такая замазка или рветъ раструбы, или слишкомъ слаба и даетъ течь. Кромѣ того она долго крѣпнетъ и за все это время боится воды, а послѣдняя такъ часто встрѣчается при укладкѣ трубъ въ рвахъ. Вопросъ о выборѣ того или другого заполненія шва въ керамиковомъ водопроводѣ зависитъ отъ многихъ мѣстныхъ условій прокладки сѣти, и вообще еще мало изслѣдованъ и разработанъ, и это составляетъ по мнѣнію многихъ спеціалистовъ, главный тормазъ въ дѣлѣ устройства водопроводовъ изъ дешевыхъ керамиковыхъ трубъ, особенно при нѣкоторомъ напорѣ въ сѣти.

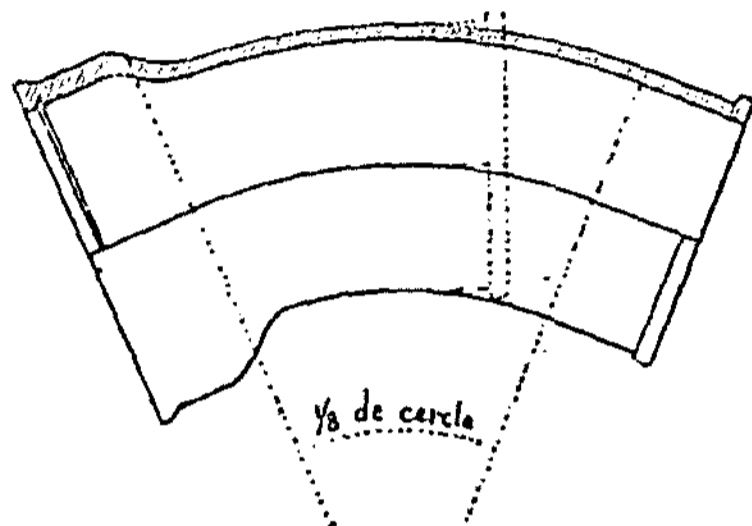
Въ самой тѣсной связи съ этимъ находится и вопросъ объ уменьшеніи вреднаго вліянія на сѣтъ ударовъ, происходившихъ при закрываніи и открываніи разныхъ крановъ и задвижекъ. Этотъ вопросъ имѣетъ большую важность въ примѣненіи къ водопроводамъ изъ чугунныхъ трубъ; тѣмъ важнѣе онъ для керамиковыхъ водопроводовъ, гдѣ трубы менѣе прочны, а швы не только слабѣе, но ихъ вдвое и часто втрое больше чѣмъ въ чугунномъ водопроводѣ. А потому, въ видахъ удешевленія устройства водопроводовъ, укладкою вмѣсто металлическихъ трубъ, въ подходящихъ случаяхъ, керамиковыхъ, болѣе всего должно заботиться изысканіемъ такого способа соединенія керамиковыхъ трубъ, который легко и удобно примѣнялся бы при всѣхъ неблагоприятныхъ условіяхъ работы, и при разныхъ климатическихъ и почвенныхъ условіяхъ прокладки сѣти.

*Трубы изъ каменной кладки и бетона* могутъ легко быть значительныхъ діаметровъ (болѣе сажени), но при большихъ напорахъ эти трубы плохо сопротивляются давленію, такъ какъ оно вызываетъ въ нихъ растяженіе, и легко даютъ течь.

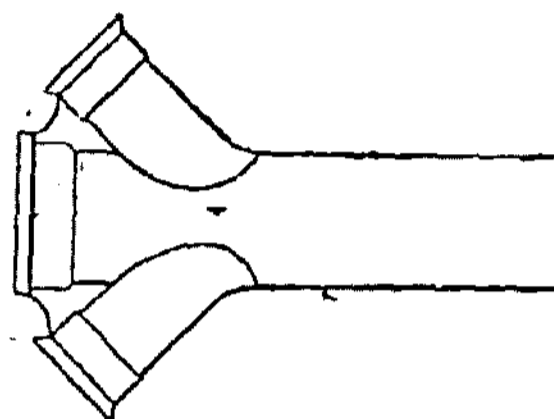
*Бетонныя трубы* съ желѣзнымъ остовомъ или каркасомъ могутъ быть всякихъ діаметровъ и отлично сопротивляются какъ сжатію,

Проведеніе воды трубами.

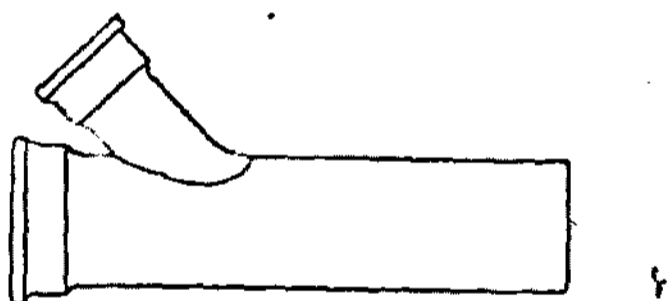
Чугунныя трубы.



Черт. 311.—Кривыя колѣна для сопряженія чугунныхъ трубъ.



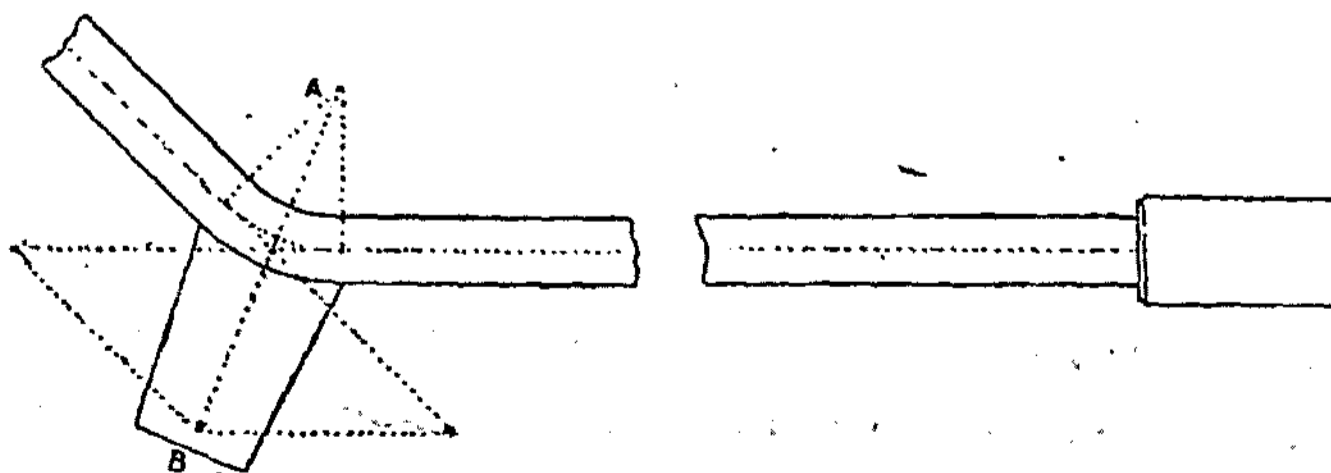
Черт. 312.—Чугунный тройникъ.



Черт. 313.—Чугунный двойникъ.



Черт. 315.—Разрѣзъ къ черт. 314.



Черт. 314.—Планъ колѣна съ показаніемъ устройства боковой опоры, противодѣйствующей центробѣжной силѣ воды.

такъ и растяженію. Это несомнѣнно трубы, которымъ предстоитъ широкое распространеніе.

*Деревянная* трубы даютъ прекрасные результаты въ Англіи и Америкѣ и, надо думать, могутъ найти себѣ примѣненіе и у насъ, въ особенности въ мѣстностяхъ богатыхъ лѣсомъ. Онѣ могутъ быть очень значительныхъ діаметровъ (Горонто—1,20 м.) и дѣлаются на манеръ бочекъ изъ клепокъ (черт. 284). Недостатокъ ихъ—онѣ гниютъ отъ переменнаго дѣйствія сырости и воздуха.

*Свинцовыя* трубы были во времена Римлянъ и много времени спустя единственныя, которыя умѣли дѣлать. Еще въ прошломъ столѣтіи фабриковали свинцовыя трубы діаметромъ въ 0,216 метра и длиною въ 4 метра; въ Версалѣ были употребляемы свинцовыя трубы даже большихъ размѣровъ. Но со времени распространенія чугунныхъ трубъ свинецъ примѣняется только для трубъ малаго діаметра, преимущественно внутри зданій, гдѣ легкость, съ которой свинцовыя трубы могутъ быть изгибаемы представляютъ большія достоинства, равно какъ и способность свинца легко спаиваться съ разными металлами, благодаря чему такія трубы удобно прикрѣпляются къ разнымъ приборамъ.

Недостатки свинцовыхъ трубъ:

сопротивленіе разрыву въ 19 разъ меньшее,  
удѣльный вѣсъ въ  $1\frac{1}{2}$  раза большій и  
стоимость въ 3 раза большая, чѣмъ у чугуна.

Въ продажѣ свинцовыя трубы имѣются въ видѣ *непрерывныхъ трубъ*, до 10 метровъ длины, полученныхъ вытягиваніемъ или выдавливаніемъ въ холодномъ или горячемъ состояніи.

Діаметры ихъ измѣняются обыкновенно въ предѣлахъ 0,01 и 0,108 и соотвѣтствующія толщины стѣнокъ въ предѣлахъ 0,003 и 0,007 метра. Соединяются свинцовыя трубы въ горячемъ состояніи *спайваніемъ* или въ холодномъ *стяжками* (черт. 288—293).

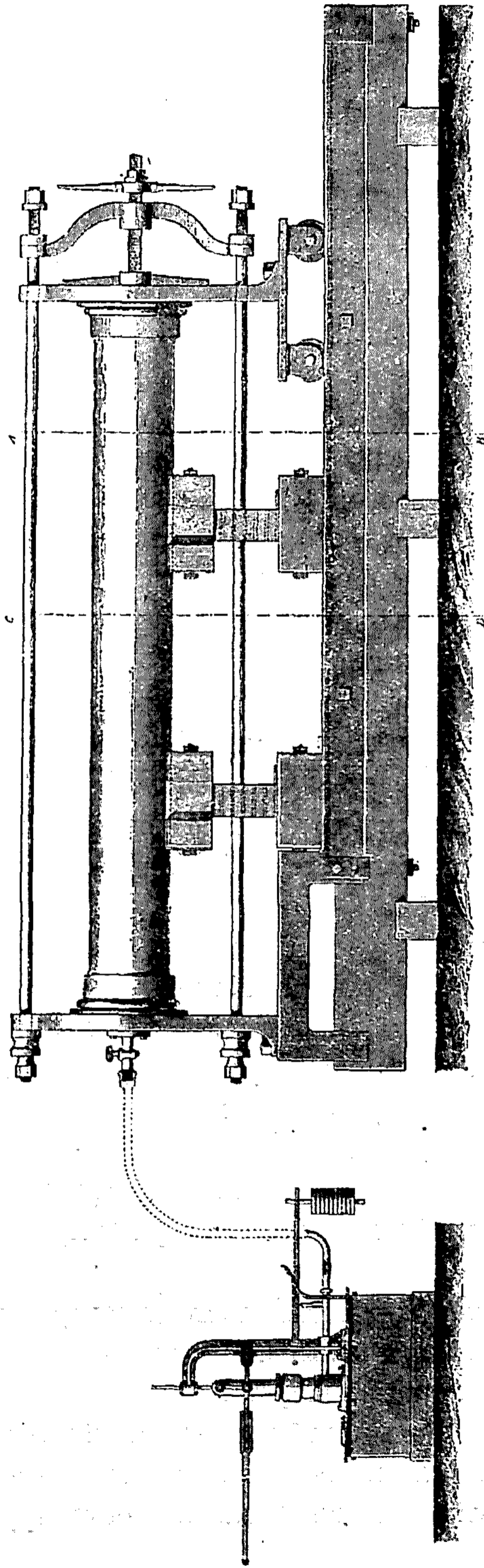
Въ первомъ случаѣ края срѣзываются наискось, смазываются составомъ, препятствующимъ окисленію и запаиваются сплавомъ изъ 3 частей свинца и 5 олова на огнѣ спиртовой лампы, причемъ вокругъ шва дѣлается наплывъ изъ этой смѣси.

Во второмъ случаѣ края трубъ отворачиваются въ видѣ флянцевъ, между ними прокладывается кольцо изъ пропитанной жиромъ кожи и онѣ стягиваются, какъ показываетъ черт. 290.

Испытаніе чугунныхъ трубъ давленіемъ воды.

Гидравлическій прессъ.

Станокъ для закрѣпленія трубы и гермитическаго закрыванія ея устьевъ.



Черт. 317.

Черт. 316.

Приспособленіе для испытанія чугунныхъ трубъ давленіемъ воды.



Подобный же стыкъ показанъ на черт. 291, гдѣ стягиваніе производится не болтами, а гайкой. Чертежъ 292 представляетъ стыкъ свинцовыхъ трубъ съ мѣдной подкладкой. Чертежъ 293 показываетъ, какъ свинцовую трубу сопречь съ желѣзной.

Въ виду ядовитости самого свинца, не слѣдуетъ пить воду, которая долго оставалась безъ движенія въ свинцовыхъ трубахъ. При частомъ обмѣнѣ воды нѣтъ никакой опасности, такъ какъ свинецъ почти не растворяется подъ дѣйствіемъ воды обыкновенной, не заключающей въ себѣ азотистыхъ или хлористыхъ солей.

*Желѣзныя трубы* могутъ быть самыхъ большихъ и самыхъ малыхъ діаметровъ (черт. 294—303). Большія дѣлаются изъ склепанныхъ листовъ и примѣняются для дюкеровъ или сифоновъ, для водопроводныхъ мостовъ и т. п. исключительныхъ сооружений, гдѣ вода находится подъ особенно большимъ давленіемъ. Малыя приготавливаются вытягиваніемъ и служатъ для домовой канализаціи чистой воды.

Достоинство желѣзныхъ трубъ:

большое сопротивленіе давленію, отсюда

небольшой вѣсъ трубъ по сравненію съ чугунами;

относительная дешевизна (по исчисленію Ричардса, если принять стоимость свинцовыхъ трубъ за единицу, то желѣзныя стоятъ — 0,46, оцинкованныя желѣзныя — 0,50, цементированныя — 0,58 и эмальированныя — 0,65).

Недостатки ихъ:

легкость, съ которой онѣ ржавѣютъ,

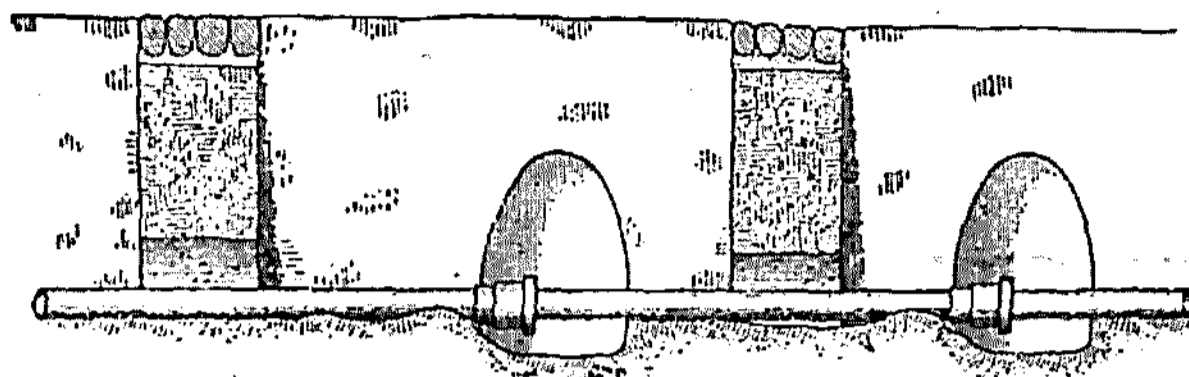
оттуда необходимость покрытія ихъ снаружи и изнутри цинкомъ, асфальтомъ и т. п. веществами, трудность устройства кривыхъ рукавовъ и боковыхъ соединеній, которыя для большихъ трубъ обыкновенно дѣлаются изъ чугуна,

непригодность матеріала старыхъ трубъ ни къ чему, тогда какъ старыя чугунныя трубы имѣютъ еще  $\frac{1}{3}$  цѣны, а старыя свинцовыя еще больше.

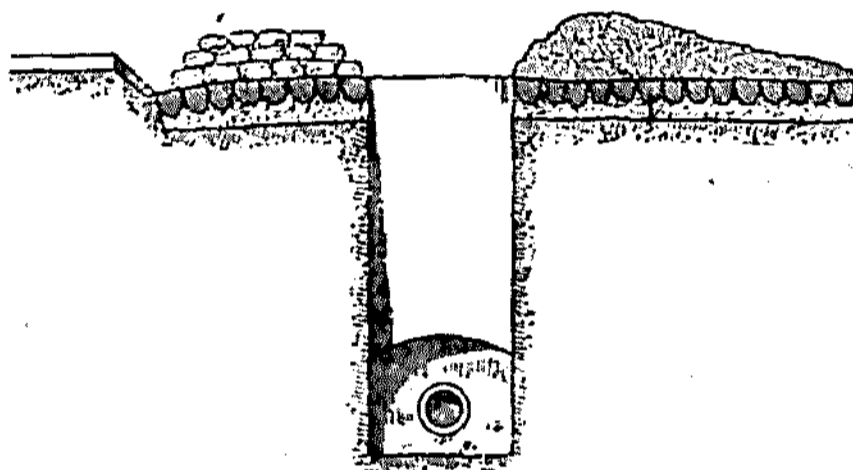
Соединенія трубъ желѣзныхъ часто дѣлаются винтовыми — при малыхъ діаметрахъ, а при большихъ — заклепочныя (черт. 294—303). Въ настоящее время многіе изобрѣтатели ищутъ способъ предохранить прочной одеждой желѣзныя трубы отъ ржавленія. Существуютъ трубы, покрытыя толстымъ слоемъ асфальта (желѣзно-асфальтовыя), трубы цинкованныя гальванопластическимъ способомъ, трубы луженыя оло-

Проведеніе воды трубами.

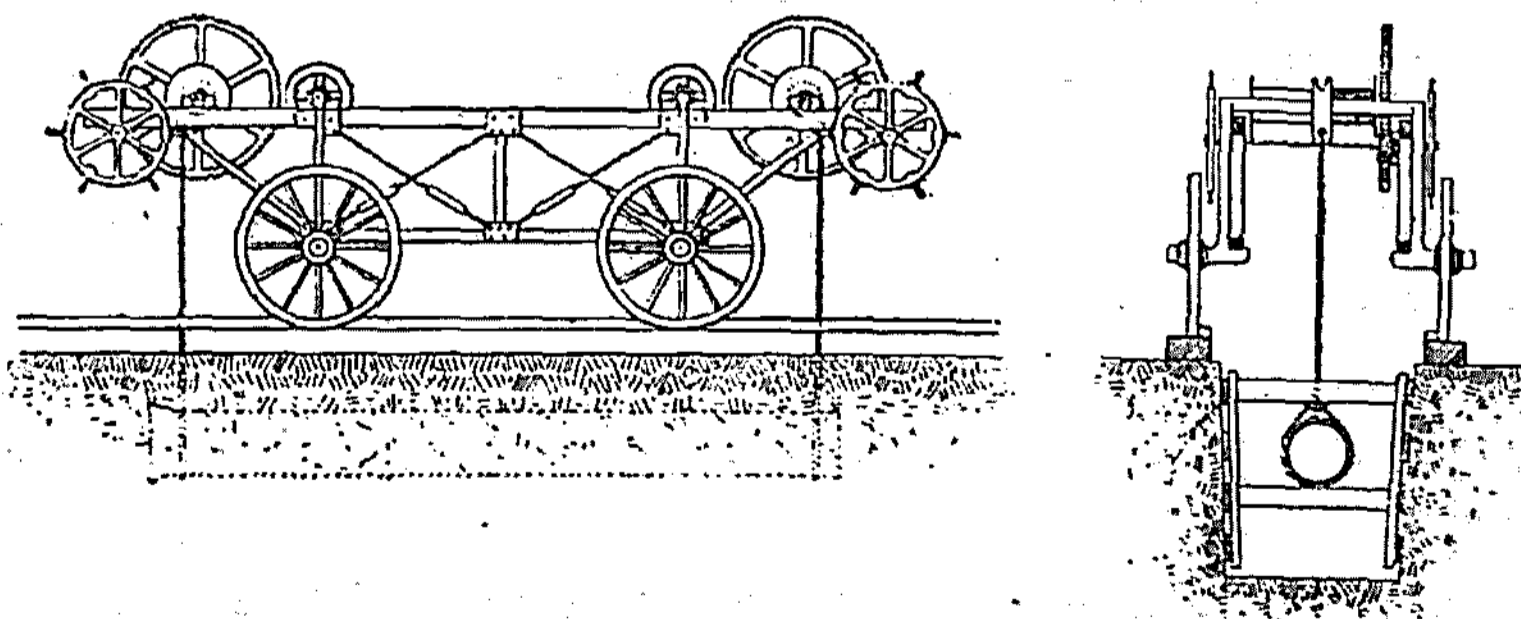
Укладка трубъ.



Черт. 318.—Продольный разрѣзъ рва для укладки трубъ.



Черт. 319.—Поперечный разрѣзъ рва для укладки трубъ.



Черт. 320 и 321. Катучій кранъ (боковой видъ и видъ спереди) для переноски и опусканія чугунныхъ трубъ (Веспшапп).

*Примѣчаніе къ черт. 318.* Ровъ вынимается не сплошь, а для поддержанія стѣнокъ оставляются столбы, чрезъ которые дѣлаются прорѣзы для трубы. У стѣнокъ выемка уширяется для удобства работы.

вомъ, трубы эмальированныя, трубы, покрытыя цементомъ (черт. 285—287), наконецъ, трубы, поверхность коихъ обращена въ магнитную окись желѣза.

Ни одна изъ этихъ категорій трубъ не имѣетъ пока права считаться безупречнымъ рѣшеніемъ вопроса о предохраненіи желѣза отъ болѣе или менѣе скорого разрушенія, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ тѣ или другія изъ перечисленныхъ изобрѣтеній пашли себѣ относительно удачное примѣненіе.

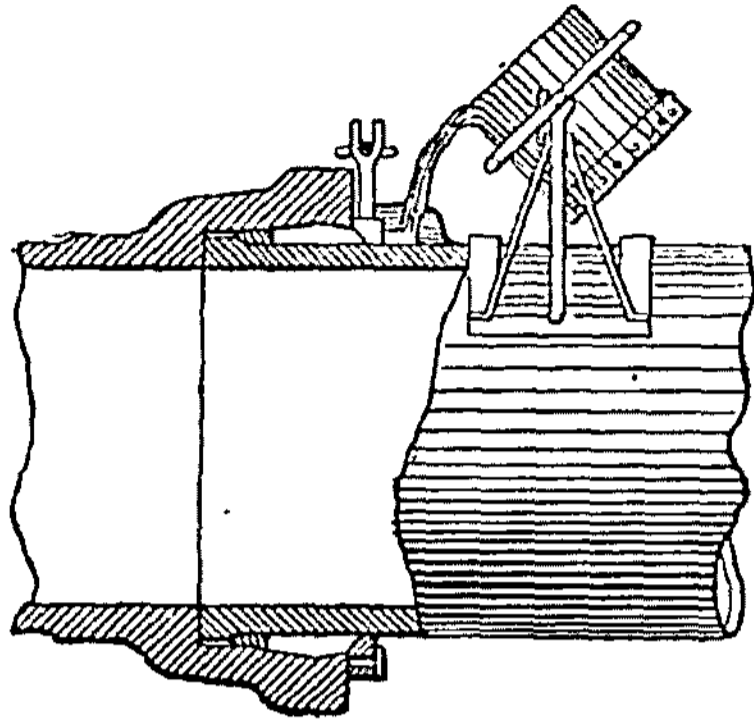
*Стальные трубы* открываютъ повидимому въ водопроводномъ дѣлѣ новую эру. Вотъ уже нѣсколько лѣтъ, какъ употребленіе ихъ начинаетъ все болѣе и болѣе распространяться, въ особенности со времени знаменитаго открытія Маннесмана. Маннесманъ нашелъ способъ изготовленія листовыхъ трубъ безъ продольнаго шва, примѣняющійся ко всякимъ металламъ. Длинная лепта листового металла навивается по винтовой линіи спаиваясь винтовымъ швомъ. Такимъ путемъ получаютъ стальныя трубы чрезвычайно легкія, эластичныя, прочныя—разныхъ діаметровъ. Онѣ слегка окисляются и затѣмъ погружаются въ горячемъ состояніи въ деготь. Сопротивленіе приготовленныхъ такимъ образомъ трубъ ржавчинѣ значительно больше, чемъ трубъ желѣзныхъ. Онѣ получаютъ все большее распространеніе для водопроводовъ не только домовыхъ, но и уличныхъ, въ особенности для странъ заморскихъ, куда доставка тяжелыхъ чугуновыхъ трубъ обходилась бы дорого. Онѣ легко укладываются по пологимъ кривымъ, но въ крутыхъ сопряженіяхъ необходимы чугуныя вставки.

*Асфальтовые трубы*, столь часто восхваляемыя въ послѣднее время, не годятся, по мнѣнію многихъ инженеровъ, для большихъ трубопроводовъ, какъ вслѣдствіе способа ихъ соединенія, такъ и благодаря самому матеріалу ихъ, не дающихъ достаточной гарантіи прочности.

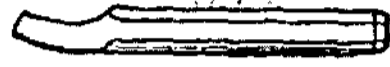
*Чугунныя трубы*—наиболѣе распространены въ водопроводномъ дѣлѣ. Матеріаль, употребляемый по преимуществу при трубопроводахъ сколько-нибудь значительной длины—чугунъ. Чугунныя трубы дешевле прочихъ металлическихъ трубъ, могутъ быть самыхъ различныхъ размѣровъ (діам. — 0,03 м. до 1,30 метра); стыки ихъ также прочны. Ихъ дѣлаютъ длиной 2,50—4 метровъ. Необходимо заботиться, чтобы онѣ отливались въ вертикальныхъ формахъ, чтобы избѣжать неодно-

Проведеніе воды трубами.

Чугунныя трубы.



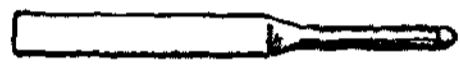
Черт. 322



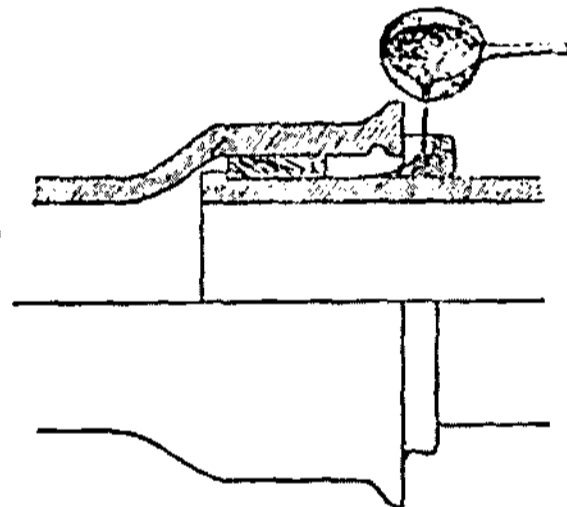
Черт. 323



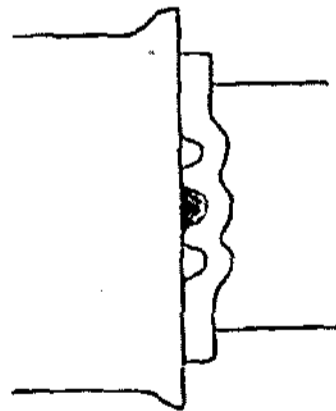
Черт. 324



Черт. 325



Черт. 326



Черт. 327

Черт. 322—327. — Заливка свинцомъ чугунныхъ трубъ. Сначала подовина стыка (около 0,04—0,05 м.) заполняется смоленной веревкой; она наматывается на трубу и уплотняется особымъ инструментомъ (черт. 324—325). Затѣмъ вокругъ стыка дѣлается обкладка изъ глины (черт. 327), въ которой оставляются отверстія для вливанія свинца и выхода воздуха. Свинецъ льется изъ ручной чашки (черт. 326) или изъ стоящаго на особой подставкѣ ведра. Когда стыкъ заполненъ, свинецъ зачеканивается особыми зубилами (черт. 323). При большихъ трубахъ для заливки свинцомъ стыкъ прикрывается стальнымъ или желѣзнымъ кольцомъ съ глиняной обложкой (черт. 322).

родности металла въ одномъ сѣченіи, могущей привести къ разрыву трубы. Если чугуныя трубы отлиты стоймя, то:

1) этимъ достигается однообразная толщина стѣнокъ, такъ какъ при вертикальной отливкѣ не можетъ произойти прогиба сердечника (шишки);

2) устраняется вредное вліяніе неправильнаго положенія сердечника, которое сильно вліяетъ на плотность трубы, и при недостаточной связи чугуна со стерженьками, поддерживающими сердечникъ, легко можетъ вызвать неплотности.

Стыки чугунныхъ трубъ бываютъ весьма разнообразны. Нѣкоторые изъ нихъ показаны на черт. 304—310. Основные типы суть соединенія флянцами, раструбами и муфтами. Флянцевыя соединенія (черт. 304) позволяютъ легко вынимать каждое звѣно и замѣнять новымъ, не трогая сосѣднихъ, и даетъ болѣе прочный трубопроводъ, что важно для трубъ уложенныхъ съ большими уклонами или отвѣсно. Но фланцевый стыкъ дороже раструбнаго и скорѣе даетъ течь и потому онъ почти вездѣ вытѣсняется раструбнымъ (черт. 305—310).

Преимущества раструбнаго соединенія главнымъ образомъ слѣдующія:

1) при тщательной работѣ достигается непроницаемость при любомъ давленіи;

2) трубопроводъ получаетъ нѣкоторую гибкость благодаря заполненію стыка свинцомъ;

3) неизбѣжныя исправленія производятся легко.

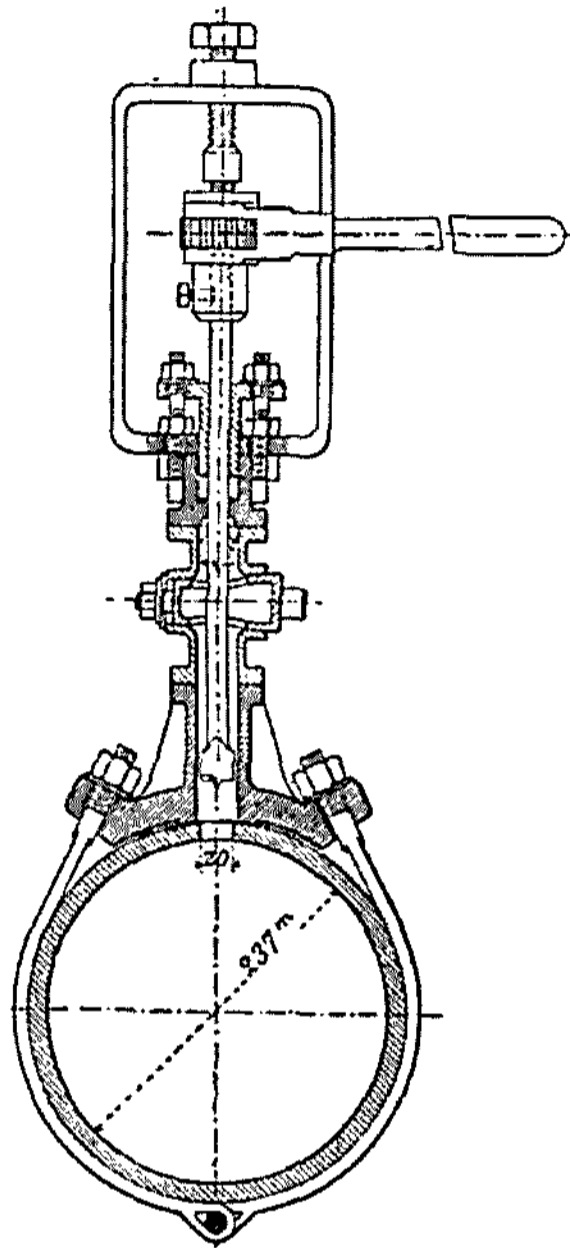
Различаютъ соединенія помощью простыхъ раструбовъ и помощью двойныхъ раструбовъ или муфтъ. Первый способъ самый употребительный. Его недостатокъ въ трудности вынуть или вставить отдѣльное звено. Для этого приходится открыть трубу на значительное протяженіе и предварительно расплавивъ свинецъ въ раструбахъ, такъ приподнять ее, чтобы звено вынулось.

При этомъ разстраиваются сосѣдніе стыки и работа вообще сложна и дорога. Чтобы избѣжать ея часто предпочитаютъ разбить звѣно.

Двойные раструбы или муфты устраняютъ эти неудобства (чертежъ 309). Когда нужно муфта сдвигается въ сторону и звено вынимается. Такой стыкъ дороже простого раструба и примѣняется

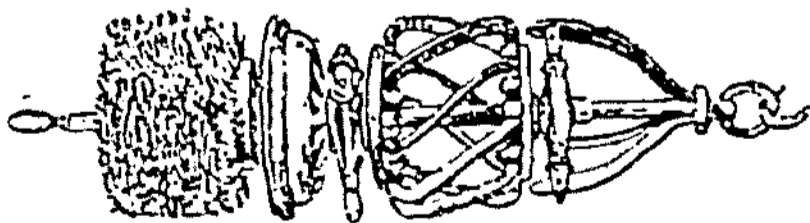
Проведеніе воды трубами.

Чугунныя трубы.



Черт. 328.

Приборъ для просверливанія магистралей и устройства отводовъ.



Черт. 329. — Приборъ для очистки трубъ отъ наростовъ. Приборъ вводится въ трубу и, образуя поршень, движется подъ давленіемъ воды, которая сообщаетъ ему еще вращательное движеніе. Скребки, расположенныя по винтовымъ линиямъ снимаютъ наросты и щетка очищаетъ стѣнки трубы.



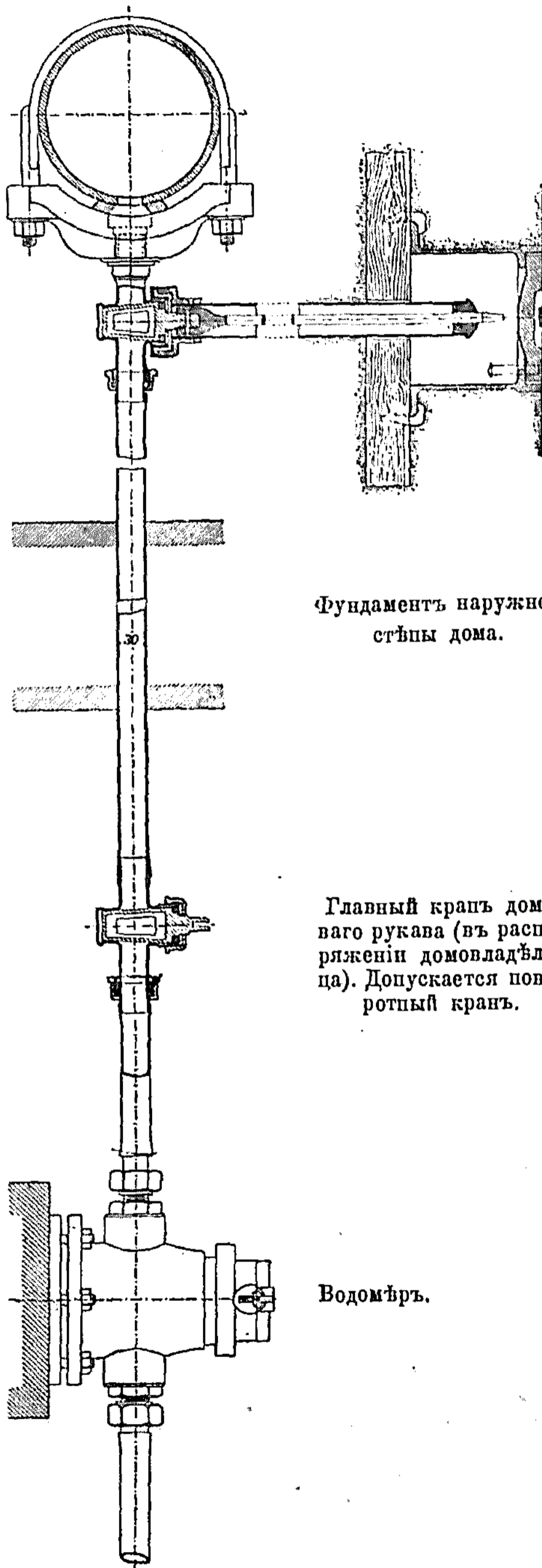
Черт. 330. — Видъ чугунной трубы на внутреннихъ стѣнкахъ, которой образовался наростъ въ ржавчины и осадковъ солей.

Проведеніе воды трубами.

УСТРОЙСТВО ДОМОВОГО РУКАВА.

Магистраль.

Главный кранъ до-  
моваго рукава (въ  
распоряженіи ад-  
министраціи водо-  
провода). Въ этомъ  
мѣстѣ допускаются  
поворотн. краны,  
вообще опасные,  
вслѣдствіе вызы-  
ваемых ими уда-  
ровъ воды.



Фундаментъ наружной  
стѣны дома.

Главный кранъ до-  
моваго рукава (въ рас-  
поряженіи домовладѣль-  
ца). Допускается пово-  
ротный кранъ.

Водомѣръ.

Черт. 331 и 332. — Продолжный разрывъ по домовому рукаву съ показаніемъ магистралн гланннхъ краевъ  
и водомѣра (1/8 в. в.).

обыкновенно въ мѣстахъ, гдѣ предвидится возможность частыхъ измѣненій въ трубопроводѣ.

Заполненіе въ раструбныхъ стыкахъ дѣлается помощью пеньки или пакли, или смоленой веревки съ заливкою свинцомъ, или помощью желѣзной замазки. При употребленіи свинца половина пространства заполняется пенькой, паклей или веревкой, а оставшая половина заливается свинцомъ. При употребленіи же желѣзной замазки пакля занимаетъ лишь небольшое пространство, чтобы замазка могла пройти на большую глубину. Желѣзная замазка обыкновенно состоитъ изъ 90 вѣсовыхъ частей чугунныхъ опилокъ, 2 вѣсовыхъ частей сѣрнаго цвѣта и 1 части порошкообразнаго нашатыря. Этотъ способъ приготовленія замазки далъ удовлетворительные результаты. Тѣмъ не менѣе для городскихъ водоснабженій предпочитается свинцовая заливка.

При приѣмкѣ трубъ необходимо подвергнуть ихъ испытанію, которое заключается въ томъ, что трубу закрываютъ съ обоихъ концовъ герметическими крышками, и наполняютъ водою и сжимаютъ эту воду до максимальнаго давленія, которое должна выдерживать труба. Для испытанія трубъ служитъ особая спеціальная нагнетательная помпа, которая показана на черт. 316. Такое испытаніе однако не достаточно гарантируетъ качество трубъ. Необходимо, чтобы производство ихъ велось подъ надзоромъ спеціальнаго агента водопроводной администраціи. Они слѣдятъ за всѣмъ ходомъ работы, провѣряютъ качество чугуна, испытываютъ его прочность; когда трубы отлиты они выслушиваютъ ихъ, ударяя ихъ молоткомъ, причемъ опытное ухо можетъ открыть много невидимыхъ для глаза недостатковъ, провѣряютъ діаметры и др. размѣры и пр., въ особенности же толщину стѣнокъ, для чего служитъ особый циркуль. Обыкновенно же эти спеціалисты производятъ и испытанія водой. При такомъ испытаніи труба не только не должна обнаружить трещинъ или щелей, но совсѣмъ не должна пропускать воды сквозь стѣйки, т. е. не должна быть пориста.

Испытаніе трубъ иногда рекомендуется производить слѣдующимъ образомъ: трубу погружаютъ горизонтально въ воду и подвергаютъ изнутри воздушному давленію въ определенное число атмосферъ. Существованіе неплотностей и трещинъ проявляется ввидѣ воздушныхъ пузырьковъ, поднимающихся въ водѣ.



Послѣ испытанія трубы, обыкновенно покрываются смѣсью дегтя съ камепно-угольной смолой; для этого трубы сначала пагрѣваютъ въ особой печи и потомъ погружаютъ въ вапну изъ названныхъ веществъ. Эта окраска трубы предохраняетъ еще въ значительной степени отъ ржавчины. Она не дѣлается до испытанія, потому-что окраска могла бы помѣшать открыть недостатки отливки.

Покрывающій трубу смолистый слой долженъ противустоять дѣйствию всѣхъ веществъ, находящихся въ почвѣ и противустоять дѣйствию мороза; составъ не долженъ быть хрупкимъ, чтобы не отваливаться при укладкѣ трубъ. На поверхности совершенно не должно быть непокрытыхъ мѣстъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ ржавчина можетъ распространиться и подъ составомъ, покрывающимъ трубу. Покрывать составомъ слѣдуетъ возможно чистую металлическую поверхность. Покрытие трубъ внутри имѣетъ еще и ту выгоду, что при этомъ значительно уменьшается сопротивленіе движенію воды.

## § 52. О расчетѣ размѣровъ чугунныхъ трубъ.

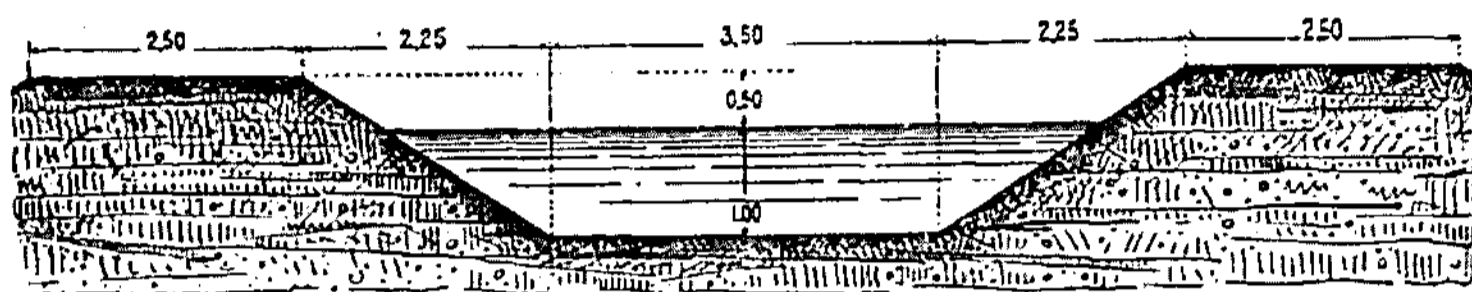
Чугунныя трубы изготовляются каждымъ заводомъ въ видѣ известной серіи съ возрастающими діаметрами. Въ настоящее время почти всѣ заводы западной Европы остановились приблизительно на одинаковыхъ типахъ. Такъ какъ большинство заводовъ имѣютъ опредѣленный сортаментъ трубъ, то важно знать его, чтобы избѣжать расходовъ на новыя модели. Расчетъ размѣровъ трубы дѣлается (при допущеніи, что 12—14 килограммовъ на кв. мм. есть предѣлъ растяженія чугуна) по обыкновеннымъ формуламъ строительной механики или же по нѣкоторымъ эмперическимъ формуламъ, отчасти указаннымъ далѣе.

Толщина стѣнокъ возрастаетъ пропорціонально діаметру, но въсь трубъ растетъ быстрѣе, и слѣдовательно и стоимость ихъ возрастаетъ быстрѣе, чѣмъ діаметръ; съ другой стороны стоимость укладки растетъ медленнѣе діаметровъ, такъ какъ манипуляціи укладки мало измѣняются въ известныхъ предѣлахъ діаметра трубъ. Опытъ показываетъ, что, если разсматривать трубы уложенныя на мѣсто, то цѣна погонной единицы разныхъ трубъ оказывается пропорціональна діаметрамъ. Это обстоятельство обнаружилъ впервые Дюпюи.

При проектированіи водоснабженій величины напора въ сѣти

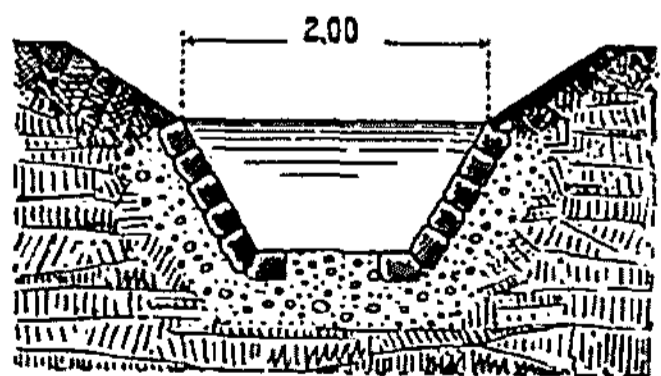
Проведеніе воды каналами.

Открытые каналы.



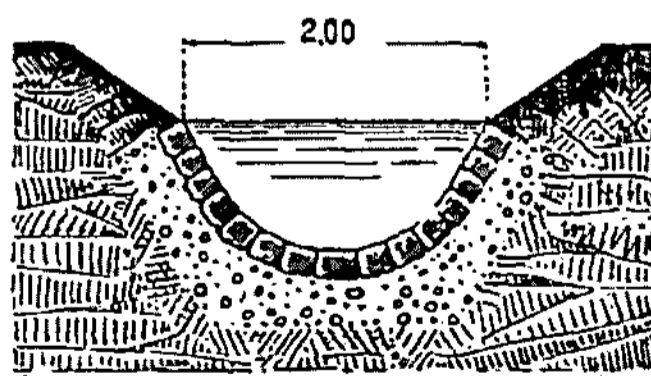
Черт. 333.

Профиль Уркского канала (съ земляными откосами) въ Парижѣ, служащаго для водоснабженія и для судоходства. Поверхностный уклонъ его очень малъ— $0,0000625$ . Въ подобныхъ же каналахъ въ Лондонѣ (New River)— $0,0000474$  въ Кенигсбергѣ— $0,00014$ ; обыкновенно въ питательныхъ каналахъ съ земляными откосами, устраиваемыхъ для водоснабженія судоходныхъ каналовъ, поверхностные уклоны измѣняются въ предѣлахъ  $0,0001$  и  $0,0005$ . Максимумъ допустимой средней скорости теченія въ каналѣ съ незамощенными откосами— $0,70$  метра (Lueger).



Черт. 334.

Профиль открытаго канала съ мощеными откосами.



Черт. 335.

Профиль открытаго канала съ мощеными откосами и дномъ. (Максимумъ допустимой средней скорости— $1,20$  метра въ секунду—Lueger).

могутъ быть весьма различны въ зависимости отъ конфигураціи мѣстности, разности высотъ источника и снабжаемыхъ водой частяхъ города, а также и требованій, предъявляемыхъ водопроводу въ хозяйственномъ и пожарномъ отношеніяхъ.

Поэтому составитель проекта бываетъ часто вынужденъ изслѣдовать детально вопросъ о толщинѣ стѣнокъ трубъ своей сѣти. При всей кажущейся простотѣ этого вопроса онъ представляетъ нѣкоторыя затрудненія, такъ какъ съ одной стороны, кромѣ статическаго усилія, которымъ подвержены трубы, иужно имѣть въ виду удары и медленное разрушеніе ихъ химическими процессами, а съ другой— приходится считаться съ крайнимъ разнообразіемъ и несходствомъ эмпирическихъ указаній практики.

Для поясненія этого обстоятельства назовемъ (см. Алтуховъ. — Нов. усоверш. въ Америк. водопров. Спб., 1880 г., стр. 82):

$t$  — толщину стѣнки трубы въ дюймахъ;

$p$  — внутреннее разрывающее давленіе въ фунтахъ на квадратный дюймъ;

$r$  — радіусъ трубы въ дюймахъ; и

$f$  — предѣльное сопротивленіе чугуна разрыву въ фунтахъ на квадратный дюймъ.

Разсматривая единицу длины трубы, мы получаемъ, что для равновѣсія (въ моментъ разрыва трубы) давленій на два полукольца, должно существовать слѣдующее равенство:

$$2 \cdot t \cdot f = 2r \cdot p,$$

откуда

$$t = \frac{p \cdot r}{f}.$$

Возьмемъ теперь, для примѣра, трубу діаметромъ въ 12 дюймовъ, и опредѣлимъ какова должна быть толщина ея стѣнки для того только, чтобы уравновѣшивать внутреннее давленіе въ 250 фунтовъ на 1 кв. дюймъ, принимая предѣльное сопротивленіе чугуна разрыву въ 18.000 фунтовъ на 1 кв. дюймъ?

По вышеуказанной формулѣ мы будемъ имѣть:

$$t = 0,083 \text{ дюйм.}$$

Какъ видимъ, теоретическое выраженіе для толщины стѣнки трубы, подвергнутой довольно большому внутреннему давленію, получается

очень незначительное. Этот теоретический результат увеличивается, прежде всего, обыкновенно, *въ 3 раза*, чтобы придать стѣнкамъ трубы известный запасъ прочности, для чего предѣльное сопротивленіе чугуна разрыву принимается равнымъ 6.000 англ. фунтовъ, вмѣсто 18.000 англійскихъ фунтовъ.

Получаемыя при этомъ величины увеличиваются еще различнымъ образомъ разными авторитетами, чтобы найти такую *практическую* толщину стѣинокъ трубъ, которая обусловливала бы существованіе запаса прочности, для противодѣйствія увеличенному давленію отъ ударовъ воды о стѣнки трубъ, при быстромъ закрываніи и открываніи пожарныхъ или створныхъ крановъ. Съ этою цѣлью, *Кирквудъ*, на примѣръ, ведетъ расчетъ на пятерное давленіе, сравнительно съ нормальнымъ, т. е. въ нашемъ примѣрѣ, для  $p$  не въ 250, а 1.250 фунтовъ; другіе ученые авторитеты нѣсколько уменьшаютъ этотъ коэффиціентъ прочности, но въ большинствѣ случаевъ онъ все-таки колеблется около 2 или 3.

Полученное такимъ образомъ выраженіе для толщины стѣинокъ трубъ увеличивается, обыкновенно, еще нѣкоторою величиною  $X$ , имѣя въ виду неправильности при отливкѣ трубъ, ржавленія ихъ, и тѣхъ случайныхъ силъ и вліяній, которыя обнаруживаются при различныхъ фазисахъ приготовленія, транспортировки, укладки и службы трубъ. Эта величина  $X$ , при однихъ формулахъ, измѣняется въ предѣлахъ отъ 0,24 дюйма до 0,40", а при другихъ отъ 0,57" до 1,04".

Такимъ путемъ созданъ для расчета размѣровъ чугунныхъ трубъ цѣлый рядъ эмпирическихъ формулъ, изъ коихъ мы сравнимъ между собою нѣсколько, а именно предложенныя слѣдующими авторитетами:

1) *James P. Kirkwood*:

$$t = \frac{5 pr}{f-p} + X.$$

2) *John Neville*:

$$t = 0,0016 (n + 10) d + 0,32.$$

3) *M. Dupuis*:

$$t = 0,0016 nd + 0,32 + 0,013 d.$$

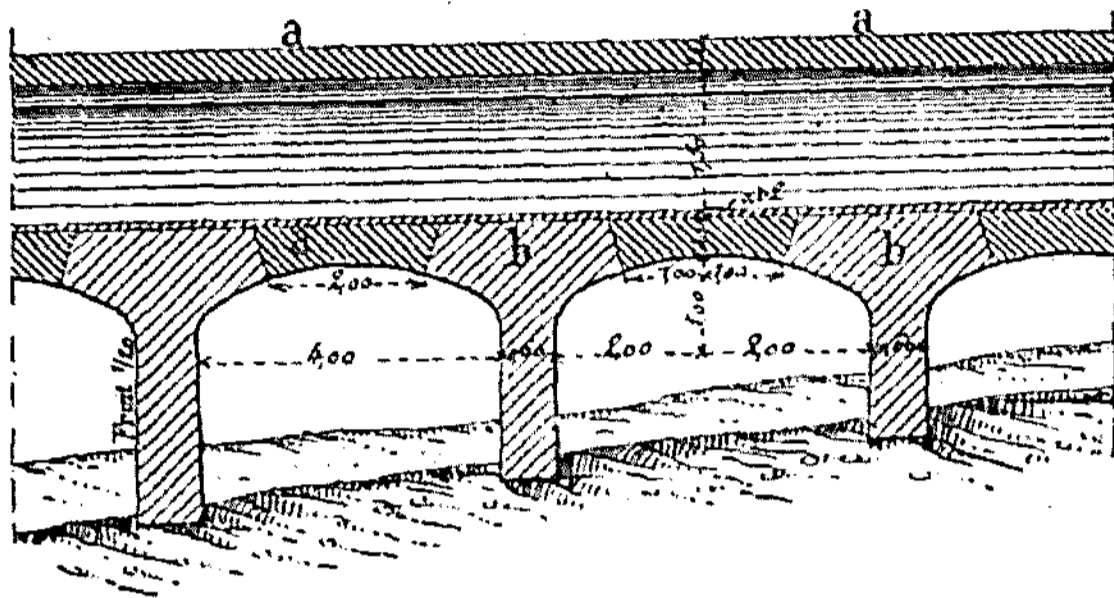
4) *J. Weisbach*:

$$t = \frac{5 pd}{2f}.$$

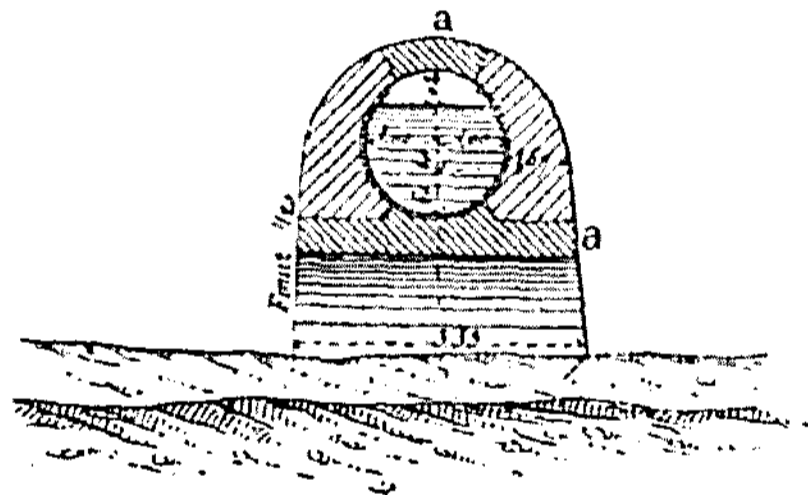
Проведеніе воды налами.

Водоснабженіе города Парижа изъ ключей.

(См. также черт. 244—245).



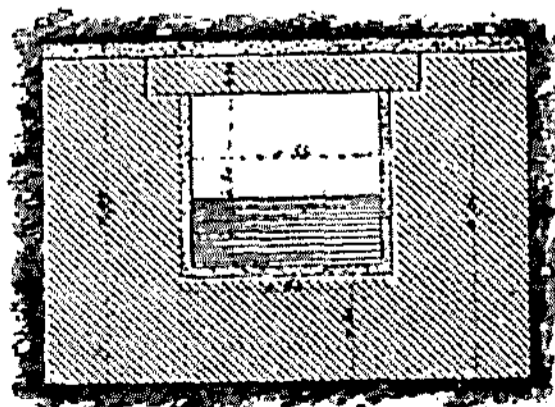
Черт. 336.—Продольный разрѣзъ канала изъ ключей Ваппе на аркадахъ.



Черт. 337.—Поперечный разрѣзъ канала изъ ключей Ваппе на аркадахъ.

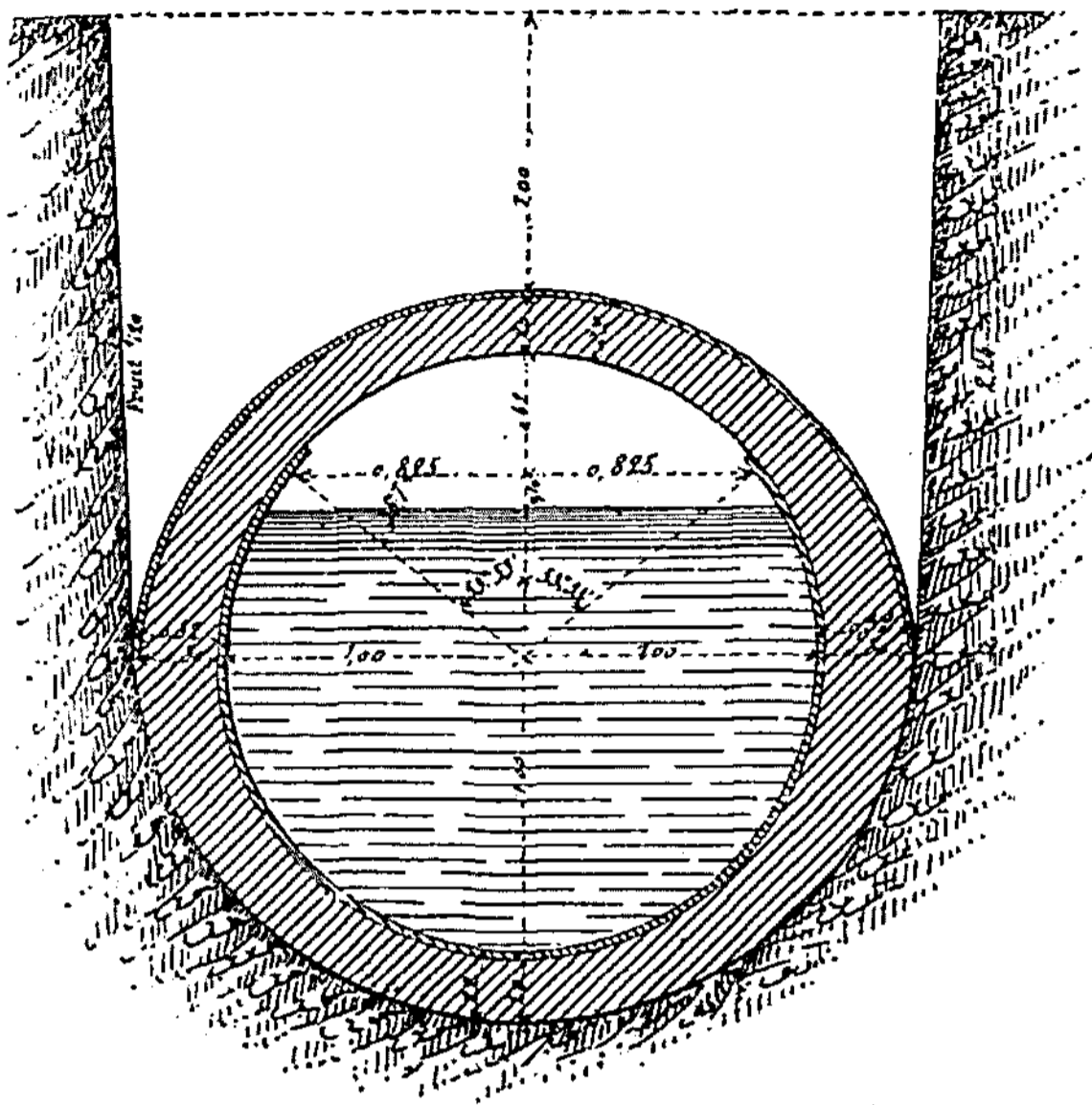
Водоснабженіе города Дижона изъ ключей.

(См. также черт. 253 и 254).

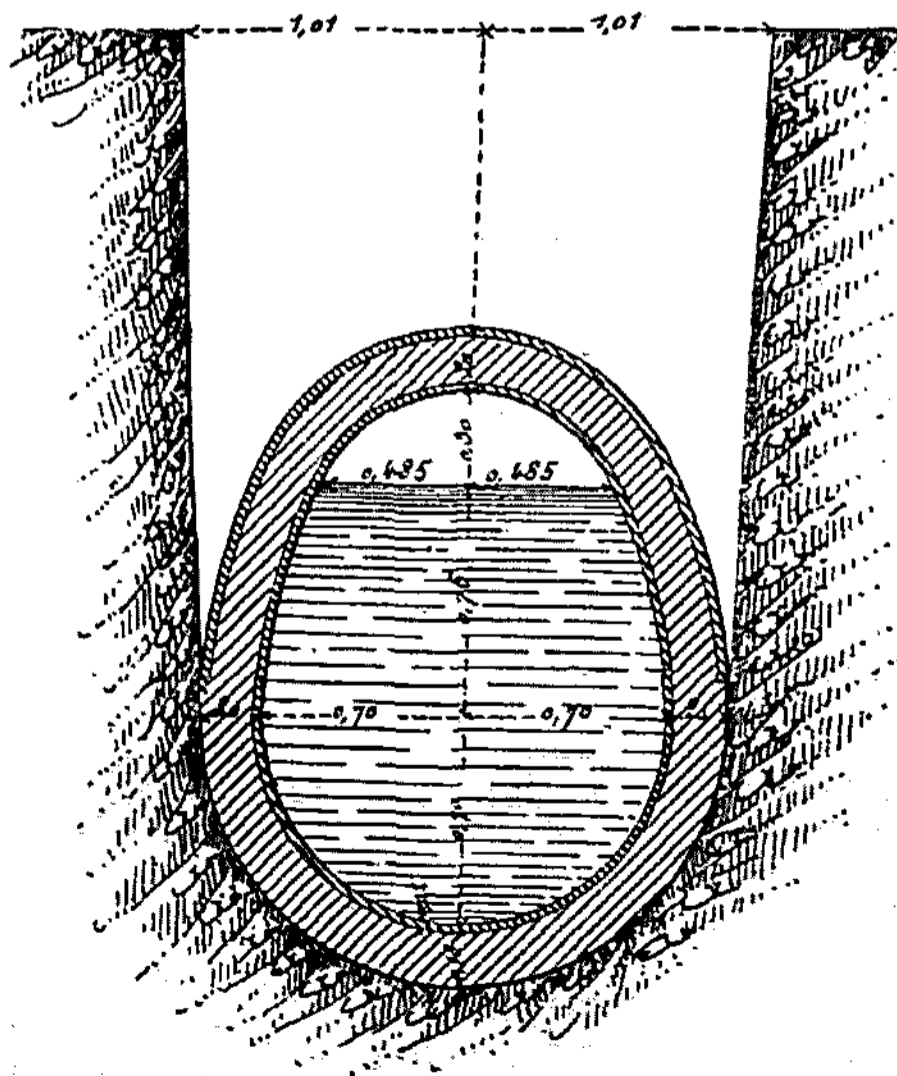


Черт. 338.—Профиль акведука Косоиг (прямоугольное сѣченіе, акведукъ изъ каменной кладки, покрытие плитой). Dageu, pl. 4.

Водоснабженіе города Парижа изъ ключей.



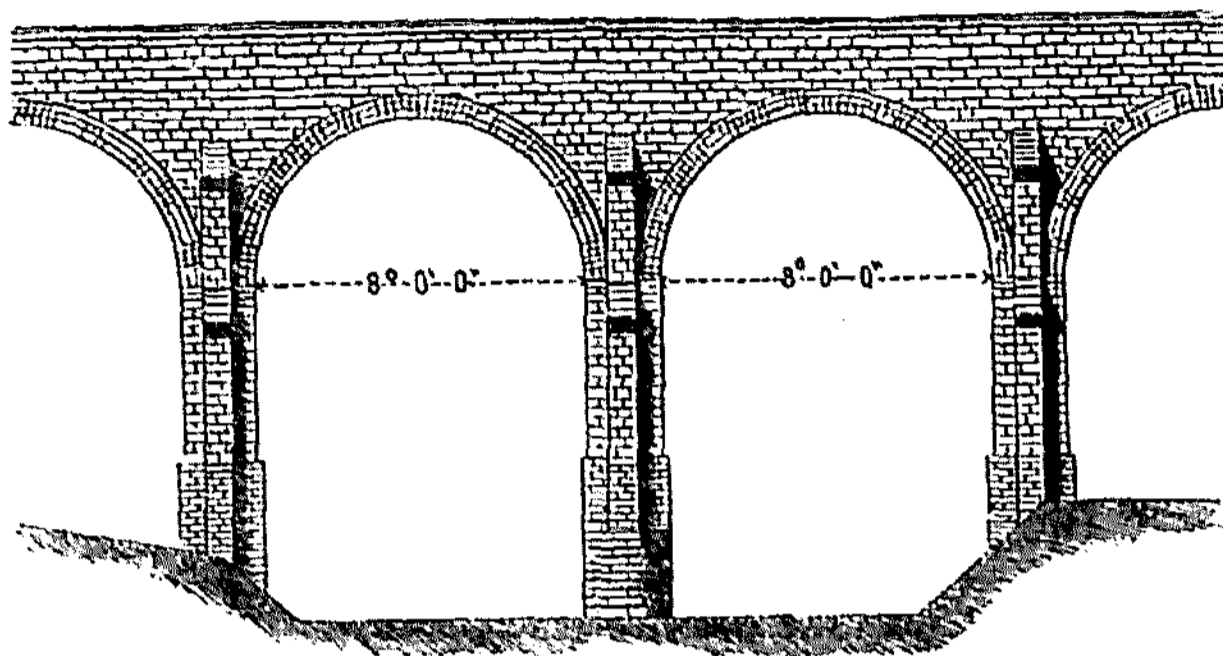
Черт. 339. — Разрѣзь бетоннаго канала водопровода изъ ключей Valpère въ выемкѣ.



Черт. 340. — Разрѣзь бетоннаго канала водопровода изъ ключей Dhuis въ выемкѣ.

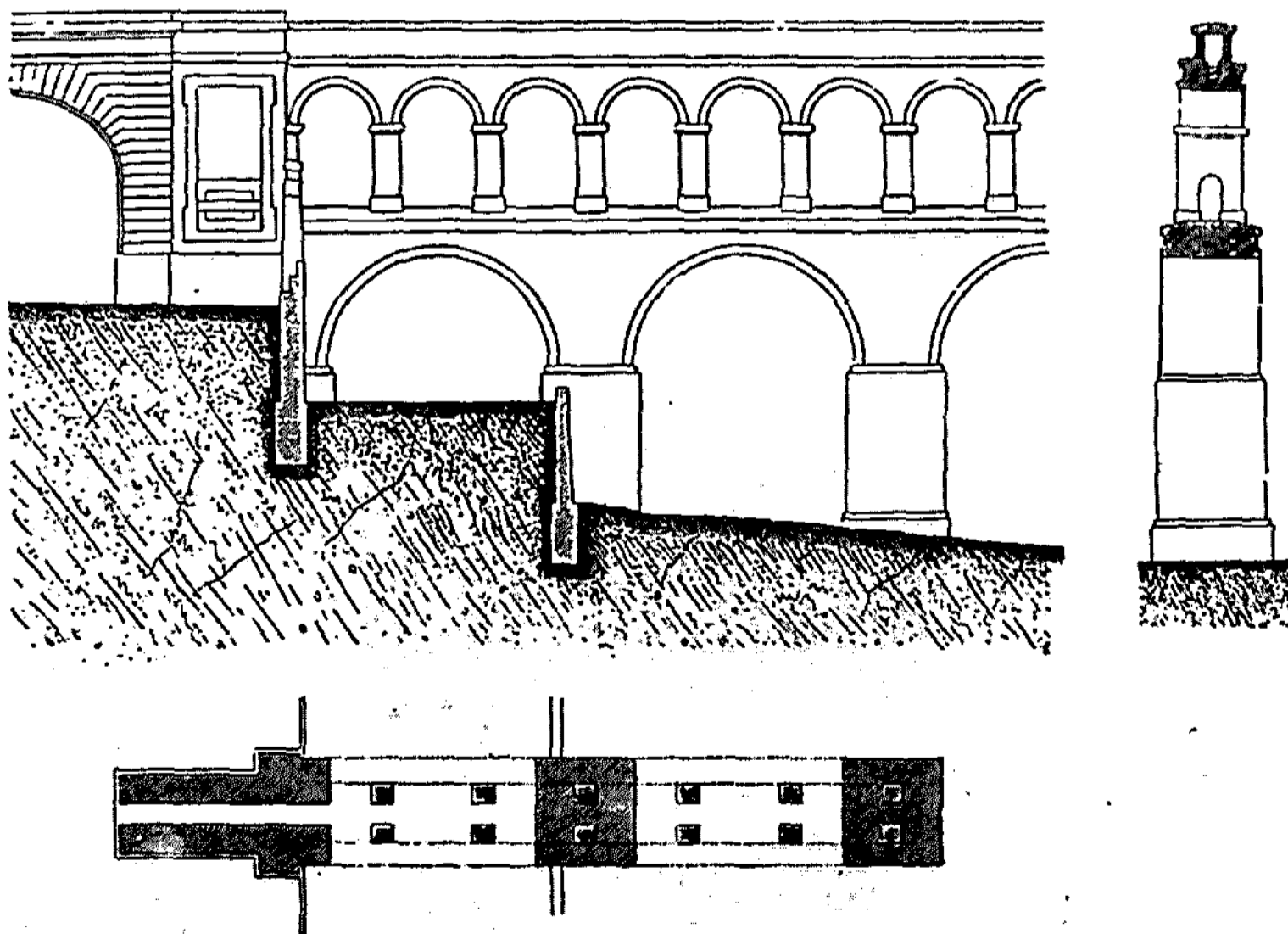
В о д о п р о в о д н ы е м о с т ы .

Снабженіе города Вѣны ключевой водой.



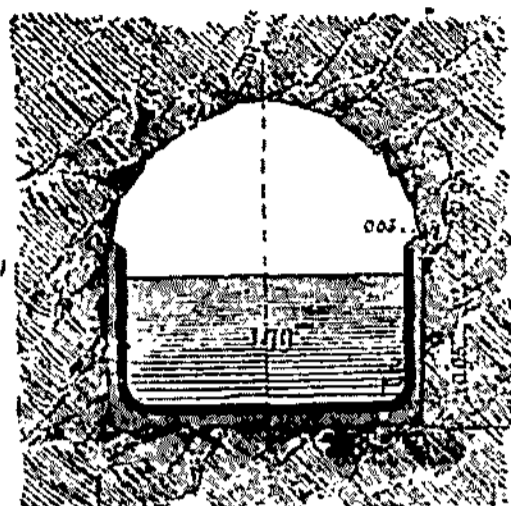
Черт. 341.— Фасадъ части водопроводнаго моста. См. также чертежи 75, 81, 255 и 256. (Staden-Die Wasserversorgung der Stadt Wien. 1873).

Водоснабженіе города Монпелье.

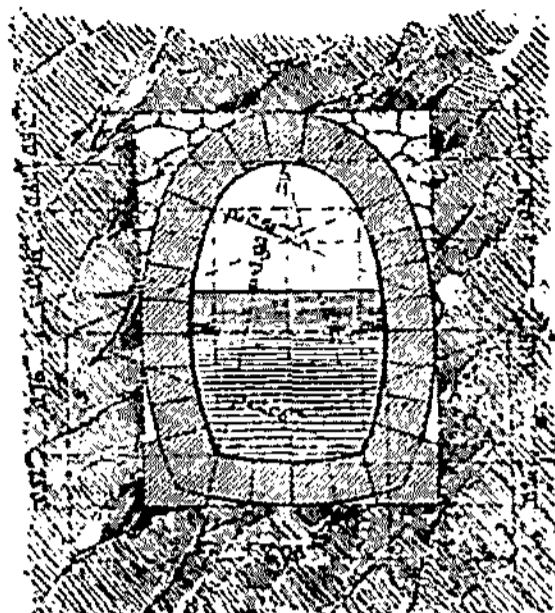


Черт. 342, 343 и 344.— Часть фасада, разръзъ и планъ водопроводнаго моста въ Монпелье (Фривція). Оконченъ постройкой въ 1752 году. Строитель Pitot. Водопроводный каналъ свѣченіемъ 32 сант. ширины на 27 сант. высоты находится въ доступной для прохода галлерей. Глубина воды обыкновенно 15 сантиметровъ. Уклонъ 0,000289. Расходъ—11 метровъ въ секунду. (Lueger. p. 712).

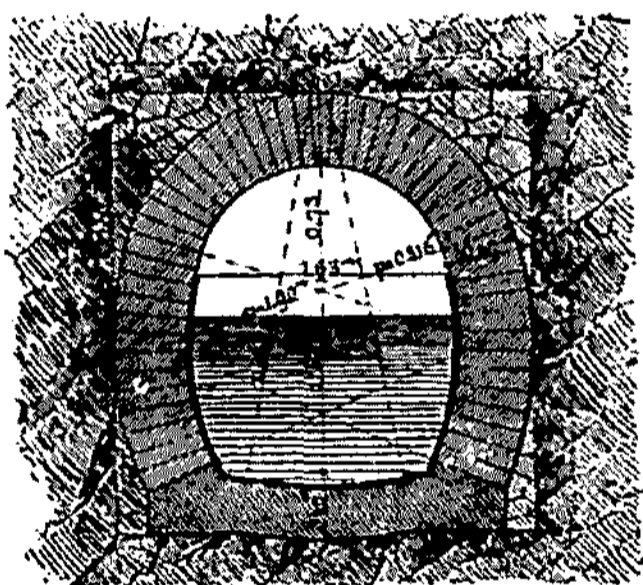
Снабженіе города Вѣны ключевой водой.



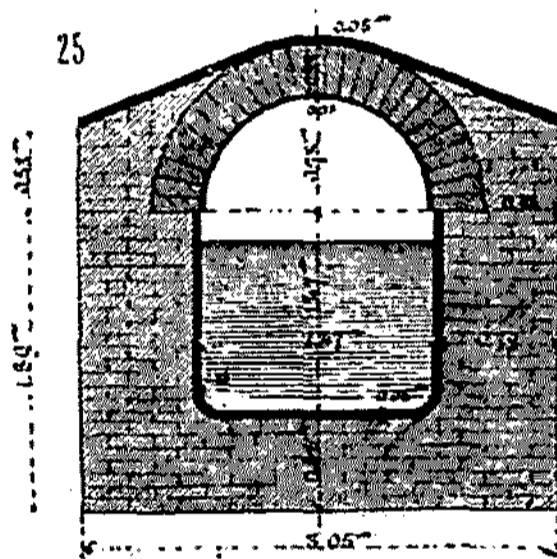
Черт. 345.—Нормальное сѣченіе канала въ плотной скалѣ въ туннеляхъ (уклонъ  $\frac{1}{310}$ ).



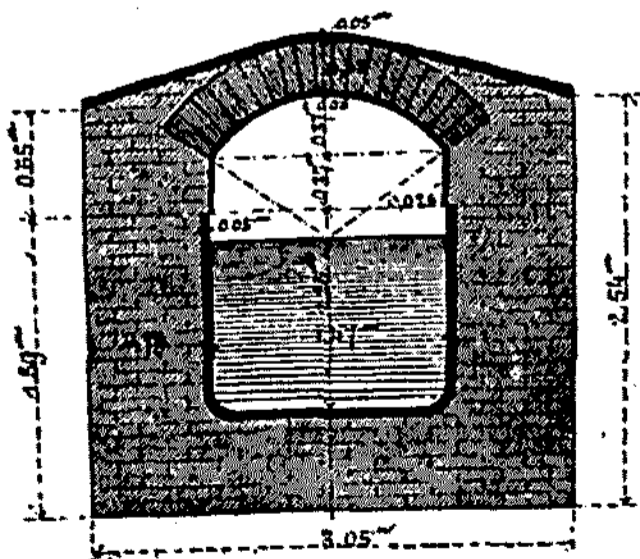
Черт. 346.—Сѣченіе канала въ трещиноватой скалѣ въ туннелѣ на участкѣ Weikersdorf-Steinfeld.



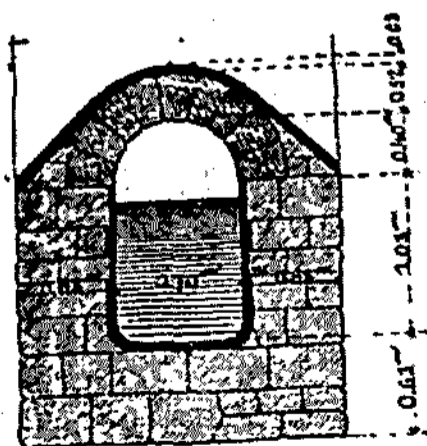
Черт. 347.—Сѣченіе канала въ трещиноватой скалѣ въ туннелѣ на участкѣ Baden-Rosenhügel (уклонъ  $\frac{1}{310}$ ).



Черт. 348.—Поперечное сѣченіе канала въ выемкѣ на участкѣ Mödling-Rosenhügel (уклонъ  $\frac{1}{2300}$ ).



Черт. 349.—Поперечное сѣченіе канала въ выемкѣ на участкѣ Mödling-Rosenhügel (уклонъ  $\frac{1}{2300}$ ).



Черт. 350.—Поперечное сѣченіе канала въ выемкѣ на участкѣ Weikersdorf-Steinfeld (уклонъ  $\frac{1}{250}$ ).

Масштабъ для черт. 345 — 350 =  $\frac{1}{100}$  н. в.

Примѣчаніе. Черная одежда внутри и сверху акведука — цементная штукатурка. (Ф. Е. Максименко—Атласъ Водопр. Сооруж.).



5) *T. J. Whitman*:

$$t = 0,0045 nd + 0,4 - 0,0011 d.$$

6) Формула *Dupuis*, измененная *Kirkwood*'омъ, согласно американской практикѣ:

$$t = 3,4 n (0,0016 d) + X.$$

7) *Molesworth*:

$$t = 0,000054 Hd + X.$$

8) *Thomas Box*:

$$t = \frac{\sqrt{d}}{10} + 0,15 + \frac{Hd}{25.000}.$$

9) *James B. Francis*:

$$t = 0,000058 Hd + 0,0152 d + 0,312.$$

10) *Wm. J. Rankine*:

$$t = \frac{Hd}{12.000}.$$

11) *J. Herbert Shedd*:

$$t = 0,00008 Hd + 0,01 d + 0,36.$$

12) *Barlow*:

$$t = \frac{pr}{f-p} + X.$$

Во всѣхъ этихъ формулахъ значеніе буквъ слѣдующее:

$t$  — толщина стѣнокъ трубы въ дюймахъ;

$p$  — давленіе воды въ фунтахъ на 1 квадр. дюймъ;

$H$  — « « « футахъ водяного столба;

$n$  — число атмосферъ (въ 33 фута);

$r$  — радіусъ трубы въ дюймахъ;

$d$  — діаметръ трубы въ дюймахъ;

$f$  — предѣльное сопротивленіе чугуна разрыву, принимаемое во всѣхъ случаяхъ = 6.000 фунт.

$X$  — переменная величина, на которую увеличивается толщина стѣнокъ, въ виду большей сопротивляемости трубъ всякимъ случайнымъ усиліямъ.

Значеніе этой величины видно изъ приводимой далѣе таблицы № 14.

Для примѣра, опредѣлимъ, по всѣмъ этимъ формуламъ, величину  $t$  для 12'' трубы, при давленіи = 250 фунтамъ или 577,5 футъ:

№№ формуль.	№№ формуль.
1) $t = 1,62''$	7) $t = 0,90''$
6) $t = 1,53''$	2) $t = 0,85''$
5) $t = 1,36''$	3) $t = 0,81''$
4) $t = 1,25''$	8) $t = 0,77''$
11) $t = 1,03''$	12) $t = 0,63''$
9) $t = 0,90''$	10) $t = 0,58''$

Въ полученныхъ результатахъ такое большое разнообразіе, что невольно возникаетъ вопросъ: какое же изъ опредѣленій величины  $t$  наиболѣе практично и, при данныхъ обстоятельствахъ, могло бы быть принято къ исполненію?

Формула Рэнкина и формула Барлоу даютъ самые меньшіе размѣры толщины стѣнокъ.

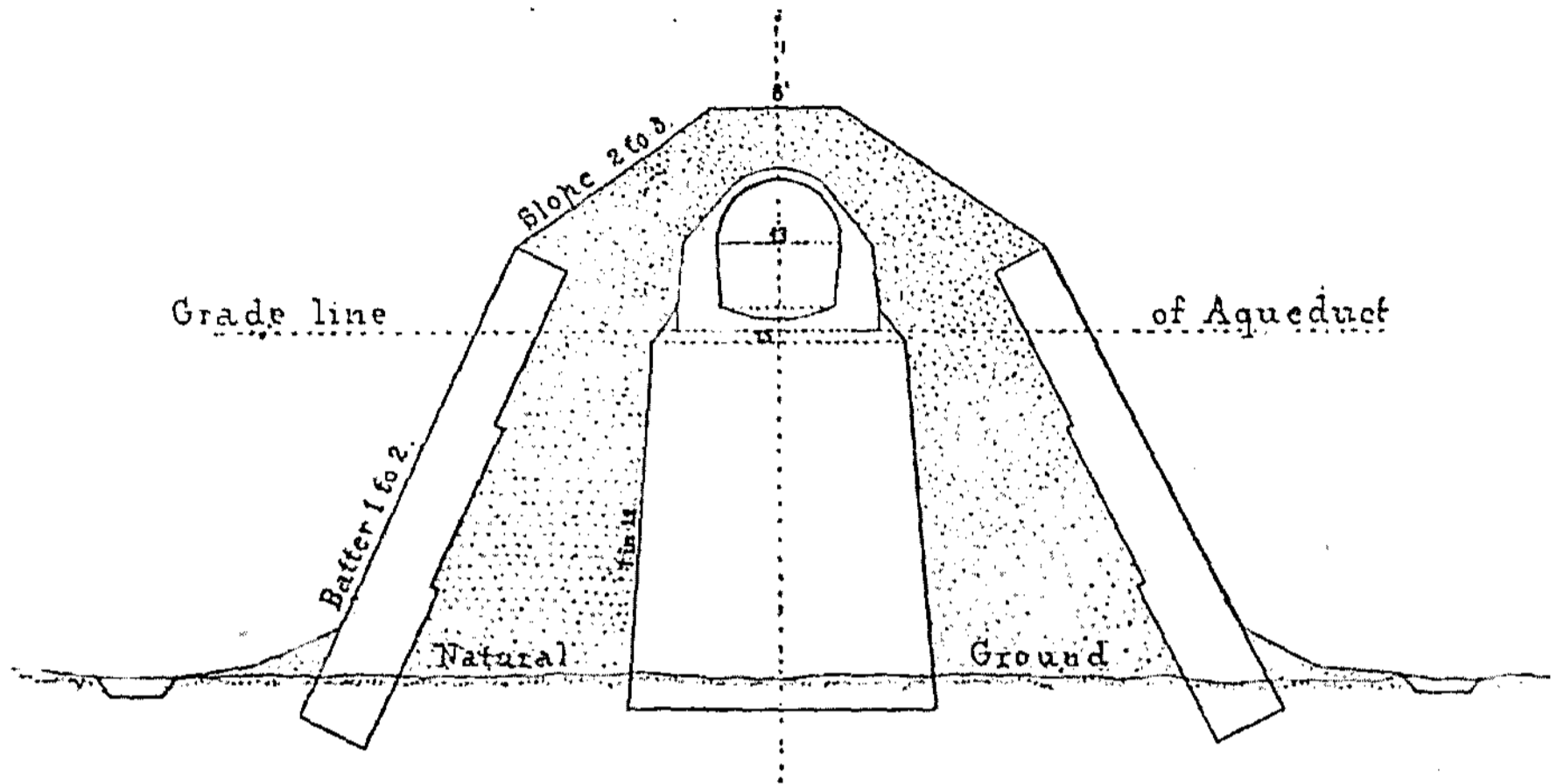
Формула Кирквуда даетъ результаты почти въ 3 раза больше, чѣмъ формула Рэнкина; формула Дююи, измѣненная Кирквудомъ, а также формула Вайтмана, даютъ результаты слишкомъ большіе, по сравненію со всѣми остальными формулами; первыя двѣ изъ этихъ формуль даютъ размѣры толщины стѣнокъ трубъ въ два раза большіе, чѣмъ если бы они были опредѣлены по формулѣ Дююи или по формулѣ Томаса Бокса. При этомъ замѣтимъ, что формулы Молесворта и Франсиса даютъ вполне согласные результаты.

Особенно большіе результаты получаются изъ первыхъ 4 формуль, потому что, не смотря на общее во всѣхъ формулахъ уменьшеніе въ 3 раза предѣльнаго сопротивленія чугуна разрыву, въ нихъ все-таки взятъ значительный коэффициентъ запаса прочности, именно: въ формулѣ Кирквуда—5, во второй—4,45, у Вейсбаха—5 и у Вайтмана — 3,8. Этотъ коэффициентъ, уже замѣчено, обуславливаетъ тотъ запасъ прочности въ стѣнкахъ трубъ, который долженъ выдерживать случайные удары отъ быстрого заперанія крановъ. Кирквудъ полагаетъ, что взятый имъ коэффициентъ прочности не великъ, и что удары въ трубахъ должны быть пропорціональны тому давленію, подъ которымъ въ нихъ движется вода. Но надо замѣтить, что весьма рѣдки случаи, когда остановка движенія воды можетъ произойти мгновенно и вполне, такъ какъ въ новѣйшихъ типахъ створныхъ и пожарныхъ крановъ, производится только весьма медленное и постепенное запираніе и отпираніе ихъ. Болѣе или

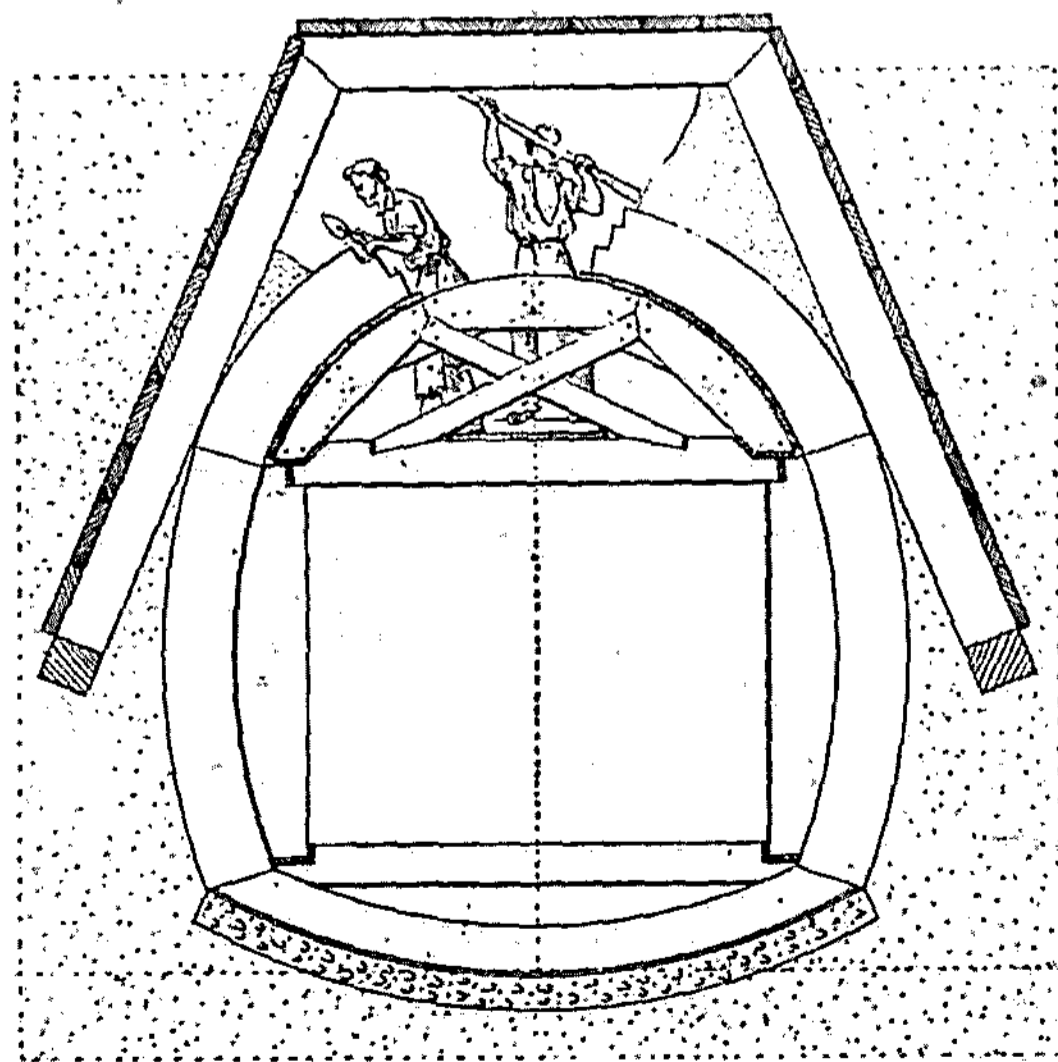
Проведеніе воды каналами.

Водоснабженіе города Нью-Йорка изъ искусственнаго водохранилища.

(См. также чертежи 72—74).



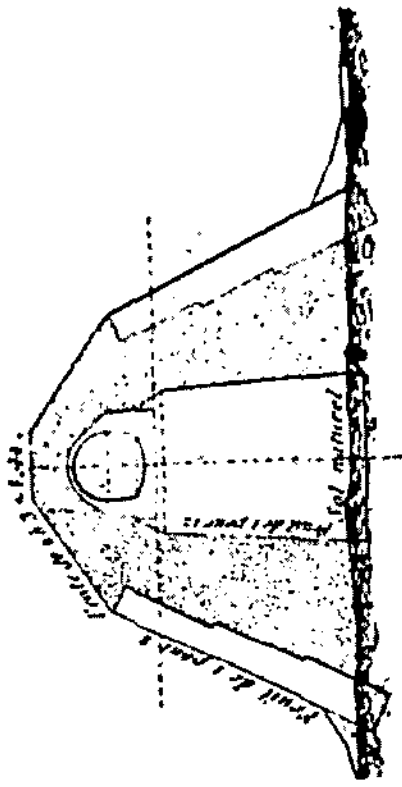
Черт. 351.—Поперечный разръзъ акведука въ насыпи.



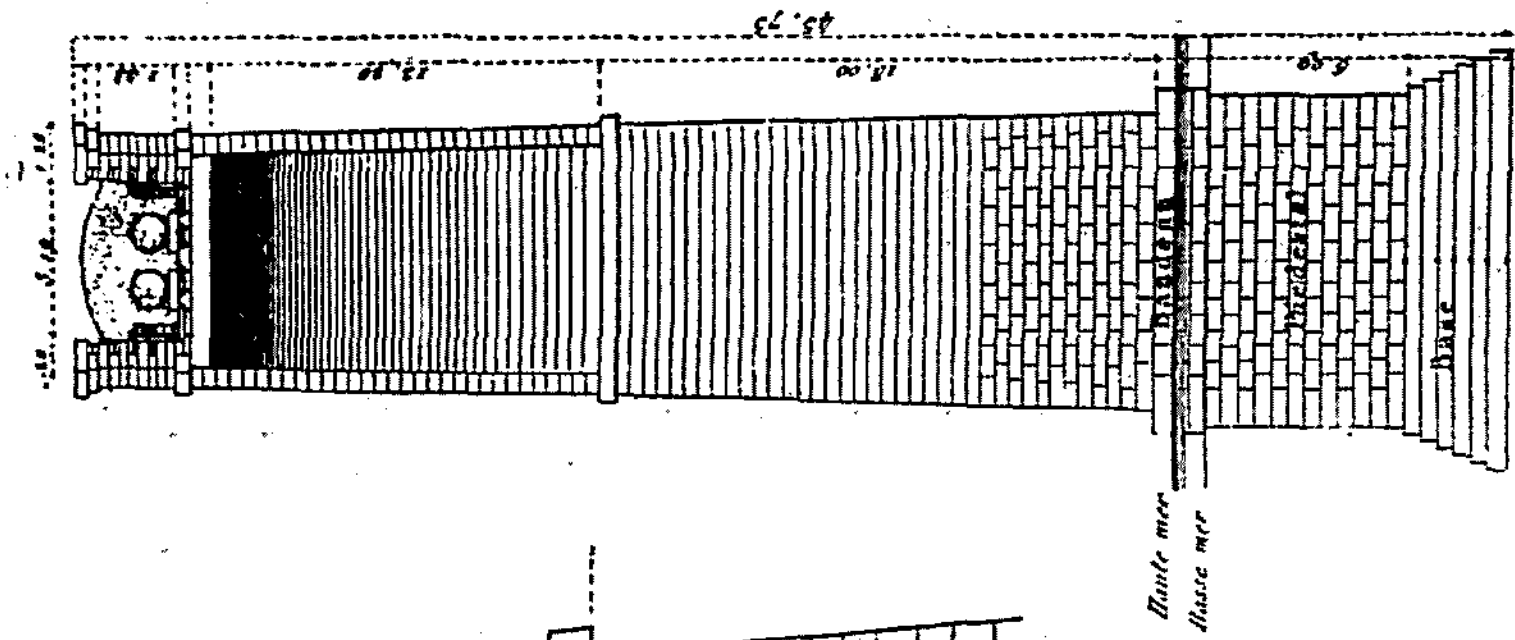
Черт. 352.—Постройка акведука въ туннель. (Schramke-Description of the New-York Croton Aqueduct).

Водонабжение города Нью-Йорка изъ искусственнаго водоохранилища.

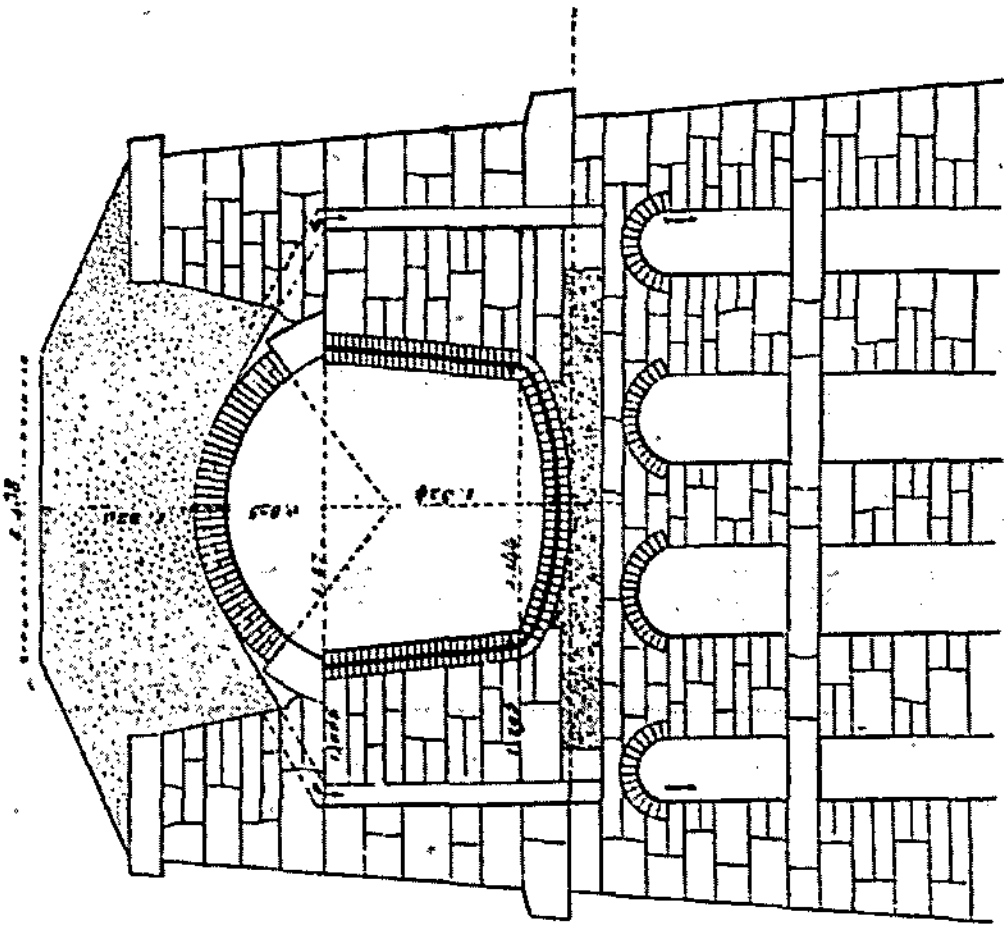
(См. также чортожи 72—74).



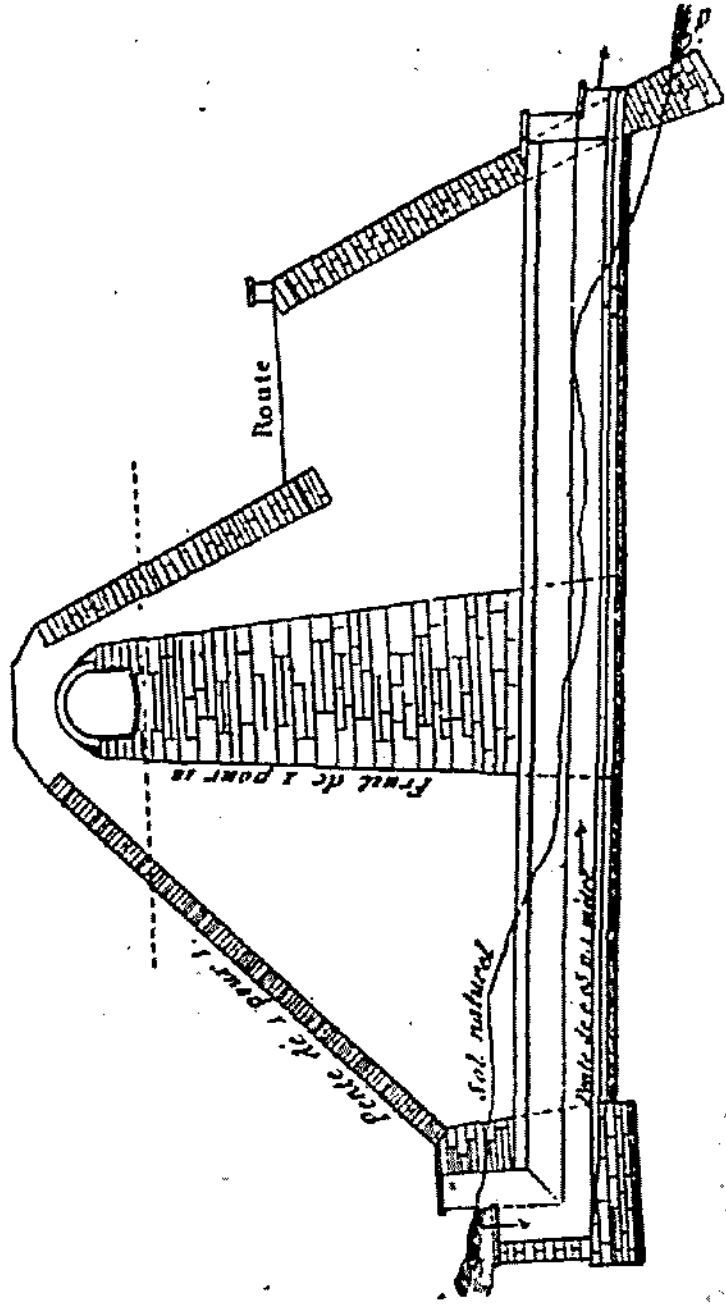
Черт. 355. — Поперечный разръзъ акведука въ наосыпи.  
(Тотъ же разръзъ въ большемъ масштабѣ на чорт. 351).



Черт. 354. — Разръзъ чрезъ арку водопроводнаго моста—опфона на рѣкѣ Harlem (см. чорт. 74).



Чорт. 353. — Поперечный разръзъ акведука на водопроводномъ мостѣ Sing Sing Hill.



Черт. 356. — Переофченіе акведука съ ручьемъ (продольный разръзъ по трубѣ, предназначеной для пропуска ручья).

Таблица № 14. Значения X (явныхъ и окрытыхъ) для различныхъ диаметровъ трубъ въ формулахъ толщины отѣнокъ.  
(По Алтухову).

Диаметръ трубы.	Кирквудъ № 1.	Кирквудъ по Дюпюи № 6.	Вайтманъ № 5.	Невшль № 2.	Дюпюи № 3.	Томасъ Боксъ № 8.	Франсисъ № 9.	Молесвортъ № 7.	Шедъ № 11.	Барлоу № 12.	Газовыя трубы.
4"	0,35"	0,40"	0,40"	0,32"	0,37"	0,36"	0,37"	0,38"	0,40"	0,24"	0,37"
6"	0,34"	0,40"	0,39"	0,32"	0,40"	0,40"	0,40"	0,41"	0,42"	0,25"	0,42"
8"	0,33"	0,40"	0,39"	0,32"	0,42"	0,44"	0,43"	0,44"	0,44"	0,28"	0,47"
10"	0,33"	0,39"	0,39"	0,32"	0,45"	0,48"	0,46"	0,47"	0,46"	0,32"	0,50"
12"	0,32"	0,39"	0,39"	0,32"	0,48"	0,51"	0,49"	0,50"	0,48"	0,32"	0,53"
14"	0,31"	0,39"	0,38"	0,32"	0,50"	0,55"	0,49"	0,51"	0,50"	0,33"	0,56"
16"	0,30"	0,38"	0,38"	0,32"	0,53"	0,58"	0,52"	0,52"	0,52"	0,33"	0,59"
20"	0,28"	0,38"	0,38"	0,32"	0,58"	0,63"	0,56"	0,53"	0,56"	0,33"	0,66"
24"	0,26"	0,37"	0,37"	0,32"	0,63"	0,70"	0,62"	0,54"	0,60"	0,33"	0,72"
30"	0,25"	0,37"	0,37"	0,32"	0,71"	0,77"	0,68"	0,56"	0,66"	0,34"	0,81"
36"	0,24"	0,36"	0,36"	0,32"	0,79"	0,83"	0,77"	0,58"	0,72"	0,36"	0,91"
42"	0,23"	0,36"	0,36"	0,32"	0,87"	0,90"	0,85"	0,60"	0,78"	0,38"	1,00"
48"	0,22"	0,35"	0,35"	0,32"	0,94"	0,96"	1,04"	0,62"	0,84"	0,48"	1,10"

менѣе сильныя толчки и удары воды легко возможны въ домовыхъ трубахъ, снабженыхъ нерѣдко поворотными кранами (§ 56), производящими быстрое отпирание и запираніе воды. Въ уличныхъ линіяхъ ничего подобнаго никогда не происходитъ и небольшія колебанія въ движеніи воды, которыя случаются тамъ, значительно уменьшаются многими отверстіями съ свободнымъ изліяніемъ воды, каковы домовые отростки съ открытыми кранами и пр.

Видъ формулъ Кирквуда и Вейсбаха прямо указываетъ намъ на допущенія, которыя сдѣланы въ нихъ авторами, въ виду обезопасенія трубъ отъ ударовъ воды; въ другихъ формулахъ эти коэффиціенты прочности болѣе скрыты; но, принявъ для всѣхъ формулъ величину сопротивленія чугуна разрыву = 6.000 фунтовъ, и обозначивъ черезъ  $X$  — увеличеніе толщины стѣнокъ трубъ, которое должно идти прибавками, въ видахъ несовершенствъ отливки, ржавленія и усилій (которымъ подвергаются трубы при укладкѣ и транспортировкѣ) можно опредѣлить допущенный во всѣхъ этихъ формулахъ коэффиціентъ прочности, въ расчетѣ на неправильность движенія воды въ трубахъ.

Величины этого коэффиціента оказываются, согласно расчету инженера Алтухова, слѣдующія:

Вейсбахъ . . . . .	5,00
Кирквудъ . . . . .	5,00
Дюнои (измѣненная Кирквудъ) . . . . .	4,55
Вайтманъ . . . . .	3,80
Рэнкинъ . . . . .	2,31
Гербертъ Шедъ . . . . .	2,22
Джонъ Невиль . . . . .	2,12
Франсисъ . . . . .	1,61
Молесвортъ . . . . .	1,60
Дюнои . . . . .	1,34
Томасъ Барлоу . . . . .	1,00

Изъ разсмотрѣнія величинъ этихъ коэффиціентовъ оказывается, что первые четыре изъ нихъ соотвѣтствуютъ увеличенію давленія въ трубахъ въ 4—5 разъ противъ расчетнаго. Поэтому нѣкоторые спеціалисты находятъ ихъ преувеличенными. По мнѣнію ихъ, на случай быстрыхъ увеличеній давленія въ стѣти, обыкновенно упо-

требляются спеціальныя предохранительныя краны, которые ограничиваютъ возможность подобныхъ явленій; наконецъ, еслибы ихъ и не было, то случайное, быстрое возрастаніе давленія воды отразилось бы только на самомъ слабомъ мѣстѣ сѣти, оставивъ неповрежденными всѣ другія трубы, изъ чего выясняется непрактичность, въ виду возможности подобнаго рѣдкаго случая, слишкомъ увеличивать толщину стѣнокъ всѣхъ трубъ, и тѣмъ значительно удорожать стоимость всей сѣти.

Въ виду этихъ соображеній нѣкоторые авторитеты принимаютъ, какъ видно изъ предшествующаго, для коэффиціента безопасности гораздо меньшія величины. Къ категоріи такихъ формулъ принадлежитъ и формула, предложенная въ Россіи инженеромъ Алтуховымъ, который признаетъ, что коэффиціентъ у  $p$  равный 2—удовлетворяетъ практическимъ требованіямъ. Соответственно этому предположенію, инженеръ Алтуховъ предлагаетъ слѣдующую формулу:

$$t = \frac{pr}{3.000} + X$$

или

$$t = 0,000072 Hd + X.$$

Въ этихъ формулахъ значенія величины  $X$ —измѣняются въ зависимости отъ давленія, а не только діаметра трубы, какъ въ предшествующихъ формулахъ, и опредѣляются по сравненію съ соответствующими величинами газовыхъ трубъ (подробности см. Алтуховъ, Объ Амер. вод., стр. 98).

Кромѣ разсмотрѣнныхъ здѣсь параллельно формулъ, есть еще не мало другихъ.

Толщина стѣнокъ трубъ изъ чугуна по Hagen'у  $e = 0,0533 \frac{h \cdot d}{f}$ , гдѣ  $e$ —искомая толщина въ сантим.,  $h$ —высота столба воды въ метрахъ (пьезометрическая высота),  $d$ —діаметръ трубы въ сантим. и  $f$  временное сопротивленіе чугуна при разрывѣ, выраженное въ килогр. на 1 кв. сантим.

По d'Arbuisson'у для трубъ діаметромъ болѣе  $4\frac{1}{2}$  дюймовъ  $e = 1 + 0,015 d$ , гдѣ  $e$  и  $d$  имѣютъ только что указанныя значенія.

Фанниигъ даетъ выраженіе

$$t = \frac{(p+100)r}{0,2f} + 0,333 \left( 1 - \frac{r}{50} \right),$$

въ которой при всѣхъ тѣхъ же обозначеніяхъ, какія приведены на стр. 288, цифра 100 есть добавочный запасъ прочности противъ ударовъ воды, для которыхъ Фаннингъ не допускаетъ болѣе 100 фунтовъ на кв. дюймъ. Burton (The Water Supply of Towns, p. 227) рекомендуетъ такую формулу:

$$t = \frac{(p+100)r}{f} k + 0,3,$$

гдѣ при всѣхъ уже извѣстныхъ значеніяхъ буквъ  $k$  есть коэффициентъ безопасности, измѣняющейся отъ 4 до 6; при  $f = 18.000$  англ. ф. на кв. дюймъ.

По этой формулѣ при  $k = 4$  вычислены размѣры нѣкоторыхъ трубъ, приведенные въ таблицѣ № 15; практика оправдала, согласно заявленію Burton'a, его расчеты, но онъ рекомендуетъ легкое измѣненіе своей формулы для будущаго, а именно:

$$t = \frac{(p+100)5r}{18.000} + 0,25,$$

гдѣ  $k = 5$ , а  $X = 0,25$ , т. е. меньше прежняго, въ виду успѣховъ сдѣланныхъ отливкой.

Формулы Фаннинга и Бертонна представляются, повидимому, наиболѣе цѣлесообразными въ настоящее время для расчета размѣровъ чугунныхъ трубъ. Найденная расчетомъ толщина не можетъ быть, однако, примѣнена ко всѣмъ частямъ трубы и къ кривымъ трубамъ.

Опытъ показываетъ напримѣръ, что наиболѣе слабое мѣсто у трубы это вверху у конца раструба и при переходѣ его въ собственно трубу, каковыя мѣста и слѣдуетъ соотвѣтственно усиливать. Для опредѣленія другихъ измѣреній трубъ въ раструбахъ и флянцахъ приходится пользоваться прямыми указавіями практики. У трубъ фасонныхъ слѣдуетъ брать толщину стѣнокъ на 25% болѣе.

Если такъ или иначе толщина стѣнокъ трубъ установлена, онѣ могутъ быть получены, изъ большаго числа заводовъ, причемъ является существенно важнымъ, чтобы трубы различныхъ происхожденій не только удовлетворяли условіямъ прочности, но и еще другому—весьма важному, а именно условно удобнаго и правильнаго соединенія между собою и съ различными приборами трубопроводной сѣти, которые также могутъ быть разныхъ происхожденій. Въ этихъ видахъ представляется существенно важною унификація



размѣровъ сопряженія трубъ, т. е. ихъ раструбовъ и флянцевъ: Начало такой унификаціи было положено въ Россіи Русскимъ Водопроводнымъ Съѣздомъ 1893 года, выработавшимъ и предложившимъ для всеобщаго употребленія въ Россіи таблицу нормальныхъ размѣровъ раструбныхъ и флянцевыхъ соединеній чугунныхъ трубъ (см. Труды русскихъ водопроводныхъ съѣздовъ. I, 1893, стр. 57), и установившимъ при этомъ слѣдующія требованія къ этимъ трубамъ:

**Таблица № 15. Толщина стѣнокъ чугунныхъ трубъ для давленій отъ 50 до 150 англійскихъ фунтовъ на кв. дюймъ.**

(Burton, The Water Supply for Towns, p. 228).

Диаметръ въ дюймахъ.	Толщина стѣнокъ трубы въ дюймахъ.		
	При давленіи въ 50 ф. на кв. дм.	При давленіи въ 100 ф. на кв. дм.	При давленіи въ 150 ф. на кв. дм.
4	$\frac{3}{8}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{16}$
5	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{15}{32}$
6	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$
7	$\frac{7}{16}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{9}{16}$
8	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$
9	$\frac{15}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$
10	$\frac{15}{32}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{11}{16}$
12	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{23}{32}$
15	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{13}{16}$
18	$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{29}{32}$
21	$\frac{21}{32}$	$\frac{25}{32}$	1
24	$\frac{23}{32}$	$\frac{27}{32}$	$1\frac{1}{8}$
27	$\frac{3}{4}$	$\frac{29}{32}$	$1\frac{7}{32}$
30	$\frac{13}{16}$	$\frac{31}{32}$	$1\frac{5}{16}$
33	$\frac{27}{32}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{13}{32}$
36	$\frac{29}{32}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$
42	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{23}{32}$
48	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{29}{32}$
54	$1\frac{7}{32}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{8}$
60	$1\frac{5}{16}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{16}$
66	$1\frac{13}{32}$	$1\frac{25}{32}$	$2\frac{1}{2}$
72	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{29}{32}$	$2\frac{23}{32}$

Примѣчаніе. 1 англійскій фунтъ = 1,10763 рус. ф.

1) Водопроводныя чугунныя трубы должны быть опробованы на заводѣ гидравлическимъ давленіемъ не менѣе 20 атмосферъ.

2) Послѣ пробы, трубы должны быть тщательно отчищены и асфальтированы въ нагрѣтомъ состояніи.

3) Мѣстныя уменьшенія толщины стѣнокъ трубъ противъ нормальной допускается не болѣе, какъ на 20%.

4) Отступленіе отъ нормальнаго вѣса трубъ могутъ быть допускаемы на 3% въ ту и другую сторону.

5) Болтовыя отверстія на флянцахъ должны просверливаться по нормальнымъ шаблонамъ и на фасонныхъ частяхъ должны располагаться такъ, чтобы на вертикальной линіи, проходящей чрезъ центръ фланца, не было отверстій.

6) Всякое измѣненіе толщины стѣнокъ трубъ предлагается дѣлать насчетъ измѣненія ихъ внутренняго діаметра въ видахъ сохраненія наружныхъ размѣровъ трубъ.

7) Коэффициентъ надежности трубъ, соотвѣтствующій рабочему давленію (въ обыкновенныхъ случаяхъ не болѣе 10 атмосферъ) долженъ быть не менѣе какъ шестикратный.

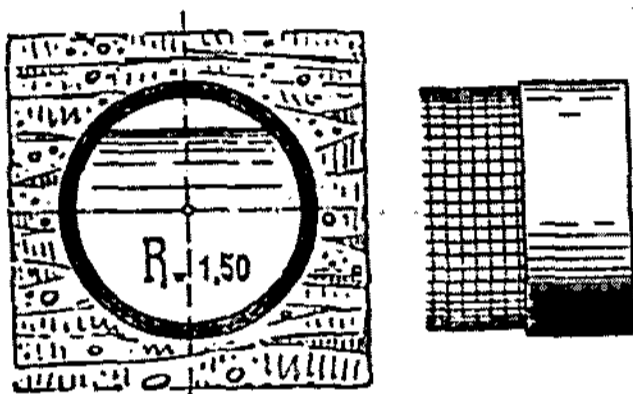
8) Трубы считаются нормальными, если діаметръ ихъ, выраженный въ миллиметрахъ, равенъ табличному, умноженному на 25.

### § 53. Акведуки-каналы.

Для провода воды въ гравитационныхъ водоснабженіяхъ служатъ преимущественно каналы, которые могутъ быть открытые, подобныя обыкновеннымъ судоходнымъ каналамъ, или закрытые, въ видѣ трубъ, въ коихъ теченіе происходитъ не полнымъ сѣченіемъ; послѣдніе представляютъ полную аналогию съ закрытыми водостоками и ихъ обыкновенно называютъ акведуками или акведуками-каналами. Форма сѣченія какъ тѣхъ, такъ и другихъ изслѣдована въ курсѣ водостоконъ. Здѣсь слѣдуетъ только замѣтить, что такъ какъ въ данномъ случаѣ при устройствѣ водопроводовъ рѣчь идетъ о передвиженіи чистой воды, безъ значительнаго количества наносовъ, то тѣ работы, которыя принимаются при устройствѣ водостоконъ для предупрежденія складыванія осадковъ въ каналахъ, тутъ становятся менѣе нужными. Вслѣдствіе этого, овоидальное сѣченіе въ водоснабженіяхъ не имѣетъ того распространенія, какъ въ водостокахъ, и встрѣ-

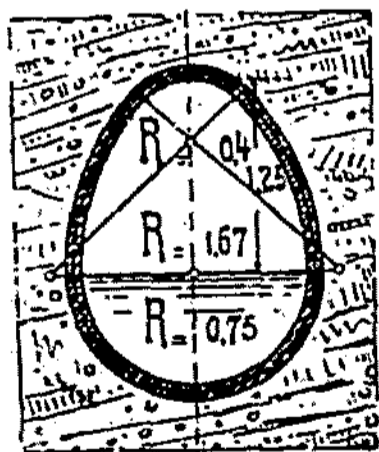
**Бетонъ системы Монье.**

Подземные каналы круглаго овоидальнаго и др. сѣченій часто дѣлаются теперь изъ бетона Монье, т. е. изъ желѣзнаго проволочнаго каркаса заключеннаго въ слоѣ бетона относительно малой толщины. Такіе каналы (или трубы) очень прочны даже при небольшой толщинѣ стѣны и хорошо сопротивляются сжимающимъ и растягивающимъ усиліямъ. Но относительно долговѣчности ихъ при постоянномъ соприкосновеніи съ текучей водой опытъ еще не далъ положительныхъ указаній. Средняя скорость теченія по аналогіи съ бетонными трубами не должна повидимому, допускаться болѣе 1 метра въ секунду.

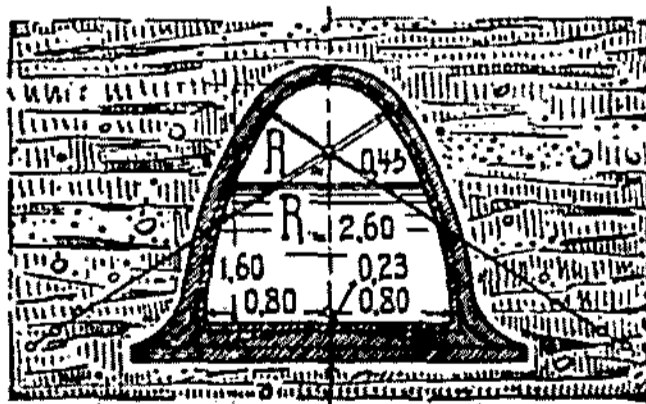


Черт. 357 и 358.

Круглое сѣченіе канала изъ бетона Монье.



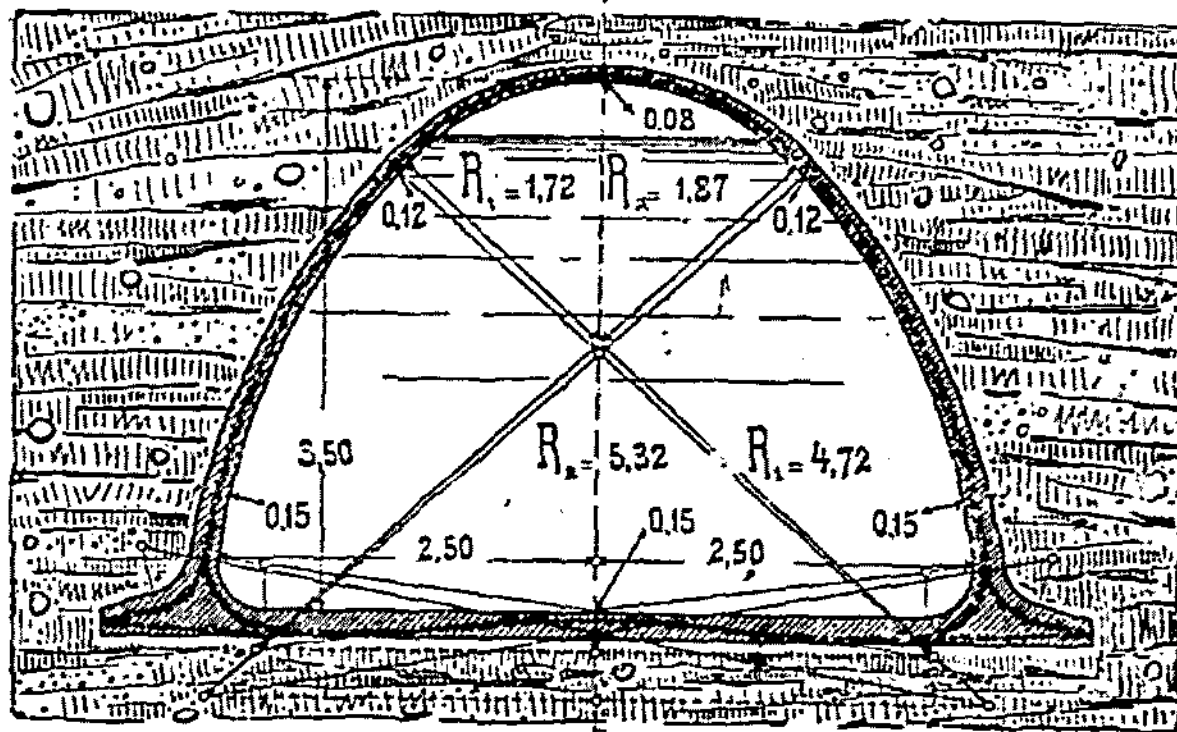
Черт. 359.—Овоидальное сѣченіе канала изъ бетона Монье. Для водопроводовъ несущихъ мало переменное количество воды (въ отличіе отъ водостоконъ) большой кругъ овоидальнаго сѣченія располагается внизу, чтобы имѣть при той же высотѣ наполненія большое живое сѣченіе. Цѣль овоидальной формы — здѣсь доступность канала для прохода людей.



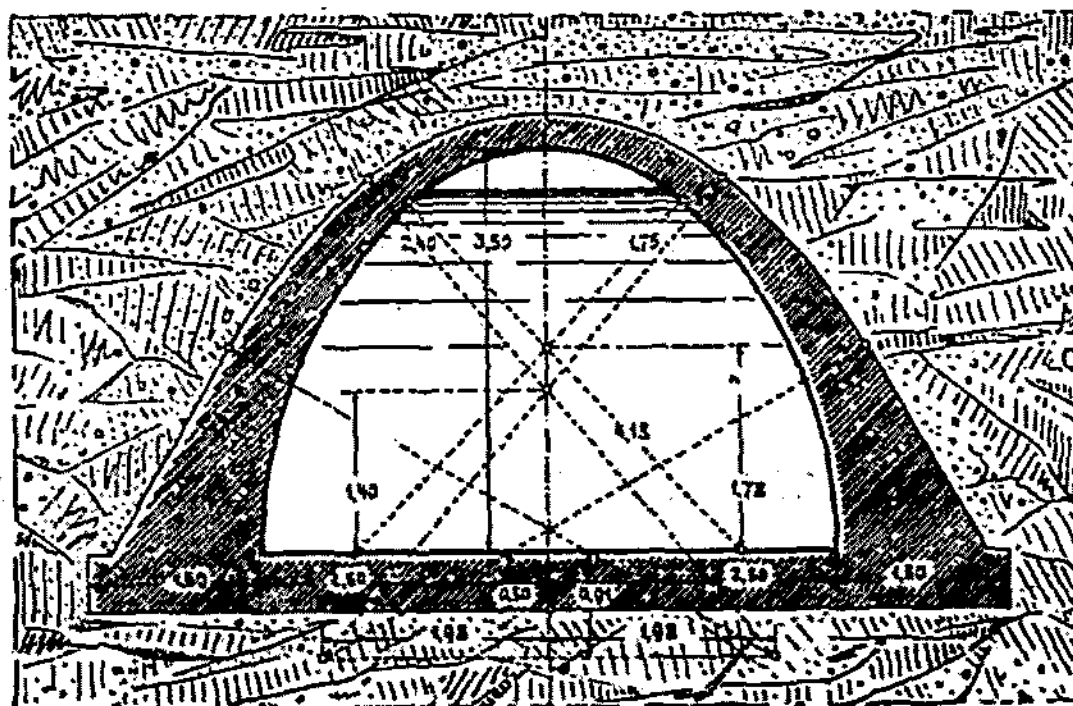
Черт. 360.—Полуовоидальное сѣченіе съ широкимъ основаніемъ; примѣнено съ успѣхомъ въ водоснабженіи г. Кенигсберга. Lueger считаетъ, однако, опытъ Кенигсберга не достаточно продолжительнымъ чтобы высказаться окончательно относительно долговѣчности сооруженій этого рода.

Проведеніе воды каналами.

Бетонъ системы Монье.



Черт. 361.—Полуовоидальное сѣченіе съ широкимъ основаніемъ; примѣнено въ водоснабженіи Кенигсберга (тѣ-же оговорки, что и къ черт. 360). Профиль этого типа считается особенно пригоднымъ для пропуска большхъ массъ воды подь другими сооружеіямъ, напримѣръ подь желѣзными дорогами, шоссе, зданіямъ и т. п.



Черт. 362.—Полуовоидальный профиль съ широкимъ основаніемъ, особенно пригодная для пропуска большихъ массъ воды подь другими сооружеіямъ, напримѣръ подь желѣзными дорогами, шоссе, зданіямъ и т. п.

чается ие мало примѣровъ прямоугольныхъ сѣченій, совсѣмъ не годныхъ для водостоковъ (см. В. Е. Тимонѣвъ. Водостоки).

Въ общемъ, можно сказать, что какъ для открытыхъ каналовъ, такъ и для закрытыхъ акведуковъ нужно принимать такую форму сѣченія, которая давала бы максимумъ расхода при той же площади сѣченія. вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо, по возможности, уменьшать напоръ земли. Эти правила приводятъ для открытыхъ каналовъ въ трапеціи, для закрытыхъ въ кругу.

Открытые каналы вырываются въ землѣ или устраиваются въ земляныхъ насыпяхъ, представляя полную аналогію съ судоходными (см. черт. 333, 334 и 335). Иногда, впрочемъ, водопроводные каналы бываютъ въ то же время и судоходными, напр. каналъ *Ouvre* въ Парижѣ. Во многихъ случаяхъ открытый каналъ представляетъ лишь дешевое рѣшеніе вопроса о доставкѣ воды, но вода въ нихъ легко портится, согрѣвается и загрязняется. Поэтому такими способами теперь обыкновенно доставляютъ воду для улицъ, поливки и т. д., но не для питья.

Скорость теченія въ каналахъ не должна быть меньше фута въ секунду, чтобы не образовывалось осадковъ и не развивалась растительность. Максимумъ скорости зависитъ отъ способа покрытія откосовъ или стѣнъ, но даже и при каменныхъ откосахъ она не должна быть болѣе 6 футовъ. Обыкновенно уклонъ акведуковъ отъ 0,05 м. до 0,70 м. на километръ и скорость теченія воды 0,30—0,70 м. безъ одежды и до 1,20 м. при каменной одеждѣ откосовъ. Если уклонъ мѣстности великъ, то водопроводный каналъ дѣлаютъ съ вертикальными паденіями, чередующимися съ пологими уклонами.

Открытый каналъ, подобно навигаціоннымъ, долженъ имѣть *водосливы* и *водостуски*.

*Закрытые каналы или акведуки*, если они малыхъ размѣровъ, дѣлаются изъ трубъ гончарныхъ или бетонныхъ, уложенныхъ въ землѣ. Большіе акведуки строятся изъ кирпичной или каменной кладки, бетона, желѣзо-бетона и т. п.

Условія изъ расчета въ зависимости отъ предѣльной скорости теченія (1—6 фут.) тѣ же, что и открытыхъ акведуковъ.

Для очистки и осмотра они должны быть снабжены *смотровыми колодцами*, помѣщенными чрезъ извѣстныя разстоянія: въ малыхъ акведукахъ — 50 саж., большихъ, при возможности пройти внутри акведука человѣку, — 100—150 саж.

Сверхъ того нужно имѣть въ *акведукахъ*—*водосливы* для спуска воды, когда ея горизонтъ станетъ подниматься выше назначеннаго предѣла, такъ какъ иначе акведукъ можетъ оказаться подъ напоромъ воды и разрушиться, и *водостуски*—для опорожненія акведука въ случаѣ ремонта и т. п.

Чтобы уменьшить потерю воды при разрывѣ акведука, полезно имѣть на извѣстныхъ разстояніяхъ *запорные щиты или двери*, коими было бы возможно отдѣлить вполнѣ часть акведука отъ другой.

Чертежи акведуковъ разныхъ типовъ и ихъ вспомогательныхъ устройствъ показаны на черт. 336—362.

Акведуки требуютъ часто очень серьезныхъ сооружений для сохраненія того уклона, который необходимъ для передвиженія воды. Такъ нерѣдко приходится строить для нихъ *туннели*, когда встрѣчаются на пути горы, и *мосты*, когда приходится пересѣкать долины. Въ настоящее время избѣгаютъ, по возможности, и тѣхъ и другихъ, отказываясь въ пересѣченныхъ мѣстностяхъ отъ гравитаціонныхъ водопроводовъ. Въ прежнія же времена, когда тяжесть была единственнымъ двигателемъ воды, такія дорогія работы были неизбѣжны и римляне оставили намъ не мало превосходныхъ примѣровъ ихъ, о которыхъ было сказано выше (см. главу II).

Впрочемъ и теперь еще отъ времени до времени въ извѣстныхъ обстоятельствахъ находятъ выгоднымъ устраивать акведуки въ туннеляхъ и на мостахъ.

Наиболѣе замѣчательные мосты-акведуки нашего времени показаны на черт. 70—75, 341, 342 и др.

## § 54. Переходъ черезъ долины (мосты-акведуки и сифоны).

Переходъ трубопроводовъ черезъ долины не представляетъ особыхъ затрудненій.

Трубы укладываются приблизительно такъ же, какъ и на ровныхъ мѣстностяхъ, и давленіе въ содѣйствіи съ силою тяжести заставляетъ воду переходить съ одной стороны на другую.

Нѣкоторыя предосторожности требуются только для того, чтобы воздухъ, увлекаемый водой не скоплялся въ высокихъ мѣстахъ перегиба трубъ передъ долиной, мѣшая водѣ спускаться затѣмъ по вѣтви, идущей въ долину. Въ этихъ видахъ въ такихъ мѣстахъ

устанавливаются вантузы, т. е. краны, приводимые въ дѣйствіе людьми или дѣйствующіе автоматически и позволяющіе выходить скопляющемуся воздуху.

Для акведуковъ съ естественнымъ уклономъ переходъ черезъ долины несравненно болѣе сложенъ, такъ какъ необходимо или сохранить уклонъ, продолжая акведукъ на мостъ или же замѣнить акведукъ трубопроводомъ, т. е. устроить сифонъ.

Мосты акведуки прежде, когда не умѣли дѣлать трубъ, способныхъ выдержать большое давленіе, были часто неизбежны, и Римляне прибѣгали къ нимъ по преимуществу.

Теперь же сифонъ даетъ необыкновенно удобное, простое и дешевое средство для пересѣченія долинъ. Достоинства этого рѣшенія вопроса тѣмъ больше, чѣмъ больше размѣры долинъ въ ширину и особенно въ глубину. Не рѣдки такіе случаи, гдѣ мосты-акведуки были бы совсѣмъ не мыслимы, а сифонъ между тѣмъ устраивается очень легко. Иногда, впрочемъ, при узкихъ и очень глубокихъ ущельяхъ, которые могутъ быть перекрыты одной аркой или желѣзной фермой, мосты-акведуки гораздо дешевле и удобнѣе сифона. Для правильнаго рѣшенія вопроса слѣдуетъ въ случаяхъ сомнительныхъ дѣлать два параллельныхъ проекта моста и сифона.

Сифоны дѣлаются изъ тѣхъ же матеріаловъ, какъ и водопроводныя трубы вообще. Наиболѣе пригодными являются чугуны, а для большихъ діаметровъ—желѣзо. При желѣзныхъ трубахъ, не имѣющихъ, какъ чугунныя, большаго числа стыковъ, необходимо для возможности растягиванія трубы при повышеніи температуръ, устраивать особые *расширительныя* коробки. Онѣ дѣлаются у верхнихъ концовъ сифона; труба здѣсь помещается на подушкѣ. Детали видны на чертежѣ 364.

Наибольшее затрудненіе представляетъ устройство *головъ* сифона, т. е. тѣхъ сооружений, при посредствѣ коихъ акведукъ соединяется съ трубопроводомъ.

Эти головы должны быть проектированы и выполнены такъ, чтобы:

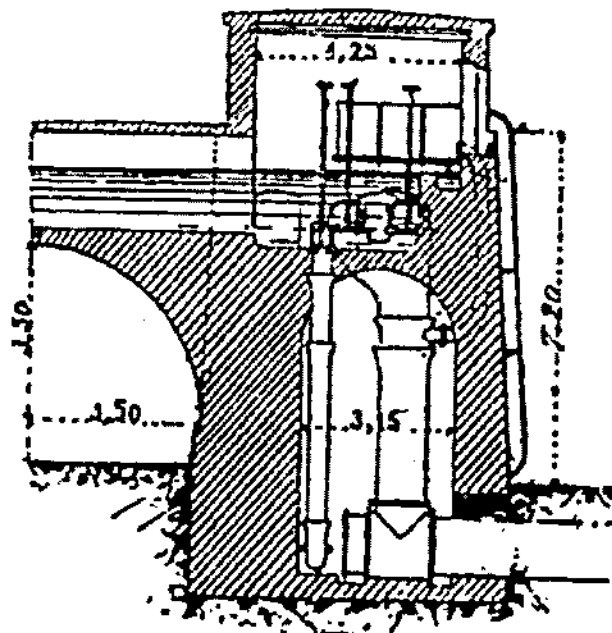
а) потери напора при переходѣ воды изъ колодца въ трубу были возможно менѣе,

б) не было водоворотовъ,

в) не было остановокъ въ движеніи воды и особенно ударовъ воды, вслѣдствіе быстрого выдѣленія воздуха,

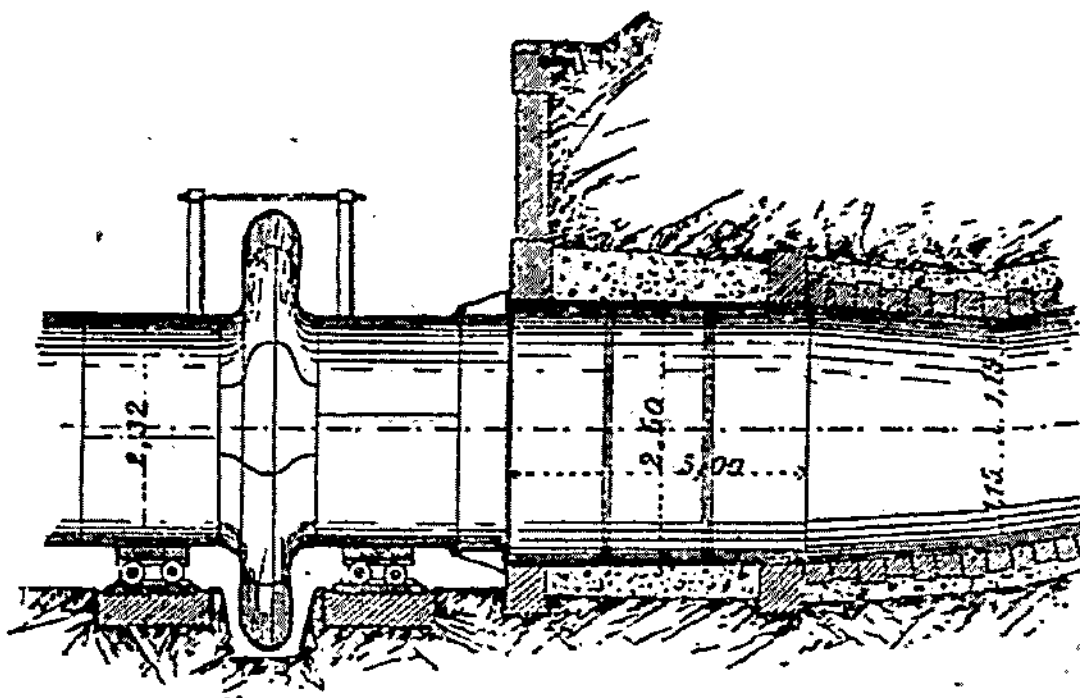
П р о в е д е н і е в о д ы .

С и ф о н ы .



Черт. 363.—Голова сифона Ваняского водопровода (см. черт. 244—246, 336, 337 я 339) въ Парижѣ.]

Она представляет собой весьма сложное сооружение съ приспособленіями для наполненія сифонной трубы водой, опораживанія ея, для выпуска избытка воды приходящей по каналу—акведуку, для выпуска воздуха. (Весншаап — изд. 1898.—стр. 300).



Черт. 364. — Приспособленію сифона изъ желѣзной трубы большаго діаметра къ измѣненіямъ температуры.

Желѣзная труба—сплошная; въ ней нѣтъ стыковъ, подобныхъ стыкамъ чугунныхъ трубъ, допускающихъ язмѣненія длины отдѣльныхъ звеньевъ трубы безъ замѣтнаго измѣненія ея общей длины. Въ желѣзной трубѣ, вліянія температуры могутъ быть очень чувствительны и разрушать прочность соединеній трубы съ кладкой. Для устраненія этого неудобства у головъ сифона устроенъ металлическій мѣхъ или расширительная коробка, которая пріямаетъ расширенія и сжатія трубы. Труба движется на каткахъ, подобныхъ мостовымъ—(Весншавп—р. 291).



г) имѣлась возможность наполнять сифонъ водою или опораж- нивать его по усмотрѣнію (затворы).

д) былъ обезпеченъ выходъ воды, являющейся въ избыткѣ и не входящей въ сифонъ (водосливы),

е) было возможно осушать голову для осмотра и ремонта (водо- спуски).

Примѣръ устройства головы показанъ на чертежѣ 363.

### § 55. Производство работъ по устройству акведуковъ и укладкѣ трубъ.

Производство работъ по устройству открытаго или закрытаго акведука и укладкѣ трубъ въ общихъ чертахъ извѣстно изъ курса Общихъ Началъ строительнаго Искусства и излагается въ спеціаль- ной главѣ посвященной этому предмету въ курсѣ Водостоковъ.

Поэтому здѣсь мы остановимся лишь на нѣкоторыхъ вопросахъ, относящихся къ укладкѣ водопроводныхъ трубъ.

Трубы эти укладываются обыкновенно прямо въ землю. Недо- статки такого способа укладки:

а) течь долго не обнаруживается, если грунтъ мало водопроницаемъ,

б) прежде чѣмъ обнаружится, течь вызываетъ разстройство насыпаннаго надъ трубой земляного слоя и мостовой,

в) исправленіе требуетъ раскрытія рва и сопровождается затруд- неніями для уличнаго движенія,

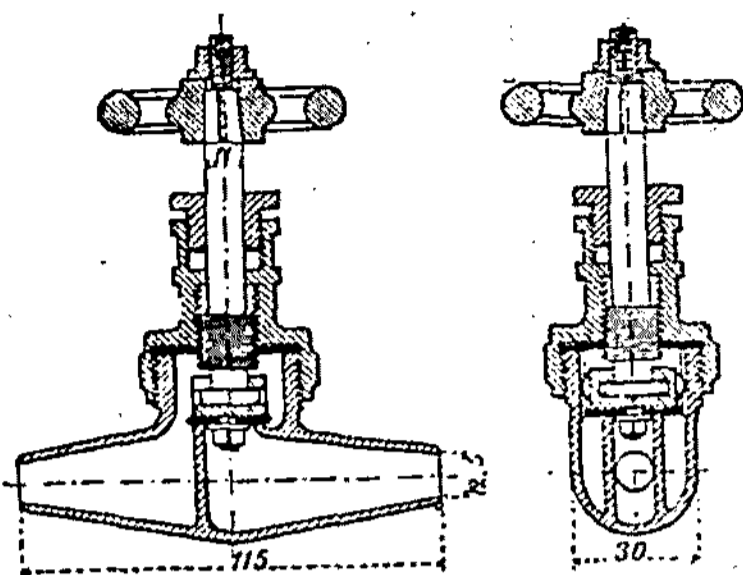
г) поверхность трубы, соприкасающаяся съ грунтомъ, легко раз- рушается,

д) если въ трубѣ можетъ образоваться пространство съ разрѣ- женнымъ воздухомъ, то чрезъ швы трубы въ нее могутъ проникать заразные или загрязняющіе элементы изъ окружающей почвы,

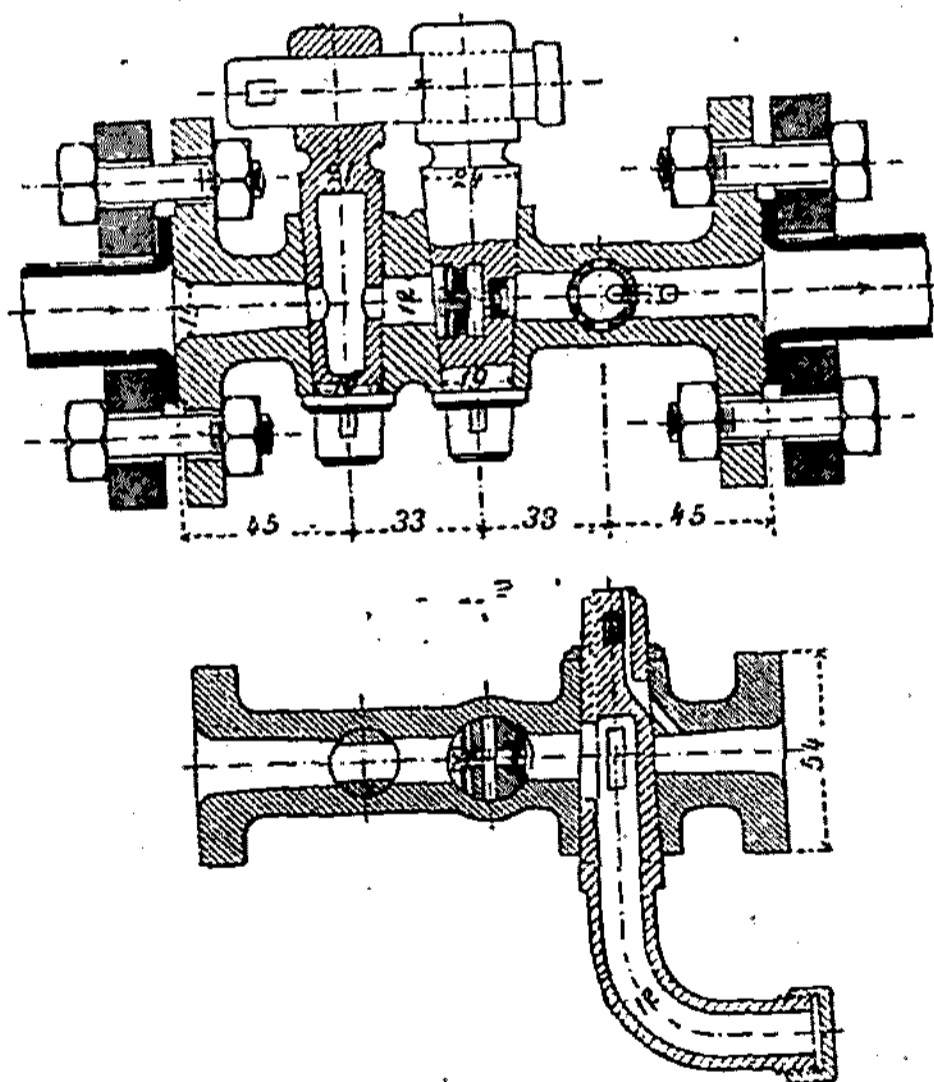
е) если вблизи трубы находятся земные провода сильныхъ элек- трическихъ установокъ, то разрядъ совершается по трубѣ, причемъ быстро разрушается ея тѣло.

По этимъ причинамъ целесообразно, если къ тому есть возмож- ность, — помѣщать водопроводныя трубы въ подземныхъ галлерейхъ, какъ напр. это сдѣлано въ Парижѣ, гдѣ эти трубы уложены въ водо- стокахъ. Это требуетъ отъ водостоковъ огромныхъ сѣченій и стоитъ дорого. Устройство такихъ галлерей спеціально для водопроводныхъ

Приборы водопроводовъ.



Черт. 365 в 366. — Завинчивающійся кранъ для внутреннихъ трубъ домовой канализаціи (водоразборные домовые краны). Такие краны внутри домовъ также предпочтительнѣе поворотныхъ коническихъ, т. к. уменьшаютъ удары воды, особенно опасные для свинцовыхъ трубъ ( $\frac{1}{4}$  д. в.).



Черт. 367 и 368. — Калиброванный кранъ для постояннаго расхода воды применяемый въ г. Цюрихѣ. Калиброванный кранъ находится между двумя другими простыми. Правый—служитъ для прекращенія домовладельцемъ доступа воды въ свой отводъ и имѣетъ особое отверстіе для опорожнванія домоотвода. При калиброваніи правый кранъ поворачивается на  $90^\circ$  и къ нему привинчиваются вмѣсто шапочки рукавъ который отводитъ воду въ измѣрительный сосудъ. Лѣвый кранъ—предохранительный; онъ пускается въ дѣло, когда калиброванный кранъ вынимается для исправленій. Калиброванный кранъ (средній) имѣетъ тонкое отверстіе въ твердой пластинкѣ, дающее въ часъ измѣренное количество воды; чтобы это отверстіе не засорялось среди нихъ устроено сито. Пластика съ калиброваннымъ отверстіемъ держится гайкой и можетъ перемѣняться, если отверстіе разрабатается или засорится ( $\frac{1}{4}$  н. в.).

трубъ обходится еще дороже. Тѣмъ не менѣе, въ Лондонѣ и С.-Американскихъ Штатахъ, гдѣ многія мостовыя совершенно водонепроницаемы и потому не могли бы допустить течи выступить на поверхность земли и указать поврежденное мѣсто, устраивались и устраиваются особыя галлерей для водопроводныхъ трубъ.

Такимъ образомъ укладка трубъ въ галлерейхъ является пока исключеніемъ; обыкновенно же, повторяемъ, трубы укладываются непосредственно въ землю.

Дно рва вообще параллельно поверхности грунта. Только иногда, когда поверхность очень не ровна или когда недостатокъ напора не позволяетъ подняться слишкомъ высоко въ какомъ-либо мѣстѣ, дно понижаютъ и спрямляютъ. Въ планѣ трубы укладываются по ломанымъ прямымъ линіямъ съ круговыми соединеніями въ вершинахъ угловъ. Радиусы закругленій не должны быть велики, чтобы по возможности ограничить протяженіе трубы, гдѣ дѣйствуетъ центробѣжная сила и гдѣ трубу нужно подпирать, чтобы не раскрывались швы (черт. 314).

Глубина укладки должна быть больше глубины промерзанія и больше той, при которой труба рискуетъ быть раздавленной движущимися по мостовой тяжелыми экипажами. Оба эти предѣла зависятъ первый отъ климата, второй—отъ размѣра экипажа и качества мостовой. Для Германіи глубина укладки принимается 1,50—2,00 метра до верха трубы отъ поверхности мостовой. Для Россіи, гдѣ климатическія разницы такъ значительны, нельзя указать общей нормы. Для средней полосы—это будетъ 6—7 футовъ.

Обыкновенно для трубъ не дѣлается никакого фундамента—онѣ кладутся прямо на дно рва. Но въ случаяхъ плохого грунта, при пересѣченіи съ водостоками и пр. приходится прибѣгать къ специальнымъ устройствамъ.

Для ускоренія укладки иногда пользуются приспособленіями, показанными на черт. 320, 321. Швы заполняются только, когда уложено довольно значительное число звеньевъ.

*Для отдѣленія домового рукава отъ уличной магистрали* отъ уличной магистрали существуютъ два способа. Первый примитивный, но и до нынѣ употребляемый, состоитъ въ томъ, что для отвода рукава уличная магистраль просверливается; а второй способъ, нынѣ уже обыкновенно вводимый въ практику, состоитъ во вставкѣ

во время укладки уличной магистрали, противъ cadaго дома, въ составъ уличной магистрали особаго колѣна съ отросткомъ.

*При просверливаніи трубъ* въ просверленной дырѣ на магистральной нарѣзается винтъ и ввинчивается туда особая трубка, называемая отводомъ, къ которому и прикрѣпляется труба домоваго рукава (черт. 331—332). Для большаго укрѣпленія этого отвода къ магистральной, на послѣднюю надѣвается также сѣделка, состоящая изъ полутрубы, стянутой болтами съ магистралью; тогда винтъ для отвода нарѣзается не только на просверленной стѣнкѣ трубы, но и на просверленной стѣнкѣ сѣделки, отчего нарѣзъ на отводѣ можетъ быть сдѣланъ длиннѣе, и потому онъ крѣпче сидитъ въ магистральной. Иногда эти дыры противъ cadaго дома просверливаются во время первоначальной укладки уличныхъ магистралей и затыкаются винтовой пробкой, которую потомъ можно всегда вынуть, когда это понадобится.

Для просверливанія дыръ и прикрѣпленія отводовъ по описаннымъ способамъ приходится останавливать водоснабженіе по той уличной магистральной, на которой производится эта работа, что не всегда удобно, такъ какъ должно производиться въ ночное время, и во всякомъ случаѣ эта работа прекращаетъ на нѣкоторое время пользованіе водою потребителей. Для устраненія запиранія для этой работы магистральной и выпуска воды, придуманы приборы, посредствомъ которыхъ при полномъ напорѣ можно сверлить магистраль, нарѣзать на ея стѣнахъ винтъ и прикрѣплять къ ней домовый рукавъ.

На черт. 328 представлень такого рода приборъ—Рейсера. Онъ состоитъ изъ крана, ввинченнаго въ сѣделку и имѣющаго на другомъ своемъ концѣ овальный фланецъ; сквозь кранъ плотно проходитъ цилиндрически обточенное сверло и препятствуетъ этимъ выходу воды изъ магистральной сквозь просверленное сверломъ отверстіе; къ овальному фланцу крана прикрѣплена своимъ фланцемъ желѣзная рама для направленія и нажима сверла.

Работа производится такимъ образомъ, что прежде всего противъ того мѣста, на которомъ предполагается просверлить магистраль, плотно прикрѣпляется къ послѣдней сѣделка съ ввинченнымъ въ нее краномъ, причемъ подъ сѣделку необходимо подложить на магистраль кусокъ кожи, намазанный сурикомъ. Сверло просовывается сквозь кранъ и зажимается сальникомъ или другимъ способомъ, такъ, чтобы вода не могла просачиваться. Затѣмъ сверлится дыра, подвижное

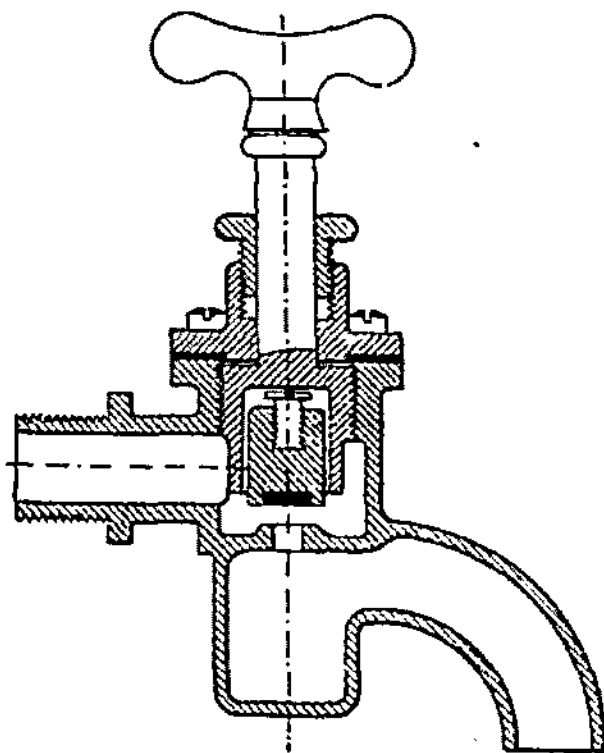
плечо колѣна отводится въ сторону, сверло вытягивается на столько, чтобы край можно было завернуть и остановить выходъ воды изъ магистрали. Послѣ того сверло вынимается совсѣмъ, сверлильный приборъ отвертывается и домовый рукавъ прикрѣпляется къ фланцу крана, отворивъ который пускаютъ воду по рукаву въ домъ.

*Прикрѣпленіе домовыхъ рукавовъ отростками* стало въ послѣднее время во многихъ городахъ распространеннымъ способомъ прикрѣпленія домовыхъ рукавовъ къ уличнымъ магистралямъ. Онъ состоитъ, какъ было указано, въ томъ, что еще при первоначальной укладкѣ уличныхъ магистралей, противъ каждаго дома или предполагаемаго мѣста для общественнаго крана, вставляется въ составъ магистрали особое колѣно трубы съ прилитымъ къ нему отросткомъ съ фланцемъ или раструбомъ, закрытый до времени употребленія крышкой на болтахъ. Когда надобно отвести домовый рукавъ, эта крышка снимается и вмѣсто нея къ отростку прикрѣпляется фланцемъ труба домового рукава. Мѣсто расположенія отростковъ должно быть отмѣчено на домахъ, чтобы впослѣдствіи отростокъ можно было скорѣе найти.

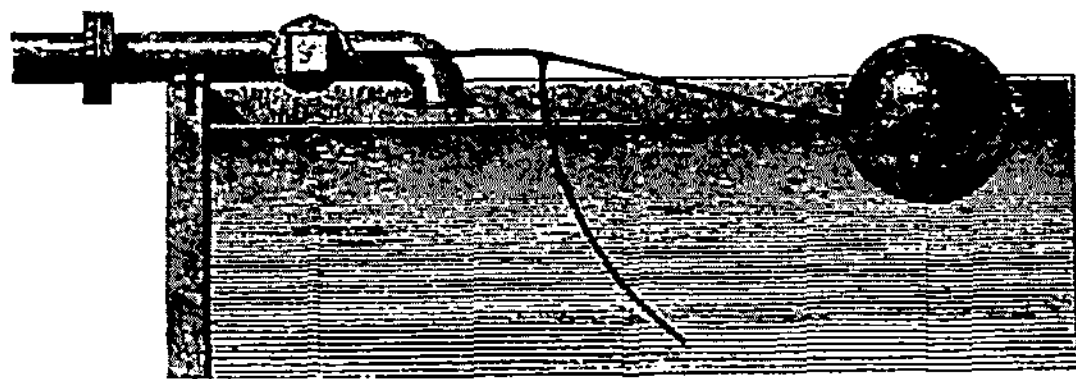
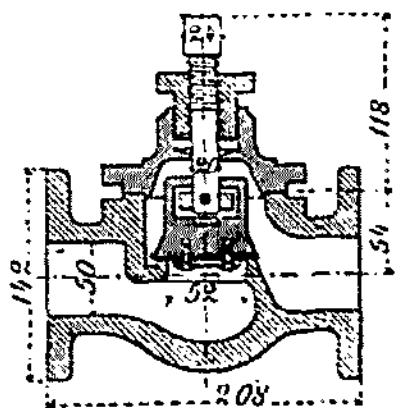
Употребленіе этого способа влечетъ за собою увеличеніе первоначальныхъ затратъ, а равно и увеличеніе эксплуатаціонныхъ издержекъ, противъ простаго способа просверливанія магистралей подъ давленіемъ. Первоначальныя издержки еще тѣмъ болѣе увеличиваются, что при этомъ требуется большое число крановъ на уличныхъ трубахъ, которые, когда придется запираеть ихъ чтобы устроить тотъ или другой домовый отводъ, будутъ производить остановку въ доставленіи воды множеству потребителей; сверхъ того приходится заказывать много спеціальныхъ трубъ съ отростками, которые оплатятся потребителями только впослѣдствіи, когда ими будетъ браться вода изъ водопровода. Расходы по эксплуатаціи увеличиваются по той причинѣ, что надобно имѣть лишнихъ людей для зацيرانія многихъ крановъ при прекращеніи водоснабженія въ какой-либо части сѣти при устройствѣ домовыхъ отводовъ.

Для домовладѣльцевъ эта система представляетъ также своего рода невыгоды, такъ какъ домовый рукавъ въ этомъ случаѣ необходимо вести отъ прежде уложеннаго отростка; онъ же часто не будетъ приходиться прямо противъ того мѣста дома, въ которое выгоднѣе провести рукавъ, такъ что совершенно излишне рукавъ будетъ длиннѣе необходимаго. Какъ для водопроводной администраціи, такъ

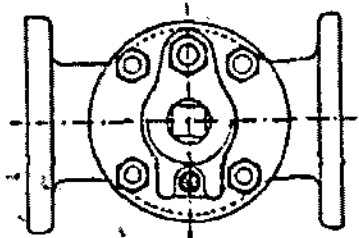
Приборы водопроводовъ.



Черт. 369. — Самозапирающийся кранъ Тейлора для предупрежденія без-  
полезныхъ потерь воды. Стержень крана имѣетъ внизу шпорокую коробку въ  
которую плотно входитъ тяжелый цилиндръ съ кожанной подкладкой. Это и  
есть затворъ. При вращеніи стержня онъ движется съ коробкой вверхъ и  
внизъ, открывая и запирая отверстие. Если же кранъ забудутъ закрыть, то  
вода, проникая надъ цилиндромъ, заставляетъ его, вслѣдствіе тяжести, опу-  
ститься и закрыть отверстие. Чтобы затѣмъ открыть кранъ нужно сначала  
опустить надъцилиндровую коробку.



Черт. 372. — Автоматическій кранъ съ шаро-  
вымъ поалавкомъ. Кранъ открывается при пони-  
женіи горизонтовъ резервуара и запирается, когда  
вода достигнетъ назначеннаго уровня. Примѣ-  
няется преимущественно для внутреннихъ домо-  
выхъ резервуаровъ.



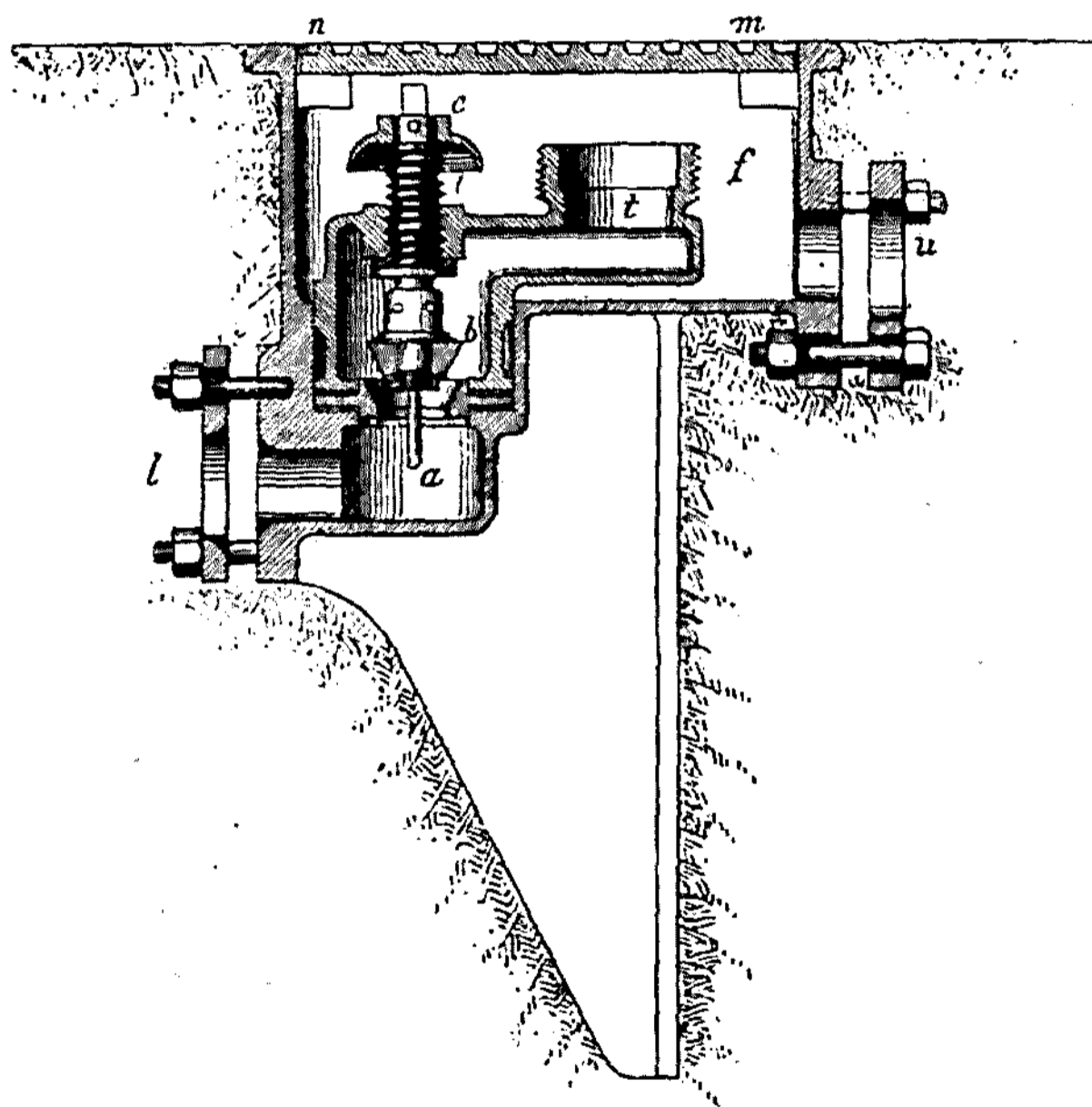
Черт. 370 и 371. — Опускной кранъ для запиранія болѣе значительныхъ  
домовыхъ отводовъ (сравни черт. 331—332). Онъ дѣйствуетъ правильнѣе по-  
воротнаго, запираетъ лучше и плотнѣе благодаря кожанной подкладкѣ ( $\frac{1}{10}$  н. в.).

Примѣчаніе. Размѣры на черт. 365—371 въ миллиметрахъ.

Приборы водопроводовъ.

Гидранты.

Гидранты для полученія воды для тушенія пожаровъ, мытья и поливки улицъ и пр. ставятся въ разстояніи 25—50 саж.; возлѣ важныхъ зданій, складовъ и т. п. въ виду пожарныхъ цѣлей ихъ сближаютъ. Часто въ общественныхъ зданіяхъ они ставятся внутри ихъ, въ корридорѣ на лѣстницахъ и т. п.



Черт. 373.

Гидрантъ съ коническимъ подъемнымъ краномъ Парижскаго водоснабженія.

(Для пожарныхъ и поливныхъ шланговъ).

и для частныхъ лицъ, этотъ способъ связанъ поэтому съ большими издержками, чѣмъ способъ просверливанія магистралей.

Домовый рукавъ подлѣ стѣны дома оканчивается краномъ, которымъ дѣйствовать можетъ только водопроводная администрація, на случай прекращенія доставки воды потребителю, а иногда и еще вторымъ такимъ же, которымъ распоряжается самъ домовладѣлецъ (черт. 331—332). Обыкновенно рукавъ отъ магистрали до стѣны дома укладывается самой водопроводной администраціей, хотя на счетъ потребителя; ремонтъ его лежитъ на администраціи, однако, какъ принадлежности городской сѣти.

Устройство водопроводовъ внутри домовъ предоставляется частнымъ мастерамъ, но обыкновенно водопроводная администрація оставляетъ за собой право провѣрять какъ надежность самаго домового водопровода, такъ и того, не отведена ли вода куда либо противно условно съ домовладѣльцемъ.

## § 56. Приборы трубопроводовъ.

Трубопроводы, образующіе магистраль, переходящую въ все болѣе и болѣе развѣтвленную сѣть, по самому своему назначенію доставляютъ воду въ различныя части города для домашняго, уличнаго и фабричнаго потребленія, имѣютъ цѣлый рядъ приборовъ, отвѣчающихъ этой цѣли; кромѣ того при трубахъ имѣются и нѣкоторыя другія приспособленія, обеспечивающія правильность движенія воды.

Вообще приборы водопроводныхъ трубъ могутъ быть классифицированы примѣрно слѣдующимъ образомъ:

I. Водоразборные приборы.	{	а) Приборы для полученія воды для разныхъ надобностей.	{	1) воды для мытья и пр.
		2) питьевой воды специально.		
		б) Приборы для полученія воды для мытья улицъ и пр.	{	1) для мытья собственно улицъ.
		в) Приборы для полученія воды для поливки улицъ и плацтаций.		2) общественныхъ клозетовъ.
3) водостоковъ.				
г) Пожарные приборы.	{	1) дѣйствующіе посредствомъ бочекъ.		
д) Декоративные фонтаны.		2) дѣйствующіе посредствомъ брантспойтовъ.		



III. Охранительные приборы.

- а) приборы для остановки движения воды или для удаления воды (краны).
- б) приборы для удаления воздуха (вантузы).
- в) приборы для понижения давления (предохранительные клапаны).
- г) регуляторы напора.
- д) приборы для задержки воды отъ обратнаго движения (обратные клапаны).

Всѣ приборы первой категоріи—водоразборные—въ общихъ чертахъ своего устройства извѣстны каждому изъ повседневной жизни и поясняются чертежами 365, 366, 367, 368, 369, 373—377.

Эти чертежи показываютъ только пемпогіе примѣры разсматриваемыхъ устройствъ; практика водоснабженія создала ихъ чрезвычайно въ большомъ числѣ постоянно мѣняющихся типовъ. Поэтому при проектированіи новаго водоснабженія необходимо пользоваться данными специальныхъ заводовъ и т. п. источниками.

Основныя категоріи водоразборныхъ приборовъ суть *краны* для полученія воды для домоваго употребленія и *гидранты* для полученія воды для уличнаго потребленія.

Краны вообще бываютъ коническіе (поворотные) и щитовые (подъемные). Первые примѣняются только для трубъ малаго діаметра. Затворъ крана состоитъ здѣсь изъ конуса въ которомъ сдѣлано отверстіе и который четвертью оборота приводится или въ положеніе, при коемъ вода течетъ, или въ положеніе, при коемъ она задерживается.

*Щитовые* краны годятся для трубъ всякихъ діаметровъ и могутъ быть самаго разнообразнаго устройства.

Среди домовыхъ крановъ всякаго рода — особеннаго вниманія заслуживаютъ устройства, имѣющія цѣлью уменьшеніе бесполезныхъ тратъ воды. Съ этой цѣлью употребляются самозапирающіеся краны (черт. 369 и 372), калиброванные краны (черт. 367 и 368) и др.

Другимъ важнымъ обстоятельствомъ въ устройствѣ крановъ является постепенность въ ихъ запираніи, чтобы избѣжать ударовъ воды, которые могутъ разрывать трубы. Поворотные краны этому условію не удовлетворяютъ и потому могутъ примѣняться или на небольшихъ трубахъ, достаточно прочныхъ (черт. 367 — 368), или при переходѣ отъ большой трубы къ малой (черт. 331 — 332), гдѣ въ запираемомъ проводѣ масса воды еще не велика.

Подъемные краны пробочнаго (черт. 365, 366 и 369) и, въ осо-

бенности щитового типа, запираются и отпираются постепенно и гораздо болѣе обезнечиваютъ трубы отъ поврежденій ударами воды.

*Гидранты* суть тѣ же водоразборные краны, но помѣщенные на уличныхъ трубахъ. Они бываютъ крайне разнообразныхъ типовъ, смотря по тому, предназначаются ли они для одной какой-либо надобности (мытье улицъ, поливки, пожары), или для нѣсколькихъ вмѣстѣ. Они должны быть легко доступны, не мѣшать уличному движенію и не замерзать. Ихъ помѣщаютъ обыкновенно въ колодцахъ, прикрытыхъ запертой на ключъ крышкой. Колодцы должны имѣть стоки для воды въ канализаціонную сѣть. Мѣсто гидранта должно быть точно указано ясными знаками на стѣцѣ ближайшаго дома. Разстояніе между гидрантами 25 — 50 саж. Возлѣ важныхъ общественныхъ зданій ихъ ставятъ чаще; въ зданіяхъ, гдѣ пожары могутъ быть особенно опасны (склады и пр.) гидранты ставятся и внутри зданій.

*Типы охранительныхъ приборовъ* водопроводной сѣти также очень многочисленны, такъ какъ преслѣдуемая ими цѣли могутъ быть осуществлены разными способами.

Цѣли эти, отчасти ясныя изъ приведеннаго выше перечня охранительныхъ приборовъ,—таковы.

Отдѣльные участки трубы метровъ въ 500 длиной должны имѣть по концамъ такіе затворы (краны), которые позволили бы выдѣлить изъ сѣти произвольный участокъ.

Каждый участокъ долженъ имѣть въ самомъ низкомъ мѣстѣ затворъ, при помощи коего онъ могъ бы быть опорожненъ отъ воды.

Каждый участокъ долженъ имѣть въ самомъ высокомъ мѣстѣ вентузь для выпуска приносимаго водою воздуха, который иначе, скопясь въ трубѣ могъ бы образовать пробку и задержать движеніе воды.

Въ трубахъ значительнаго діаметра должны быть лазы для ихъ осмотра людьми и для ихъ очистки.

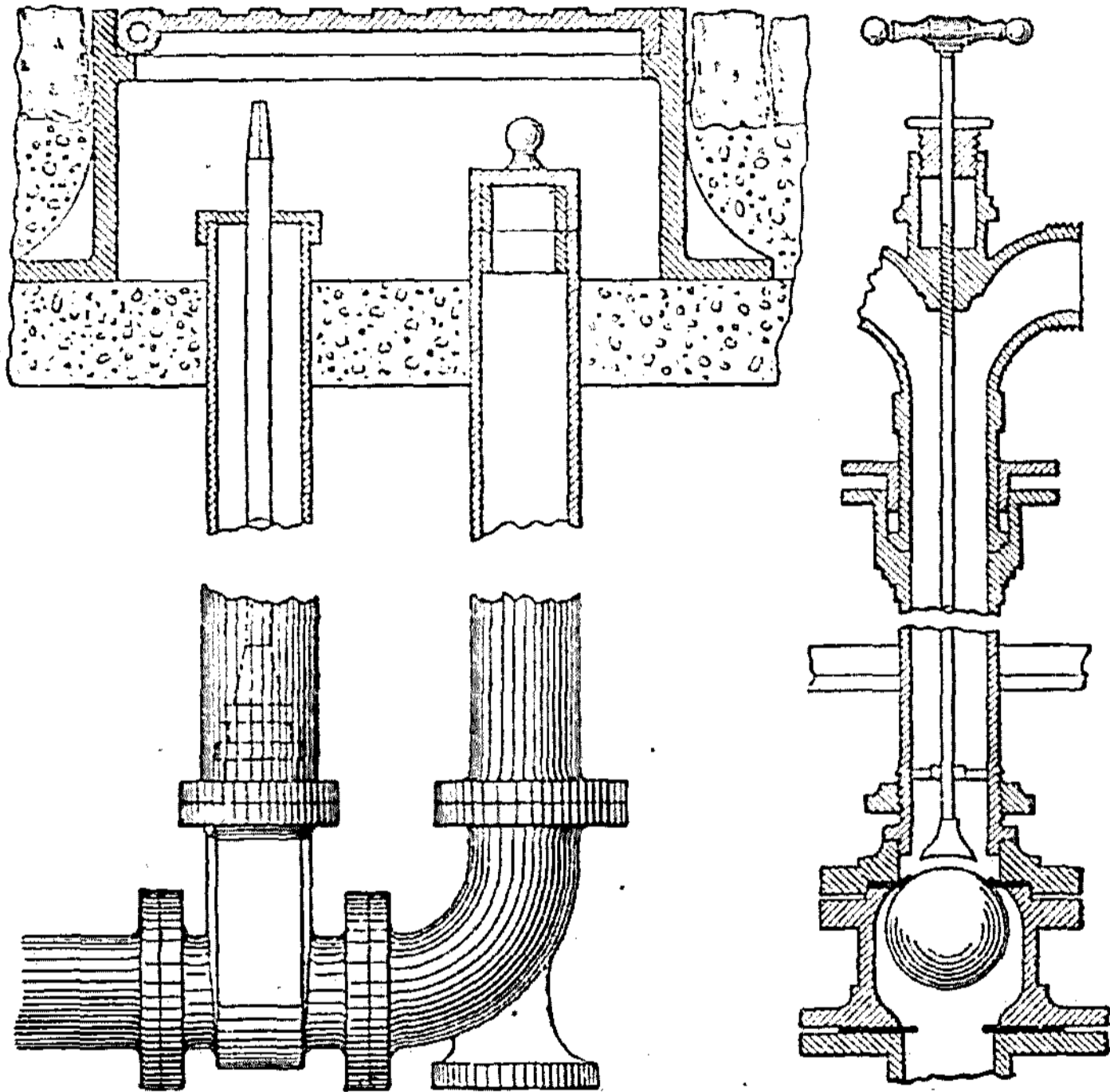
Трубы, подверженныя ударамъ воды, должны быть предохранены отъ такого повышенія давленія, которое могло бы разорвать трубу.

Трубы, въ которыхъ движеніе воды должно происходить только въ одномъ направленіи, должны имѣть приборы, мѣшающіе водѣ течь назадъ.

Примѣры приборовъ, отвѣчающихъ главнѣйшимъ изъ этихъ цѣлей, показаны на чертежахъ 370—372 и 378—388.

Приборы водопроводовъ.

Гидранты.



Черт. 374.

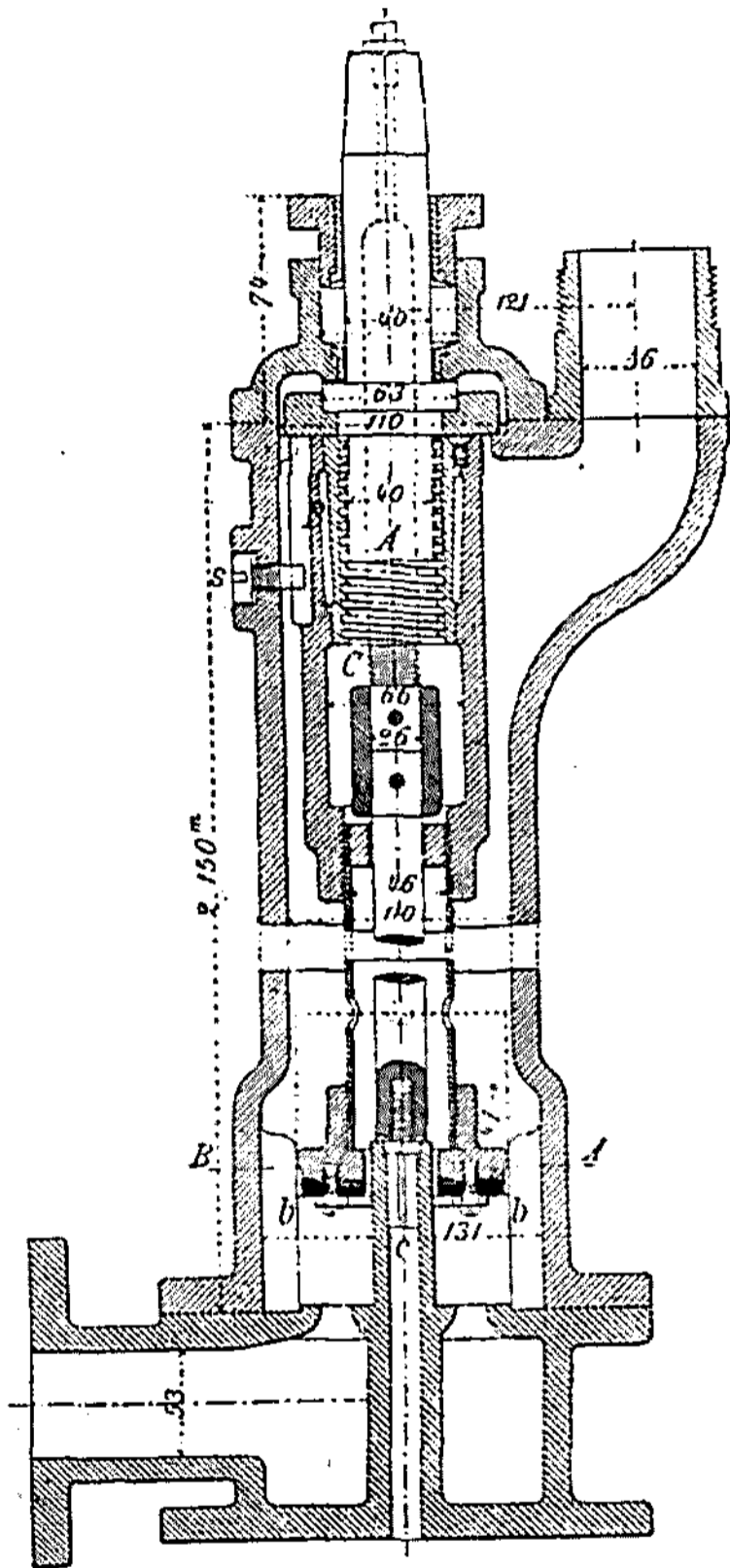
Черт. 375.

Черт. 374.—Гидрантъ съ щитовымъ краномъ ( $\frac{1}{12}$  н. в.). Кранъ открывается ключемъ. Пожарный рукавъ или рукавъ для поливки надѣвается на особый наконечникъ, въ обыкновенное время закрытый крышкой.

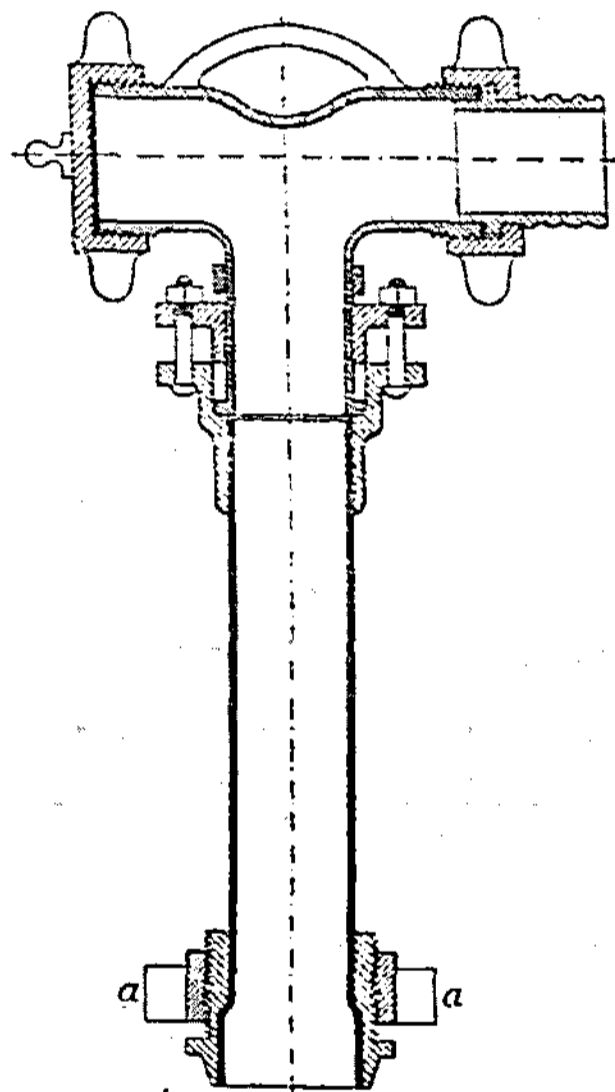
Черт. 375.—Гидрантъ съ шаровымъ затворомъ ( $\frac{1}{12}$  н. в.). Каучуковый или вулканизованный шаръ закрываетъ трубу гидранта, прижимаясь къ сѣдлу изъ кожи. Надъ отверстиемъ прикрѣпляется штыковымъ замкомъ вертикальная труба, на верхнемъ концѣ которой имѣется приспособленія для прикрѣпленія шланговъ. Сквозь трубу проходитъ стержень, ввинчивая который, можно нажимать шаръ и открывать отверстие. Достоинство этой системы—простота и дешевизна. Недостатокъ—легкая порча шаровъ и отсюда—течь.

Приборы водопроводовъ.

Гидранты.



Черт. 376.



Черт. 377.

Черт. 376.—Гидрантъ водоснабженія города Вѣны. *A*—Главный винтовой стержень, поднимающій главный затворъ *b—b*. *C*—Второстепенный винтовой стержень, поднимающій затворъ *c*. Особенность Вѣнскаго гидранта — тщательно—конструированное приспособленіе для опоражниванія его тѣла отъ воды (замерзаніе!). При опусканіи главнаго стержня *A* когда затворъ *bb* станетъ на мѣсто, дальнѣйшее вращеніе стержня *A* заставляетъ подыматься стержень *C* и затворъ *c*, чѣмъ открывается выходъ оставшейся въ гидрантѣ воды.

Черт. 377.—Насадка гидранта служащая для прикрѣпленія одного или двухъ шланговъ (не нужная сторона закрывается крышкой). Верхняя часть насадки поворотная въ особой буксѣ, для предохраненія шланговъ отъ порчи, отъ излишнихъ перегибовъ.

*Затворы* на уличныхъ трубахъ суть щитовые краны. Въ простѣйшемъ случаѣ (черт. 378, 379, 382—384) щитъ имѣетъ видъ чугунаго диска, съ бронзовыми кругами; плоскости дисковъ взаимно наклонены и образуютъ клинъ, который входитъ въ соотвѣтствующую вырѣзку въ коробкѣ крана, края вырѣзки для плотнаго соприкасания также обдѣланы бронзой.

Въ болѣе значительныхъ трубахъ диски для запиранія каждой части трубы, движимые общими стержнями (черт. 380—381), представляются какъ бы двумя отдѣльными затворами.

Подниманіе и опусканіе крана производится винтомъ, приводимымъ въ движеніе ключемъ или рукояткою. Въ кранахъ значительныхъ размѣровъ усилія одного человѣка и даже нѣсколькихъ людей недостаточны для маневровъ крана. Въ такихъ случаяхъ или дѣлаютъ щитъ изъ двухъ или трехъ частей, которыя поднимаются отдѣльно или устраиваютъ гидравлическій двигатель, получающій движеніе отъ самой воды въ трубѣ.

*Самый простѣйшій видъ вантуза*—открытая трубка (черт. 385). Она годится только въ мѣстѣ со слабымъ давленіемъ и гдѣ не бываетъ ударовъ воды, иначе вода будетъ временами бить изъ такой трубки фонтаномъ.

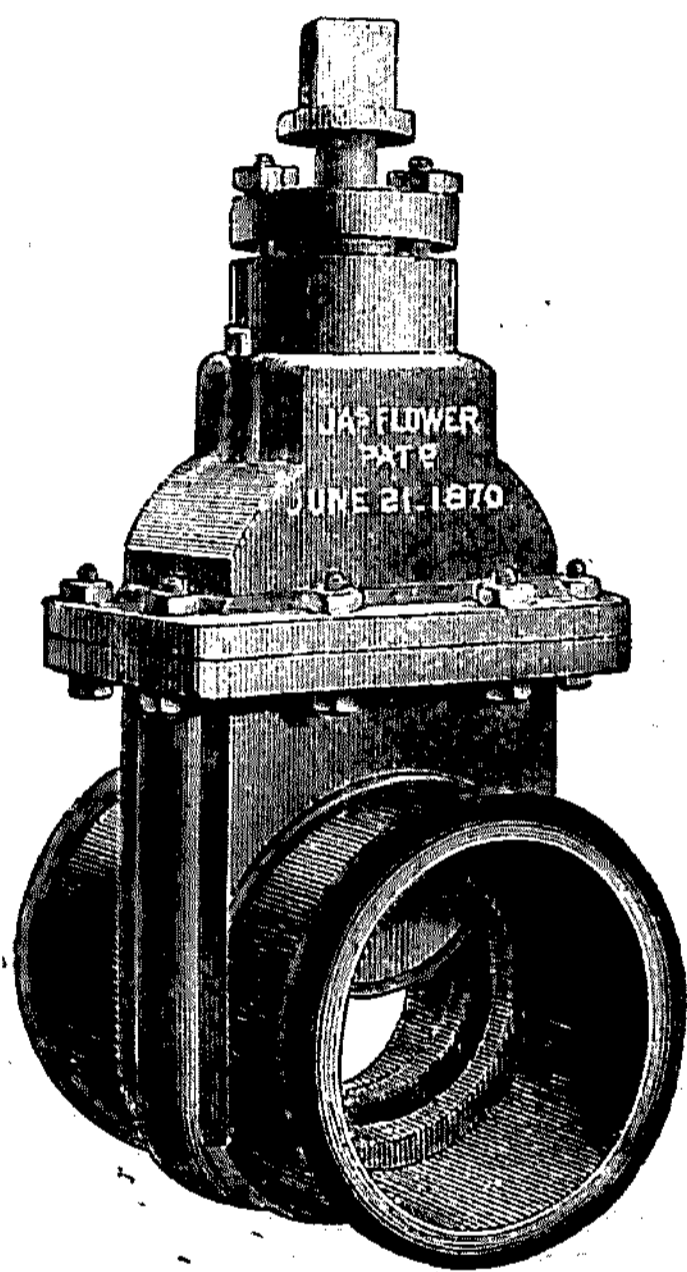
Для предупрежденія этого трубку снабжаютъ краномъ. По этотъ приборъ, хотя очень удобный, требуетъ ручнаго управленія. Поэтому дѣлаютъ автоматическіе вантузы разныхъ системъ, на примѣръ вантузы съ поплавкомъ системы Бетанкура, гдѣ при опусканіи горизонта воды въ трубѣ шарообразный поплавокъ опускается и открывается выходъ воздуху (черт. 386). Автоматическіе вантузы, не смотря на всѣ усовершенствованія, далеко не всегда дѣйствуютъ и потому многіе инженеры предпочитаютъ неавтоматическіе, требующіе большаго надзора, но за то болѣе вѣрныя.

*Предохранительные клапаны* чаще всего бываютъ пружинные и въ общемъ сходны съ таковыми же на паровыхъ машинахъ; при давленіи превосходящемъ предѣлъ пружина сжимается и водѣ открывается выходъ.

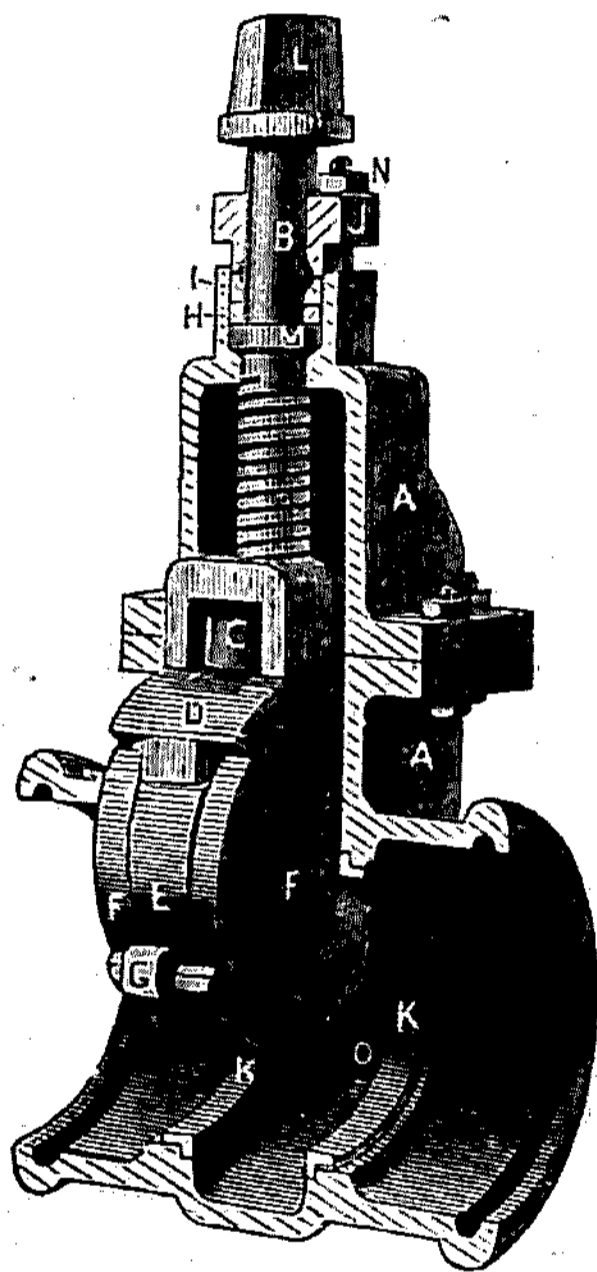
Кромѣ предохранительнаго клапана, служащаго для удаленія изъ напорной трубы излишняго количества, противъ необходимаго, нагнетенной въ нее воды, устраиваются также на трубѣ, идущей отъ насоснаго цилиндра къ напорной трубѣ, особыя самодѣйствующіе

Приборы водопроводовъ.

Краны.



Черт. 378.



Черт. 379.

Общій видъ и разръзъ уличнаго запорнаго крана.

(Stop valve)

Запорные краны на уличныхъ трубахъ должны быть распределены въ видѣ правильной системы затворовъ, которыми во всякое время можетъ быть уединена часть той или другой трубы для ремонта и пр., — безъ прекращенія дѣйствія водопровода въ сосѣднихъ частяхъ сѣти.

клапаны, называемые регуляторами напора, которые съ измѣненіемъ расхода воды измѣняютъ соотвѣтственно скорость хода поршней насосовъ.

Дѣйствіе напорныхъ регуляторовъ заключается въ томъ, что клапанъ, соединенный съ двумя поршнями неодинаковаго діаметра, отъ увеличенія или уменьшенія напора поднимается съ своего гнѣзда или прижимается къ нему; въ первомъ случаѣ онъ своимъ поднятіемъ уменьшаетъ производимое насосами давленіе, во второмъ случаѣ увеличиваетъ это давленіе.

На чертежѣ 388 *A* есть шайбовый клапанъ, прилегающій къ гнѣзду *C*. На клапанномъ штокѣ *B* насажены разной величины поршни *D* и *E*, движущіеся въ короткихъ цилиндрахъ, прикрѣпленныхъ къ клапанной коробкѣ. Отношеніе между площадями поперечныхъ сѣченій обоихъ поршней сообразуется съ тѣмъ усиленіемъ, которое требуется, чтобы приподнять клапанъ на нѣкоторую опредѣленную высоту.

Существуетъ еще много другихъ устройствъ для той же цѣли.

Обратный клапанъ представленъ на чертежѣ 387. Для трубъ большаго діаметра употребляется нѣсколько клапановъ такого же устройства.

Эти клапаны могутъ быть очень полезны, если ихъ поставитъ на магистрали идущей отъ резервуара. Но они имѣютъ и крупный недостатокъ, такъ какъ закрывая обратный ходъ водѣ, они вызываютъ удары воды въ трубахъ, что можетъ быть поводомъ ихъ разрыву. Поэтому употреблять ихъ слѣдуетъ съ осторожностью, тщательно изучая въ каждомъ частномъ случаѣ послѣдствія удара для той или другой части сѣти. (Относительно удара воды въ водопроводныхъ трубахъ см. чрезвычайно выдающееся изслѣдованіе проф. Жуковскаго).

## § 57. Способы подъема воды.

Съ самой глубокой древности человѣкъ изыскивалъ способы для подъема воды. Нѣкоторые изъ этихъ способовъ прожили тысячелѣтія и еще въ ходу, на примѣръ длинные рычаги—коромысла нашихъ степныхъ колодцевъ, употреблявшіеся въ древнемъ Египтѣ. Другіе сохранили лишь историческій интересъ и вытѣснены новыми, явившимися вслѣдъ за успѣхомъ машиностроенія.

Вообще приспособленія для подъема воды могутъ быть раздѣлены на четыре главныя группы.

*Первую* составляютъ приборы, захватывающіе непосредственно воду подлежащую поднятію и поднимающіе ее, какъ вообще тяжелое тѣло. Таковы — черпаки, бадьи, ведра, прикрѣпленные къ рычагу или веревкѣ, перекинутой чрезъ блокъ, порці, архимедовъ винтъ, тимпанное колесо, спиральный насосъ и др.

*Вторую* категорію образуютъ приборы, всасывающіе воду и нагнетающіе ее, т. е. помпы или насосы всякаго рода.

*Третью* категорію составляютъ приборы, гдѣ паденіе воды непосредственно утилизируется для подъема части ея; это ударные приборы—водяные тараны.

*Четвертую* категорію, наконецъ составляютъ снаряды, гдѣ вода увлекается паромъ,—инжекторы.

Мы не войдемъ здѣсь въ разсмотрѣніе ни одной изъ этихъ группъ. Приборы первой группы извѣстны изъ общежитія и курса элементарной физики. Помпы, насосы и тараны съ большою подробностью вошли въ программу спеціальной части прикладной гидравлики, читаемой особымъ профессоромъ въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія. Инжекторы—обстоятельно описываются въ курсѣ Паровой Механики. Наконецъ, обо всѣхъ этихъ приспособленіяхъ въ узкихъ рамкахъ спеціальности желѣзнодорожнаго водопроводнаго дѣла говорится въ спеціальной части настоящаго руководства, посвященной водоснабженію желѣзнодорожныхъ станцій.

*Двигатели*, примѣняемые для движенія водоподъемныхъ приспособленій также чрезвычайно разнообразны. Для этой цѣли пользуются силою людей и животныхъ, вѣтромъ; падающей водой, паромъ, сжатымъ воздухомъ, электричествомъ и т. д.

Выборъ того или другого двигателя зависитъ прежде всего отъ природы силы, которой можно или должно воспользоваться: въ одномъ мѣстѣ есть подъ рукой водопадъ, вполне обезпечивающій непрерывное дѣйствіе системы водоснабженія, въ другомъ необходимо прибѣгать къ дорогимъ паровымъ машинамъ.

Много значитъ также и размѣръ работы, которую долженъ дѣлать двигатель и мѣстныя обстоятельства этой работы. Въ большомъ городѣ, гдѣ требуется много воды и гдѣ есть хорошія мастерскія для исправленій, гдѣ легко получить для управленія машинами



опытныхъ служащихъ, — безъ колебаній можно воспользоваться самыми совершенными машинами. Въ маленькомъ мѣстечкѣ, на отдаленной желѣзнодорожной станціи и т. п., гдѣ исправленія трудны, надзоръ плохъ, количество работы для машинъ мало, — конечно, слѣдуетъ предпочесть простыя, грубыя, хотя можетъ быть абсолютно и менѣе экономичныя машины. Въ первомъ случаѣ заботы будутъ направлены на увеличеніе коэффиціента полезнаго дѣйствія и уменьшеніе расходовъ по эксплуатаціи, во второмъ — на дешевизну первоначальнаго устройства съ гарантіей прочности при плохомъ уходѣ.

Наконецъ, самый типъ водоподъемнаго снаряда, который окажется наиболѣе отвѣчающимъ условіямъ даннаго случая, т. е. расходу воды, высотѣ всасыванія, подъема и проч., и предположенный способъ дѣйствія этого снаряда могутъ обусловить выборъ того или другого двигателя.

Такимъ образомъ по вопросу о выборѣ двигателя, подобно тому какъ по вопросу и о выборѣ водоподъемнаго снаряда, не можетъ быть дано общихъ рѣшающихъ указаній.

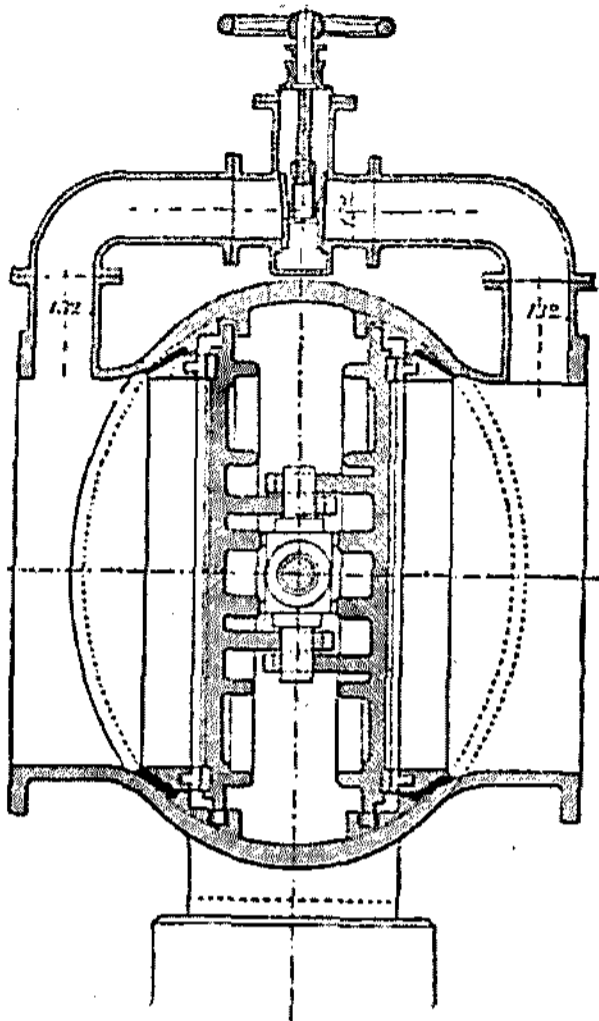
Въ каждомъ частномъ случаѣ необходимо подробное и обстоятельное изслѣдованіе всѣхъ мѣстныхъ условій, и въ случаѣ надобности составленіе нѣсколькихъ параллельныхъ предположеній о машинахъ для водоснабженія (т. е. водоподъемныхъ приспособленіяхъ), отвѣчающихъ наилучшимъ образомъ этому случаю.

При составленіи такихъ предположеній необходимо, однако, замѣтить слѣдующее.

Инженеръ путей сообщенія, завѣдывающій устройствомъ водопровода, въ рѣдкихъ случаяхъ можетъ быть спеціалистомъ въ машиностроеніи. Поэтому онъ дожеиъ воздерживаться отъ окончательнаго выбора паровой машины для водоснабженія, такъ какъ онъ рпсковаль бы избрать не такую, которая наилучшимъ образомъ соотвѣтствуетъ условіямъ данной задачи и не въ достаточной мѣрѣ принять въ соображеніе успѣхи механики, за которыми онъ, какъ не спеціалистъ, не можетъ, говоря вообще, слѣдить непрерывно.

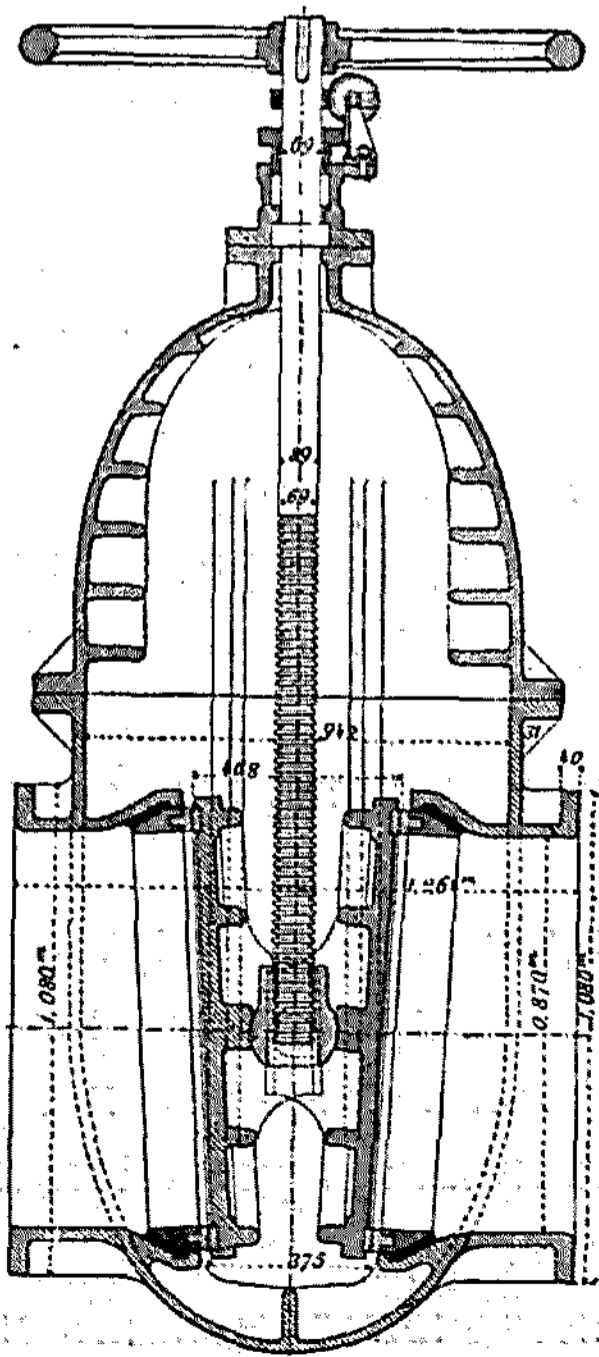
Наилучшій способъ дѣйствія заключается поэтому въ составленіи программы, которая опредѣляла бы работу машины, подлежащую исполненію, и предоставленіи засимъ строителямъ машинъ подыскать наиболѣе подходящій типъ механизма для подъема воды. При этомъ механику-строителю должны быть, конечно, указаны всѣ огра-

Приборы водопроводовъ.



Горизонтальный щитовый кранъ для большихъ трубъ Вѣнекаго водоснабженія.

Черт. 380. — Вертикальный разрѣзь.



Для большихъ трубъ предпочитаютъ иногда горизонтально-задвигные краны, позволяющіе избѣжать устройства сложныхъ глубокихъ шахтъ. Затворъ состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ щитовъ, подвѣшенныхъ къ общему винтовому стержню. При завинчиваніи они, ставъ на мѣстс, затѣмъ дальнѣйшимъ движеніемъ стержня задвигаются и прижимаются къ своимъ гнѣздамъ.

Черт. 381. — Горизонтальный разрѣзь.

ничительныя условія данаго случая, каковы размѣры помѣщенія для машины, продолжительность работы, предѣль отвѣтственности въ правильности водоснабженія и т. д.

Число строителей водопроводныхъ машинъ вообще не велико; въ случаяхъ незначительныхъ работъ можно вести дѣло съ однимъ изъ нихъ; если же заказъ великъ, то можетъ быть болѣе цѣлесообразно сдѣлать состязаніе между нѣсколькими. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ нельзя однако допускать *торговъ*, при которыхъ рѣшающее значеніе имѣетъ наиболѣе низкая цѣна. Представленные разными заводами проекты нужно разсматривать не только съ этой узкой точки зрѣнія—цѣны заготовленія машины; нужно принять въ расчетъ стоимость ремонта и эксплуатаціи разныхъ машинъ, стоимость зданій и фундаментовъ нужныхъ для ихъ устройства, количество потребляемой ими воды и пара, степень благонадежности разныхъ поставщиковъ и т. д.

При такихъ условіяхъ можетъ оказаться болѣе выгодной не самая дешевая машина. Это обстоятельство никогда не слѣдуетъ упускать изъ вида.

*Работа* водопроводной машины обыкновенно выражается въ количествѣ поднятой воды, умноженномъ на высоту подъема.

За высоту подъема принимаютъ при этомъ иногда не *дѣйствительную* высоту на которую вода поднимается, а *манометрическую*, большую дѣйствительной, чтобы принять въ расчетъ треніе, которое вода преодолѣваетъ при подъемѣ въ восходящей трубѣ и которая является полезной работой собственно машины.

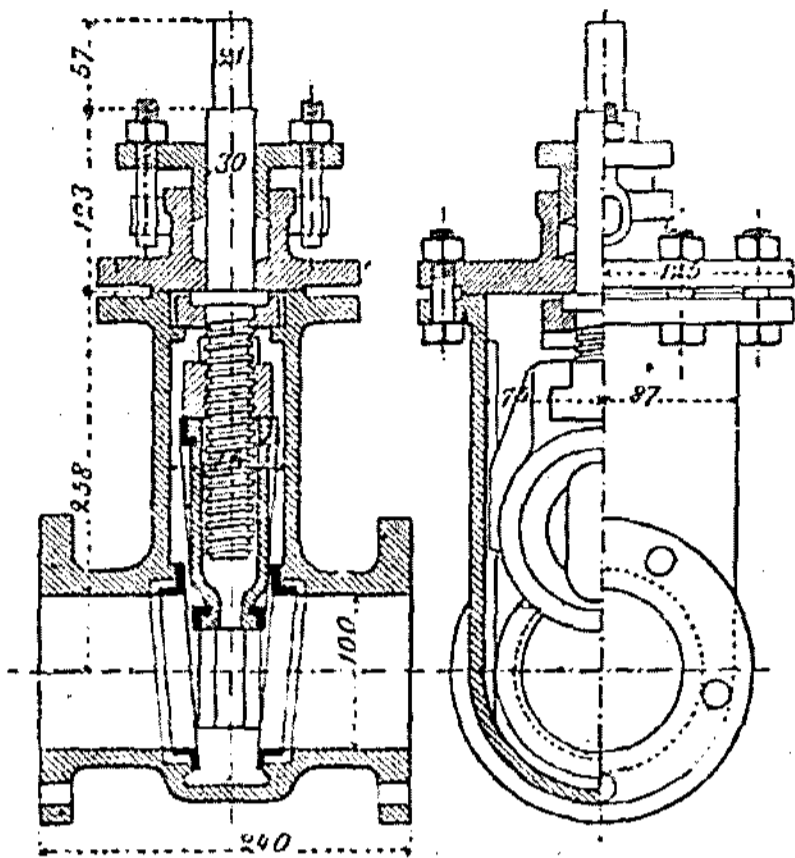
Манометрическая высота подъема въ практикѣ опредѣляется тѣмъ, что къ показанію манометра на напорной трубѣ прибавляется высота манометра надъ горизонтомъ воды; при этомъ пренебрегаютъ потерями напора въ самыхъ насосахъ.

Работа, измѣряемая поднятой водой, меньше работы, измѣренной нажимомъ.

Прони на валу машины, или работы индикаторной, получаемой въ цилиндрахъ посредствомъ діаграммы Уатта, такъ какъ между этими работами и полезною работой въ поднятой водѣ—есть потери работы въ насосахъ, на которыя при самыхъ лучшихъ устройствахъ приходится отъ 20—30% отъ работы машинъ.

Вводитъ въ программы устройства водоподъемныхъ машинъ по-

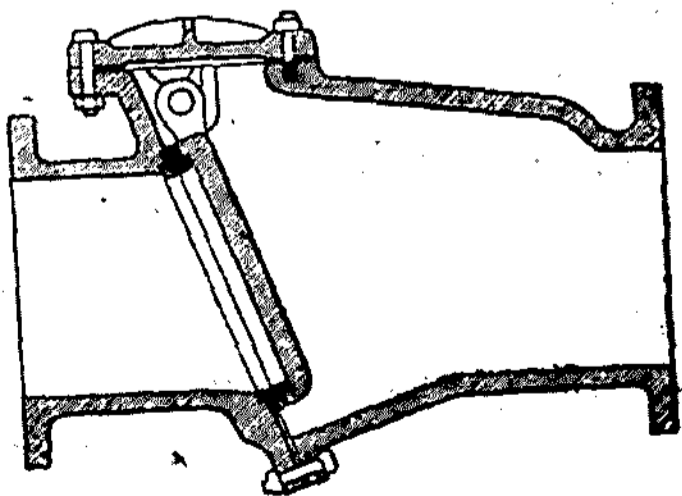
Приборы водопроводовъ.



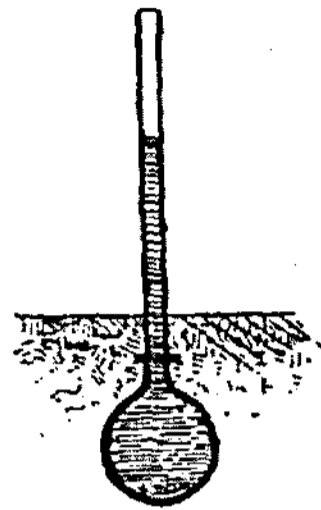
Черт. 382, 383 и 384.

Задвижной кранъ Цюрихскаго водоснабженія ( $\frac{1}{10}$  н. в.).

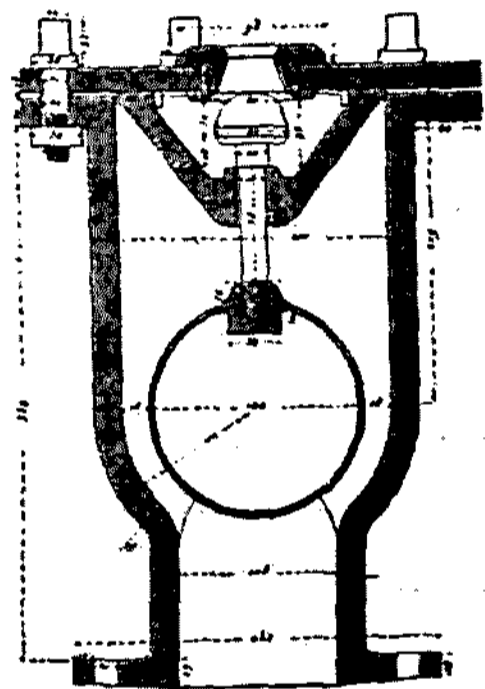
Запорныя грани крана прижимаются къ двумъ металлическимъ кольцамъ, вставленнымъ въ трубъ.



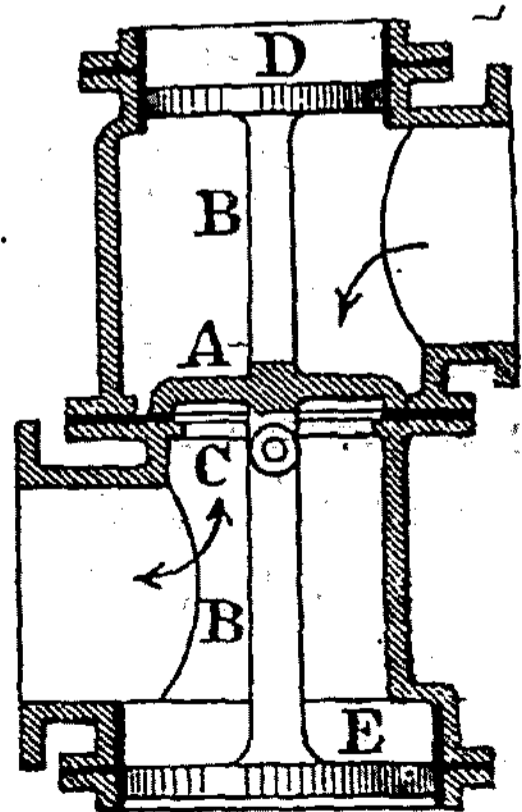
Черт. 387. — Обратный клапанъ, препятствующій водѣ двигаться въ обратномъ направленіи.



Черт. 385. — Простѣйшій видъ вантуза — открытая труба.



Черт. 386. — Вантузъ съ поплавкомъ системы Ветанкура.



Черт. 388. — Регуляторъ напора.

нятіе о работѣ въ поднятой водѣ представляется очень удобнымъ, такъ какъ во первыхъ это дѣйствительно полезная работа машины такого рода, и во вторыхъ потому, что работа эта очень легко измѣряется. Количество воды, подаваемое насосами, можетъ быть измѣрено непосредственно въ верхнемъ резервуарѣ, или опредѣлено по числу оборотовъ насосовъ и объему ихъ; высота подъема также легко опредѣляется.

*Расходъ угля* въ паровыхъ водоподъемныхъ машинахъ лучшихъ типовъ составляетъ отъ 1,1 килограмма до 2 килограммовъ на силу въ 75 килограммометровъ, измѣренную въ поднятой водѣ, — при измѣненіи общей силы машины отъ 150 до 30 силъ и ниже.

Въ гидравлическихъ водоподъемныхъ машинахъ сравниваютъ часто полезную работу въ поднятой водѣ съ полной работой падающей воды. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія падающей воды оказывается при этомъ для наилучшихъ машинъ не болѣе 65%, обыкновенно же не болѣе 55%.

Пріемка машинъ для водопровода не должна дѣлаться на основаніи кратковременнаго (въ нѣсколько дней) испытанія, такъ какъ при такомъ испытаніи строители подбираютъ и топливо, и прислугу машины, и получаютъ результаты, которыхъ нельзя имѣть въ непрерывной текущей эксплуатаціи машины.

Необходимо поэтому выговаривать себѣ непременно довольно длинный гарантійный краиъ, напримѣръ годичный, въ теченіи коего недостатки конструкціи, производительности и проч. могутъ быть спокойно и обстоятельно обнаружены.

## § 58. Противупожарные водопроводы.

Въ предшествующихъ §§ настоящей главы мы познакомились съ общимъ расположеніемъ водопроводныхъ сооружений и съ устройствомъ собственно водопроводовъ, т. е. сооружений, служащихъ для проведенія воды — отъ источника водоснабженія къ мѣсту ея потребленія. При этомъ разсмотрѣніи не принималось въ соображеніе назначеніе воды въ томъ или иномъ случаѣ и потому представляется нынѣ цѣлесообразнымъ остановиться на одномъ изъ специальныхъ назначеній воды, имѣющемъ существенное вліяніе на общее расположеніе водопроводныхъ сооружений и устройство трубопроводовъ. Мы говоримъ о *тушеніи пожаровъ*.

Борьба съ огнемъ—одна изъ важнѣйшихъ задачъ водоснабженій. Для успѣшнаго выполненія этой задачи необходимо:

1) чтобы трубы городской сѣти были способны по своимъ размерамъ доставлять къ каждой точкѣ сѣти нужное для тушенія пожара количество воды подъ давленіемъ, которое допускало бы свободный естественный подъемъ воды надъ крышами самыхъ высокихъ зданій;

2) чтобы городская водопроводная сѣть была снабжена приборами (пожарными кранами), допускающими быстрое и безпрепятственное получение воды въ указанныхъ въ п. 1 условіяхъ безъ помощи спеціальныхъ водопроводныхъ рабочихъ, а исключительно распоряженіемъ пожарныхъ;

3) чтобы разстояніе между пожарными кранами не превосходило того, на которомъ вода удобно можетъ подаваться резиновыми пожарными шлангами или рукавами, т. е. примѣрно не болѣе 50 саж.

4) чтобы всѣ пожарные краны имѣли вполнѣ одинаковыя соединительныя съ пожарными шлангами устройства, дабы пожарныя команды могли вездѣ, во всѣхъ частяхъ города, имѣя лишь одинъ типъ шланговаго замка, получать воду;

5) чтобы, кромѣ спеціальныхъ пожарныхъ крановъ, вода для тушенія пожара могла бы быть получена при помощи тѣхъ же шланговъ изъ всѣхъ уличныхъ приборовъ, доставляющихъ воду для иныхъ цѣлей (каковы мытье улицъ, питьевые и др. краны, фонтаны и пр.).

Въ такомъ объемѣ противопожарныя устройства встрѣчаются, къ сожалѣнію, далеко не вездѣ.

Нарушается то одно, то другое изъ указанныхъ условій, а иногда и нѣсколько вмѣстѣ.

Чаще всего оказывается недостаточнымъ давленіе въ сѣти, вслѣдствіе чего пожарныя команды всегда имѣютъ въ своемъ распоряженіи насосы *ручныя* (дающіе около 200 и 225 литровъ въ минуту), а въ благоустроенныхъ городахъ *паровые*, приспособленные къ быстрому (въ нѣсколько минутъ) парообразованію и подъему пара и дающіе въ минуту 600—1600 литровъ. Насосы эти помѣщаются на колесахъ и могутъ быстро передвигаться людьми или лошадьми къ мѣсту, гдѣ въ нихъ есть надобность.

Въ послѣднее время въ наиболѣе совершенныхъ видахъ пожарныхъ помпъ, двигателемъ при проѣздѣ къ мѣсту пожара является

та же паровая машина, которая приводитъ въ дѣйствіе насосы. Такія помпы-автомобили примѣнены впервые въ С.-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ въ городѣ *Hartford*'ѣ. Общій вѣсъ снаряда 7.700 кг. При немъ—кучеръ, кочегаръ и машинистъ. (*Der praktische Maschinen Constructor. XXXII Jahrgang, № 1, 1899*).

Не всегда также и разстоянія между пожарными кранами достаточно малы и притокъ воды обезпеченъ въ достаточномъ количествѣ. Это заставляетъ пожарныя команды имѣть въ своемъ распоряженіи цѣлый обозъ бочекъ для подвозки воды.

Въ городахъ съ періодическимъ снабженіемъ водой, каковы, напр. Лондонъ, гдѣ вода подается въ городскую сѣть лишь въ опредѣленные часы, пожарные не могутъ приступить къ тушенію пожара безъ предварительнаго телеграфнаго или телефоннаго сношенія съ водопроводной администраціей или съ ея агентами. Отсюда необходимость въ особыхъ дежурствахъ водопроводныхъ агентовъ въ разныхъ мѣстахъ города, откуда можетъ быть пущена вода изъ резервуаровъ для тушенія пожара, возникшаго въ томъ или иномъ кварталѣ.

Эти и многіе другіе пожарные недостатки водоснабженій вызываются дурно понятой экономіей при устройствѣ водоснабженій и во многихъ случаяхъ приводятъ городское населеніе къ значительнымъ убыткамъ отъ пожаровъ и въ особенности высокихъ страховыхъ премій.

Мысль эта нашла себѣ надлежащую оцѣнку во всѣхъ государствахъ среди специалистовъ водопроводнаго и пожарнаго дѣла и у насъ въ Россіи еще въ 1893 году первый русскій водопроводный съѣздъ принялъ резолюцію слѣдующаго содержанія:

1) *Устройство противопожарныхъ водопроводовъ, способныхъ доставлять во всякое время дня и ночи известное определенное количество воды подъ напоромъ, достаточнымъ для тушенія пожаровъ безъ помощи пожарныхъ трубъ, слѣдуетъ считать наилучшимъ средствомъ для сокращенія пожарныхъ убытковъ и для наиболее производительнаго расходованія силы и энергіи пожарныхъ командъ.*

2) *Въ видахъ наибольшаго распространенія такихъ противопожарныхъ водопроводовъ въ Россіи желателно установленіе страховыми обществами болѣе строгой и болѣе справедливой градации размѣровъ скидокъ со страховыхъ премій въ зависимости отъ раз-*

тровъ противопожарной силы водопроводовъ, ея постоянства и степени ея надежности.

3) Действующія въ Россіи страховыя общества путемъ рациональной нормировки премій въ зависимости отъ противопожарной силы водопроводовъ и степени ея обеспеченности могутъ вызывать быстрое распространеніе противопожарныхъ водопроводовъ въ Россіи, безусловно выгодное для страхователей и для страховыхъ обществъ.

(См. Труды Рус. Водопр. Съѣздовъ. Съѣздъ I-й—1893 г., стр. 179).

При наличности такихъ обстоятельствъ представляется необходимымъ выяснитъ основныя свойства, которыми должны обладать противупожарные водопроводы и указать системы ихъ устройства, а также указать и мѣры, при помощи коихъ существующіе водопроводы могутъ быть приспособлены къ тушенію пожаровъ.

Будетъ ли водопроводъ гравитаціонный или насосный, въ его трубахъ всегда будетъ нѣкоторое опредѣленное давленіе, обусловливаемое высотой положенія, относительно уровня площади города, источниковъ или резервуара въ башнѣ. Разъ водопроводъ устроенъ, это давленіе уже измѣняемо по желанію быть не можетъ и имъ обусловливается тотъ этажъ, до котораго вода можетъ подняться въ домахъ, и та наибольшая высота, до которой она можетъ битъ въ верхъ, въ видѣ фонтана, или быть выбрасываема изъ брандспойта пожарнаго рукава, привинченнаго непосредственно къ пожарному крану.

Подобное свойство водопроводовъ, присущее европейскимъ водопроводамъ и громадному большинству американскимъ, не удовлетворяетъ, какъ мы видѣли, требованіямъ, которыя должны предъявляться къ водопроводу въ пожарномъ отношеніи, такъ какъ въ этихъ видахъ желательно имѣть возможность по произволу измѣнять въ большихъ предѣлахъ давленіе въ водопроводной сѣти, смотря по обстоятельствамъ. При нормальныхъ условіяхъ желательно имѣть это давленіе по возможности малое, только бы вода могла доходить до верхнихъ этажей домовъ, и тамъ вытекать изъ крановъ съ незначительною скоростью; это требованіе является результатомъ желанія качать воду, въ видахъ сбереженія топлива, подѣ возможно меньшимъ давленіемъ, обусловливающимъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, и меньшую потерю воды черезъ неплотности стыковъ трубъ и другія случайныя малыя поврежденія. При обстоятельствахъ исключительныхъ, какъ, на примѣръ, въ случаѣ пожара въ городѣ, напротивъ, жела-



тельно, не взирая ни на какія издержки на топливо, располагать самымъ наибольшимъ давленіемъ воды во всей сѣти, или, по крайней мѣрѣ, въ трубахъ, прилегающихъ къ мѣсту пожара, чтобы имѣть возможность непосредственно изъ водопроводныхъ трубъ, безъ помощи пожарныхъ насосовъ, прямо бросать на горящія зданія массы воды на самую большую нужную высоту.

Большинство водопроводовъ этому послѣднему требованію, обыкновенно, не удовлетворяютъ, такъ какъ при устройствѣ ихъ, въ видахъ удешевленія стоимости сооруженія, всегда старались и стараются напоръ воды въ трубахъ ограничить, по возможности, наименьшимъ предѣломъ. Результатомъ этого является невозможность тушить пожары, бросая на горящія зданія воду непосредственно изъ трубъ водопровода, а приходится изъ пожарныхъ крановъ или бассейновъ переливать воду сперва въ пожарныя бочки, подвозить ихъ къ пожарнымъ трубамъ, и только помощью насосовъ послѣднихъ при работѣ на нихъ пожарныхъ служителей бросать воду на горящія зданія. Обстановка дѣла, очевидно, довольно сложная; и самая работа представляется трудною, какъ только является необходимость бросать воду на сколько-нибудь значительную высоту. Послѣднее обстоятельство вынуждаетъ городскія общества обзаводиться паровыми пожарными трубами; но извѣстно, какъ часто бываетъ трудна доставка ихъ къ мѣсту пожара и какъ много съ ними бываетъ случайностей, вслѣдствіе которыхъ онѣ, нерѣдко, далеко не оправдываютъ всѣхъ возлагаемыхъ на нихъ надеждъ.

Желаніе обезпечить городъ на случай пожара водой подъ значительнымъ давленіемъ, дѣлающимъ излишними бочки и насосы и достаточными лишь длинныя пожарныя рукава, одинъ конецъ котораго привинчивался бы къ ближайшему пожарному крану, а черезъ другой, снабженный брандспойтомъ, вода въ изобиліи и на всякую требуемую высоту бросалась бы, непосредственно, на горящее зданіе, привело къ созданію, въ С.-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ, цѣлаго ряда *водопроводовъ съ перемѣннымъ давленіемъ*. Въ послѣднее время къ постройкѣ такихъ водопроводовъ приступили и въ Россіи. Примѣромъ подобнаго водоснабженія представляетъ собой г. Самара, гдѣ водопроводъ устроенъ по особой хозяйственно-пожарной системѣ, изобрѣтенной русскимъ инженеромъ Н. П. Зиминымъ.

Среди различныхъ системъ водопроводовъ съ переменнымъ давлѣніемъ мы разсмотримъ америкапскія системы *Holly* и *Berkinbine* (см. «Новѣйшія усовершенствованія въ американскихъ водопроводахъ по примѣненію ихъ къ тушенію пожаровъ» соч. Н. И. Алтукова, Спб. 1880 г.) и русскую инженера Н. П. Зимина.

*Существенное отличіе водопроводовъ системы Голли* отъ всѣхъ другихъ, обыкновенно устраиваемыхъ, заключается въ томъ, что въ нихъ не существуетъ резервуаровъ, обуславливающихъ постоянную величину напора воды въ сѣти, а вода машинами непосредственно накачивается въ сѣть городскихъ трубъ и, съ помощью спеціальныхъ приспособленій, поддерживается тамъ подъ тѣмъ давлѣніемъ, которое является необходимымъ.

При нормальныхъ условіяхъ это давлѣніе поддерживается настолько, на сколько необходимо, чтобы вода достигала самыхъ верхнихъ этажей домовъ. Въ случаѣ пожара гдѣ-либо въ городѣ—объ этомъ сообщается тотчасъ же, помощью телефона или телеграфа, въ водоподъемное зданіе и тамъ немедленно машинамъ дается усиленная работа, вслѣдствіе чего давлѣніе въ сѣти подымается до того высшаго предѣла, сообразно которому проектирована прочность трубъ и всѣхъ другихъ устройствъ. Результатомъ этого увеличенія напора воды въ сѣти является возможность получать ее въ большомъ количествѣ изъ пожарныхъ крановъ, и бросать вверхъ на большую высоту.

Въ нѣкоторыхъ изъ водопроводовъ, устроенныхъ по системѣ Голли, сдѣланы автоматическія приспособленія, при содѣйствіи которыхъ, какъ только начинаетъ вода браться изъ пожарныхъ крановъ еще при нормальномъ давлѣніи, машины увеличиваютъ свою работу и подымаютъ давлѣніе въ сѣти.

Устройство водопроводовъ по системѣ Голли обуславливаетъ необходимость прокладки трубъ съ увеличенною толщиною стѣнокъ, сообразно тому наибольшему давлѣнію, до котораго предполагается подымать напоръ воды въ сѣти.

Водоподъемныя машины въ водопроводахъ системы Голли устраиваются, обыкновенно, совершенно своеобразнаго типа, въ зависимости отъ тѣхъ условій, при которыхъ имъ приходится работать.

Въ этихъ машинахъ число ходовъ въ минуту должно быть въ состояніи мѣняться въ довольно большихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ расхода воды, причемъ всѣ эти видоизмѣненія въ работѣ

не должны оказывать вліянія на правильность и экономичность дѣйствія машинъ, а также и производить болѣе или менѣе замѣтныя колебанія давленія воды въ трубахъ.

Практическіе опыты въ существующихъ уже водопроводахъ, устроенныхъ по системѣ Голли, показали, что однимъ изъ лучшихъ типовъ машинъ для нихъ должны быть признаны машины системы Вортингтона — прямого дѣйствія, съ двумя цилиндрами и съ нѣкоторыми спеціальными приспособленіями.

*Система Бёркинбайна* отличается отъ только что описанной системы тѣмъ, что въ то время, какъ, при системѣ Голли, напоръ воды въ трубахъ образовывается постоянно непосредственнымъ нагнетаніемъ воды въ сѣть до опредѣленнаго давленія, при системѣ Бёркинбайна, при нормальныхъ условіяхъ водоснабженія, давленіе воды въ трубахъ обуславливается уровнемъ воды въ резервуарѣ относительно уровня этихъ трубъ.

Такимъ образомъ, при устройствѣ водопроводовъ по системѣ Бёркинбайна, является необходимость въ сооружеіи напорныхъ резервуаровъ, вслѣдствіе чего эти водопроводы представляютъ изъ себя нѣчто среднее между обыкновенными резервуарными водопроводами и водопроводами системы Голли; при нормальныхъ обстоятельствахъ они работаютъ какъ первые, а въ случаѣ пожаровъ—какъ вторые. Подобнымъ сочетаніемъ Бёркинбайнъ имѣлъ въ виду получить въ своей системѣ всѣ хорошія качества обѣихъ предыдущихъ системъ, избѣгая, по возможности, всѣхъ ихъ недостатковъ. Насколько достигнута имъ эта цѣль, мы увидимъ нѣсколько далѣе, а теперь познакомимся съ тѣмъ приспособленіемъ, помощью котораго у Бёркинбайна, смотря по желанію и необходимости, можно весьма быстро и удобно, изъ различныхъ частей города, возстановлять то одинъ, то другой типъ водоснабженія. Съ этою цѣлью, напорная труба, идущая отъ машинъ къ резервуару, и главная расхожая труба, идущая изъ резервуара въ городъ, въ наиболѣе удобномъ мѣстѣ соединены между собой особой соединительной трубой. Вблизи угла, образуемаго этою соединительною и напорною трубами, въ нихъ обѣихъ устроены клапаны, приводимые въ движеніе отъ штоковъ поршня спеціальнаго цилиндра, расположеннаго въ этомъ же углу. Соединеніе штока поршня съ осями клапана сдѣлано такого рода, что при перемѣщеніи поршня изъ одного его крайняго положенія

въ другое одинъ клапанъ всегда вполне закрывается, а другой вполне открывается. Въ оба конца цилиндра входятъ небольшого діаметра желѣзныя трубы, которыя отъ этого цилиндра проведены въ машинное зданіе, *и во всѣ городскія пожарныя депо*, гдѣ установлены небольшіе резервуары съ сжатымъ воздухомъ. Соединяя эти резервуары съ одною изъ трубъ распредѣлительнаго цилиндра, возможно производить давленіе на ту или другую сторону поршня и, такимъ образомъ, перемѣщать его изъ одного конца въ другой и этимъ или закрывать клапанъ въ напорной трубѣ и открывать въ соединительной, или наоборотъ.

При нормальномъ положеніи дѣла, когда въ городѣ не требуется усиленнаго давленія воды, клапанъ въ напорной трубѣ всегда бываетъ открытъ, а въ соединительной—закрытъ; въ этомъ случаѣ, вода отъ машинъ, по напорной трубѣ, свободно проходитъ въ резервуаръ и изъ него по расхожей трубѣ направляется въ городъ. Въ случаѣ пожара въ городѣ, изъ какого-либо пожарнаго депо, помощью сжатаго воздуха, производится перемѣщеніе поршня распредѣлительнаго цилиндра, что влечетъ за собою закрытіе клапана въ напорной трубѣ и открытіе въ соединительной. Тогда вода, накачиваемая машинами, не имѣетъ уже возможности по напорной трубѣ дойти до резервуара, а по соединительной трубѣ прямо переходитъ въ расхожую, закрываетъ въ ней своимъ давленіемъ клапанъ, дающій движеніе водѣ по этой трубѣ только отъ резервуара, а ни въ какомъ случаѣ не въ резервуаръ, и распредѣляется по городской сѣти уже подъ непосредственнымъ давленіемъ отъ машинъ, которое такимъ образомъ и можетъ быть доведено до желаемой величины.

Полученіе сжатаго воздуха въ тѣхъ мѣстахъ, откуда желаютъ руководить напоромъ воды въ водопроводѣ, производится просто, при содѣйствіи же давленія воды водопровода въ аппаратъ несложнаго устройства, состоящаго изъ двойнаго чугунаго цилиндра, двѣ части котораго соединены между собою двумя трубками съ тремя кранами. Махшш давленія воды въ сѣти регулируется специальнымъ предохранительнымъ клапаномъ, располбженнымъ на напорной трубѣ, вблизи ея поворотнаго клапана, и устроеннымъ такимъ образомъ, что вся излишняя вода, проходящая черезъ предохранительный клапанъ, обходитъ поворотный клапанъ и такимъ образомъ направляется къ резервуару, не теряясь напрасно, а скопляясь въ резервуарѣ, откуда, по возстановленіи нормальнаго водоснабженія, и расходуется въ городѣ.

Объ системы пожарныхъ водопроводовъ Беркинбайна и Голли представляются практичными въ пожарномъ отношеніи; что касается до стоимости первоначальнаго устройства, то, во всякомъ случаѣ, система Беркинбайна, въ виду необходимости устройства напорнаго резервуара, должна быть признана болѣе дорогою, чѣмъ система Голли. По сравненію съ обыкновенными водопроводами съ постояннымъ слабымъ (не достаточнымъ для пожарныхъ цѣлей) давленіемъ стоимость пожарныхъ водопроводовъ на первый взглядъ должна казаться значительно больше, вслѣдствіе потребности въ болѣе прочныхъ и, слѣдовательно, болѣе тяжелыхъ трубахъ, а также въ болѣе сильныхъ машинахъ. Но разница эта, какъ показываетъ практика, не особенно велика.

Системы Голли и Беркинбайна получили примѣненіе въ разныхъ городахъ С.-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ. Уже въ концѣ 70-хъ годовъ по системѣ Голли было устроено до 60 водоснабженій въ городѣ и въ селахъ съ населеніемъ въ 2800 до 130000 человѣкъ. Система Беркинбайна распространилась позже и между прочимъ, по системѣ Беркинбайна, самимъ изобрѣтателемъ устроено водоснабженіе города Монтэ-Тоу, въ Штатѣ Пенсильваніи. Устройство этого водоснабженія съ приспособленіями, обусловливающими возможность быстрого тушенія пожаровъ, настолько способствовало уменьшенію ихъ разрушительнаго дѣйствія, что страховыя общества сочли для себя выгоднымъ понизить страховую премію съ 15 долларовъ съ тысячи до 5 долларовъ.

*Пожарная система водопроводовъ инженера Н. П. Зимина* имѣетъ задачей сочетать способы къ удовлетворенію пожарныхъ цѣлей и цѣлей хозяйственныхъ съ соблюденіемъ возможно большей экономіи, какъ въ первоначальныхъ, такъ и въ эксплуатаціонныхъ расходахъ.

Если не имѣется денежныхъ средствъ, чтобы построить, въ виду пожарныхъ цѣлей, водопроводъ значительно большихъ размѣровъ, чѣмъ требуется для цѣлей хозяйственныхъ, и содержать его, то никакая изъ обыкновенныхъ системъ, въ томъ числѣ и охарактеризованная выше спеціальная противупожарная системы водоснабженія, — не можетъ обезпечить опредѣленное, вполне надежное дѣйствіе пожарныхъ крановъ для тушенія пожаровъ. Если въ данный моментъ хозяйственный разборъ воды изъ водопровода слабъ, на примѣръ ночью, то воду еще можно получать, хотя и подъ слабымъ напоромъ, изъ пожарныхъ крановъ; но въ случаѣ пожара днемъ, когда вода разбирается изъ водопровода для хозяйственныхъ цѣлей уси-

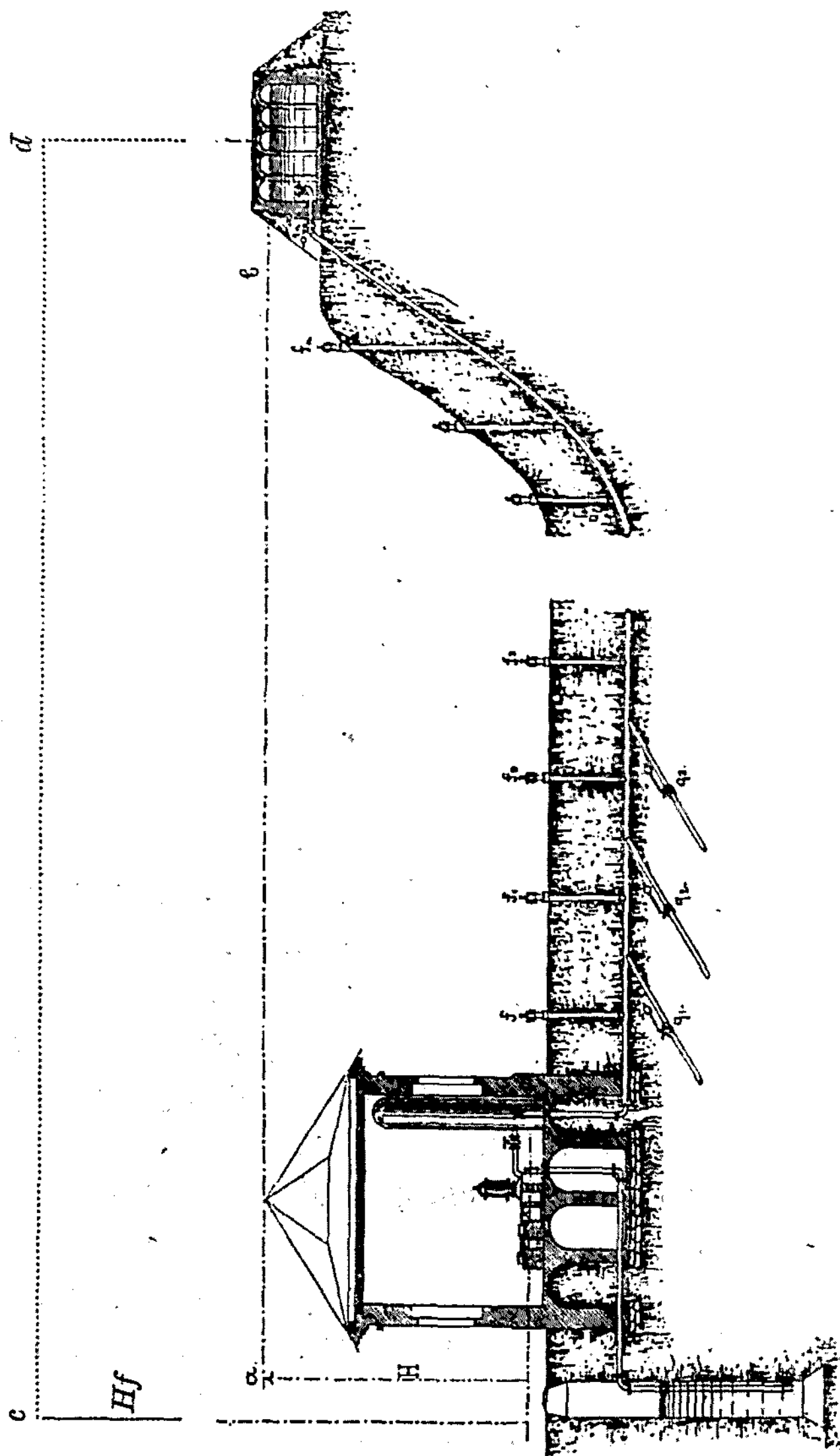
ленно, поднять давленіе трудно и тушить огонь почти что нечѣмъ; несчастіе при такихъ условіяхъ можетъ принять огромные размѣры; примѣры этого нерѣдки.

Въ системѣ противопожарнаго водоснабженія инженера Н. П. Зимина притокъ воды изъ водопровода для хозяйственныхъ цѣлей въ дома, въ фонтаны, на поливку и т. д. прекращается въ случаѣ пожаровъ, автоматически, подѣ дѣйствіемъ увеличеннаго давленія въ трубахъ, и вся вода обращается подѣ тѣмъ же увеличеннымъ пожарнымъ давленіемъ на тушеніе пожаровъ. При этомъ количество воды, которымъ могутъ располагать пожарныя команды, становится строго опредѣленнымъ и постояннымъ и потому не можетъ быть неожиданныхъ въ этомъ отношеніи измѣненій, могущихъ вызвать затрудненія и замѣшательства въ дѣлѣ тушенія пожаровъ.

Устройство водопровода по системѣ инженера Н. П. Зимина заключается главнѣйшее въ томъ, что сѣтъ водопроводныхъ трубъ рассчитывается такъ, чтобы назначаемое для хозяйственныхъ цѣлей количество воды, а если средства позволяютъ то и большее количество воды, могло притекать по трубамъ въ любой пунктъ мѣстности, по которой располагается водопроводъ. На сѣти трубъ располагаются пожарныя краны сообразно съ мѣстными условіями. Каждое отвѣтвленіе отъ водопровода снабжается самозапирающимъ приборомъ, состоящимъ изъ клапана, поршня, съ прорѣзами, или изъ діафрагмы, уравниваемыхъ при обыкновенномъ давленіи, пропускающихъ при немъ воду, и прекращающихъ этотъ притокъ при увеличенномъ пожарномъ давленіи. Вода въ сѣти трубъ доставляется или прямымъ давленіемъ отъ машинъ или изъ резервуара, а увеличеніе давленія въ случаѣ пожара производится или усиленною работою водоподъемныхъ машинъ, причемъ сѣтъ, если она сообщена съ резервуаромъ, отъ него изолируется, или посредствомъ сообщенія сѣти съ другимъ болѣе возвышеннымъ резервуаромъ, напоръ отъ котораго былъ бы достаточенъ для закрытія уравниваемыхъ при обыкновенномъ давленіи запорныхъ винтилей и для надлежащаго дѣйствія пожарныхъ крановъ.

На черт. 389, изображена схематически такая система водоснабженія  $H$  — обозначаетъ обыкновенный хозяйственный напоръ въ водопроводѣ;  $H_f$  — напоръ пожарный;  $q, q_1, q_2, q_3 \dots q_n$  — суть расходы воды въ отвѣтвленія;  $f, f_1, f_2, f_3 \dots f_n$  — расходы воды въ пожарныя краны.

Противопожарные водопроводы.

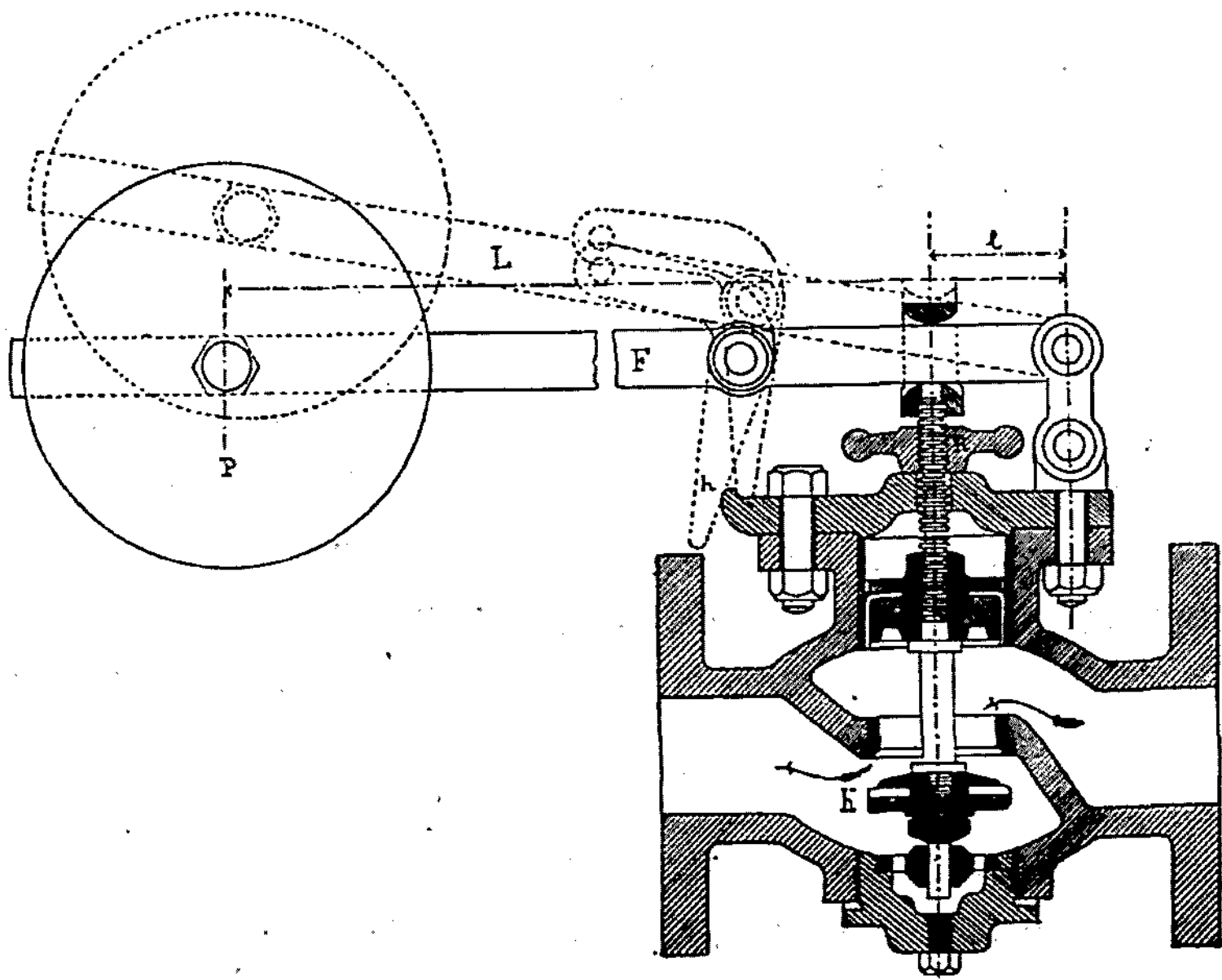


Черт. 389.

Схема противупожарного водопровода

системы инженера Зимина.

Противопожарные водопроводы.



Черт. 390.

Автоматический вентиль

системы инженера Зимина.



При хозяйственномъ водоснабженіи, когда вода въ количествѣ  $Q$  доставляется при линіи гидродинамическаго напора  $ab$ , расходъ въ вѣтви будетъ:

$$Q + q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = Q.$$

Когда напоръ будетъ усиленъ до пожарнаго, то притокъ въ вѣтви прекратится, т. е.:

$$q = q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_n = 0.$$

и установится расходъ изъ пожарныхъ крановъ при линіи гидродинамическаго напора  $cd$ , причемъ:

$$f + f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = Q.$$

Имѣя въ виду, что случайный разрывъ пожарнаго рукава можетъ имѣть слѣдствіемъ пониженіе давленія въ сѣти трубъ, причемъ можетъ установиться усиленный разборъ воды изъ водопровода для хозяйственныхъ цѣлей, ставятъ въ пунктахъ большаго разбора вмѣсто самозапирающихся клапановъ, самозапирающіеся вентили, изображенные на черт. 390. Эти вентили, закрывшись разъ, не могутъ уже вновь открыться сами собою, удерживаясь въ закрытомъ положеніи особенною рычажною подставкою  $h$  которая удерживаетъ рычагъ  $F$ , послѣ того какъ онъ будетъ поднятъ увеличеннымъ пожарнымъ давленіемъ, какъ это указано на черт. 390 пунктиромъ.

Клапаны могутъ быть замѣняемы въ аппаратахъ поршнями съ прорѣзами, сквозь которые будетъ проходить вода и которые могутъ закрываться поднимающимся поршнемъ; запираніе можетъ также производиться и уравновѣшенной при обыкновенномъ давленіи діафрагмой, перемѣщающейся при увеличенномъ давленіи. Уравновѣшиваніе (при обыкновенномъ давленіи) клапана, поршня, или діафрагмы можетъ производиться какъ грузами, такъ и пружинами. Вліяніе грузовъ и пружинъ остается неизмѣняемымъ и потому оно уступаетъ увеличенному—пожарному давленію, производящему запираніе клапана.

По объясненію изобрѣтателя описанная система можетъ быть примѣняема и не при полномъ прекращеніи отпуска воды въ дома и водопроводы, такъ какъ можетъ получиться на практикѣ, что по тѣмъ или инымъ причинамъ автоматическая пріостановка отпуска воды во время напора не будетъ распространяться на нѣкоторые дома, фонтаны и т. п.

По этой системѣ уже устроены нѣкоторые водопроводы, напр. въ Самарѣ и Царицынѣ и о дѣйстви ихъ имѣются отличные отзывы. Тѣмъ не менѣе существуетъ мнѣніе, что автоматическіе затворы противупожарныхъ водопроводовъ могутъ не всегда удачно дѣйствовать и водопроводъ не быть во время пожара въ готовновности къ его тушенію.

### § 59. Приспособленіе существующихъ водопроводовъ къ тушенію пожаровъ.

Описанныя нами системы водопроводовъ — Голли, Беркинбайна и Зимина, даютъ возможность устройства новыхъ водоснабженій такого рода, что въ случаѣ пожаровъ изъ ихъ пожарныхъ крановъ всегда можно получать подъ значительнымъ напоромъ большія массы воды, могущей быть непосредственно бросаемою на горящія зданія. Но теперь является вопросъ, какимъ образомъ въ существующихъ уже водопроводахъ можно было бы достигать тѣхъ же самыхъ результатовъ, имѣя въ виду неудовлетворительность бросанія на горящія зданія воды, при помощи ручныхъ или паровыхъ пожарныхъ трубъ.

Производить въ существующихъ уже водопроводахъ нагнетаніе воды прямо въ трубы до того высокаго давленія, которое необходимо для непосредственнаго тушенія пожаровъ изъ пожарныхъ крановъ, должно представиться въ громадномъ большинствѣ случаевъ невозможнымъ, въ виду, обыкновенно, недостаточной для этого прочности трубъ, несоотвѣтственныхъ этому условію типовъ водоподъемныхъ машинъ и отсутствія необходимыхъ приспособленій и устройствъ.

Вопросъ долженъ быть рѣшенъ, очевидно, инымъ порядкомъ. И дѣйствительно, онъ имѣетъ для своего рѣшенія нѣсколько предположеній со стороны различныхъ авторитетныхъ инженеровъ.

Мы остановимся на описаніи только одного изъ нихъ, а именно, предложенія инженеровъ *I. H. Greathead* и *M. D. Martindale*.

Основная мысль ихъ предложенія заключается въ слѣдующемъ: по улицамъ, рядомъ съ существующими уже трубами, прокладываются другія трубы, діаметромъ отъ 2 до 4 дюймовъ, заключающія въ себѣ воду подъ значительнымъ давленіемъ отъ 700 до 800 футовъ, на 1 кв. дюймъ. Въ мѣстахъ расположенія пожарныхъ крановъ, трубы высокаго и низкаго давленія соединяются между собою при помощи инжекторовъ особаго устройства, расширенный конецъ трубки которыхъ образуетъ собою гайку для привинчиванія пожар-

наго рукава. Работа этихъ инжекторовъ должна производиться водою высокаго давленія, а всасываемою жидкостью должна быть вода изъ трубъ низкаго давленія. Послѣ прохожденія обѣихъ этихъ водъ черезъ инжекторъ и смѣшеніи ихъ, значительная часть живой силы сосущей воды передается всасываемой водѣ, увеличивая этимъ ея давленіе, а слѣдовательно и возможность быть выбрасываемой на гораздо большую высоту изъ пожарнаго брандспойта. Нагнетаніе воды въ трубы высокаго давленія предположено производить помощью аккумуляторовъ и спеціальныхъ насосовъ, устроенныхъ въ большомъ количествѣ по городу, и лучше всего при каждомъ пожарномъ депо, такъ, чтобы пускались въ дѣйствіе насосы тѣхъ депо, вблизи которыхъ случился пожаръ. Подобная децентрализація машинъ для сѣти высокаго давленія должна обусловить собою значительное уменьшеніе діаметровъ прокладываемыхъ трубъ и удешевленіе эксплуатаціи всего дѣла, такъ какъ предполагается для трубъ высокаго давленія всасывать воду изъ трубъ низкаго давленія и работу насосовъ производить гидравлическими машинами, дѣйствующими напоромъ воды городскаго водопровода. Результатомъ подобной постановки дѣла должно явиться уничтоженіе всякихъ длинныхъ всасывающихъ трубъ и возможность обходиться безъ паровыхъ котловъ, топлива и особой прислуги при гидравлическихъ машинахъ, такъ какъ открыты для ихъ дѣйствія краны, и пустить въ нихъ воду можетъ всякій обыкновенный пожарный служитель. Регулированіе дѣйствія этихъ машинъ также не требуется, такъ какъ инжекторы проектированы—такого устройства, что въ нихъ самихъ заключается регулирующий аппаратъ, поддерживающій давленіе воды у основанія пожарнаго рукава, въ строго опредѣленныхъ предѣлахъ.

*Описанный способъ приспособленія обыкновеннаго водопровода къ пожарнымъ цѣлямъ представляется тѣмъ болѣе заслуживающимъ вниманія, что канализація воды подъ высокимъ давленіемъ можетъ быть источникомъ дохода, служа источникомъ механической силы для приведенія въ дѣйствіе разныхъ машинъ въ мастерскихъ, элеваторовъ и пр.*



Изданіе Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

---

**В. Е. ТИМОНОВЪ.**

Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

---

# ВОДОСНАБЖЕНІЕ И ВОДОСТОКИ.

(Курсъ лекцій, читанныхъ студентамъ Института).

---

**Выпускъ II, а.**

Водоснабженіе (Главы VIII, IX и X).

---

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрликъ, Садовая, № 9.

1902.

---

Печатано по распоряженію Института Инженеровъ Путей Сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ II ВЫПУСКА.

### ВОДОСНАБЖЕНИЕ.

#### ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

##### Очищение воды.

	СТР.
§ 60. Различные способы очищения воды . . . . .	369
§ 61. Отстаивание воды и устройство отстойных бассейновъ . . . . .	379
§ 62. Процеживание воды . . . . .	391
§ 63. Общая классификация фильтровъ и фильтрование воды въ обыкновенныхъ (английскихъ) песочныхъ фильтрахъ . . . . .	394
§ 64. Устройство обыкновенныхъ (английскихъ) песочныхъ фильтровъ . . . . .	403
§ 65. Эмпирические законы задержки бактерій английскими песочными фильтрами по даннымъ Варшавскаго водопровода . . . . .	411
§ 66. Теорія фильтраціи . . . . .	422
§ 67. Химическое очищение воды . . . . .	436
§ 68. Фильтрование воды чрезъ механические (американские) фильтры . . . . .	442

#### ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

##### Хранение воды и уравнивание напора и расхода.

§ 69. Общая повятія объ уравнивательныхъ водоемахъ или резервуарахъ . . . . .	454
§ 70. Эволюція уравнивательныхъ водоемовъ . . . . .	456
§ 71. Резервуары высокаго уровня (напорные) . . . . .	458
§ 72. Форма резервуаровъ высокаго и низкаго уровня. Матеріаль для образования ограждающихъ стѣнъ . . . . .	466
§ 73. Оборудование резервуаровъ . . . . .	474
§ 74. Примѣры нѣкоторыхъ резервуаровъ . . . . .	480
§ 75. Водонапорныя башни и колонны . . . . .	492
§ 76. Механические регуляторы напора . . . . .	500

## ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

## Распределение воды.

	СТР.
§ 77. Общія указанія для начертанія городской сѣти. . . . .	502
§ 78. Основныя данныя относительно эксплуатаціи водопроводовъ. . . . .	508
§ 79. Домовыя водопроводныя устройства . . . . .	513
§ 80. Водомѣры. . . . .	521
§ 81. Противупожарныя устройства . . . . .	534
§ 82. Вода городскихъ водоснабженій, какъ источникъ механической работы .	542



# УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

КО ВТОРОМУ ВЫПУСКУ.

- Anklam. Glaser's Annalen. 1886, p. 48. (Описание Берлинскихъ фильтровъ на Тегель съ чертежами).
- Baker. Engineering News. (Очищеніе воды въ Америкѣ. Рядъ статей съ описаніями фильтровъ.) Aug. 3, 1893, Lawrence filter and description of apparatus of screening sand and gravel; Apr. 26, 1894, filter at Nantucket, Mass; June 7, 1894, filters at Ilion, N. Y., June 14, 1894, filters at Hudson N. Y.; July 12 1894, filters et Zürich, Switzerland Aug. 23, 1894, filters at Mt. Vernon. N. Y.
- Beckmann. Salubrité urbaine. Distribution d'eau. Assainissement. I издание 1888 г., II издание 1898 г.
- Berättelse öfver Stockholms vattenlednings verksamhet under ar 1897.
- Bertschinger. Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1889, p. 1126. (Отчетъ объ опытахъ въ Цюрихѣ надъ фильтрами для выясненія значенія скорости фильтраціи, очистки и пр.)
- Journal für Gas- und Wasserversorgung. 1891, p. 684. (Дальнѣйшій отчетъ о Цюрихскихъ опытахъ съ анализами и критикой опытовъ Френкеля и Цифке.)
- Bolton. Descriptions and statistics of London filters. 1884.
- Борзовъ. Атласъ чертежей по устройству желѣзно-дорожныхъ водоснабженій. Вып. I. Приемники, очистители, хранение и распределеніе воды на станціяхъ. Спб. 1898.
- Böttcher and Ohnesorge. Zeitschrift für Bauwesen, 1876, p. 343. (Описание Бременскихъ водопроводовъ съ чертежами.)
- Bürkli-Ziegler. Die Wasserversorgung der Stadt Zürich. Winterthur. 1872.
- Burton. The water supply of towns and the construction of waterworks. London. 1894.
- Clark. Reports of Mass. State Board of Health, 1894—1897. (Статьи о фильтрованіи воды.)
- Jour. New England Water Works Assoc., XI, p. 277. (Удаленіе желѣза изъ грунтовыхъ водъ.)



- Codd. Engineering News, Apr. 26, 1894. A description of a filter at Nantucket. Mass.
- Cramer. Centralblatt für Bauwesen, 1886, p. 42. (Описание фильтровъ, построенныхъ въ Бригге [Германія].)
- Crook. London water-supply. London. 1883.
- Darey. Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Paris. 1856.
- Debauxe. Manuel de l'Ingénieur. 16-me fascicule. Distributions des eaux. Paris. 1875.
- Delbrück. Allgemeine Bauzeitung, 1853, p. 103. (Общія данія о фильтраціи со свѣдѣніями о раннихъ попыткахъ примѣненія квасцовъ.)
- Delhotel. Traité de l'épuration des eaux naturelles. Paris. 1893.
- Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmänner. (Стенографическіе отчеты этого общества печатаются въ Journal für Gas- und Wasserversorgung).
- Drown. Journal Association Eng. Societies, 1890, p. 356. Filtration of natural waters.
- Fanning. A practical treatise on water-supply engineering. New-York. 1877.
- Fischer. Vierteljahresschrift für öff. Gesundheitspflege, 1891, p. 82. (Обеужденіе докладовъ о фильтрованіи воды).
- Fowler. Jour. New England Water Works Assoc., XII, p. 299. The operation of a slow sand filter.
- Fränkel. Vierteljahresschrift für öff. Gesundheitspflege, 1891, p. 38. (Фильтры городскихыхъ водопроводовъ.)
- Fränkel and Piefke. Zeitschrift für öff. Hygiene, 1891, p. 38. Leistungen der Sandfilter.
- Fränkel and Piefke. Zeitschrift für Hygiene, 1891, p. 38. (Производительность песочныхъ фильтровъ.)
- E. Frankland. Report in regard to the London filters for 1893 in the annual summary of births, deaths, and causes of death in London and other great towns, 1893. Published by authority of the Registrar-General.
- P. Frankland. Proc. Royal Society, 1885, p. 379. The removal of micro-organisms from water,
- Proceedings Inst. Civil Engineers, 1886, LXXXV. p. 197. Water-purification; its biological and chemical basis.
- Trans of Sanitary Institute of Great Britain, 1886. Filtration of water for town supply.
- Frühling und Linke. Wasserversorgung und Entwässerung der Städte. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III Bd. I Abth. 2 Hälfte. Leipzig. 1893.
- Fuller. Report Mass. State of Board of Health, 1892, p. 449.
- » » » » » » » 1893, p. 453.
- Accounts of the Lawrence experiments upon water-filtration for 1892 and 1893.
- American Public Health Association, 1893, p. 152. On the removal of pathogenic bacteria from water by sand filtration.
- American Public Health Association, 1894, p. 64. Sand filtration of water with special reference to results obtained at Lawrence. Mass.

- Fuller. Report on water filtration at Cincinnati. City document, 1899. Account of experiments with sand filters, with sand without coagulants, and with other processes applied to the Ohio river water at Cincinnati.
- Fuller. Report on the investigations into the purification of the Ohio river water at Louisville, Kentucky. New-York. 1898.
- Gill. Proc. Institute of Civil Engineers, 1894—5; vol. 119, p. 236. (Новые Берлинские фильтры.)
- Gill. Deutsche Bauzeitung. 1881, p. 567. (Объ американскихъ фильтрахъ.)  
— Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1892, p. 596. (Описание развитія Берлинскихъ фильтровъ.)
- Goetze. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1897, p. 169. Selbstthätige Wasseraustrittsregler besonders für Filter.  
— Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, XXX. Reinigung des Trinkwassers in Bremen durch mehrmalige Sandfiltration.
- Grahn. Journal für Gas- und Wasserversorgung. 1877, p. 543. (Фильтрование рѣчной воды.)  
— Journal für Gas- und Wasserversorgung. 1890, p. 511. (Фильтры городскихъ водопроводовъ.)  
— Vierteljahresschrift für Gesundheitspflege, 1891, p. 76. (Обсужденіе докладовъ о фильтрованіи.)  
— Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1894, p. 185. (Исторія правилъ фильтрованія воды.)
- Grahn. Statistik der städtischen Wasserversorgungen mit einer geschichtlichen Einleitung. München. 1878.
- Grahn. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1895. (Историческое обозрѣніе устройствъ для очищенія воды въ Магдебургѣ.)
- Grahn and Meyer. Reiseberichte über künstliche Central Sandfiltration. Hamburg. 1876.
- Crenzmer. Centralblatt der Bauverwaltung, 1888, p. 148. (Амстердамскіе фильтры съ черт.)
- Gruher. Centralblatt für Bacteriologie, 1893, p. 488. (Песочные фильтры.)
- Halhertsma. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1898. Die Resultate der doppelten Filtration zu Schiedam.
- Halhertsma. Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1892, p. 43. Голландскіе фильтры.  
— Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1892, p. 686.  
Фильтры въ Leeuwarden, Holland.
- Hart. Proceedings Inst. of Civil Engineers, 1890, c. p. 217. Description of filters at Shanghai.
- Hausen. Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1892, p. 332.  
Фильтры въ Helsingfors'ѣ.

- Hazen.** Report of Mass. State Board of Health, 1881, p. 601. Experiments upon the filtration of water.
- Report of Mass. State Board of Health, 1892, p. 539. Physical properties of sands and gravels with reference to their use in filtration (Appendix III).
- Hazen.** Report to Filtration Commission. Pittsburgh. City document, 1899. A description of experiments upon the treatment of the Alleghany river water by sand and mechanical filters.
- Ohio State Board of Health Report, 1897, p. 154. Report on the mechanical filtration of the Public Water Supply of Lorain. Results of a five-weeks test of the Jewell mechanical filters at Lorain, treating Lake Eric water.
- Hazen.** The filtration of public Water-Supplies. 3-е изд. New-York. 1900.
- Heusinger von Waldegg.** Handbuch für speciellen Eisenbahn-Technik. Leipzig. 1873.
- Hunter.** Engineering, 1892, vol. 53, p. 621. Description of author's sand-washing apparatus.
- Jacob.** On the designing and construction of storage reservoirs. London. 1862.
- Kemna.** The biology of sand filtration. Read before the annual convention of the British Association of Water Works Engineers. Abstract in Engineering News, XLI, p. 419.
- Kirkwood.** Filtration of river-waters. New-York. 1869. A report upon European filters for the St. Louis Water Board in 1866.
- Koch.** Zeitschrift für Hygiene, 1893. (Гамбургская эпидемія холеры и фильтрование воды.)
- Краткое описание русских водопроводовъ, составленное по даннымъ, собираемымъ постояннымъ бюро русских водопроводныхъ съѣздовъ.** Москва. 1897 г.
- Kröhnke.** Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1893, p. 513. (Опытъ надъ химич. реактивами въ Гамбургѣ.)
- Kümmel.** Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1876, p. 452. (Дѣйствіе фильтровъ въ Альтонѣ.)
- Vierteljahresschrift für Gesundheitspflege, 1881, p. 92. (Водопроводы Альтоны.)
- Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1887, p. 522. (О неудобствахъ быстро работающихъ фильтровъ.)
- Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1890, p. 531. (Критика результатовъ Френкеля и Пфке.)
- Vierteljahresschrift für Gesundheitspflege. 1891, p. 87. (Обсужденіе докладовъ о фильтрованіи.)
- Vierteljahresschrift für Gesundheitspflege, 1892, p. 385. (Эпидемія тифа въ Альтонѣ въ 1891 г.)
- Journal für Gas- und Wasserversorgung. 1893, p. 161. (Результаты опытовъ надъ фильтрованіемъ въ Альтонѣ.)
- Trans. Am. Society of Civil Engineers, 1893, XXX, p. 330. (Фильтрованіе воды.)
- Leslie.** Trans. Inst. Civil Engineers, 1883, LXXIV, p. 110. (Эдивбургскіе фильтры.)
- Lindley.** Отчетъ объ очищеніи воды—на выставкѣ 1889 г. въ Парижѣ.

- Линдлей.** Описание водопроводныхъ и канализационныхъ сооруженийъ города Варшавы. Варшава. 1895 г.
- Lueger.** Die Wasserversorgung der Städte. Darmstadt. 1890.
- Magar.** Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1897, p. 4. Reinigungsbetrieb der offenen Sandfilter des Hamburger Filterwerkes in Frostzeiten.
- Максименко.** Атласъ водопроводныхъ сооруженийъ.  
— Курсъ водопроводовъ. (Лптогр. изд.)
- Mason.** Engineering News, Dec. 7, 1893. (Фильтры Штутгарта.)
- Merrimann.** Elements of sanitary engineering. New-Yoork. 1898.
- Meyer and Samuelson.** Deutsche Bauzeitung. 1881. p. 340. (Проектъ фильтровъ для Гамбурга.)
- Meyer.** Deutsche Bauzeitung, 1882, p. 519. (Описание проект. фильтровъ для Гамбурга.)  
— Гамбургскіе водопроводы.
- Mills.** Special Report Mass. State Board of Health on the purification of sewage and water. 1890, p. 601. An account of the Lawrence experiments, 1888—1890.  
— Report Mass. State Board of Health, 1893, p. 543. The filter of the watersupply of the city of Lawrence and its results.  
— Trans. Am. Society of Civil Engineers, 1893, XXX, p. 350. Purification of sewage and water by filtration.
- Neville.** Engineering, 1878, XXVI, p. 324. A description of the Dublin filters, with plans.
- Nichols.** Report Mass. State Board of Health, 1878, p. 137. The filtration of potable water.
- Oester.** Gesundheit-Ingenieur, 1893, p. 505. (О скорости фильтрованія.)
- Orange.** Trans. Inst. Civil Engineers, 1890. C. p. 268. Filters at Hong-Kong.
- Panwity.** Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, XIV, p. 153. Die Filtration von Oberflächenwasser in den deutschen Wasserwerken während der Jahre 1894 bis 1896.
- Pfeffer.** Deutsche Bauzeitung, 1880, p. 399. (Фильтры въ Liegnitz'ѣ.)
- Piefke.** Результаты естественной и искусственной фильтраціи. Berlin. 1881.  
— Journal für Gas- und Wasserversorgung. 1887, p. 595. Die Principien der Reiwassergewinnung vermittelt Filtration.  
— Zeitschrift für Hygiene, 1889, p. 128. Aphorismen über Wasserversorgung.  
— Vierteljahresschrift für Gesundheitspflege, 1891, p. 59. (Фильтры городскихъ водопроводовъ.)
- Piefke.** Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1891, p. 208. Neue Ermittlungen über Sandfiltration.  
— Zeitschrift für Hygiene, 1894, p. 151. Über Betriebsführung von Sandfiltern.
- Plagge and Proskauer.** Zeitschrift für Hygiene, II. p. 403. (Исслѣдованія воды до и послѣ фильтрованія въ Берлинѣ и теоріи фильтраціи.)
- Reincke.** Bericht über die Medicinische Statistik des Hamburgischen Staates für 1892.

- Reinsch. *Centraiblatt für Bakteriologie*, 1895, p. 881. (Дѣйствіе фильтровъ въ Альтовѣ.)
- Renk. *Gesundheits-Ingenieur*, 1886. p. 54. Über die Ziele der künstlichen Wasserfiltration.
- Рербергъ. *Московскій водопроводъ*. Москва. 1892 г.
- Reynard. *Le Génie Civil*, 1896. XXVIII, p. 326. (Очищеніе воды металлическими фильтрами.)
- Rühlmann. *Wochenblatt für Baukunde*, 1887 p. 489. (Цюрихскіе фильтры.)
- Richert. *Om vattenledning och vattenaflopp Stockholm*. 1869.
- Salbach. *Glaser's Annalen*, 1882. (Гроппингенскіе фильтры въ Голландіи.)
- Samuelson. Переводъ сочин. Kirkwood's «Filtration of river-waters» на нѣмецк. яз. съ добавленіями относительно теоріи фильтраціи и свойствъ песка.  
— Фильтрованіе и водоснабженіе. Hamburg. 1882.  
— *Journal für Gas- und Wasserversorgung*, 1892, p. 660. (О матеріалахъ и устройствѣ фильтровъ.)
- Sedden. *Jour. Assoc. Eng. Soc.*, 1889, p. 477. (Осадочныя устройства для рѣчной воды.)
- Sedgwick. *New England Water-works Association*, 1892, p. 103. European methods of filtration with reference to American needs.
- Sokal. *Wochenschrift des Oestereichischen Ingenieur-Verein*, 1899, p. 386. (С.-Петербургскіе и Варшавскіе фильтры.)
- Stadler. *Die Wasserversorgung der Stadt Wien*. Wien. 1873.
- Sturmhöfel. *Zeitschrift für Bauwesen*, 1880, p. 34. (Магдебургскіе фильтры.)
- Tomlinson. *American Water-works Assosiation*, 1888. (Фильтры въ Бомбеѣ и др.)
- Труды русскихъ водопроводныхъ съѣздовъ:**  
а) Съѣздъ первый. 1893 г. Москва.  
б) Съѣздъ второй. 1895 г. Варшава.  
в) Съѣздъ третій. 1897 г. С.-Петербургъ.
- Tudsberry & Brightmore. *The principles of waterwork engineerin*. London. 1897.
- Turner. *Proc. Inst. Civil Engineers*, 1890, C. p. 285. (Фильтры въ Токогамѣ.)
- Van der Tak. *Tijdschrift van de Maatschapping van Bouwkunde*, 1875. (Роттердамскіе фильтры.)
- Van Jjsselsteyn. *Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs*, 1892—1895. p. 173. (Новые Роттердамскіе фильтры.)
- Veitmeyer. *Verhandlungen d. polyt. Gesell. zu Berlin*, April, 1880. (Фильтрованіе и очищеніе воды.)
- Wein. *Die Wasserversorgung der Hauptstadt Budapesth*. 1883.
- Weston. *Rhode Island State Board of Health*. 1894. Report of the results obtained with experimental filters at the Pattaconset pumping station of the Providence water works.
- Wheeler. *Journal of the New England Water Works Assoc.*, XI, p. 301. Covered sand filter at Ashland, Wis.

- Wolffhügel.** Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, 1886, р. I. (Исслѣдованія Берлинской воды въ связи съ фильтраціей.)  
 — Journal für Gas- und Wasserversorgung, 1890, р. 516. (Бактеріологическое значеніе Берлинскихъ фильтровъ.)
- Zobel.** Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1884, р. 537. (Описаніе фильтровъ Штутгарта.)
- Зиминъ.** Объ улучшенныхъ способахъ фильтрованія воды механическими фильтрами. Москва. 1897 г.  
 — Объ очищеніи воды при помощи механическихъ фильтровъ въ связи съ коагулированіемъ. Москва. 1899.
- Чижовъ.** Водопроводы. Расчетъ и устройство городского водоснабженія. Курсъ, читанный въ Инст. Гражд. Инж. Императора Николая I. Литогр. изд. Спб. 1898.

*Примѣчаніе.* Въ вышеприведенномъ указателѣ литературы ко 2-му выпуску дано нѣсколько болѣе значительное распространеніе свѣдѣніямъ о сочиненіяхъ, касающихся вопросовъ о фильтрованіи воды—въ виду важности, которую получаютъ эти вопросы въ Россіи въ настоящее время. Большинство источниковъ, касающихся этого отдѣла, были указаны намъ трудомъ Hazen'a. The Filtration of public Water-Supplies. 3-е изд. New-York. 1900.

## ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

### Очищеніе воды.

СОДЕРЖАНИЕ: § 60. Различные способы очищенія воды.—§ 61. Отстаиваніе воды и устройство отстойныхъ бассейновъ. — § 62. Прощиваніе воды. — § 63. Общая классификація фильтровъ и фильтрованіе воды въ обыкновенныхъ (англійскихъ) песочныхъ фильтрахъ.—§ 64. Устройство обыкновенныхъ песочныхъ (англійскихъ) фильтровъ.—§ 65. Эмпирическіе законы задержки бактерій англійскими несочными фильтрами по даннымъ Варшавскаго водопровода. — § 66. Теорія фильтраціи.—§ 67. Химическое очищеніе воды.—§ 68. Фильтрованіе воды въ механическихъ (американскихъ) фильтрахъ.

#### § 60. Различные способы очищенія воды.

Вода, предназначаемая для городского водоснабженія, должна быть на столько чиста, чтобы быть вполне годной къ немедленному употребленію безъ всякой предварительной очистки. Какъ ни совершенны способы очистки, примѣняемые нынѣ, они все-таки оставляютъ обширное поле сомнѣнію въ качествахъ воды прошедшей чрезъ очистительные приборы и ставятъ ее ниже и много ниже естественно чистой воды. Эта разница тѣмъ серьезнѣе, что и химическій анализъ, и микрографическое изслѣдованіе являются въ этомъ случаѣ недостаточными гарантіями положительныхъ свойствъ воды. Напр. они доказываютъ, что въ фильтрованной водѣ водостоконъ нѣтъ почти солей и микроорганизмовъ, что эта вода—чиста, а между тѣмъ инстинктъ людей говоритъ противное. Тѣмъ не менѣе во многихъ случаяхъ, въ особенности при водоснабженіяхъ изъ рѣкъ, предварительная очистка воды необходима и неизбежна.

Рѣчная вода лишь въ рѣдкихъ случаяхъ бываетъ настолько чиста, чтобы можно было пользоваться ею для водоснабженія. Обыкновенно вода эта заключаетъ значительное количество примѣсей растворенныхъ и взвѣшенныхъ (мутъ) минеральнаго или органическаго

происхожденія. Какъ уже было замѣчено выше, минеральныя примѣси вообще не такъ ухудшаютъ качество воды, какъ органическія. Нерѣдко вода довольно чиста до входа рѣки въ городъ, въ предѣлахъ же города сильно загрязняется отбросами городского хозяйства. Кромѣ того весной во время половодья вода въ рѣкахъ становится мутною и непріятною для питья, а слѣдовательно, негодною для водоснабженія.

Въ виду этихъ обстоятельствъ необходимо очищать рѣчную воду искусственно, для чего употребляются различные способы которые могутъ быть классифицированы слѣдующимъ образомъ:

- 1) механическіе способы очистки;
- 2) физическіе способы очистки;
- 3) химическіе способы очистки;
- 4) смѣшанные способы очистки.

Способы первой категоріи суть: взбалтываніе, отстаиваніе, процеживаніе и фильтрованіе.

*Взбалтываніе* производится паденіемъ воды на кучи камней, или вѣтвей, которые раздробляютъ водный потокъ на мелкія струи и даютъ ему большую поверхность соприкосновенія съ воздухомъ, причемъ вода освѣжается, запасается кислородомъ и освобождается отъ части растворенныхъ въ пей солей (углекислаго кальція, желѣза и др.).

*Отстаиваніе* освобождаетъ воду отъ мути, состоящей изъ веществъ болѣе тяжелыхъ чѣмъ вода, но поддерживающихся въ взвѣшенномъ состояніи движеніемъ воды. Отстаиваніе не можетъ удалить изъ воды легкія плавающія частицы, что достигается отчасти *процеживаніемъ* воды сквозь сита.

Наконецъ, *фильтрованіе*, есть пропусканіе воды черезъ различныя пористыя вещества, задерживающія большую часть примѣсей. Такими веществами могутъ служить древесный и животный уголь, пористые камни, шерстяныя и хлопчатобумажныя ткани и т. п.; но ихъ можно примѣнять только въ тѣхъ случаяхъ, когда требуемое количество фильтрованной воды незначительно, напр. нѣсколько десятковъ ведеръ въ сутки. Для водопроводовъ, гдѣ необходимое количество воды достигаетъ нерѣдко нѣсколькихъ сотъ тысячъ и миллионовъ ведеръ въ сутки, употребляются преимущественно *несочные* фильтры; въ нихъ вода пропускается черезъ слой чистаго мелкаго кварцеваго песка толщиной около 1—2 фута.



Количественные и качественные результаты фильтрованія зависят отъ многихъ условій, преимущественно же отъ свойствъ фильтра и воды. Нѣкоторое представленіе объ этомъ даютъ таблицы №№ 16, 17, 18 и 19.

*Физическіе* агенты, примѣняемые обыкновенно при очисткѣ воды, суть *теплота, свѣтъ и электричество*.

Теплота примѣняется для *кипяченія, перегонки или замораживанія*.

При кипяченіи значительное число микроорганизмовъ умираетъ а часть минеральныхъ веществъ осаждаются, вслѣдствіе выдѣленія растворенныхъ въ водѣ газовъ, въ томъ числѣ углекислоты. Для полного умертвленія бактерій необходимы, однако, температуры болѣе высокія, чѣмъ 100 С. и кипяченіе должно производить *подъ давленіемъ*, какъ это ясно видно изъ таблицъ №№ 20 и 21.

*Дистилляція* или *перегонка* производятъ то же дѣйствіе, но въ значительно большей степени и даетъ воду очень очищенную отъ организмовъ и минеральныхъ веществъ, если операція производится въ надлежащихъ аппаратахъ и съ достаточной осторожностью. Кипяченіемъ и перегонкой могутъ очищаться небольшія, относительно, количества воды.

*Замораживаніе*, какъ искусственная мѣра очистки воды, не можетъ имѣть широкаго распространенія, но результаты такого способа очистки весьма значительны, какъ показываетъ таблица № 22.

*Свѣтъ*, яркій солнечный, предохраняетъ воду отъ размноженія въ ней микроорганизмовъ и способствуетъ умиранію существующихъ, но онъ одинъ недостаточенъ для полной очистки воды.

*Электричество* въ видѣ пропускаемаго чрезъ воду сильнаго тока способно повидимому дать отличные результаты для массовой очистки воды, но этотъ способъ пока еще не вышелъ вполнѣ изъ состоянія болѣе или менѣе удачныхъ опытовъ.

*Химическіе приемы* очищенія воды заключаются въ прибавленіи къ водѣ такихъ веществъ, которыя могутъ вызвать *осажденіе* заключающихся въ водѣ веществъ, сопровождающееся въ нѣкоторыхъ случаяхъ *окиленіемъ* органическихъ веществъ. Число такихъ приемовъ велико, но всѣ они до послѣдняго времени мало примѣнялись для очистки *питьевой* воды, такъ какъ самые добавляемые вещества далеко не всегда были безвредны и даже въ ничтожныхъ доляхъ

**Таблица № 16. — Результаты фильтрованія воды р. Темзы чрезъ песочные фильтры въ Chelsea.**

I. Вода—р. Темзы въ Chelsea.

II. Опыты—Witt'a.

III. Фильтръ:

Составъ 0,76 метра мелкаго песка.

0,30	„	крупнаго	„
0,15	„	ракушки.	
0,07	„	мелкой гальки.	
1,00	„	крупной	„

Напоръ на фильтръ 1,37 м.  
Размѣръ фильтра 30-35 кв. м.  
Расходъ воды 930.000 литр.  
въ часть.

Общая толщ. 2,28 метра.

IV. Анализы воды до и послѣ фильтраціи:

Наименованіе веществъ.	1855.				1856.		На 100 частей вещества, включавшагося въ водѣ, фильтръ задержалъ послѣ полного протеканія.		
	12 сент.		29 дек.		10 марта.				
	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	1855.		1856.
							12 сент.	29 дек.	10 мар.
Граммовъ въ кубическомъ метрѣ воды.									
Плотный остатокъ: вещества растворенныя и взвѣшенныя . . . .	936	590	449	345	794	326	37,0	23,2	58,9
Органич. вещества	18	10	34	27	58	19	45,6	20,5	66,7
Минераль- ныя вещества.	всего . . . .	918	580	416	318	307	36,8	23,5	58,3
	взвѣшено . . . .	230	Слѣды	100	20	413	33	100,0	80,0
	въ раств. . . .	688	580	315	298	323	374	15,7	5,4
Na Cl . . . . .	288	262	39	36	—	—	9,2	7,3	—
Cl . . . . .	175	159	24	22	—	—	9,8	7,2	—
Извести . . . . .	—	—	124	120	124	120	—	3,1	3,4
Сѣрной кислоты . . . .	—	—	42	34	—	—	—	19,9	—

Таблица № 17.—Сравнительные результаты фильтрованія воды р. Темзы  
через угольные и песочные фильтры.

(Delhotel — p. 156).

I. Составъ воды до фильтрованія.

Плотнаго остатка . . . . .	3,51%
Минеральныхъ солей . . . . .	3,37% (изъ нихъ 0,2% <i>Na Cl</i> ).
Органическихъ веществъ . . . . .	0,13%.

II. Количества веществъ, задержанныя угольнымъ фильтромъ изъ нусковъ  
величиной въ орѣхъ.

По истеченіи нижеуказан- наго числа часовъ.	Плотнаго остатка.	Минераль- ныхъ солей.	Органиче- скихъ веществъ.	Взвѣшен- ныхъ частицъ.	Хлористаго натра.
Въ % отъ первоначальнаго количества каждаго вещества.					
72	9,91	9,76	15,22	—	—
120	11,93	—	—	12,79	—
240	15,30	—	—	20,48	—
376	13,03	12,34	13,54	—	—

III. Количества веществъ, задержанныя песочнымъ фильтромъ (0,53 метра  
мелкаго песка; 0,45 м.—ракушекъ; 0,45 м.—гравія; 0,23 м.—гальки).

По истеченіи нижеуказан- наго числа часовъ.	Плотнаго остатка.	Минераль- ныхъ солей.	Органиче- скихъ веществъ.	Взвѣшен- ныхъ частицъ.	Хлористаго натра.
Въ % отъ первоначальнаго количества каждаго вещества.					
23	2,88	3,50	—	24,11	—
120	3,61	2,73	26,96	—	22,11
240	8,32	9,16	—	46,42	21,80
376	8,43	8,40	—	54,85	—

*Выводъ.* Уголь сильнѣе песка задерживаетъ вещества, растворимыя въ водѣ.

Таблица № 18. — Сравнительные результаты фильтрованія воды чрезъ угольные (порошковые) и песочные фильтры.

(Delhotel, p. 157).

	Задержано фильтромъ.	
	Изъ угля.	Изъ песка.
	%	%
Минеральныхъ веществъ . . . . .	52,8	2,1
Органическихъ веществъ . . . . .	88	5,0
	28,3	0,2

Таблица № 19. — Сравнительные результаты относительной быстроты очистки воды при фильтрованіи ея чрезъ угольные и песочные фильтры.

(Delhotel, p. 157).

Песочный фильтръ.	Фильтръ изъ мел- каго угля.	Фильтръ изъ угля въ кускахъ.	По истеченіи числа часовъ.
З а д е р ж а л и з ъ			
24,58 грана.		29,35 грана.	
веществъ, бывшихъ въ галлонѣ воды.			
%	%	%	
2,9	11,7	—	23
—	—	1,2	67
—	—	7,8	91
—	—	3,9	115
3,6	11,9	—	120
—	—	2,2	139
8,3	15,3	—	240
8,4	13,0	—	367

*Выводъ:* Дѣйствіе угля гораздо быстрѣе дѣйствія песка. Количество задержанныхъ углемъ (въ мелкихъ частяхъ) веществъ, достигнувъ максимума, идетъ уже на убыль послѣ 240 час., а въ песочномъ фильтрѣ все еще возрастаетъ.

Таблица № 20. — Результаты бактериологическаго изслѣдованія воды рѣки Сены послѣ кипяченія ея подѣ давленіемъ.

(См. Annales d'hygiène publique et de médecine légale, Avril, 1891, и Delhotel, p. 292).

Характеристика ВОДЫ.	Продолжитель- ность пребыванія воды въ аппа- ратахъ.	Температура.	Разводки на бульонѣ.	Разводки на же- латинѣ, пептонѣ.	
				Трубки.	Пла- стинки.
Первая серія опытовъ.					
1) Вода до стерпизаціи . . . . .	0	0	Обильная культура въ 24 ч.	Культура	Культура
2) Стерилизованная вода . . . . .	33	142	0	0	0
3) Вода съ насажденіемъ Вас. ruosuaucus . . . . .	—	—	Обильная культура въ 24 ч.	Культура	Культура
4) Вода съ насажденіемъ послѣ стерпизаціи . . . . .	33	142	0	0	0
5) Тоже . . . . .	24	140	0	0	0
6) Тоже . . . . .	10	141	0	0	0
Вторая серія опытовъ.					
1) Стерилизованная вода . . . . .	20	130	0	0	0
2) Тоже . . . . .	10	130	0	0	0
3) Тоже . . . . .	5	130	Слабая культура на 4-й день	Слабая культура	Нѣсколько колоній на 8-й день
Третья серія опытовъ.					
1) Стерилизованная вода . . . . .	20	120	0	0	0
2) Тоже . . . . .	15	120	0	0	0
3) Тоже . . . . .	10	120	Слабая культура	Слабая культура	Нѣсколько колоній
4) Тоже . . . . .	5	120	Культура	Культура	Нѣсколько колоній

Примѣчаніе. Опыты производились съ аппаратомъ сист. Rouart, Geneste и Herscher. Расходъ угля = 1 килогр. на стерпизацію 100 литр. воды (Delhotel). Опыты показали, что для полученія полной стерпиз. нужно нагрѣвать воду въ аппаратъ при 120° въ теченіи 15 мин. или при 130° въ теченіи 10 мин.

Таблица № 21. — Результаты химического изслѣдованія воды р. Сены послѣ кипяченія ея подѣ давленіемъ.

(См. Annales d'hygiène publique et de médecine légale, Avril 1891, и Delhotel, p. 292).

Характеристика изслѣдованій.	Вода до стерилизаціи.	Та же вода послѣ стерилизаціи при 120 град.	
<b>I. Анализъ и проч.</b>			
Опредѣленіе органич. веществъ { Кислородомъ {	кисл. раств. . . . . 4,500	2,750	
	щелоч. раств. . . . . 2,500	2,000	
	Щавел. кисл. {	35,460	21,670
	$C^2O^4H^2, 2Ag$ {	19,700	15,760
Кислорода въ растворѣ сост. {	по вѣсу . . . . . 10,750	4,000	
	по объему . . . . . 7 куб. см., 51	2 куб. см., 8	
Углекислоты въ растворен. сост. . . . .	25 " " 00	10 " " 0	
Амміакъ и аммоніакальныя соли . . . . .	0	0	
$Az O^3H$ . . . . .	5,00	4,30	
$Cl$ . . . . .	7,28	7,28	
$SO^3$ . . . . .	11,66	19,20	
$Si O^2$ . . . . .	11,00	9,00	
$Ca O$ . . . . .	96,88	66,08	
$Mg O$ . . . . .	7,9	4,67	
Остатка при 110 градусахъ . . . . .	240,3	163,5	
Минеральныхъ солей . . . . .	211,4	151,8	
Потери при прокаливаніи . . . . .	28,9	11,7	
Общая жесткость въ гидротиметрич. град. . . . .	16,5	10,5	
Постоянная жесткость . . . . .	4,0	4,0	
<b>II. Вѣроятный составъ.</b>			
Кремнія . . . . .	11,0	9,0	
Сѣрниоокислаго кальціа . . . . .	19,8	32,64*)	
Углекислаго магнія . . . . .	16,6	9,8	
Углекислаго кальціа . . . . .	158,5	94,0	
Хлористаго натра . . . . .	12,0	12,0	
Азотной кислоты . . . . .	5,0	4,3	
<b>III. Анализъ раствор. газовъ.</b>			
Общій объемъ газовъ растворен. въ водѣ . . . . .	63 куб. см. 6	22 куб. см. 4	
Углекислоты . . . . .	27 " " 2	11 " " 6	
Кислорода . . . . .	8 " " 2	3 " " 0	
Азота . . . . .	18 " " 3	7 " " 8	

\*) Этотъ сѣрниокисл. кальц. попалъ въ воду изъ песка, заключающагося въ фильтрѣ стерилизатора.

*Примѣчаніе.* Химическія измѣненія воды при стерилизаціи не значительны, за исключеніемъ содержанія органическихъ веществъ, которое падаетъ на  $\frac{1}{2}$ , сгорая подѣ дѣйствіемъ растворен. въ водѣ кислорода. Количество растворенныхъ газовъ уменьшается значительно. Осаждается часть углекисл. кальціа и магнія. Эти результаты получены въ аппаратѣ *Rouart, Geneste* и *Herscher*, который даетъ 500 литровъ воды въ часъ (для казармъ, больницъ и т. п.).

Таблица № 22. — Сравненіе жесткости воды въ естественномъ состояніи и полученной изъ образовавшагося изъ нея и затѣмъ оттаявшаго льда.

Число, мѣсяць и годъ.	Происхожденіе воды или льда.	Гидротиметрическій градусъ.	
		Воды естественной.	Воды изъ оттаявшаго льда.
24. I. 1862.	Большое озеро Булонскаго лѣса . . . . .	30,03	0,00
28. I. 1862.	Ледникъ на Монпарнасѣ . . . . .	—	3,05
31. I. 1862.	Каналь Уркъ (искусств. замороз.) . . . . .	29,14	6,58
Тоже.	Колодцы въ Парижѣ . . . . .	112,80	31,96
Тоже.	Колодцы въ Реймсѣ . . . . .	77,08	36,66
3. II. 1862.	Городской ледникъ въ Парижѣ . . . . .	30,08	0,00
8. II. 1862.	Снѣгъ въ Парижѣ . . . . .	—	3,97
Тоже	Каналь Уркъ. Замороз. на блюдѣ . . . . .	29,14	2,58
Тоже.	Колодцы Парижа. . . . .	112,80	15,61
10. II. 1862.	Ледяныя сосульки въ Парижѣ . . . . .	33,84	4,23
Тоже	Бассейнъ въ Тюильри . . . . .	—	1,88
14. II. 1862.	Бассейнъ въ Chaillot . . . . .	11,28	1,12
16. II. 1862.	Р. Сена . . . . .	18,93	1,17
5. III. 1862.	Фонтанъ С. Сюльписъ . . . . .	26,00	0,47
Тоже.	Водопроводная вода . . . . .	26,00	1,17
Тоже.	Фонтанъ С. Сюльписъ . . . . .	33,84	2,20

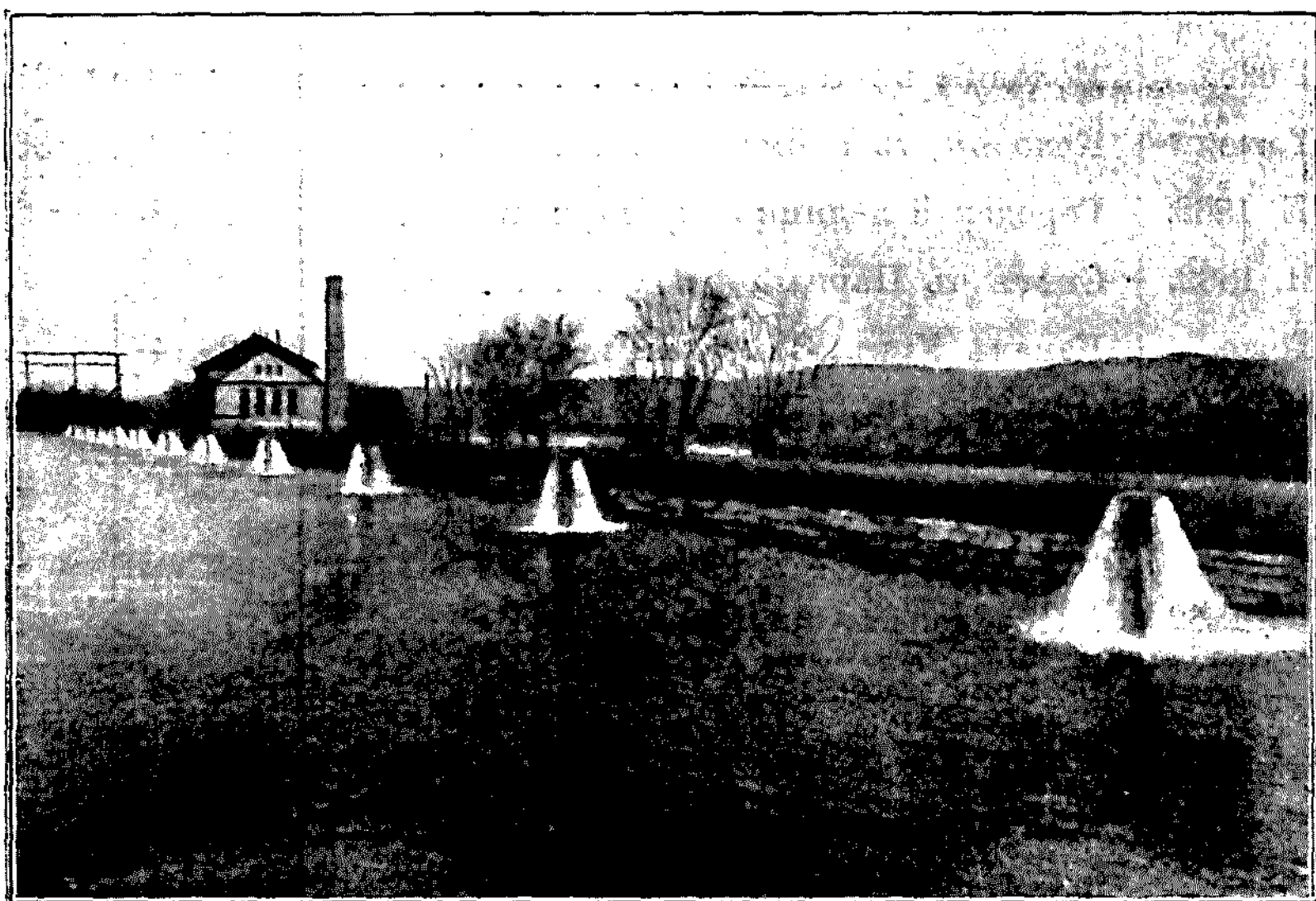
обыкновенно оказывались непріятны для вкуса. Для фабричныхъ и иныхъ цѣлей предварительная химическая очистка воды даетъ давно хорошіе результаты, между прочимъ для питанія паровозныхъ котловъ, какъ объ этомъ болѣе подробно сказано далѣе.

Наиболѣе употребляемыя химическія вещества для *осажденія* водныхъ примѣсей суть *квасцы, сульфатъ алюминія, хлорное желѣзо, известь, баритъ, сода* и др. Квасцы разлагаютъ углекислый кальцій, заключающійся въ водѣ, выдѣляютъ углекислоту, образуя растворимый сернокислый кальцій и даютъ нерастворимый осадокъ гидрата алюминія; этотъ осадокъ обладаетъ свойствомъ увлекать своими хлопьями взвѣшенные въ водѣ минеральныя и органическія ча-

**О т с т а и в а н і е в о д ы.**

**Водоснабженіе города Albany.**

**(С. Ш. СѢВ. А.).**



Черт. 391.

**Общій видъ отстойнаго бассейна, насосной станціи  
и устьевъ трубъ,**

**приводящихъ воду въ отстойный бассейнъ.**

(Al. Hazen. On Albany Filtration Plant. Am. Soc. Civ. Eng. Nov. 1899.  
Proceedings Vol. XXV № 9).



стицы и осаждают ихъ вмѣстѣ съ собой, очищая такимъ образомъ воду. Такія химическія вещества называются часто *коагулянтами*. Недостатокъ квасцовъ тотъ, что послѣ ихъ дѣйствія въ очищенной водѣ остается въ растворѣ и сѣрнокислый калий, вещество непріятнаго вкуса. Этому недостатка не имѣетъ сульфатъ алюминія, который получаетъ все большее распространеніе въ Америкѣ. Его дѣйствіе аналогично съ указаннымъ для квасцовъ; получаемый хлопьевидный осадокъ тотъ же. Двухлористое желѣзо дѣйствуетъ подобнымъ же образомъ. Относительно реакцій другихъ веществъ, имѣющихъ цѣлью уменьшеніе жесткости водъ см. курсъ Химіи. Окисленіе органическихъ веществъ достигается прибавленіемъ *марганцовокислаго* калия и т. д.

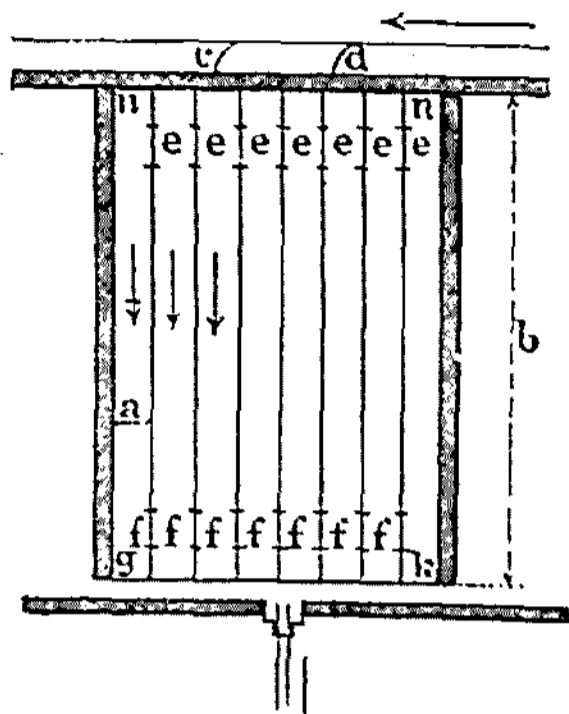
*Смѣшанные способы* очистки воды состоятъ въ примѣненіи совместнаго дѣйствія нѣсколькихъ агентовъ для достиженія конечной цѣли — освобожденія воды отъ взвѣшенныхъ и растворенныхъ примѣсей. Въ простѣйшемъ видѣ смѣшанный способъ представляется въ употребленіи обыкновеннаго угольнаго или песчаннаго фильтра, гдѣ на ряду съ механическимъ задерживаніемъ примѣсей есть еще химическое окисляющее дѣйствіе кислорода воздуха, заключеннаго въ порахъ фильтрующаго тѣла. Въ послѣднее время смѣшанные способы получили особенное распространеніе въ Америкѣ, гдѣ придумана цѣлая серія быстро дѣйствующихъ фильтровъ, въ которыхъ вода предварительно получаетъ примѣсь тѣхъ или другихъ реактивовъ, имѣющихъ цѣлью ускорить образованіе осадковъ.

## § 61. Отстаиваніе воды и устройство отстойныхъ бассейновъ.

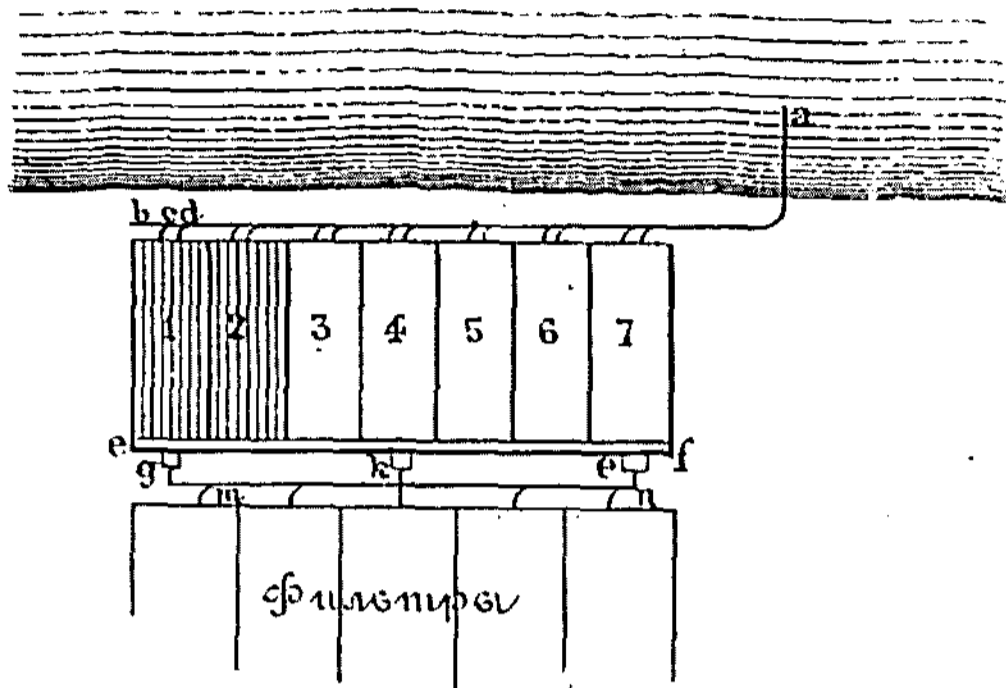
Отстаиваніе воды неоднократно пробовали примѣнять, какъ единственную операцію для очистки воды отъ мути. Такія устройства существуютъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и понынѣ.

Опытъ показалъ однако, что, если эта операція и достигаетъ цѣли — сдѣлать мутную воду свѣтлой, прозрачной, то — обыкновенно для этого требуется слишкомъ много времени, а слѣдовательно для большихъ водоснабженій очень значительные бассейны. Воду приходится оставлять въ покоѣ до нѣсколькихъ сутокъ. Если бассейны открыты, а при огромныхъ размѣрахъ это почти неизбежно, то за это время въ бассейны могутъ попадать насѣкомыя, пыль и пр

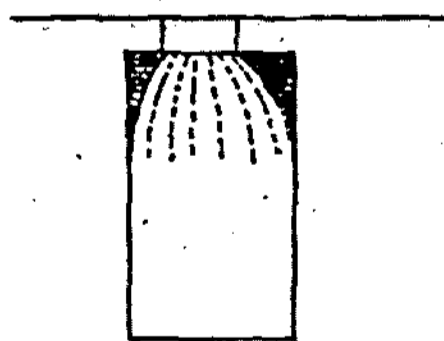
**Отстаивание, процеживание и фильтрование воды.**



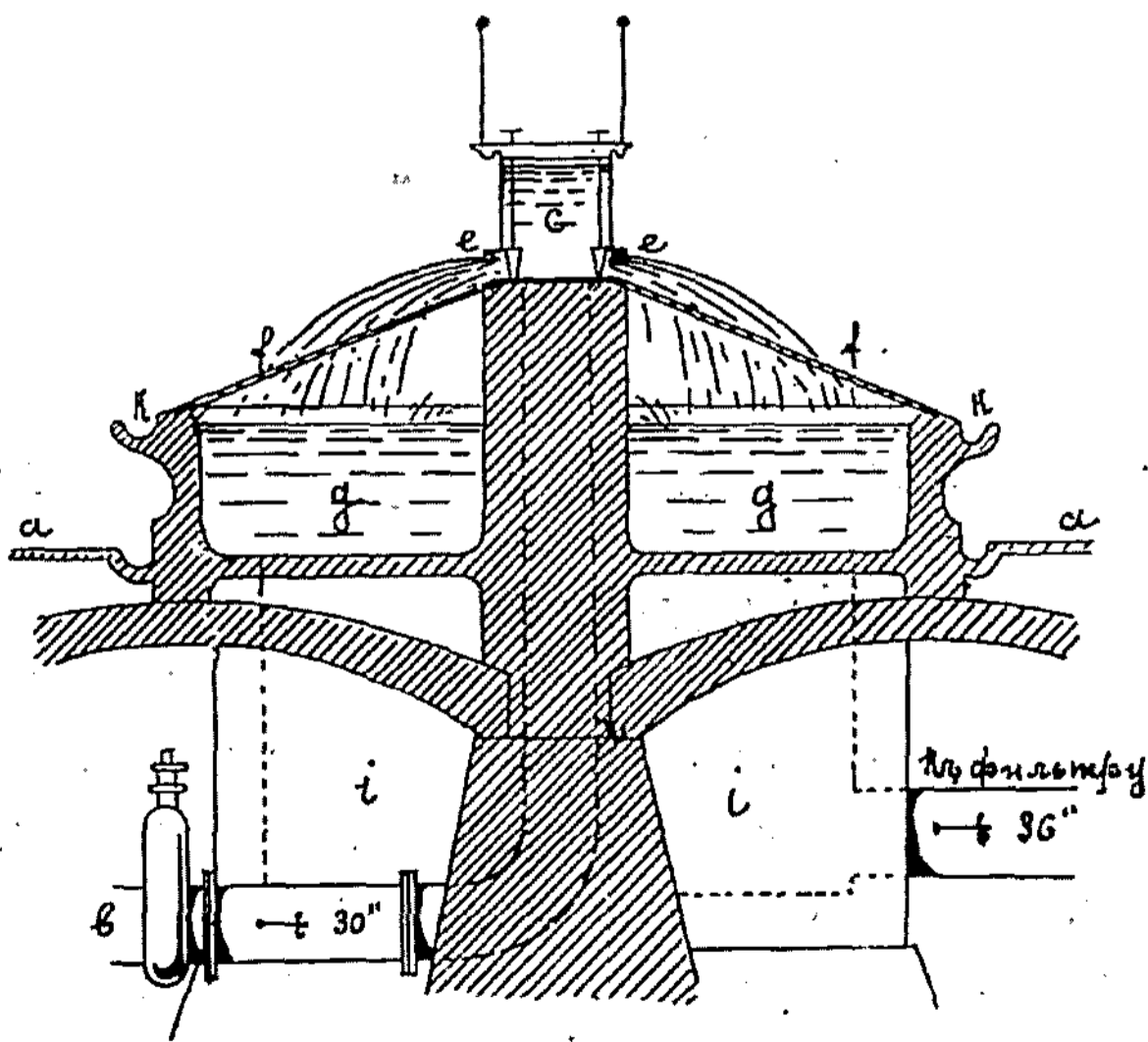
Черт. 392. — Планъ одного изъ отдѣленій отстаивающихъ бассейновъ г. Будапешта.



Черт. 396. — Планъ отстаивающихъ бассейновъ и фильтровъ г. Будапешта.

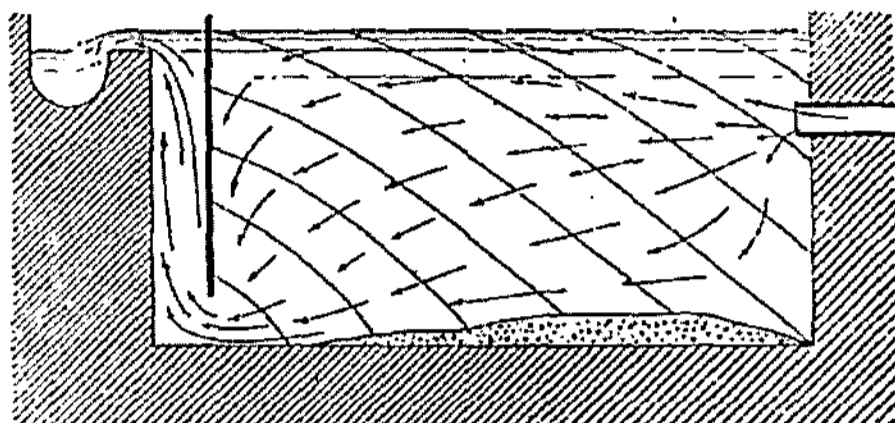


Черт. 393. — Схема отстаивающаго бассейна безъ продольныхъ перегородокъ.

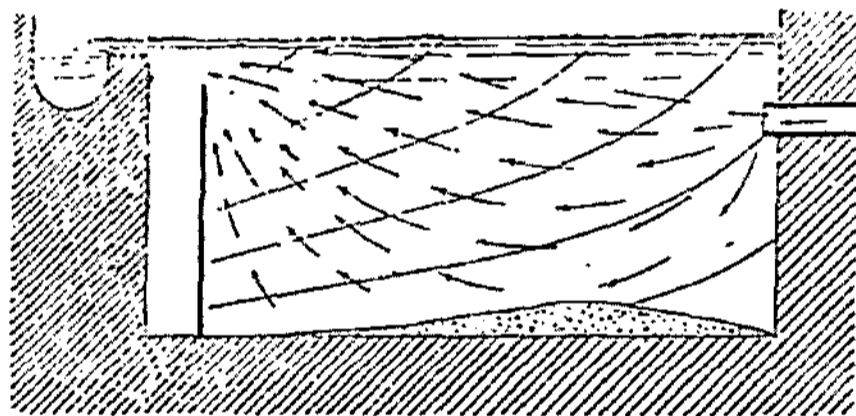


Черт. 397. — Поперечный разръзъ сѣтчатыхъ устройствъ С.-Петербургскаго водопровода.

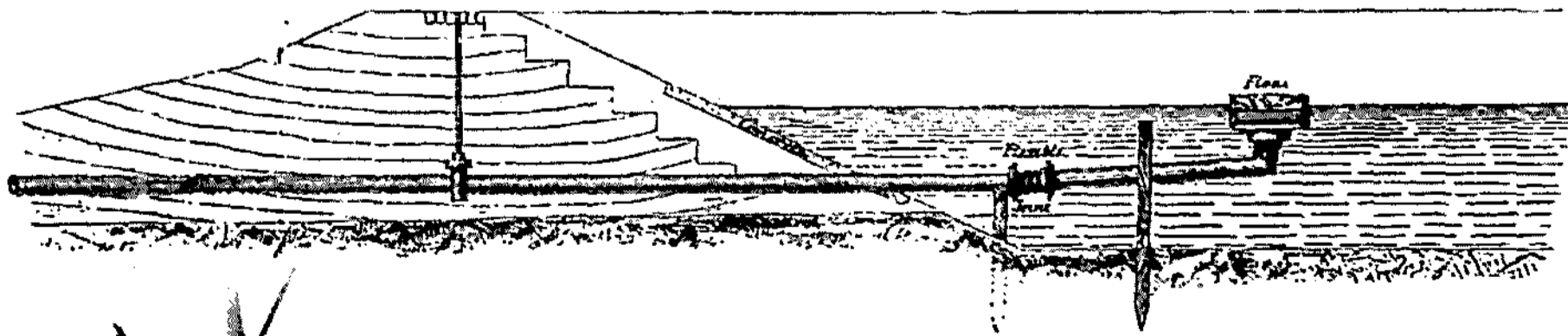
**О т с т а и в а н і е в о д ы .**



Черт. 394. — Дѣйствіе разницы лѣтнихъ температуръ притекающей, болѣе теплой, и находящейся въ бассейнѣ воды на направленіе движенія струй.  
Направляющій щитъ поднятъ.



Черт. 395. — Дѣйствіе разницы зимнихъ температуръ притекающей, болѣе холодной, и находящейся въ бассейнѣ воды на направленіа движенія струй.  
Направляющій щитъ опущенъ.



Черт. 396. — Отстойный бассейнъ съ плавучимъ водосливомъ, допускающимъ полученіе воды всегда изъ верхнихъ слоевъ. (Яacob).

и засорять воду, которая въ такомъ видѣ и поступитъ въ городскія трубы. Поэтому въ настоящее время методъ отстаиванія, какъ самостоятельный способъ очистки воды почти вездѣ оставленъ, по за то, какъ вспомогательная операція при фильтрованіи воды, примѣняется все чаще и чаще.

Оказывается, что *устройство вспомогательныхъ отстойныхъ бассейновъ*, хотя и требуетъ значительныхъ затратъ, но при мутной водѣ на столько облегчаетъ эксплуатацію фильтровъ, что во многихъ случаяхъ съ выгодой можетъ быть употребляемо. Многія рѣки несутъ столь значительное количество илистыхъ, глинистыхъ и другихъ частицъ, что если такую воду пропускать прямо черезъ фильтръ, то послѣдній быстро засоряется и для хорошаго дѣйствія требуетъ частой чистки.

Примѣръ подобныхъ условій даетъ Варшава, гдѣ не предполагали сначала строить отстойныхъ бассейновъ, но силою обстоятельствъ пришлось устроить ихъ уже послѣ окончанія постройки фильтра, доказавшаго на дѣлѣ ихъ необходимость.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда рѣчная вода содержитъ очень мало муты, осадочные бассейны могутъ оказаться излишними, лишь удорожающими общее устройство водопровода. Напримѣръ С.-Петербургъ, имѣя прозрачную Невскую воду, не пользуется осадочными бассейнами. Чѣмъ больше размѣры осадочныхъ бассейновъ, тѣмъ полнѣе происходитъ осажденіе муты, тѣмъ болѣе облегчается работа фильтровъ, но зато тѣмъ болѣе растетъ стоимость бассейновъ. Зная это и помня, что осадочные бассейны имѣютъ главную цѣль облегчить и удешевить дѣйствіе фильтровъ, приходится для каждаго даннаго случая рѣшать вопросъ: какую степень предварительнаго освѣтленія слѣдуетъ допустить, иначе говоря, какой величины слѣдуетъ дѣлать отстойные бассейны, чтобы затраты на ихъ устройство, считая проценты на затраченный капиталъ по устройству и стоимость содержанія не были больше достигаемой при этомъ экономіи въ эксплуатаціи фильтровъ. Разумѣется, что отвѣтъ на этотъ вопросъ можетъ быть лишь приблизительный, насколько онъ выяснится въ каждомъ частномъ случаѣ изъ опытныхъ данныхъ.

Англійскіе инженеры стремятся придавать осадочнымъ бассейнамъ возможно большіе размѣры. Такъ напр., въ Лондонѣ бассейны разныхъ компаній имѣютъ вмѣстимость 3—18-дневнаго потребленія, а общая вмѣстимость всѣхъ бассейновъ равна 9-ти-дневному потреб-

ленію Лондона. Германскіе инженеры, наоборотъ, по возможности сокращаютъ размѣры бассейновъ, не превосходя суточной вмѣстимости, боясь между прочимъ порчи воды при продолжительномъ отстоѣ отъ развитія водорослей.

Отстойные бассейны дѣлаются открытыми сверху или закрытыми. Въ первомъ случаѣ они представляютъ собою земляные резервуары съ откосами; дно и бока ради водонепроницаемости должны быть выложены слоемъ глины или бетона. Откосы при этомъ дернуются или замащиваются; иногда же вмѣсто откосовъ дѣлаются каменные или бетонныя поддерживающія стѣнки (см. черт. 391, 398 и 404). Открытые бассейны дешевле и вода въ нихъ подвергается дѣйствию свѣта, что способствуетъ ея обезвреживанію. Съ другой стороны отъ солнца вода и нагревается, и въ ней легко начинаютъ развиваться водоросли. Кромѣ того въ открытые бассейны можетъ попадать пыль и пр. Наконецъ, у насъ прикрытіе сводами важно еще въ виду сильныхъ морозовъ, которые покрыли бы бассейны толстымъ льдомъ, хотя примѣръ шведскихъ водопроводовъ показываетъ, что поверхностный ледъ, когда толщина его не становится слишкомъ большой, не мѣшаетъ оттаиванію находящейся подъ нимъ воды.

Считая, что недостатки открытыхъ отстойныхъ бассейновъ значительнѣе ихъ достоинствъ, многіе строители предпочитаютъ устройство закрытыхъ отстойныхъ бассейновъ. Они представляютъ собою кирпичные и бетонные резервуары (обыкновенно прямоугольные въ планѣ), перекрытые сводами, опирающимися на ряды колоннъ и засыпанные съ боковъ и сверху землею; ихъ общее устройство вполне схоже съ устройствомъ каменныхъ крытыхъ фильтровъ или нныхъ подобныхъ имъ резервуаровъ (черт. 399, 402, 407 и пр.).

Отстой воды въ осадочныхъ бассейнахъ можетъ быть достигнуть двумя способами:

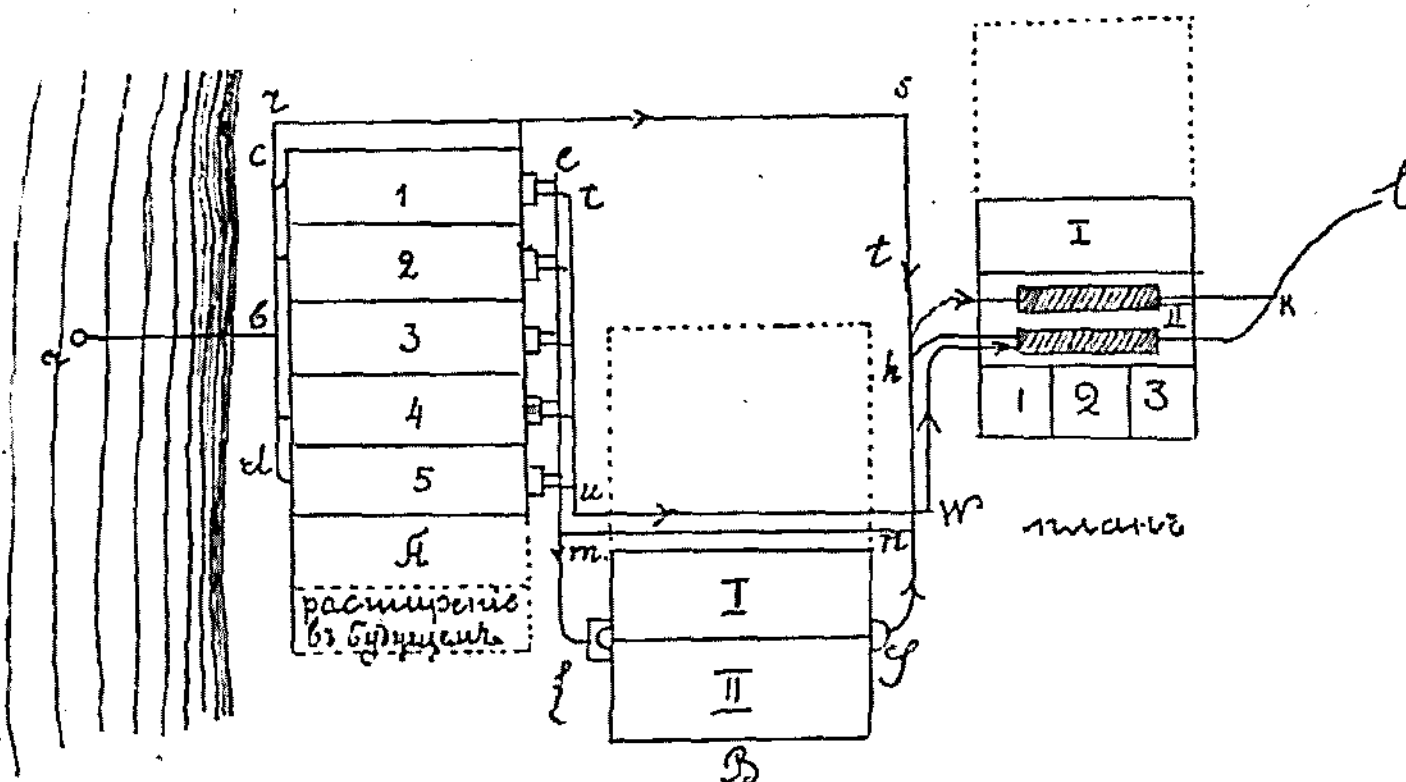
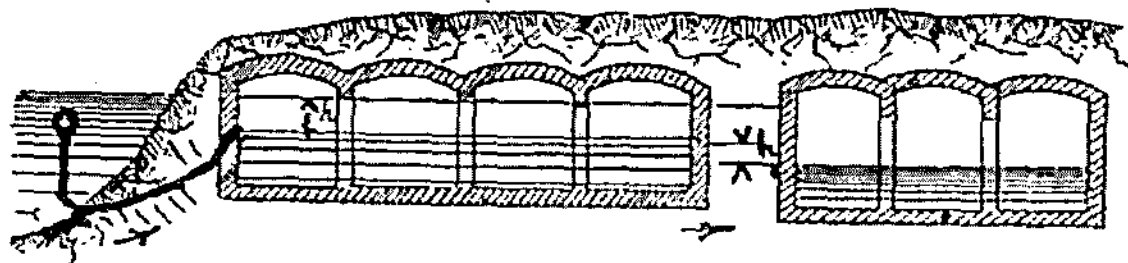
1) вода впускается въ бассейнъ, оставляется въ немъ нѣкоторое время въ полномъ спокойствіи, причемъ и происходитъ осажденіе мути, а затѣмъ верхшіе, освѣтленные слои воды выпускаются на фильтры, и

2) вода очень медленно, но непрерывно протекаетъ по бассейну, такъ что осажденіе мути происходитъ также непрерывно, причемъ освѣтленная вода также стекаетъ на фильтры.

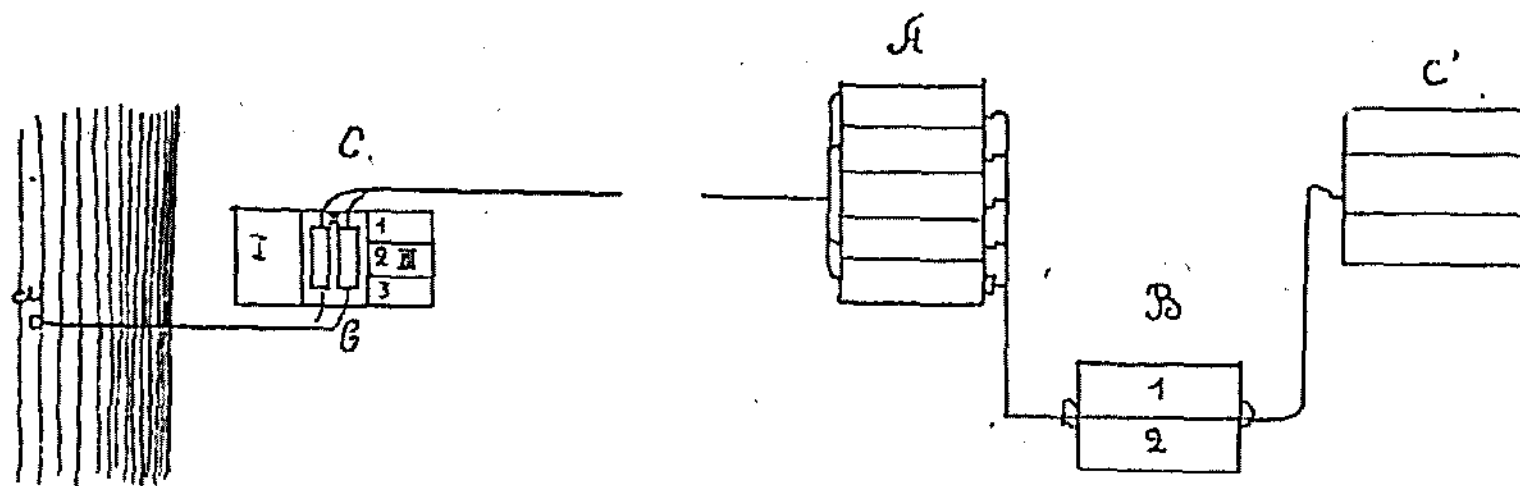
Первый способъ въ настоящее время почти совершенно остав-

**Отстаивание и фильтрование воды.**

**Отстойные бассейны и английские песочные фильтры.**



Черт. 399. — Разрѣзъ }  
 Черт. 400. — Планъ } при движеніи воды на фильтр самотекомъ.

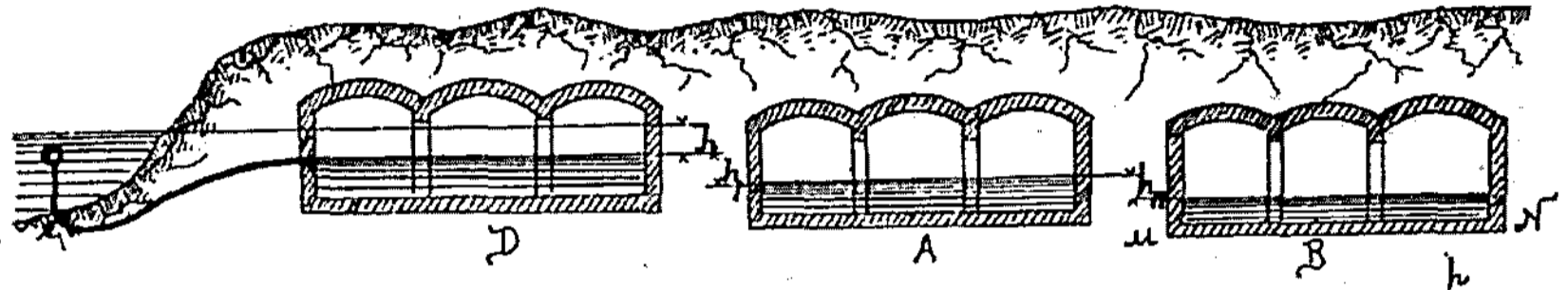


Черт. 401. — Планъ при подачѣ воды въ отстойники насосами.

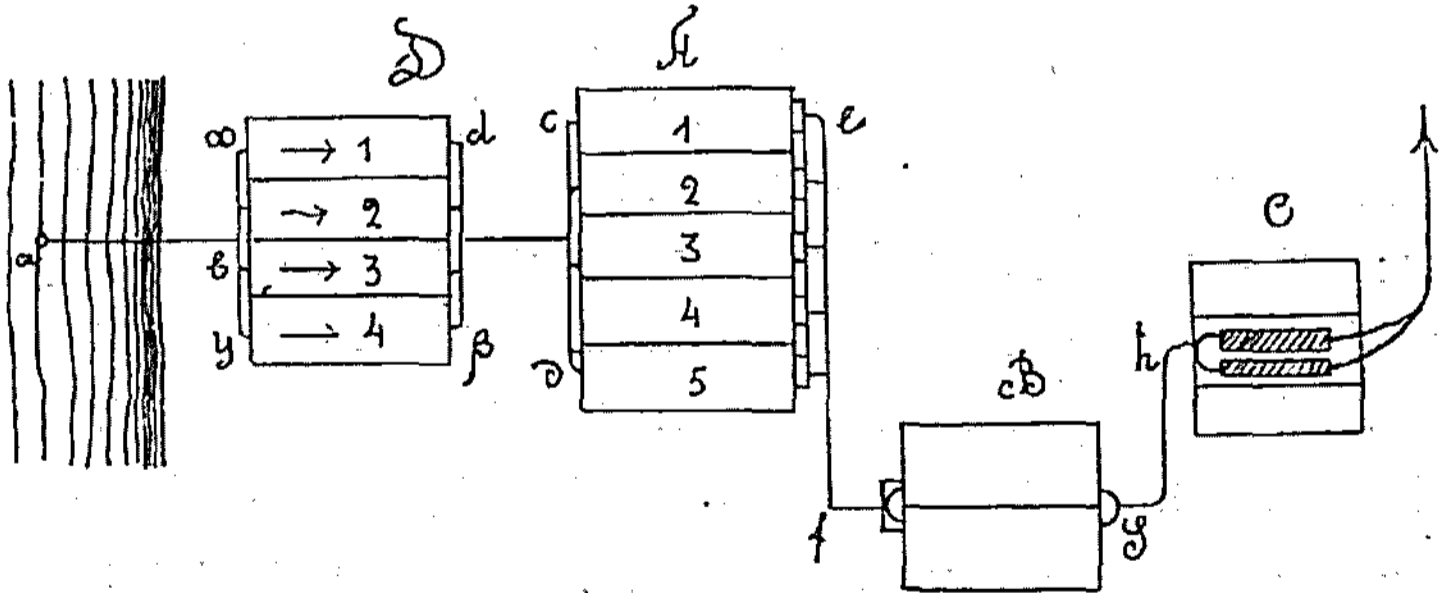
Схема расположенія фильтровъ при пользованіи водой, не требующей предварительнаго отстаиванія.

# Отстаивание и фильтрование воды.

## Отстойные бассейны и английские песочные фильтры.



Черт. 402. — Разрѣзъ.



Черт. 403. — Планъ.

Схема расположенія фильтровъ при пользованіи водой, требующей предвари-  
тельного отстаиванія.

лень, такъ какъ при немъ время наполненія и опорожненія бассейна теряется безъ пользы для отстоя. Въ виду этого теперь употребляютъ почти исключительно второй способъ съ непрерывнымъ отстоемъ, который къ тому же даетъ вполне удовлетворительные результаты. При непрерывномъ отстоѣ на днѣ осадочнаго бассейна понемногу скопляются осѣвпія вещества, такъ что время отъ времени бассейнъ приходится чистить, прерывая его дѣйствіе. Въ виду этого обстоятельства, чтобы не прерывать общій ходъ осажденія, необходимо всегда имѣть по крайней мѣрѣ одно запасное отдѣленіе осадочнаго бассейна; такъ, если предположено устроить для очистки  $Q$  куб. единицъ воды  $n$  одновременно дѣйствующихъ отдѣленій осадочныхъ бассейновъ, то необходимо устроить всего  $n + 1$  отдѣленіе.

Положимъ, что устраивается  $n + 1$  одинаковыхъ по величинѣ отдѣленій; каждое изъ нихъ должно быть приспособлено, очевидно, для очистки  $\frac{Q}{n} = q$  куб. футъ воды въ 1 секунду (если всего надо очищать  $Q$  куб. фут.) Для расчета размѣровъ бассейна надо задаться глубиною бассейна  $h$ , которую принимаютъ = отъ 6' до 12' и скоростью протока  $v$ ; послѣднюю опредѣляютъ опытнымъ путемъ, заставляя протекать данную воду съ различными скоростями и наблюдая за ходомъ осажденія, причемъ не слѣдуетъ слишкомъ увлекаться совершенствомъ отстоя: самую мелкую муть (главнымъ образомъ глинистую) практичнѣе и дешевле удалять фильтрами, а не отстоемъ; одновременно наблюдаютъ число часовъ, необходимое для того, чтобы муть успѣла осѣсть при данной скорости теченія  $v$ . Въ большинствѣ случаевъ довольствуются скоростью протока  $v$  не менѣе 1 до 2 мм. въ 1 секунду. Изъ опредѣлившихся величинъ  $q$ ,  $h$  и  $v$  можно узнать потребную ширину  $b$  бассейна:  $b = \frac{q}{h \cdot v}$ . Къ полученной ширинѣ  $b$  слѣдуетъ прибавить ширину продольныхъ перегородокъ, если таковыя устраиваются въ бассейнѣ съ цѣлью уменьшенія мертвыхъ пространствъ и лучшаго направленія воды, какъ объ этомъ сказано далѣе. Если опытнымъ путемъ опредѣлилось, что для осажденія надо  $r$  часовъ (обыкновенно довольствуется  $r = 12$  до 36 часовъ; въ жаркомъ климатѣ желательно ограничиваться возможно меньшей величиной  $r$ ), то искомая длина  $l$  бассейна опредѣлится изъ формулы:  $l = r \cdot 60 \cdot 60 \cdot v$ , гдѣ  $r$  — скорость теченія



воды. По Линдлею:  $b = 16\frac{1}{2}' - 30'$ ;  $l = 262' - 394'$ . Глубина при входѣ —  $6\frac{1}{2}'$ ; глубина при выходѣ —  $10'$ .

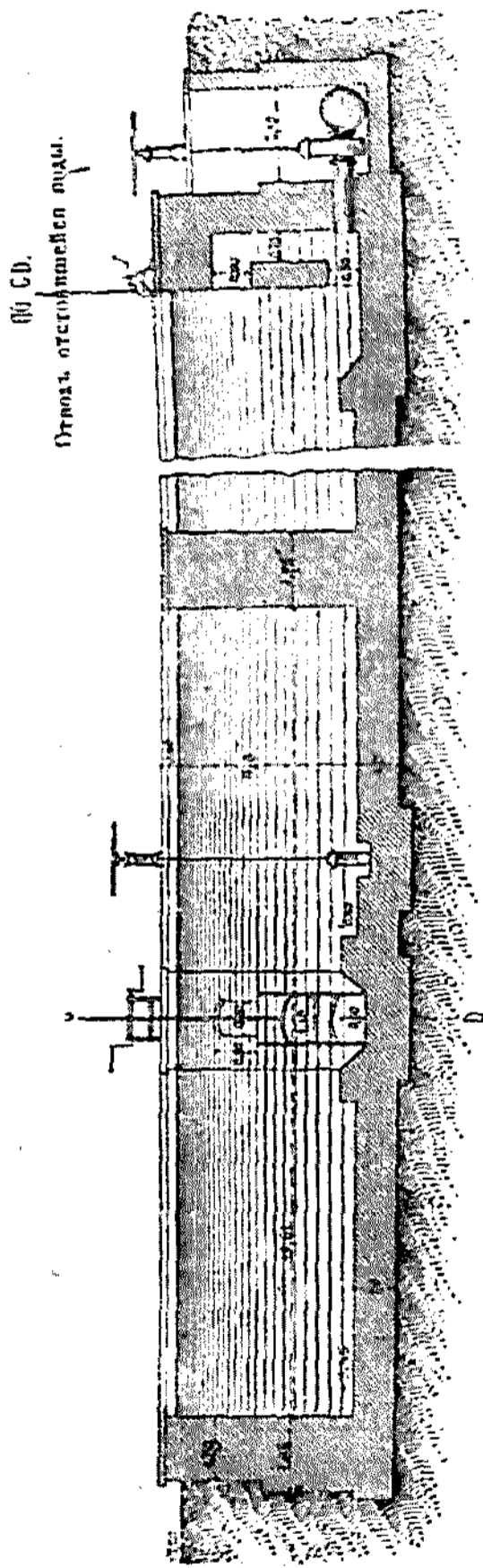
Если для притока въ бассейнъ воды вдѣлать въ его поперечную стѣнку трубу, а для выхода поставить вторую въ противоположной стѣнкѣ, то бассейнъ не будетъ дѣйствовать правильно: при малой скорости теченія и входѣ воды въ бассейнъ и выходѣ изъ него черезъ узкія, сравнительно съ шириной бассейна, трубы, — вода не станетъ двигаться равномерно по всей площади живаго сѣченія бассейна и потечетъ съ нѣскольکو бѣльшей скоростью сравнительно узкой струею по прямой линіи изъ одной трубы въ другую, съ боковъ же бассейна останутся неподвижныя массы воды. Въ случаѣ, представленномъ на черт. 392, вода, войдя въ галерею, наполнитъ ее и если останутся мертвыя пространства, то они будутъ не велики (именно въ точкахъ *n* черт. 392). Если бы стѣнокъ не было, то мертвыя пространства сильно увеличились бы (показаны заштрихованными площадями на черт. 393). Кромѣ того стѣнками движеніе воды направляется гораздо правильнѣе. Для болѣе правильнаго распредѣленія теченія устраиваютъ и дѣлаютъ нѣсколько отверстій для входа и выхода воды; для послѣдняго часто дѣлаютъ одинъ общій переливной желобъ въ концѣ бассейна (черт. 394 и 395). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ устраиваютъ плавучіе водосливы, позволяющіе брать воду изъ верхнихъ слоевъ при колеблющемся уровнѣ (черт. 398). Кромѣ того въ концѣ бассейна полезно дѣлать подвижную перегородку, регулирующую правильность дѣйствія бассейна зимою и лѣтомъ.

На чертежѣ 394 изображенъ продольный разрѣзъ одного бассейна въ лѣтнее время. Вода входитъ съ одной стороны и, разливаясь по поверхности, сливается съ другого конца его. Лѣтомъ вода входитъ имѣя температуру выше, чѣмъ вода бассейна, поэтому она идетъ по поверхности и если не принять особыхъ мѣръ, то перельется водосливомъ безъ отстаиванія; вода же ниже поверхностнаго слоя будетъ стоять не мѣняясь. Поэтому передъ водосливомъ ставится поперечная вертикальная стѣнка; тогда вода измѣнитъ направленіе, останется долѣше въ бассейнѣ, охладится, спустится на дно и поднимется къ водосливу, пройдя черезъ отверстие подъ перегородкой; при этомъ осадокъ распредѣлится какъ показано на чертежѣ. Зимою наблюдается прямо противоположное явле-

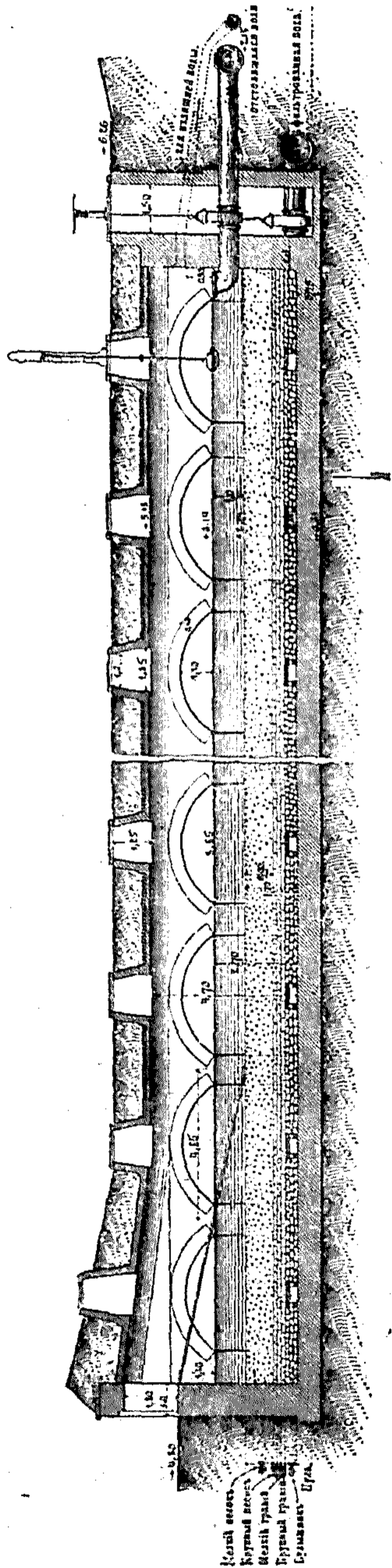
# Отстаивание и фильтрование воды.

## Отстойные бассейны и английские песочные фильтры.

Снабжение города Магдебурга рѣчной водой.



Черт. 404.—Разрѣзъ отстойнаго бассейна.

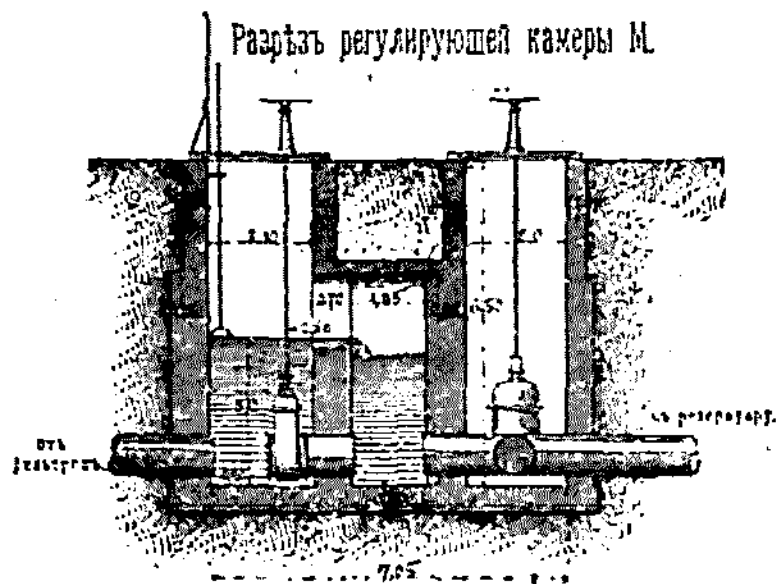


Черт. 405.—Разрѣзъ фильтра.

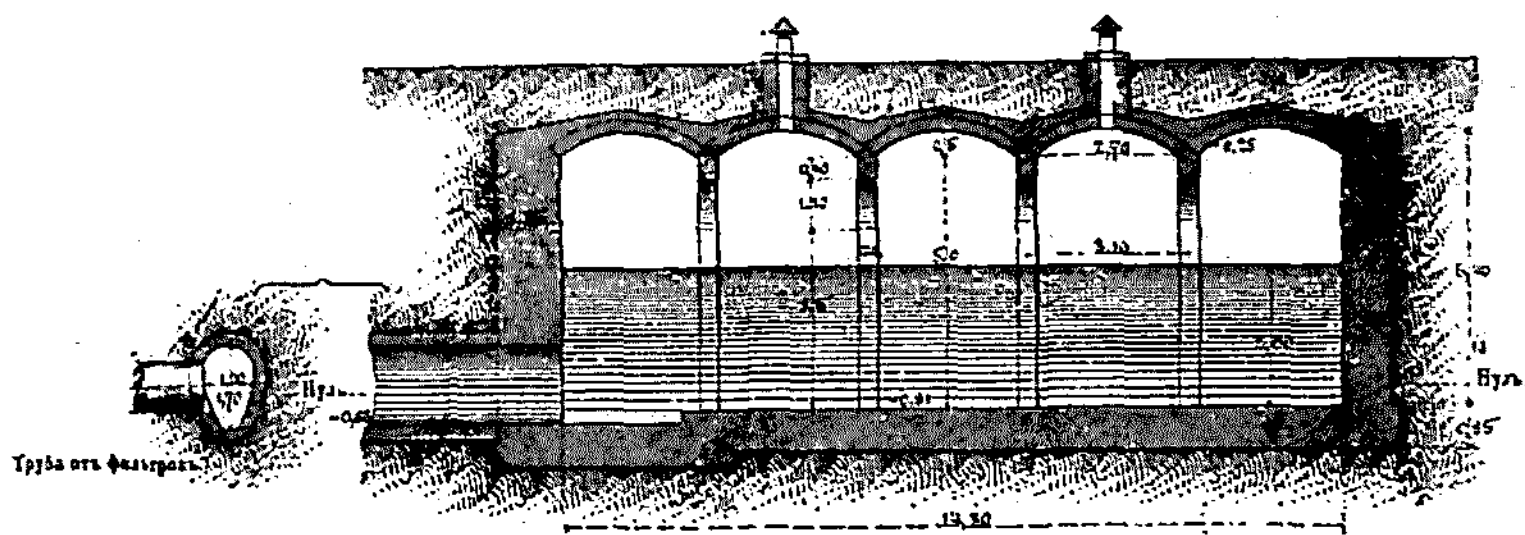
## Отстаивание и фильтрование воды.

Отстойные бассейны, английские песочные фильтры, резервуары чистой воды.

Снабжение гор. Магдебурга рѣчной водой.



Черт. 406.—Разрѣзъ камеры, регулирующей выпускъ воды изъ фильтровъ въ резервуаръ чистой воды, откуда она подается въ городъ машинами.



Черт. 407.—Разрѣзъ резервуара чистой воды при фильтрахъ.

(Ф. Е. Максименко, Атласъ Водопровод. сооруж.).

*Примѣчаніе.* Къ чертежамъ 404 — 407. Вода по каналу изъ рѣки Эльбы протекаетъ къ насосной станціи и подается машинами въ отстойные бассейны (ихъ 6 вмѣстимостью въ 7.300 куб. м. каждый); отсюда она переходитъ въ фильтры (6 независимыхъ отдѣленій, площадью— $24 \times 54,16$  кв. м.). Изъ фильтровъ чрезъ камеру, регулирующую скорость фильтрованія вода идетъ къ небольшому резервуару чистой воды, расположенному тутъ-же, откуда и поступаетъ въ городъ.

ніе (черт. 395). Вода входитъ въ бассейнъ, имѣя температуру ниже воды послѣдняго, и опускается поэтому на дно. Осадки образуются ближе ко входу. Чтобы заставить воду подняться, вертикальную стѣнку опускаютъ на дно.

Въ заключеніе будетъ не лишнимъ упомянуть еще разъ о нецѣлесообразности устройства слишкомъ большихъ отстойныхъ бассейновъ, дающихъ очень совершенное осажденіе мути, такъ какъ за извѣстнымъ предѣломъ размѣръ этихъ бассейновъ какъ указываетъ опытъ мало вліяетъ на уменьшеніе размѣровъ фильтровъ. Во многихъ случаяхъ, особенно если рѣка не несетъ большого количества грубыхъ песчаныхъ частицъ, будетъ правильнѣе на первое время ограничиться устройствомъ однихъ фильтровъ и впоследствии, если опытъ укажетъ на необходимость слишкомъ частой очистки послѣднихъ, строить отстойные бассейны.

Для дальнѣйшей характеристики устройства отстойныхъ бассейновъ могутъ служить *отстойные бассейны г. Будапешта*. На черт. 396 показанъ планъ этихъ бассейновъ, рассматривая который мы видимъ, что вода идетъ изъ рѣки самотекомъ помощью трубы *a* въ отстойные бассейны, расположенные одной группой изъ семи бассейновъ. Въ каждый бассейнъ ведутъ два отростка *c* и *d*. Бассейны раздѣлены продольными стѣнками на 8 отдѣленій-корридоровъ, по которымъ вода и движется, сливаясь наконецъ въ каналъ *ef* (черт. 396), откуда уже особыми трубами — отростками *mn* направляется въ отдѣленія фильтра.

На черт. 392 представленъ одинъ изъ отстойныхъ бассейновъ въ большемъ видѣ. Въ немъ восемь галлерей отдѣлены стѣнками отъ сосѣднихъ бассейновъ. Вода приводится въ бассейнъ помощью отростковъ *c* и *d*. Стѣнки галлерей сплошныя, но имѣютъ большія круглыя окна *e*; они служатъ для сообщенія воды и для того чтобы при очисткѣ черезъ нихъ можно было переходить. Дно имѣетъ уклонъ 1:240, такъ что вода, встрѣчая все большее поперечное сѣченіе движется, все медленнѣе. Вначалѣ при умѣренной скорости грубыя частицы мути тотчасъ же осѣдаютъ, — болѣе же мелкія требуютъ болѣе покойнаго состоянія воды и осѣдаютъ далѣе. Осадокъ располагается такимъ образомъ съ постепеннымъ переходомъ отъ крупныхъ частицъ къ мелкимъ. Малыя отверстія *f* сдѣланы въ стѣнкахъ для того, чтобы въ случаѣ очистки бассейна можно было черезъ нихъ передвигать всю грязь въ центральную камеру, откуда

ее уже и вынимаютъ. Черезъ водосливъ *gk* вода переливается въ продольный каналъ, откуда отводится на фильтръ.

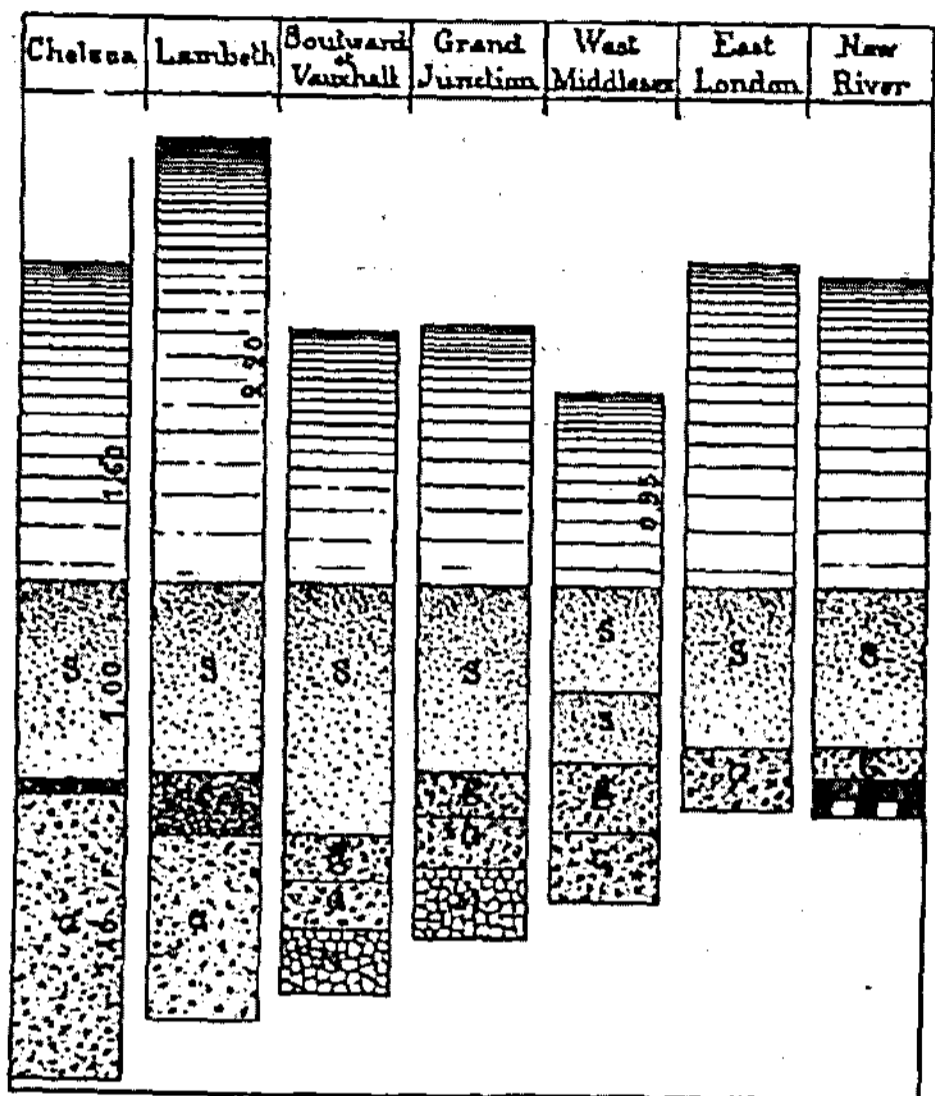
## § 62. Процѣживаніе воды.

Если рѣчная вода и не содержитъ въ себѣ много мути, все-же обыкновенно она несетъ различнаго рода плавающій соръ (щепки, водоросли и пр.) и мелкую рыбу, которые, попадая на фильтры, будутъ лишь напрасно ихъ засорять. Въ виду этого передъ впускомъ рѣчной воды на фильтры полезно производить грубое отдѣленіе крупнаго сора. Подобная предварительная очистка достигается пропускомъ рѣчной воды черезъ такъ называемое *стычное отдѣленіе*. Въ С.-Петербургѣ такія сооруженія впервые были устроены въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, а затѣмъ (въ 1890 и 1896 г.) и на городскихъ водопроводахъ.

Стычныя отдѣленія помѣщаются непосредственно рядомъ съ фильтрами и представляютъ собою узкія и длинныя зданія; вдоль нихъ на нѣкоторой высотѣ надъ поломъ устроены желѣзные желобъ, въ который и проведена рѣчная вода; отсюда вода идетъ на наклонныя сѣтки. Поперечный разрѣзъ внутренняго устройства зданія изображенъ на чер. 397 (*a — a* — уровень пола). Рѣчная вода по двумъ 30" трубамъ *b* (на черт. видна лишь одна изъ нихъ) нагнетается въ желѣзный желобъ *c*, идущій вдоль зданія; въ боковыхъ стѣнкахъ желоба на взаимныхъ разстояніяхъ около 1½ аршинъ продѣланы отверстія *e* съ кранами, для удобства открыванія которыхъ сверхъ желоба устроены помостъ съ перилами. Выходя изъ желоба черезъ отверстія *e*, вода падаетъ на наклонныя желѣзные рѣшетки *f*, обтянутыя тонкой и плотной мѣдной сѣткой, которая и задерживаютъ соръ, водоросли, мелкую рыбу и т. п. Подъ сѣтками проходятъ бетонные желоба *g g*, собирающие воду; отсюда вода падаетъ въ сборный колодезь *i* и затѣмъ двумя 36" трубами отводится на фильтры. Желобки *k* устроены для задержанія грязи, сползающей и сметаемой щетками съ наклонныхъ сѣтокъ. Въ случаѣ прорыва или сильнаго засоренія сѣтки кранъ соответственнаго отверстія *e* запираютъ и смѣняютъ раму, обтянутую сѣткой. Кромѣ своего прямаго назначенія — производить грубую механическую очистку воды, стычныя отдѣленія нѣсколько улучшаютъ ея каче-

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы .

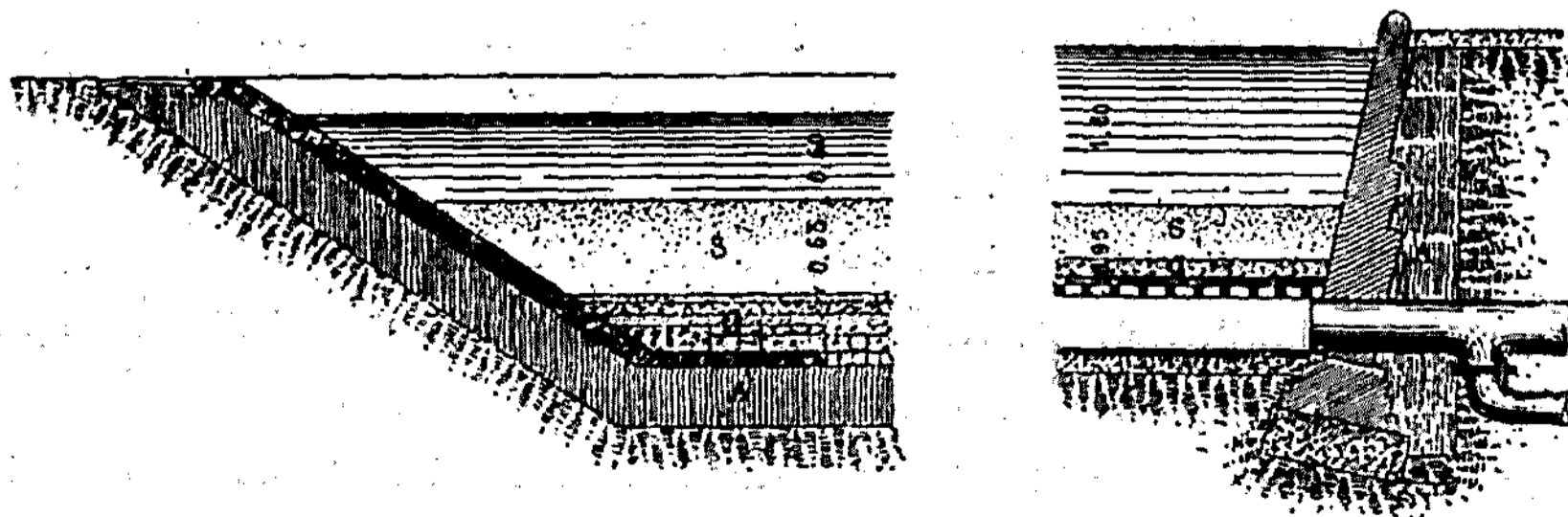
А н г л и й с к и е п е с о ч н ы е ф и л ь т р ы .



Черт. 408. — Сравнительные поперечные разрывы фильтрующих слоев Лондонских фильтровъ.

*S*—песокъ; *C*—голышъ; *g*—мелкій гравій; *G*—крупный гравій; *M*—каменная наброска; *B* — кирпичъ.

Открытые фильтры.

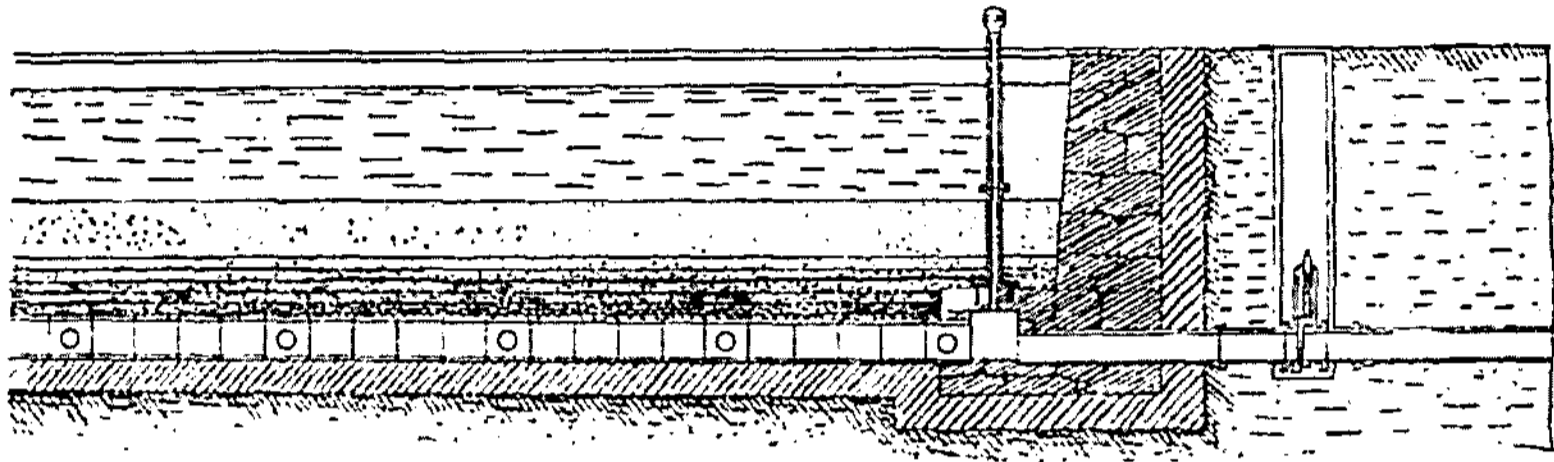


Черт. 409 и 410. — Типы английскихъ открытыхъ фильтровъ, применяемые въ самой Англии, — съ пологими откосами и съ поддерживающими стѣнками.

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

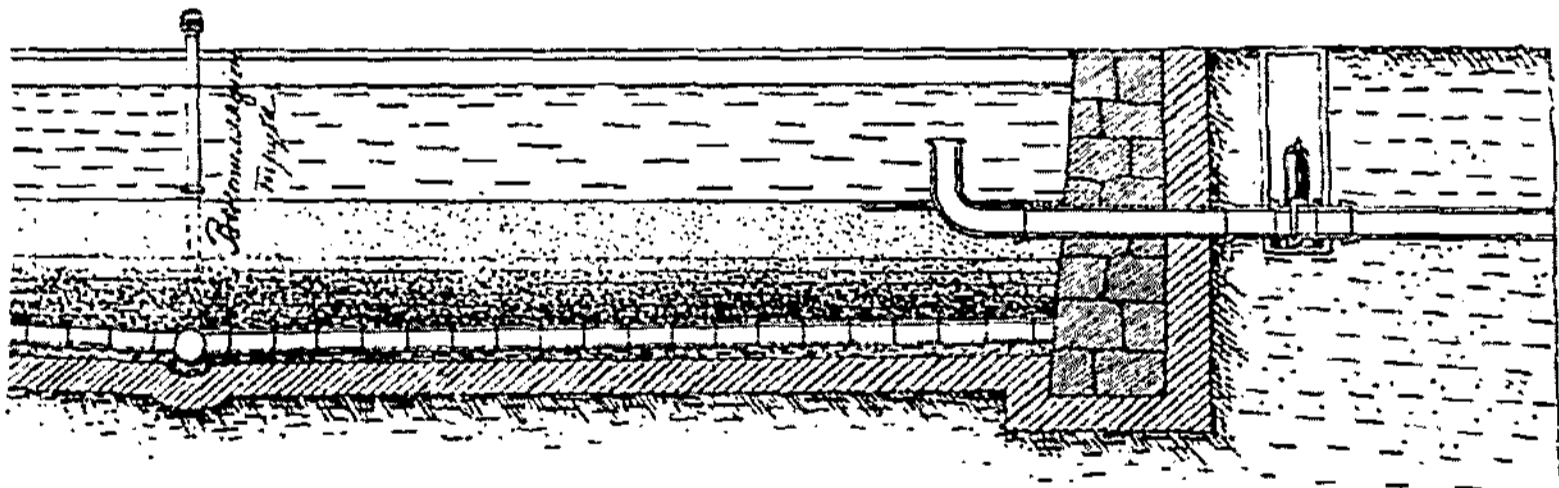
А н г л и й с к и е п е с о ч н ы е ф и л ь т р ы.

О т к р ы т ы е ф и л ь т р ы.



Черт. 411.

Разрѣзъ открытаго песочнаго фильтра чрезъ отводящую воду трубу.



Черт. 412.

Разрѣзъ открытаго фильтра чрезъ приводящую воду трубу.

(I. F. Richert. Om vattenledninaar och vattenaflopp. Stockholm. 1869 г.).

*Примѣчаніе.* Фильтры типовъ, показаны на черт. 411—412, примѣнены въ Швеціи и между прочимъ въ Стокгольмѣ.

ства и тѣмъ, что вода, разливаясь по сѣткамъ тонкимъ слоемъ и падая отдѣльными струйками, приходитъ въ тѣсное общеніе съ атмосфернымъ воздухомъ, — вода аэрируется, причемъ кислородъ воздуха окисляетъ нѣкоторую часть органическихъ веществъ воды.

### § 63. Общая классификація фильтровъ и фильтрованіе воды въ обыкновенныхъ (англійскихъ) песочныхъ фильтрахъ.

Наиболѣе распространеннымъ способомъ очистки большихъ массъ воды представляется въ настоящее время фильтрованіе ея черезъ песочные фильтры, которые могутъ быть раздѣлены на двѣ категоріи: *гравитаціонные* и *напорные*. Въ первой — вода проходитъ черезъ фильтрующій слой подъ дѣйствіемъ собственнаго вѣса, во второй — присоединяется еще давленіе, производимое машинами. Фильтры этой второй категоріи составляютъ одну изъ разновидностей *механическихъ фильтровъ*. Гравитаціонные фильтры могутъ быть еще подраздѣлены на *фильтры съ медленной фильтраціей* и *фильтры съ быстрой фильтраціей*.

Въ первыхъ вода въ естественномъ состояніи или послѣ отстаиванія напускается въ обширныя камеры, дно коихъ состоитъ изъ фильтрующаго матеріала и медленно протекаетъ черезъ этотъ матеріалъ. Во вторыхъ вода обыкновенно предварительно смѣшивается съ коагулянтами (см. § 60), что вызываетъ образованіе хлопьевъ и позволяетъ значительно ускорить процессъ фильтраціи и соотвѣтственно уменьшить фильтрующія поверхности. Быстро работающіе гравитаціонные фильтры имѣютъ особыя приспособленія для ихъ очистки и это даетъ поводъ также относить ихъ къ группѣ фильтровъ *механическихъ*. Къ механическимъ фильтрамъ относятся вообще всякіе фильтры, не входящіе въ группу гравитаціонныхъ песочныхъ съ медленной фильтраціей или такъ называемыхъ *англійскихъ*. Названіе *англійскихъ* эти фильтры носятъ вслѣдствіе того, что первыя большія примѣненія они получили въ Англійи всего лишь около полустолѣтія тому назадъ. На подобномъ же основаніи механическимъ фильтрамъ можетъ быть дано названіе *американскихъ*.

Переходя къ описанію фильтровъ первой системы, единственной имѣющей серіозныя примѣненія въ Европѣ, — фильтровъ, которые мы называемъ *англійскими*, необходимо замѣтить, что самый процессъ



фильтрации воды въ нихъ представляется при всей кажущейся простотѣ его очень темнымъ и весьма мало изслѣдованнымъ.

Что при фильтрованіи черезъ песокъ вода значительно улучшается, видно изъ таблицъ § 60, а также изъ ижеиномѣщаемой таблицы съ результатами анализа воды изъ р. Темзы до и послѣ фильтрованія. Числа въ пей приведенныя обозначаютъ миллиграммы въ литрѣ воды, т. е. представляютъ количества примѣсей въ мильіонныхъ доляхъ по вѣсу.

**Таблица № 23. — Нѣкоторые результаты фильтрованія воды р. Темзы.**

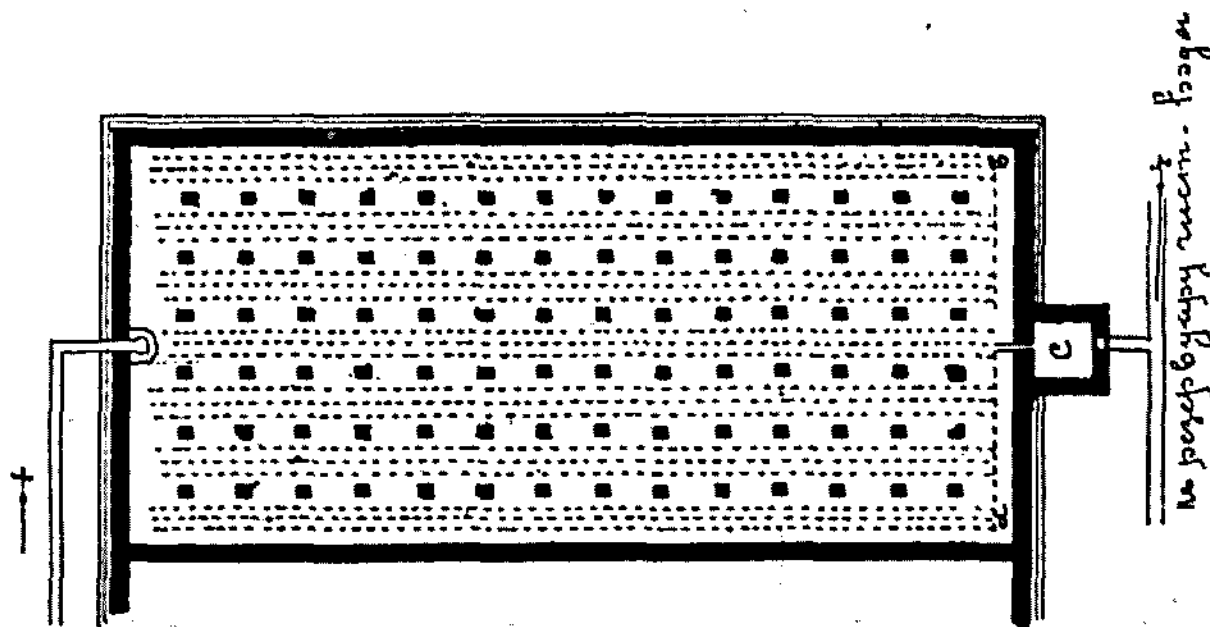
	Количество взвѣшенныхъ (плавающихъ) веществъ.			Количество растворенныхъ веществъ.		
	Минеральныхъ.	Органическихъ.	Сунна.	Минеральныхъ.	Органическихъ.	Сумма.
До фильтрованія . . . . .	9,39	2,47	11,86	279,5	18,0	297,5
Послѣ фильтрованія . . . . .	0,42	0,07	0,49	264,4	13,9	278,3
Уменьшеніе въ % . . . . .	95,6%	97,1%	95,9%	5,4%	22,8%	6,4%

Изъ этой послѣдней таблицы видно, что уменьшеніе количества примѣсей плавающихъ, какъ минеральныхъ такъ и органическихъ, весьма значительно, и можно сказать, что взвѣшенные вещества почти всѣ (96%) остаются на фильтрѣ. Уменьшеніе растворенныхъ примѣсей значительно меньше, причемъ изъ этихъ примѣсей больше всего задерживается органическихъ (23%), наиболѣе вредныхъ. Песчаные фильтры также задерживаютъ бактеріи. Чѣмъ медленнѣе совершается фильтрація, тѣмъ больше задерживается бактерій. Наприм., въ водѣ рѣки Шпре, которою снабжается Берлинъ, бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ: до фильтраціи—3609, а послѣ фильтраціи—63, т. е. меньше въ 57 разъ. Въ водѣ рѣкъ Темзы и Ли, которою пользуется Лондонъ, бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ: въ первой — до фильтраціи 20.255, а послѣ фильтраціи — отъ 146 до 630 (уменьшеніе отъ 32 до 138 разъ), а во второй — до фильтраціи 19.780, а послѣ—отъ 102 до 253 (уменьшеніе отъ 78 до 194 разъ). Главная опасность употребленія нефилтрованной воды заключается въ возможности распространенія нѣкоторыхъ болѣзней, какъ напри- мѣръ брюшнаго тифа, холеры. Назначеніе фильтровъ — уменьшить

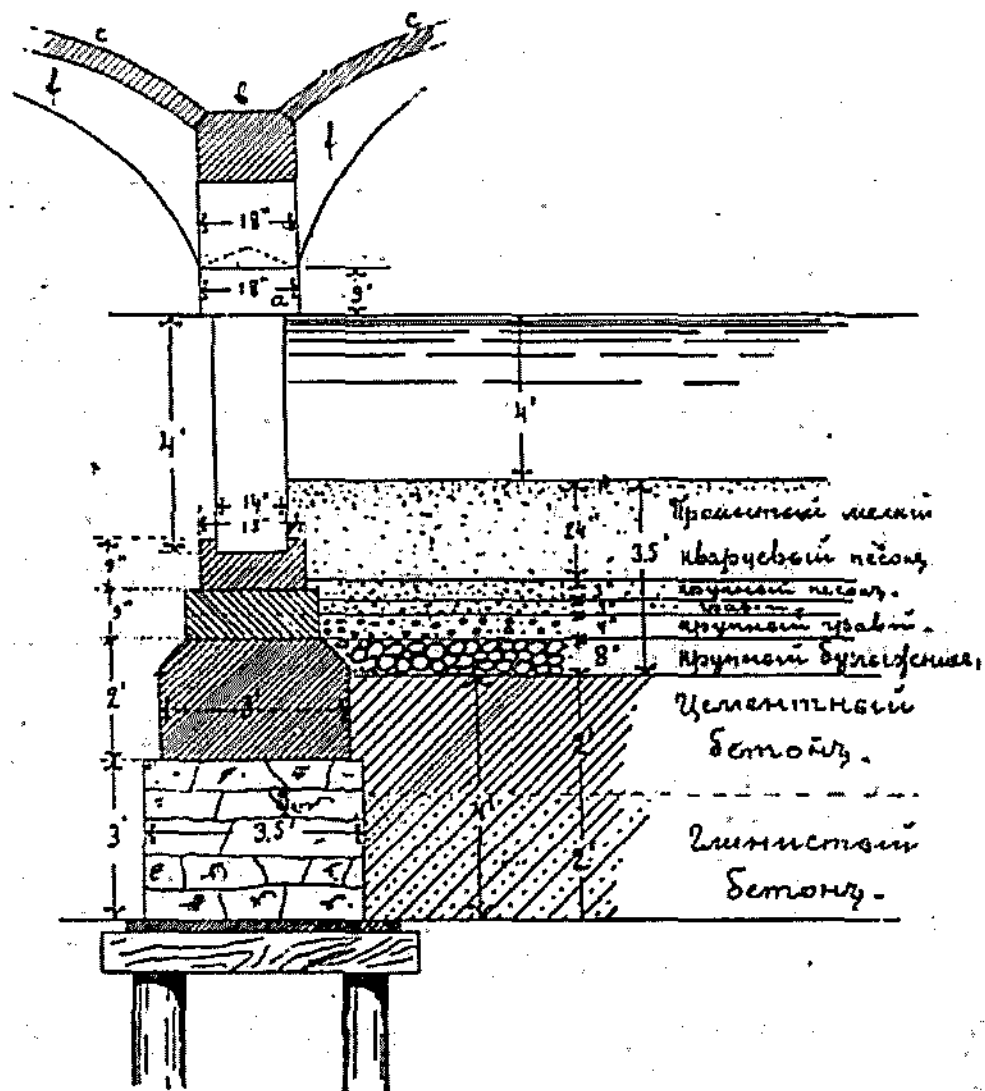
# Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

Англійскіе песочные фильтры.

Водоснабженіе гор. С.-Петербурга.



Черт. 413. — Планъ одного изъ отдѣленій фильтровъ.



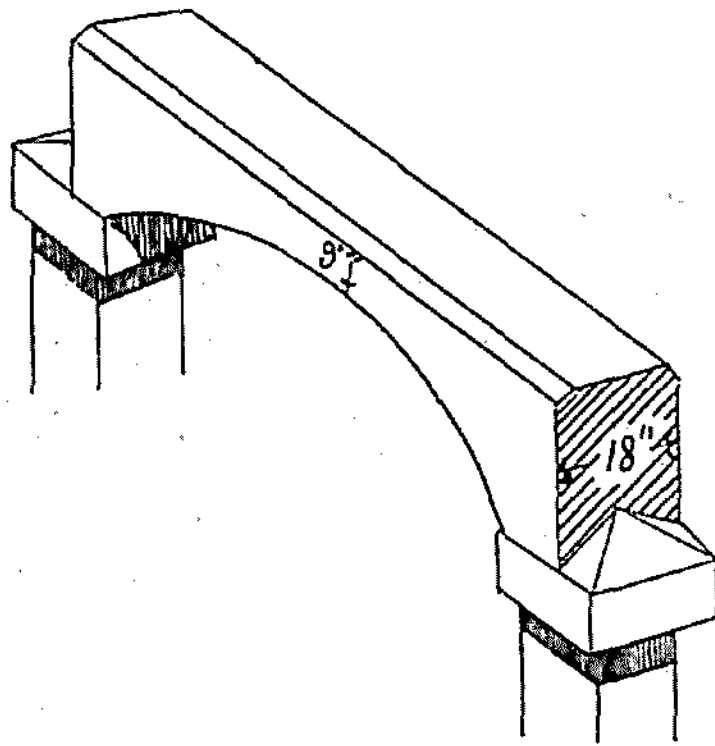
Черт. 414. — Разрѣзь фильтра у поддерживающаго свода стооба.

(Чижовъ — Водопроводы, Лит. к. 1898 т.).

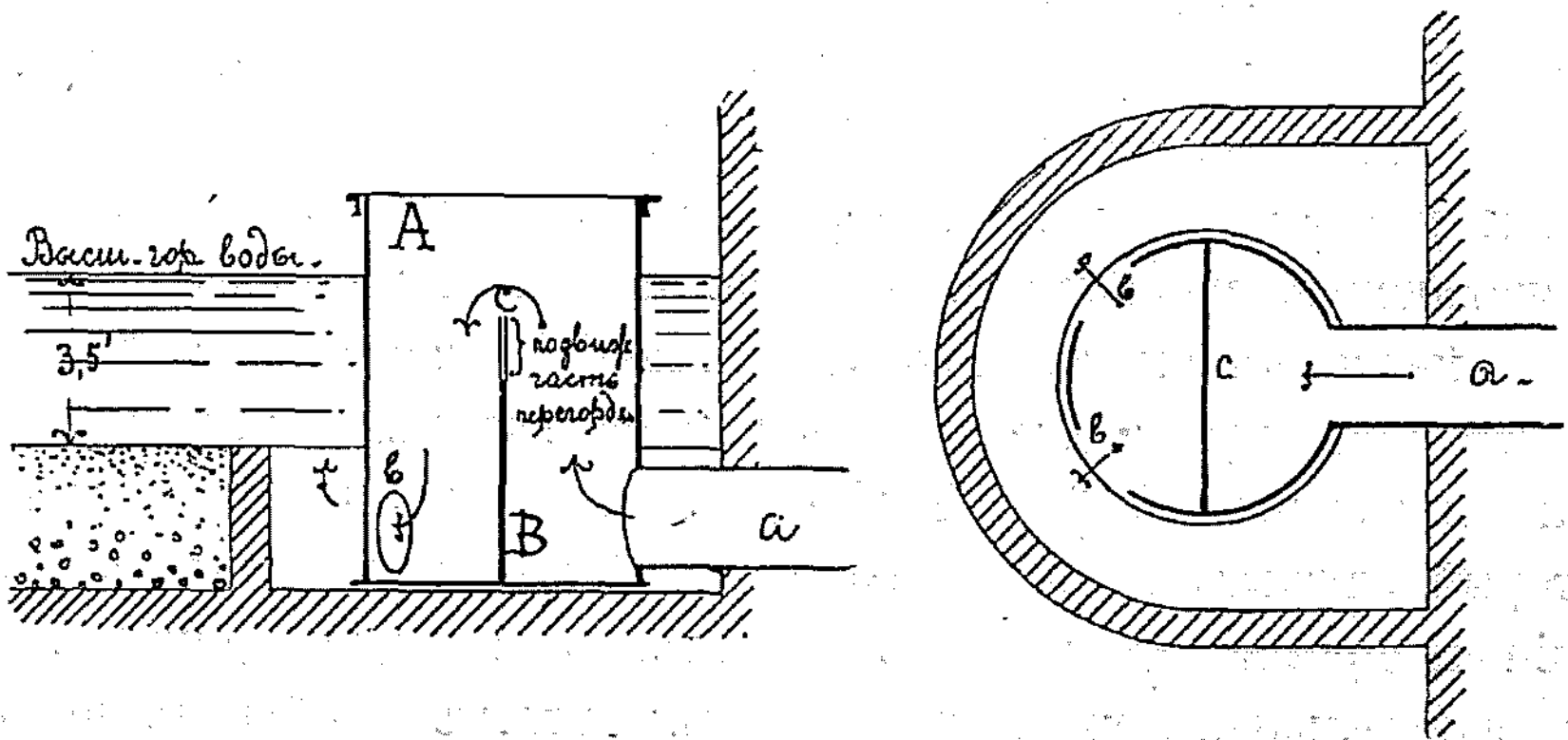
Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы .

Англійскіе песочные фильтры.

Водоснабженіе гор. С.-Петербурга.



Черт. 415. — Деталь бетонной балки, опирающейся на гранитные столбы и поддерживающей бетонныя сводчатыя покрытія.



Черт. 416 и 417. — Разрѣзь и планъ пріемной камеры для воды, поступающей на фильтръ.

*a*—приводная труба, примыкающая къ желѣзному цилиндру *A*; *b*—выходное отверстіе изъ второй половины цилиндра, отдѣленной отъ первой перегородкой *B*; *c* — подвижная часть перегородки, опускаая или поднимая которую можно регулировать количество притекающей на фильтръ воды.

(Чижевъ — Водопроводы Лѣт. к. 1898 г.).

(иные требуют—уничтожить) эту возможность до *minimum'a*. Мнѣнія гигиенистовъ различны: одни признаютъ санитарное значеніе фильтровъ, другіе его отрицаютъ, ибо фильтры дѣйствительно почти никогда не могутъ удержать *всѣхъ* микроорганизмовъ. Едва ли въ этомъ послѣднемъ мнѣніи не кроется нѣсколько излишнее увлеченіе. Во всякомъ случаѣ, чѣмъ строже относятся къ результатамъ фильтрованія — тѣмъ болѣе инженеры совершенствуютъ фильтры, тѣмъ болѣе профильтрованная черезъ песочные фильтры вода отвѣчаетъ санитарнымъ требованіямъ.

Въ песчаиомъ слоѣ фильтра промежутки между отдѣльными песчинками образуютъ извилистые очень узкіе каналы; взвѣшенные вещества при проходѣ воды задерживаются въ этихъ каналахъ; получаютъ новые еще болѣе узкіе каналы, которые производятъ болѣе совершенную фильтрацію и т. д. Но какъ бы ни были узки эти каналы, они сами по себѣ не могутъ задержать бактерій и глинистыя частицы (послѣднія мельче первыхъ). Въ дѣйствительности фильтръ при малой скорости фильтраціи задерживаетъ и бактерій, и глинистыя частицы; это объясняютъ тѣмъ, что на поверхности фильтра образуется осадокъ въ видѣ слизистой и волокнистой пленки, покрывающій весь песокъ и проникающій въ промежутки между отдѣльными песчинками поверхностнаго слоя. Эта пленка состоитъ главнымъ образомъ изъ развившихся на фильтровомъ осадкѣ микроорганизмовъ (водорослей) и значительно усиливаетъ задерживающую способность фильтра, такъ какъ не пропускаетъ даже весьма мелкихъ частицъ, проходящихъ свободно черезъ свѣжій фильтръ, на которомъ пленка еще не успѣла образоваться. По мнѣнію берлинскаго инженера *Пифке* (Piefke) именно этой пленкѣ, а не песку, который служитъ только мелкопористой подкладкой для ея образованія и представляетъ, такъ сказать, опору для прикрѣпленія и жизнедѣятельности микроорганизмовъ, фильтръ и обязанъ не только тѣмъ, что задерживаетъ большую часть бактерій, но и тѣмъ, что измѣняетъ воду химически, т. е. уменьшаетъ содержаніе растворенныхъ органическихъ веществъ, какъ это видно изъ вышеприведенной таблицы. На этомъ основаніи Пифке считаетъ фильтрацію черезъ песчаный слой процессомъ не механическимъ и не химическимъ, а біологическимъ.

По мѣрѣ дѣйствія фильтра пленка настолько утолщается, и во-

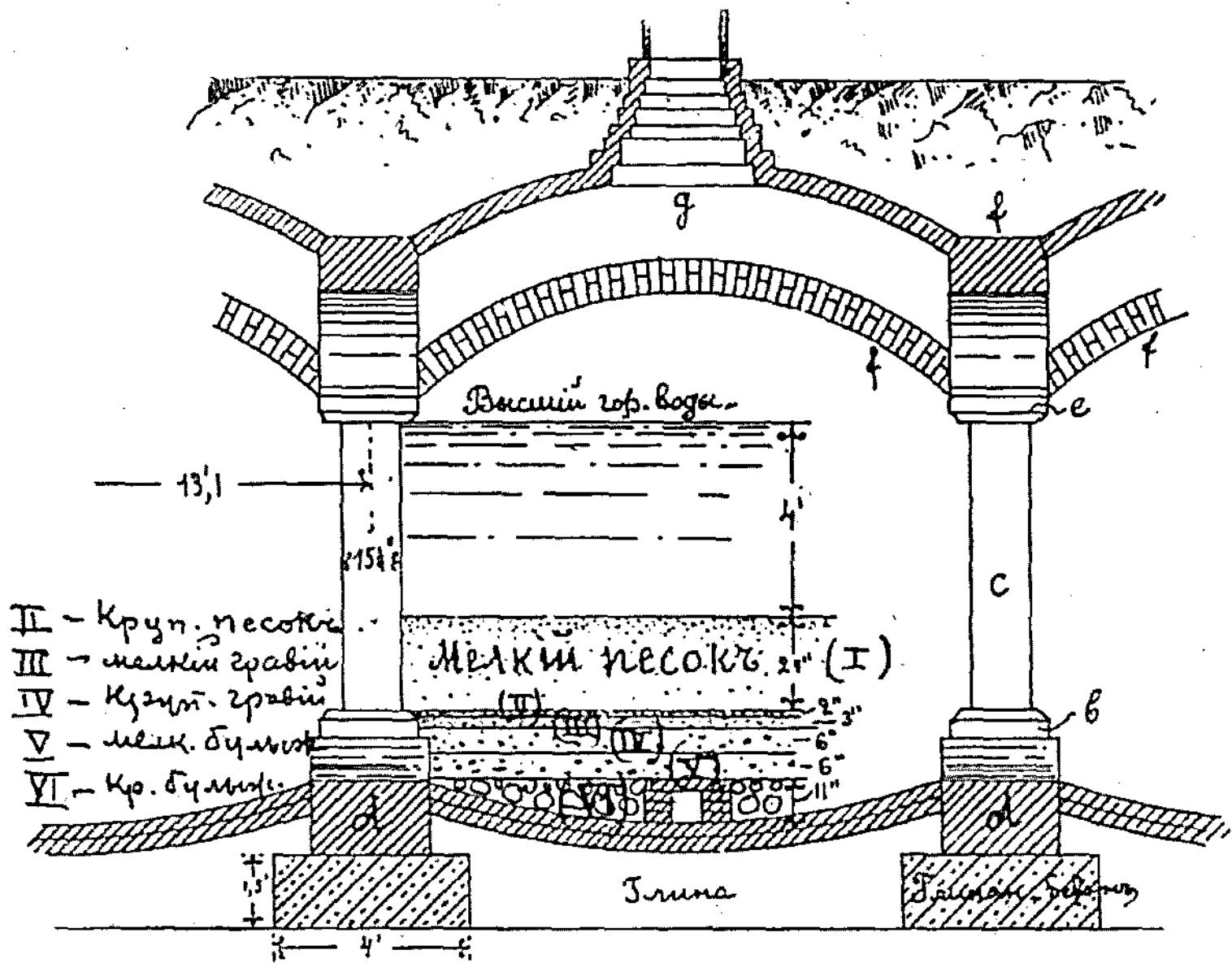
общее верхний слой песка настолько загрязняется, что фильтрование дѣлается все болѣе затруднительнымъ, почему фильтръ необходимо подвергнуть очисткѣ. Она заключается въ томъ, что послѣ спуска воды съ фильтра осторожно снимается верхний слой песка толщиной  $\frac{3}{8}$  до  $\frac{1}{2}$  дюйма. Напускание нефильтрованной воды прямо на фильтръ даетъ неблагоприятные результаты, почему послѣ очистки паполняютъ фильтръ уже ранѣе профильтрованной водой, пуская ее не на поверхность фильтра, а подъ фильтръ, и заставляя ее проходить черезъ песчаный слой снизу вверхъ; при этомъ воздухъ, наполняющій промежутки между песчинками, свободно удаляется; когда эта вода станетъ надъ пескомъ слоемъ отъ 8 до 10 дюймовъ, то только тогда пускаютъ на фильтръ нефильтрованную воду. Какъ показалъ опытъ, вода, профильтрованная черезъ только что очищенный фильтръ получается недостаточно чистой, и только черезъ нѣкоторое время вслѣдствіе образованія пленки, качества ея улучшаются; обыкновенно первую воду, прошедшую черезъ очищенный фильтръ, спускаютъ въ сторону, какъ неудовлетворительную. Очистка песка производится черезъ промежутки въ 1—3 недѣли и даже рѣже, въ зависимости отъ степени мутности воды. Надобность въ очисткѣ опредѣляется величиной напора, который необходимъ для полученія установленной скорости фильтраціи. По мѣрѣ засоренія фильтра напоръ этотъ возрастаетъ. Считается нежелательнымъ переходить предѣлъ напора въ 24 — 30 дюймовъ, такъ какъ при большомъ напорѣ возможны прорывы пленки и прохожденіе въ фильтратъ грязной воды. При усовершенствованныхъ регулирующихъ скорость фильтраціи приборахъ (см. § 64) опасность эта уменьшается и теперь нѣкоторые спеціалисты допускаютъ возможность идти дальше напора въ 30 дюймовъ, руководствуясь въ каждомъ случаѣ опытными данными. Съ каждой очисткой толщина слоя мелкаго песка уменьшается; обыкновенно, когда она достигаетъ одного фута, добавляютъ свѣжаго чистопромытаго песка, такъ чтобы толщина фильтрующаго слоя вновь составляла 2 фута.

Успѣхъ фильтраціи выражается количествомъ воды (въ куб. футахъ), которое профильтровывается въ теченіе сутокъ площадью фильтра въ 1 кв. фут.; очевидно, это число будетъ также представлять скорость фильтраціи въ сутки въ футахъ. Это количество зависитъ отъ мутности воды и составляетъ для обыкновенныхъ случаевъ

**Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы.**

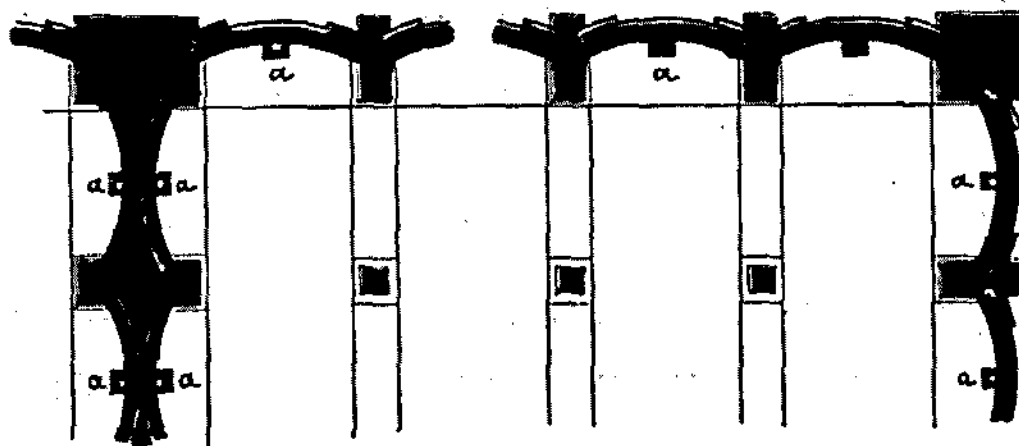
Англійські песочные фильтры.

Водоснабженіе города Варшавы.



Черт. 418. — Разрѣзъ фильтра.

Размѣры слоевъ: I—мелкій песокъ—24 дюйма; II—крупный песокъ—2 дюйма; III—мелкій гравій—3 дюйма; IV—крупный гравій—6 дюймовъ; V—голышъ—6 дюймовъ; круглыхъ булыжныхъ 9-ти дюймовыхъ камней—11 дюймовъ; всего: песка—2 фута, гравія, голыша и камней—2<sup>1</sup>/<sub>3</sub> фута.



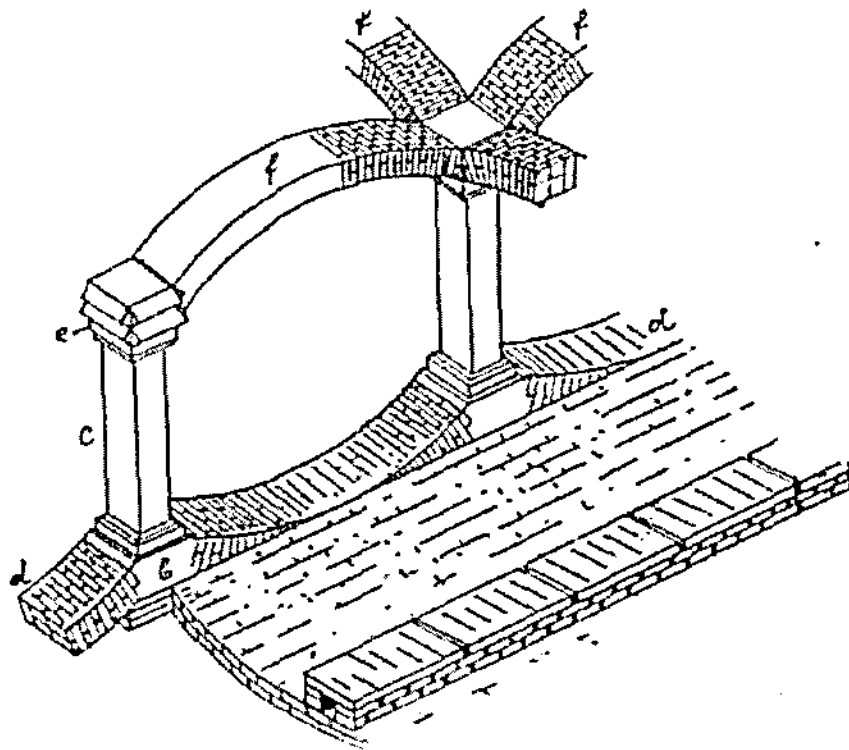
Черт. 419. — Планъ части одного отдѣленія.

(Чижевъ — Водопроводы. Лит. к. 1898 г.).

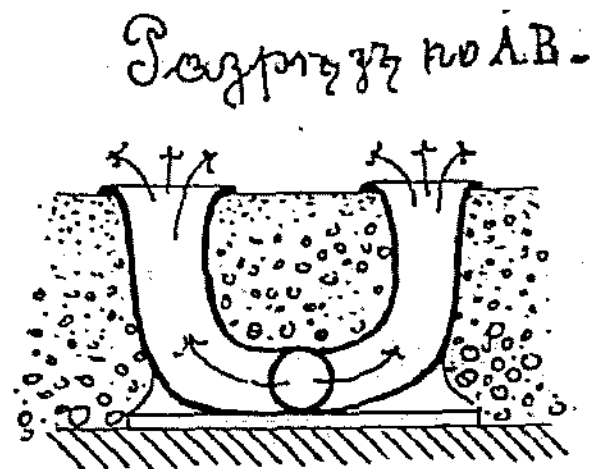
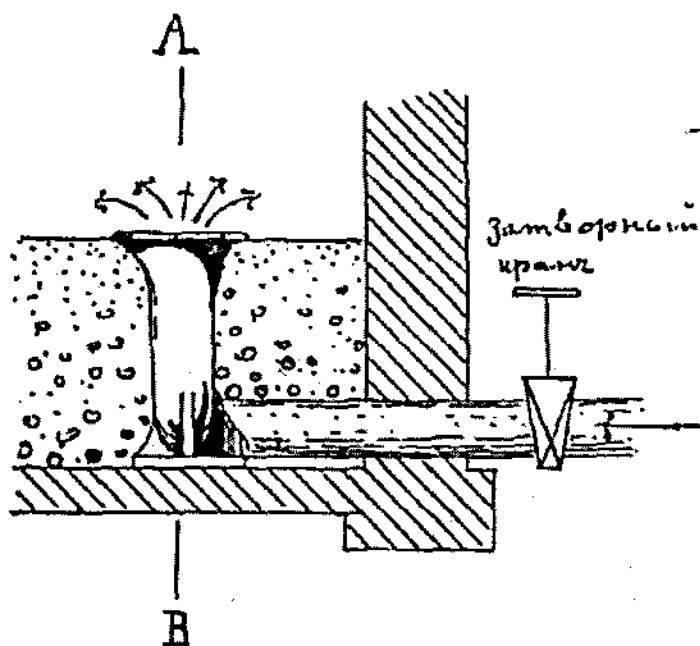
Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

Англійські песочные фильтры.

Водоснабженіе гор. Варшавы.



Черт. 420. — Изометрический видъ части фильтра съ показаніемъ устройства арокъ, поддерживающихъ сводчатая покрытія, и нижнихъ—обратныхъ, а также водосборнаго канала (фильтрующій слой снятъ).



Черт. 421 и 422. — Устройство приспособленія для привода воды на фильтръ.

(Чижевъ — Водопроводы. Лѣт. к. 1898 г.).

отъ 6 до 12 куб. фут. (въ прежнее время принималось значительно больше), что даетъ скорость фильтраціи въ сутки отъ 6 до 12 фут., или въ часъ — отъ 3 до 6 дюйм. Вообще для обезпеченія успѣха фильтраціи лучше при расчетахъ фильтровъ принимать скорость нѣсколько меньше дѣйствительной, не превосходя *четыре*х дюймовъ въ часъ. Когда вода очень мутна, то выгоднѣе, какъ это было указано въ § 61, подвергнуть ее сперва отстаиванію, вслѣдствіе чего она освобождается отъ болѣе крупныхъ взвѣшенныхъ веществъ, а затѣмъ уже фильтрованію.

При современномъ положеніи дѣла хорошо устроенные и содержимые фильтры должны удерживать не только всѣ механическія примѣси, но и часть растворенныхъ веществъ, особенно органическихъ, а равно и большую часть (до 97—99%) микроорганизмовъ. Допускаемый, по германскимъ нормамъ, максимумъ содержанія микробовъ = 100 зародышей въ 1 куб. сантиметрѣ фильтрованной воды. Самымъ лучшимъ и достаточно вѣрнымъ масштабомъ правильности дѣйствія фильтровъ — служатъ бактериоскопическія изслѣдованія воды, которыя въ правильно эксплуатируемыхъ фильтрахъ должны дѣлаться не рѣже раза въ недѣлю, самое же правильное — ежедневно (такъ напримѣръ дѣлается въ Варшавѣ и въ Петербургѣ). Разъ количество микроорганизмовъ въ фильтратѣ одного изъ отдѣленій фильтра сразу значительно повысилось сравнительно съ фильтратомъ другихъ, значитъ по всей вѣроятности появились неправильности въ работѣ даннаго отдѣленія. Часто оказывается неисправность отъ увеличенія скорости фильтраціи. Значительное увеличеніе числа микроорганизмовъ можетъ происходить также при появленіи въ стѣнахъ фильтра трещины, по которой нефилтрованная вода, стоящая надъ пескомъ, проходитъ внизъ, подъ фильтрующій слой и попадаетъ въ чистую воду. Въ виду этого обстоятельства надо всегда обращать самое серьезное вниманіе на прочность и монолитность постройки фильтровъ. вмѣстѣ съ бактериоскопическими изслѣдованіями, какъ сырой, такъ и фильтрованной воды, производятъ и механическій (количество мути) и химическій ея анализъ. Последній можно дѣлать значительно рѣже, чѣмъ, первый, который, повторяемъ, необходимъ для сужденія о работѣ фильтра.

Хотя бактериологическій контроль и не рѣшаетъ еще въ настоящее время вопроса о полной гигиеничности воды, но онъ слу-



жить мѣркой попеченія, которымъ окружаетъ управленіе водопроводовъ потребителей воды.

## § 64. Устройство обыкновенныхъ (англійскихъ) песочныхъ фильтровъ.

Употребляемые для городскихъ водопроводовъ песочные фильтры состоятъ изъ двухъ главныхъ элементовъ:

изъ слоя чистаго мелкаго кварцеваго песка и изъ нѣсколькихъ слоевъ болѣе крупныхъ матеріаловъ (крупнаго песка, мелкаго гравія, крупнаго гравія, щебня и иногда мелкаго булыжника), составляющихъ поддержку перваго слоя; крупность ихъ постепенно книзу возрастаетъ, образуя такимъ образомъ послѣдовательный переходъ отъ мелкаго песка къ крупному гравію или мелкому булыжнику. Сдѣлать фильтры только изъ мелкаго песка было бы затруднительно, такъ какъ песокъ увлекался бы водой въ водосборныя трубы или каналы. Поэтому необходимъ постепенный переходъ отъ мелкаго песка къ крупному матеріалу, облегающему водосборы. На черт. 408 показана толщина обѣихъ главныхъ частей песочныхъ фильтровъ, устроенныхъ въ Лондонѣ, а на черт. 414 и 418 — тоже для фильтровъ въ С.-Петербургѣ и Варшавѣ. При выборѣ песка для фильтра необходимо всестороннее его изслѣдованіе и испытаніе его фильтрующихъ свойствъ (см. подробности Al. Hazen, стр. 20).

Классификація англійскихъ песочныхъ фильтровъ можетъ быть сдѣлана по различнымъ признакамъ. Собственно фильтръ въ разныхъ случаяхъ остается, однако, тотъ же. Одно дѣленіе обыкновенныхъ песочныхъ фильтровъ было уже указано. Они раздѣляются на: открытые и закрытые. Затѣмъ по отношенію къ способу напуска на фильтръ воды ихъ можно раздѣлить на двѣ группы: 1) фильтры, въ коихъ вода прямо проводится на фильтръ, и 2) фильтры, для коихъ она сперва отстаивается.

Прежде дѣлались исключительно открытые фильтры (какъ напр. въ Лондонѣ, Бременѣ, Стокгольмѣ и др.) представлявшіе собою пруды, дно и стѣнки которыхъ дѣлались изъ бетона, изъ кирпича, мятой глины и т. д. (см. черт. 409—412). Теперь подобное устройство во многихъ случаяхъ оставлено, потому что солнце, нагревая воду

лѣтомъ, усиливаетъ растительную жизнь портящую воду; кромѣ того пыль садится на воду. У насъ покрываютъ фильтры, преимущественно чтобы предупредить замерзаніе верхняго слоя воды.

Вообще можно сказать, что при устройствѣ фильтровъ въ мѣстностяхъ грязныхъ, пыльныхъ, жилыхъ — ихъ безусловно надо закрывать. Если же для фильтровъ можно избрать мѣстность съ чистымъ воздухомъ, покрытую растительностью, вдали отъ населенія, если притомъ температура инсоляціи (нагрѣванія лучами солнца) въ этой мѣстности не велика, а зимніе холода не чрезмѣрны (по мнѣнію извѣстнаго американскаго спеціалиста Газена — если температура Января не ниже  $0^{\circ}$ ), то открытый фильтръ слѣдуетъ предпочесть закрытому. Они не только дешевле, но вода изъ нихъ будетъ лучше и свободнѣе отъ микроорганизмовъ.

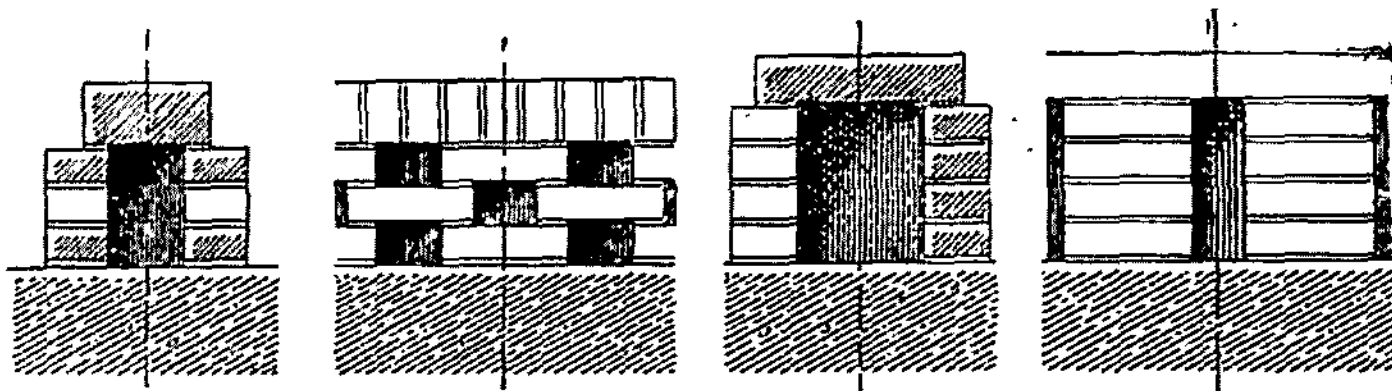
Устройство фильтрующаго слоя одинаково, какъ въ закрытыхъ, такъ и въ открытыхъ фильтрахъ.

Устройство стѣнъ и дна открытыхъ фильтровъ въ достаточной мѣрѣ ясно изъ чертежей 409—412. Что же касается ихъ расположенія по отношенію къ другимъ водопроводнымъ сооруженіямъ, составъ самаго фильтрующаго слоя, собирающихъ фильтратъ, приспособленій и пр., то къ открытымъ фильтрамъ можно примѣнить указанія, которыя будутъ даны далѣе по отношенію къ устройству фильтровъ закрытыхъ.

Одинъ изъ простѣйшихъ примѣровъ закрытыхъ фильтровъ показанъ на черт. 399—400. Здѣсь фильтръ расположенъ на берегу рѣки, откуда вода берется трубою *ab* самотекомъ изъ наиболѣе чистыхъ слоевъ, ближе къ среднѣй рѣки. (Случай города С.-Петербурга). Къ трубѣ *ab* примыкаетъ труба *cd* съ отростками въ отдѣленія фильтра (одинаковыя и независимыя другъ отъ друга); съ противоположной стороны фильтра идетъ труба *ef*, принимающая своими отростками чистую воду и отводящая ее въ резервуаръ чистой воды *B* изъ двухъ или нѣсколькихъ отдѣленій (бываетъ и одно). Изъ него труба *gh* ведетъ въ машинное зданіе *C*, состоящее изъ трехъ отдѣленій: 1) котельнаго, 2) паровыхъ машинъ съ насосами и 3) подраздѣляющагося опять на три: мастерскую, складъ матеріаловъ и камеру машиннота. Расположеніе всѣхъ частей фильтра видно на планѣ (черт. 400). Относительный же уровень воды видѣнъ

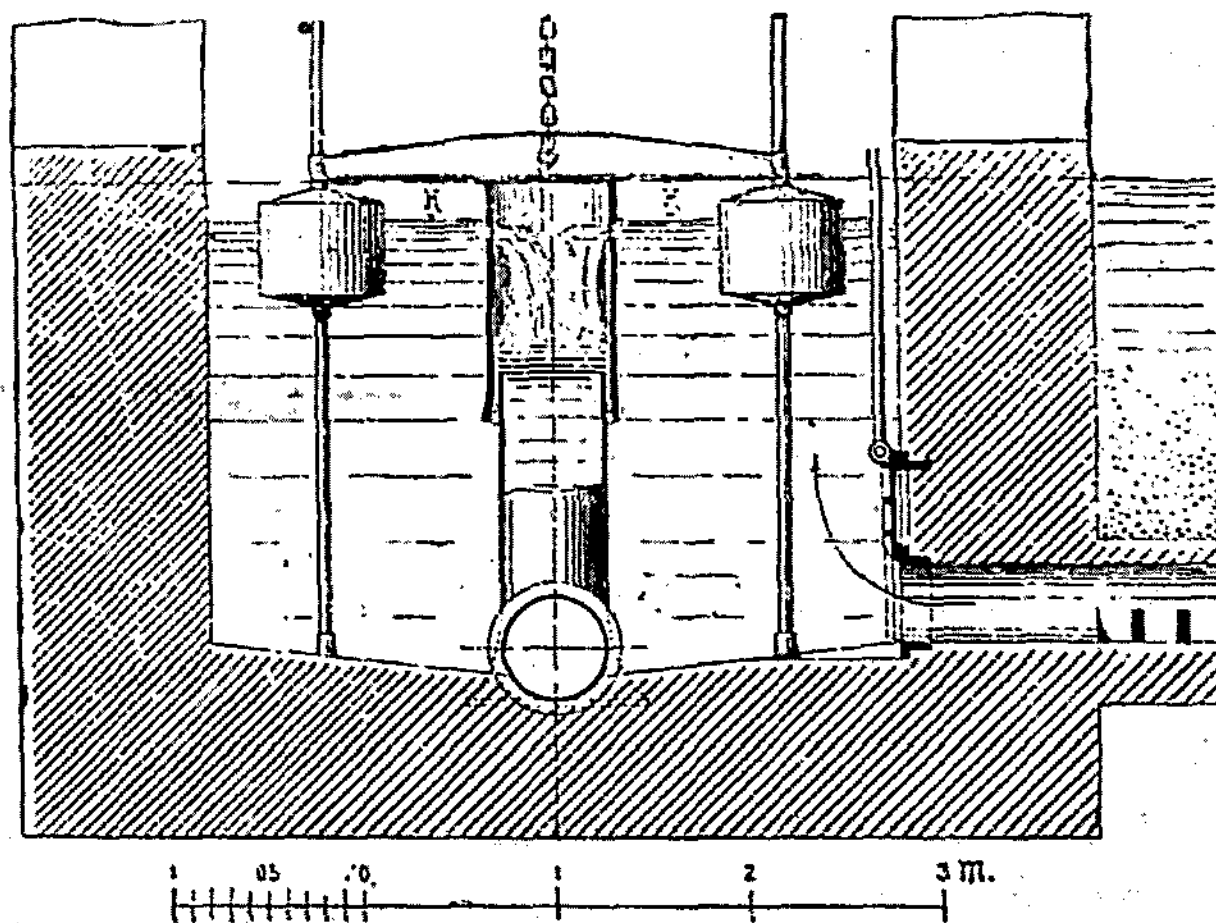
**Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.**

**Английскіе песочные фильтры.**



Черт. 423—426.

**Поперечные и продольные разрѣзы водосборныхъ каналовъ изъ кирпичей.**



Черт. 427.

**Автоматическій регуляторъ количества воды, вытекающей изъ фильтра.**

въ разрѣзѣ па черт. 399, гдѣ  $h$  и  $h'$  представляютъ собою величины потерь напора въ приводной трубѣ и въ фильтрѣ.

Гидравлическое сопротивленіе въ послѣднемъ двоякаго рода (происхожденія)—отъ движенія по водосборнымъ трубамъ или каналамъ и отъ движенія черезъ волосные ходы фильтрующихъ слоевъ; (нельзя забывать при этомъ, что законы движенія воды по трубамъ обыкновеннаго діаметра и по волоснымъ совершенно различны).

Бываютъ случаи, когда нельзя воду рѣки доставлять въ фильтръ самотекомъ (напримѣръ, если нѣтъ мѣста для фильтра на берегу рѣки). Тогда приходится помѣстить все сооруженіе выше и накачивать въ него воду, какъ это видно на чертежѣ 401, гдѣ показано два машинныхъ зданія: первое  $C$  у рѣки, второе  $C'$  на возвышенности. Бываютъ случаи, когда зданіе  $C'$  можетъ совсѣмъ не понадобится, и вода пойдетъ и въ городъ самотекомъ. Отъ  $C$  до  $A$  можетъ быть нѣсколько верстъ разстоянія. Это расположеніе удобно тѣмъ, что для фильтра выбирается наиболѣе годное по качествамъ группа мѣсто. (См. также § 49).

При выборѣ мѣста надо имѣть въ виду и ростъ города и располагать фильтръ такимъ образомъ, чтобы можно было его расширять.

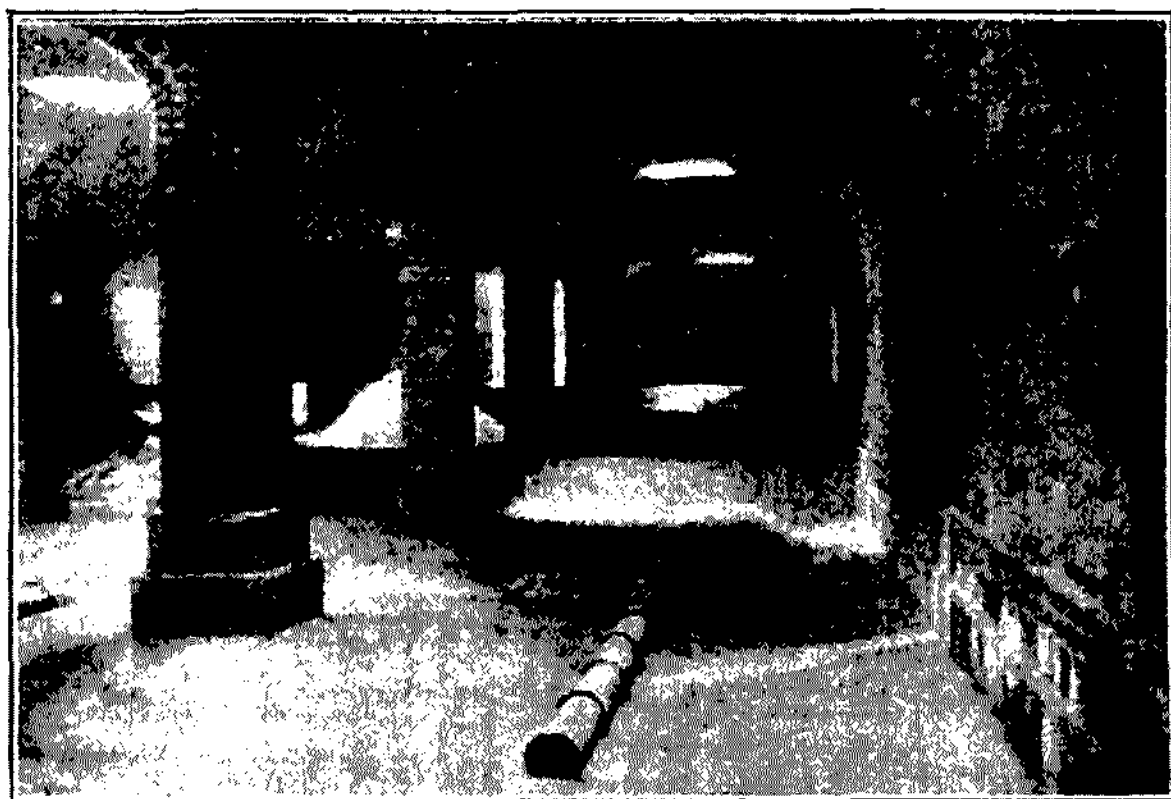
Если въ резервуарѣ чистой воды (В черт. 400) имѣется только одно отдѣленіе, то при описанномъ выше расположеніи необходимо прибавить еще одну трубу  $mn$ , чтобы можно было миновать резервуаръ чистой воды во время его чистки (черт. 400). Для возможности пользоваться при пожарахъ нефилтрованной рѣчною водою имѣется обыкновенно труба  $rs$  (черт. 400). Кроме того проведены еще трубы для опорожненія какъ резервуара чистой воды, такъ и фильтра; при чисткѣ фильтра для снятія верхняго слоя песка нужно сперва удалить воду. Тоже дѣлается для ремонта. Это достигается «холостою» трубой  $tuw$  съ колодцемъ  $w$ , по которой вода или выкачивается машиной, или удаляется самотекомъ въ нижележащія лощины.

При устройствѣ фильтра второго рода—съ отстаиваніемъ—передъ фильтромъ помѣщается рядъ бассейновъ, куда по трубѣ (черт. 402) поступаетъ вода. Отсюда соединительная труба  $ab$  ведетъ ее въ фильтръ помощью трубы  $cd$ ; далѣе путь, проходимый водою, совершенно аналогиченъ съ предыдущимъ (черт. 399—400). Точно также, если мѣсто не позволяетъ расположить всю систему на берегу, то помѣщаютъ тамъ одно машинное зданіе, которымъ вода перекачи-

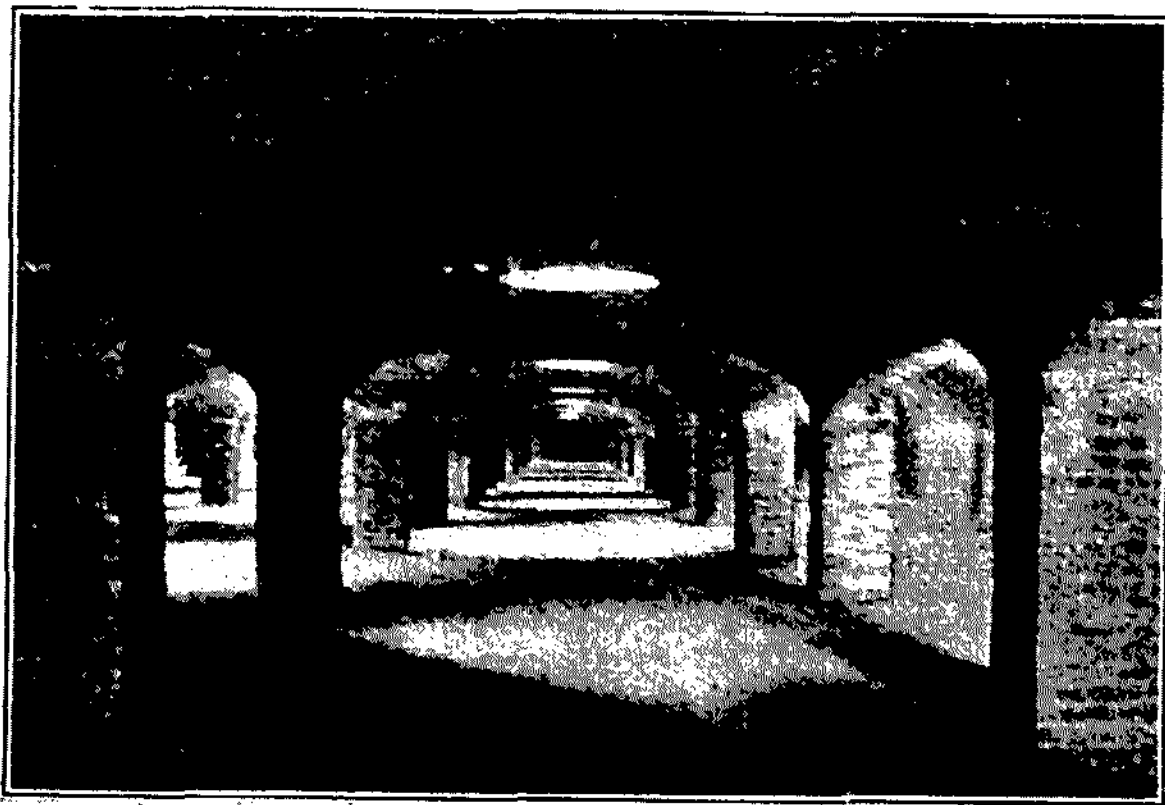
Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы .

Англійскіе песочные фильтры.

Водоснабженіе города Albany.



Черт. 428.—Внутренній видъ фильтра при незаконченной засыпкѣ фильтрующаго матеріала: дренажная труба, гравій, слой песка.



Черт. 429 — Внутренній видъ фильтра, готоваго къ употребленію.

(Al. Hazen. On Albany Filtration Plant. Am Soc. Civ. Eng. Nov. 1899.  
Proceedings Vol. XXV. № 9).

вается въ отстойные бассейны. Отстой происходитъ во время медленнаго движенія воды по отдѣленіямъ зданія  $D$  (черт. 403) отъ одной стѣнки къ другой. Разрѣзь сооруженій такого фильтра показанъ на (черт. 402). Поверхность воды въ отстойномъ бассейнѣ ниже, чѣмъ въ рѣкѣ и выше, чѣмъ въ  $A$ . Разность горизонтовъ въ рѣкѣ и резервуарѣ чистой воды колеблется отъ  $2\frac{1}{2}$  до  $2\frac{3}{4}$  и болѣе футовъ. Глубина бываетъ въ резервуарѣ чистой воды около 2-хъ сажень, откуда и большая глубина заложешя основанія  $MN$ , глубокая выемка для котлована и часто затрудненія въ работѣ со стороны грунтовыхъ водъ.

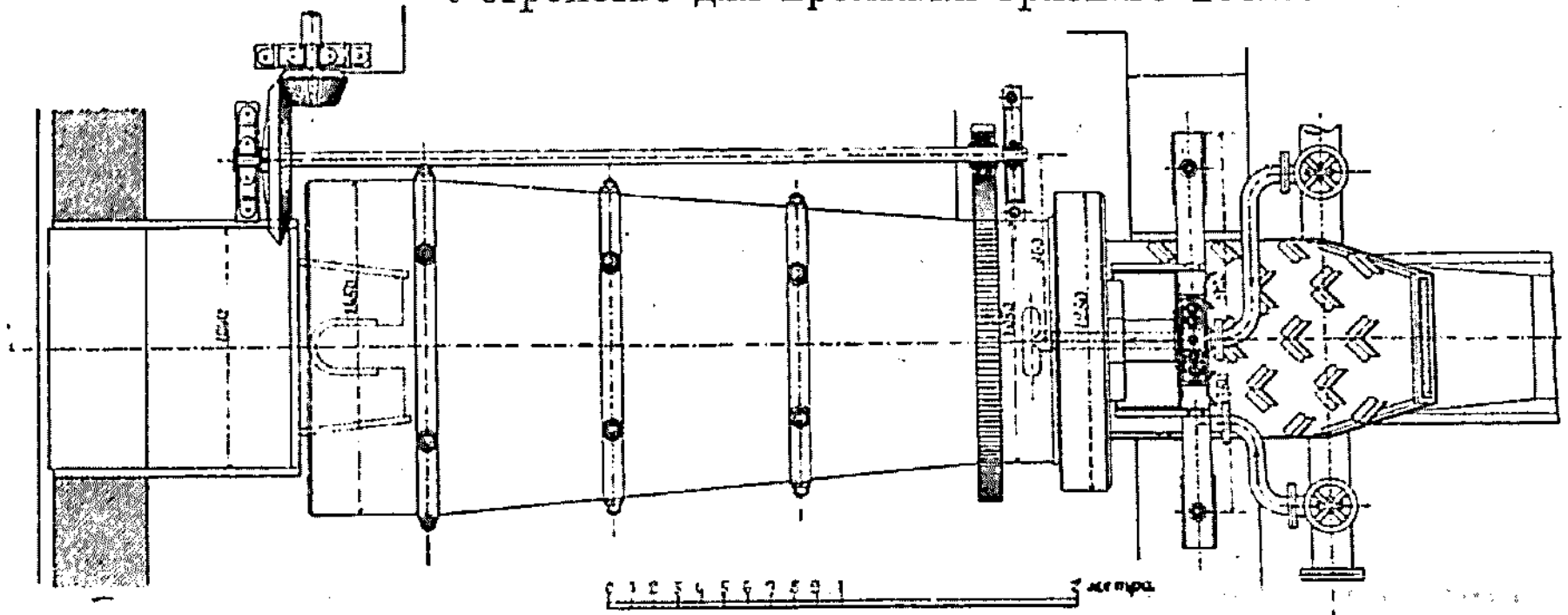
Для проектированія фильтра въ обоихъ случаяхъ надо задать количество воды, профильтровываемымъ 1 кв. футомъ песчаной поверхности въ сутки. Какъ объ этомъ упоминалось выше, 1 кв. футъ фильтра даетъ въ сутки отъ 6 до 12 куб. ф. воды. Скорость протеканія въ часъ =  $3''$  —  $6''$ . Прежде при фильтрованіи брали высшій предѣль, но теперь при проектированіи придерживаются цифры 8 куб. футъ. Если  $Q$  есть суточный расходъ, то, назвавъ полезную площадь фильтра черезъ  $\Omega$ , получимъ:  $\Omega = \frac{Q}{8}$  кв. футъ. Эту площадь разбиваютъ на  $n$  частей соответствующихъ числу памѣченныхъ отдѣленій и площадь каждаго изъ нихъ будетъ:  $\omega = \frac{\Omega}{n}$ . Площадь одного отдѣленія должна, однако, имѣть нѣкоторые абсолютные размѣры, установленные практикой, какъ наиболѣе выгодные; эти размѣры напримѣръ по указаніямъ Газена составляютъ: для закрытыхъ фильтровъ — 2100 — 2400 кв. метровъ, для открытых — 3300 — 4250 кв. метровъ общей площади. Такъ какъ фильтры надо чистить время отъ времени, то дѣлаютъ кромѣ  $n$  еще одно или рѣже два запасныхъ отдѣленія. Очевидно, что запасъ полезной площади тѣмъ меньше, чѣмъ больше  $n$ , такъ что выгодно было бы разбивать на возможно большее число частей, но тогда удорожается устройство.

Поэтому берутъ  $n$  среднее:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{для малыхъ городовъ } 3 \text{ или } 4 \\ \text{для большихъ } \quad \quad \quad \quad \quad 6 \quad \quad 7 \end{array} \right\} n$ .

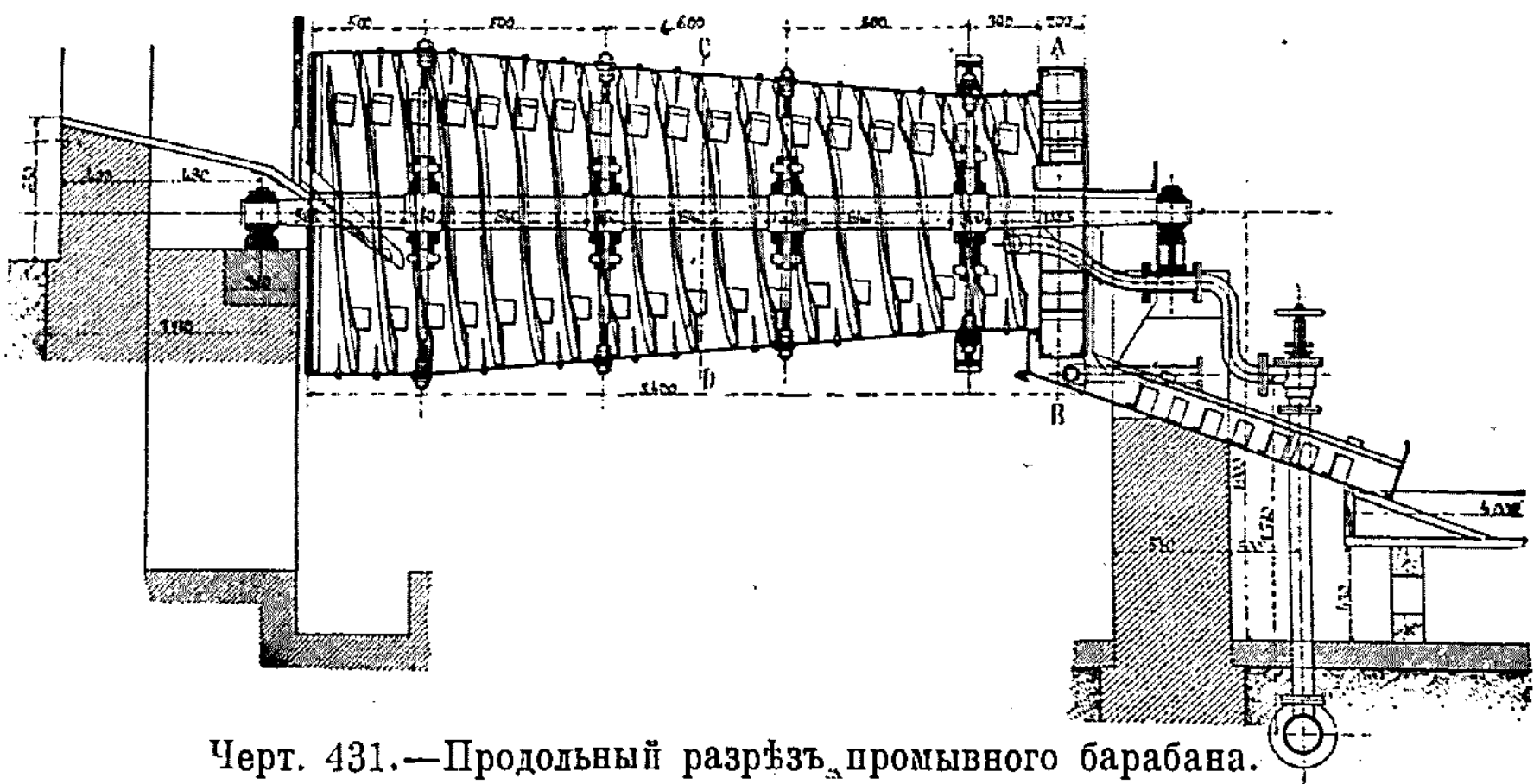
Въ Варшавѣ взято сначала *нять* отдѣленій; но число ихъ увеличивается до 11. Съ запаснымъ же — ихъ будетъ 12. Въ Петербургѣ прежде  $n = 10$ ; запасное ( $n + \text{первое}$ ) — одно. Теперь къ нимъ прибавлено (въ 1896 году) еще семь.

Фильтры города Берлина на Тегельскомъ озерѣ.

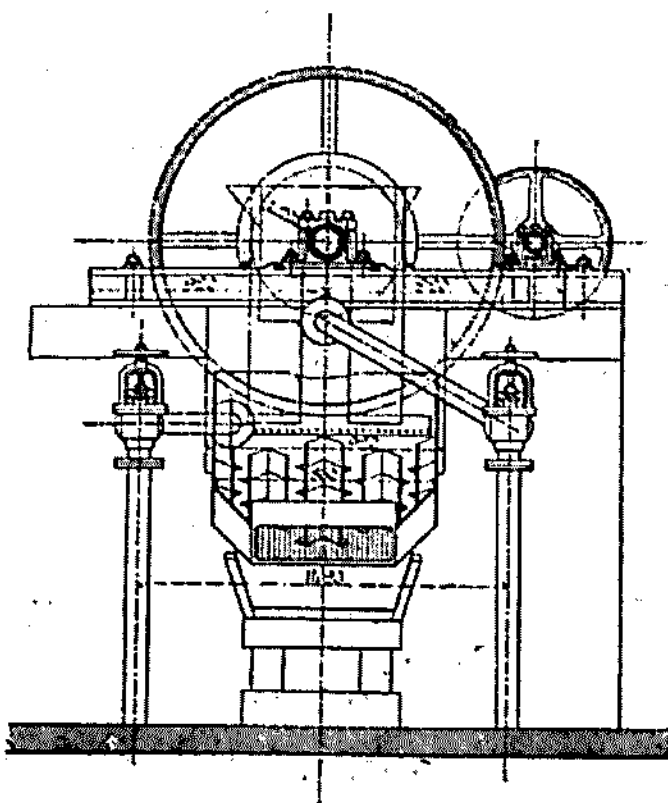
Устройство для промывки грязнаго песка.



Черт. 430.—Планъ промывнаго барабана.



Черт. 431.—Продольный разрѣзь промывнаго барабана.



Черт. 432.—Видъ промывнаго барабана спереди.

Грязный песокъ поступаетъ въ широкій конецъ барабана и при вращеніи его медленно подвигается винтовой внутренней желобчатой поверхностью барабана къ другому концу. По пути песокъ обмывается струями вбрызгиваемой въ барабанъ воды.

Когда определена *площадь* отдѣленія, переходятъ къ определѣнню *размѣровъ* ея сторонъ. Обыкновенно дѣлаютъ отдѣленія прямоугольными съ отношеніями сторонъ  $a:b$ , какъ 1:2 или 1:3.

Въ дѣйствительности  $a$  и  $b$  надо увеличить, ибо перекрытіе дѣлается на сводахъ (см. черт. 428—429) и столбахъ, которые отнимаютъ площадь отъ песчапаго фильтра. Надо увеличить настолько, чтобы чистая отъ столбовъ поверхность фильтровъ (*одного фильтра*) была не менѣе  $\omega$ . Разстояніе между столбами 10' до 14 футь.

Выгодно увеличить пролетъ, но до извѣстнаго предѣла, такъ какъ иначе столбы очень утолщаются. При разстояніи между столбами 10'—14' гранитные столбы имѣютъ квадратное сѣченіе со стороной квадрата 15—16 дм. Кирпичные столбы, какъ менѣе прочные, приходится дѣлать еще больше. Въ фильтрѣ получаются продольныя и поперечныя галлерей (черт. 404, 405, 428, 429).

Въ каждой изъ галлерей есть дренажная кирпичная собирательная труба (черт. 405, 418, 420, 423—426. 428, 420). Каналь  $ab$  (черт. 413) собираетъ воду и ведетъ въ камеру  $c$  и затѣмъ въ общую сборную трубу изъ всѣхъ отдѣленій. Нефильтрованная вода входитъ на дюймъ выше обыкновеннаго уровня воды въ фильтрѣ и сейчасъ же разливается по фильтру. Особые вертикальные каналы сообщаютъ каналы  $ab$  съ наружнымъ воздухомъ при помощи своихъ устьевъ, которые находятся въ стѣнкѣ выше максимальнаго горизонта воды (размѣры ихъ  $\frac{1}{2}$  кирп.  $\times$   $\frac{1}{2}$  кирп.). Такіе каналы находятся какъ въ поперечныхъ, такъ и въ продольныхъ стѣнахъ (чтобы воздухъ изъ фильтрующихъ слоевъ свободно входилъ и выходилъ).

Сводъ покрывается сверху 3—4 футами земли, что обыкновенно достаточно для защиты воды отъ лѣтняго зноя и зимняго холода.

Покрытія фильтровъ дѣлаются сводами возможно болѣе легкаго устройства, чтобы столбы были тоньше. Кромѣ того, нужно выбирать такія покрытія, при которыхъ работа идетъ возможно скорѣе. Въ Варшавѣ легкія покрытія состоятъ изъ парусныхъ сводовъ въ  $\frac{1}{2}$  кирпича. (4 каменьчика выводили въ день два сводовыхъ покрытія).

Въ Петербургѣ выбраны бетонные цилиндрическіе своды; они хотя тяжелѣе предыдущихъ, но выводятся еще быстрѣе. Варшавскій, Албанійскій и Петербургскій фильтры представляютъ типичные образчики подобныхъ сооружений (черт. 413 и 429).

Для правильности дѣйствія фильтра необходимо, чтобы скорость



протеканія чрезъ него воды не превосходила указанныхъ предѣловъ. Для этого устраиваются различные приборы, регулирующие расходъ воды, вытекающей изъ фильтра. Одинъ изъ нихъ см. на черт. 427. Основная часть устройства поплавковъ съ подвижной трубкой и прорѣзомъ. Поплавковъ уравновѣшенъ грузомъ. При колебаніяхъ уровня расходъ очевидно не мѣняется, такъ какъ толщина сливающагося слоя останется постоянной.

Трубы, какъ приводящая воду на фильтры, такъ равно и отводная, должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы помощью крановъ можно было выдѣлить любое изъ отдѣленій фильтра, не прекращая дѣйствія другихъ. Труба, отводящая изъ фильтровъ воду въ бассейнъ чистой воды, должна имѣть и обходную вѣтвь, которая давала-бы возможность получать воду изъ фильтровъ въ машинное зданіе помимо бассейна. Для спуска нижнихъ слоевъ воды передъ очисткой фильтровъ устраивается соединеніе и съ водостоками въ этотъ же водостокъ впускаютъ и холостыя трубы. Близъ фильтровъ должно быть помѣщеніе для мытья грязнаго песка и для склада чистаго. ~~Послѣдній~~ желательно имѣть со стороны входа въ отдѣленіе фильтра, который обыкновенно устраиваютъ въ нижнемъ концѣ отдѣленія. Входы въ фильтры должны быть достаточно широки ради удобства вывоза грязнаго песка при очисткѣ; для этой же цѣли отъ входныхъ дверей устраиваютъ внутрь фильтра пологій каменный сходъ. Наконецъ вблизи фильтровъ должно быть помѣщено жилое зданіе для служебнаго персонала и хотя-бы небольшая станція для испытаній воды. Мытье песка прежде дѣлалось обыкновенно ручнымъ способомъ. Теперь же для этого примѣняются механическія приспособленія, одно изъ коихъ показано на черт. 430—432.

## § 65. Эмпирическіе законы задержки бактерій англійскими песочными фильтрами по даннымъ Варшавскаго водопровода.

Гамбургъ и Альтона снабжаютъ своихъ жителей водою изъ одной и той же самой рѣки Эльбы, причемъ первый изъ этихъ городовъ черпаетъ ее изъ мѣста, расположеннаго выше устьевъ водосточныхъ каналовъ, второй — не вдалекѣ отъ нихъ; первый давалъ до 1893 г. своему населенію нефильтрованную (сырую) воду, вто-

рой—очищенную фильтрами; первый сильно пострадалъ въ 1892 г. отъ холеры, второй почти совсѣмъ былъ пощаженъ эпидеміею.

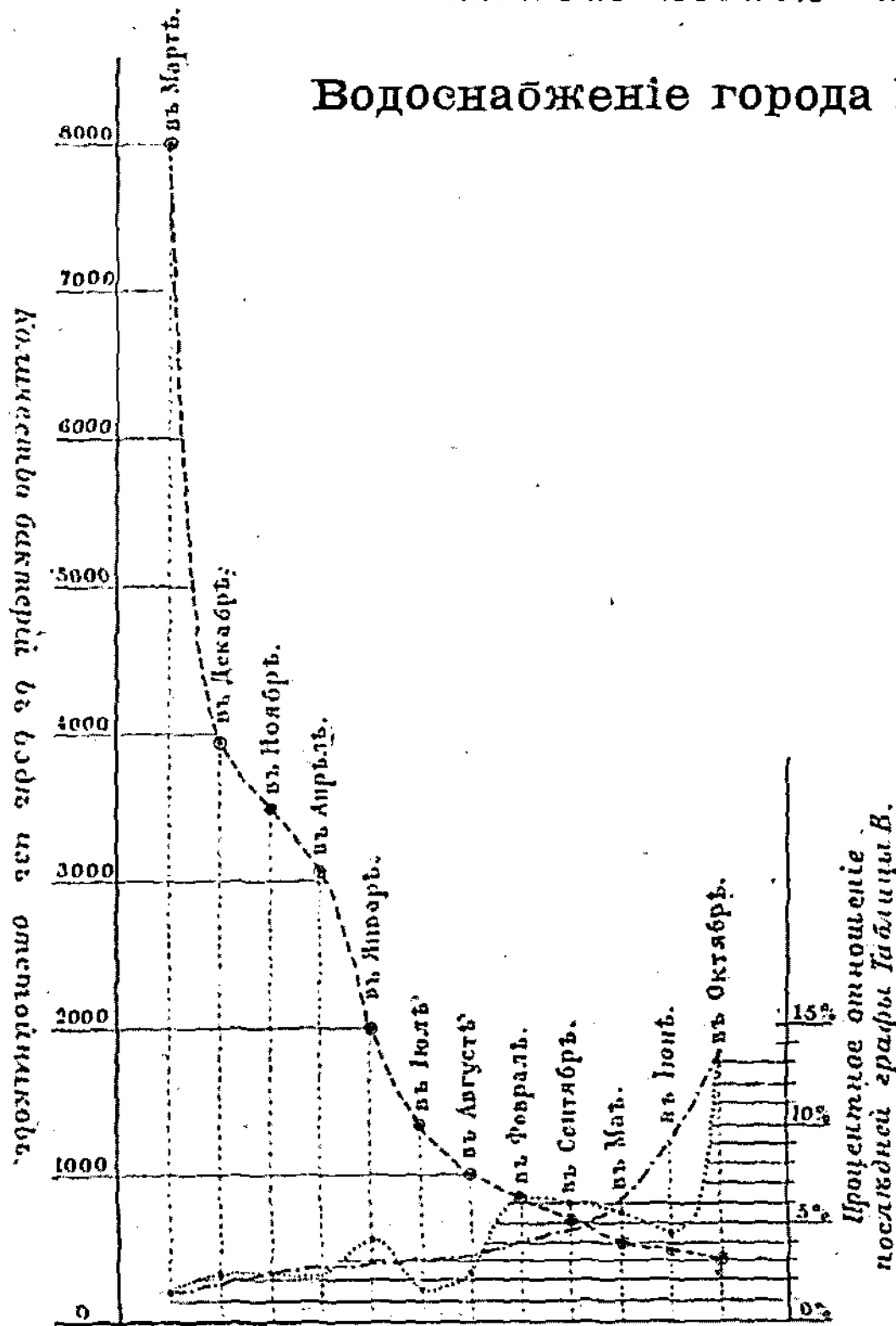
Этимъ обстоятельствомъ доказано, повидимому, безспорно, что съ одной стороны, вода можетъ служить разсадникомъ холерной эпидеміи, съ другой, что надлежащая очистка воды путемъ фильтраціи въ состояніи почти совершенно лишить ее такихъ вредныхъ свойствъ.

Подъ впечатлѣніемъ ужасной смертности, вызванной холерной эпидеміей въ Гамбургѣ, въ виду дурныхъ условій, какія господствовали тамъ въ отношеніи водоснабженія, а также подъ вліяніемъ очерпнутаго изъ этого опыта убѣжденія въ важномъ значеніи правильной фильтраціи воды, Государственное Санитарное вѣдомство въ Германіи поспѣшило издать соотвѣтственныя обязательныя правила для всѣхъ германскихъ городовъ, снабжаемыхъ фильтрованной водою изъ открытыхъ водовмѣстилищъ. Эти правила, опредѣляя способъ производства фильтраціи и устройства фильтровъ, указывали одновременно на бактериологическое изслѣдованіе воды, какъ на надежный способъ контроля дѣйствія фильтровъ и установили извѣстную постоянную норму числа бактерій, какое можетъ быть терпимо безнаказанно въ доставляемой населенію водѣ. Однако эти правила, въ принципѣ совершенно справедливыя, будучи изданы, экстренно, подъ вліяніемъ впечатлѣнія, вызваннаго исключительными обстоятельствами, оказались въ высокой степени непрактичными и непримѣнимыми. Поэтому управленія различныхъ городовъ при посредствѣ своихъ водопроводныхъ инженеровъ выступили съ оффиціальными протестами противъ введенія въ дѣйствіе этихъ правилъ; и постановленіемъ государственнаго канцлера Каприви была назначена смѣшанная комиссія изъ водопроводныхъ инженеровъ, представителей Государственнаго Санитарнаго вѣдомства и частныхъ специалистовъ, которой поручено было просмотрѣть эти правила и передѣлать ихъ сообразно съ дѣйствительными потребностями.

Видоизмѣненныя комиссіею въ концѣ 1893 и началѣ 1894 года правила были установлены временно только на два года и лишь на случай угрожающаго появленія холеры. Водопроводные инженеры, приймавшіе участіе въ этой комиссіи, обязались при этомъ для того, чтобы собрать соотвѣтственный матеріалъ, на основаніи котораго по истеченіи двухъ лѣтъ можно было бы составить новыя постоянныя правила, соотвѣтствующія успѣхамъ науки и получен-

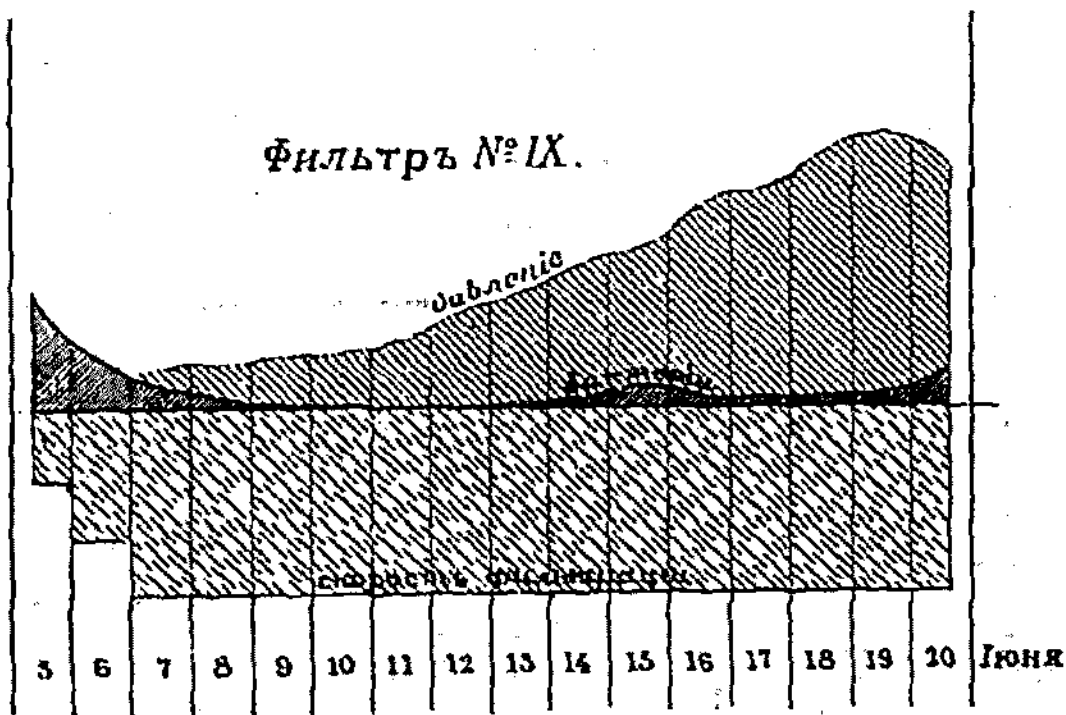
Англійскіе песочные фильтры.

Водоснабженіе города Варшавы.



Черт. 433.

Графикъ, показывающій абсолютное количество бактерий въ сырой водѣ (въ отстойниковѣ) на куб. сантим. въ разное время года и процентное отношеніе къ нѣмъ количества бактерий въ фильтрованной водѣ.



Черт. 434.

Графикъ, показывающій зависимость между давленіемъ, скоростью фильтраціи и числомъ бактерий въ фильтратѣ.

Масштабъ.  
 для давленія 1% = 2 сантиметры.  
 „ бактерий 1% = 20 штукъ.  
 „ скорости 1% = 4 миллиметра въ часъ.

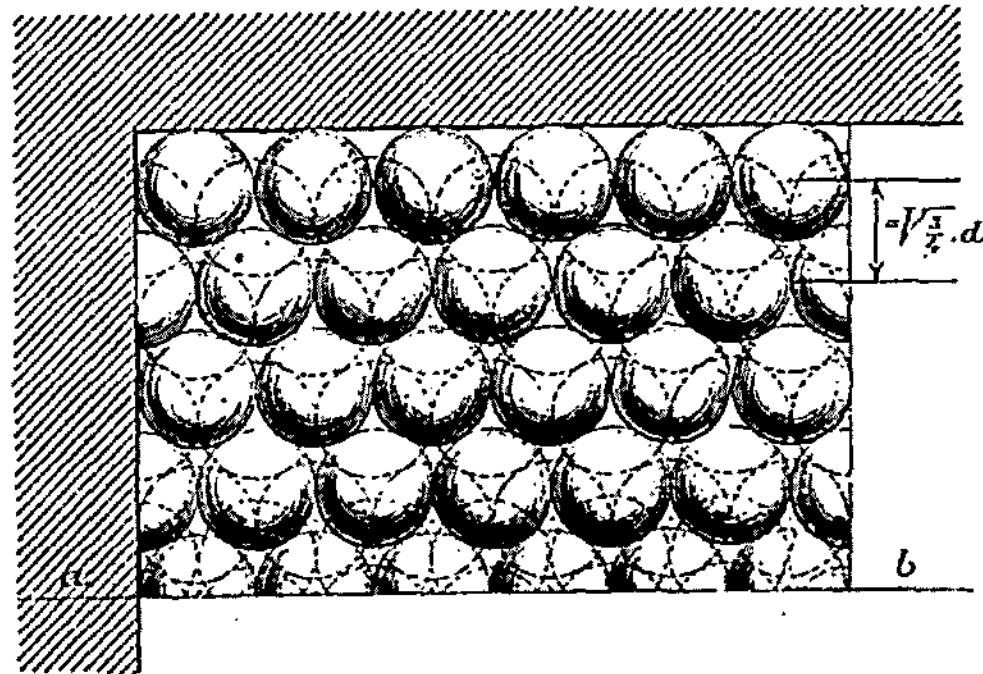
Таблица № 24.—Средні мѣсячные и годичные выводы для количества бактерій, найденнаго въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ воды Варшавскаго водопровода.

(Л. К. Вагиаскій. — Результаты бактериол. изслѣдов. Варшав. водопр. въ 1895 г.).

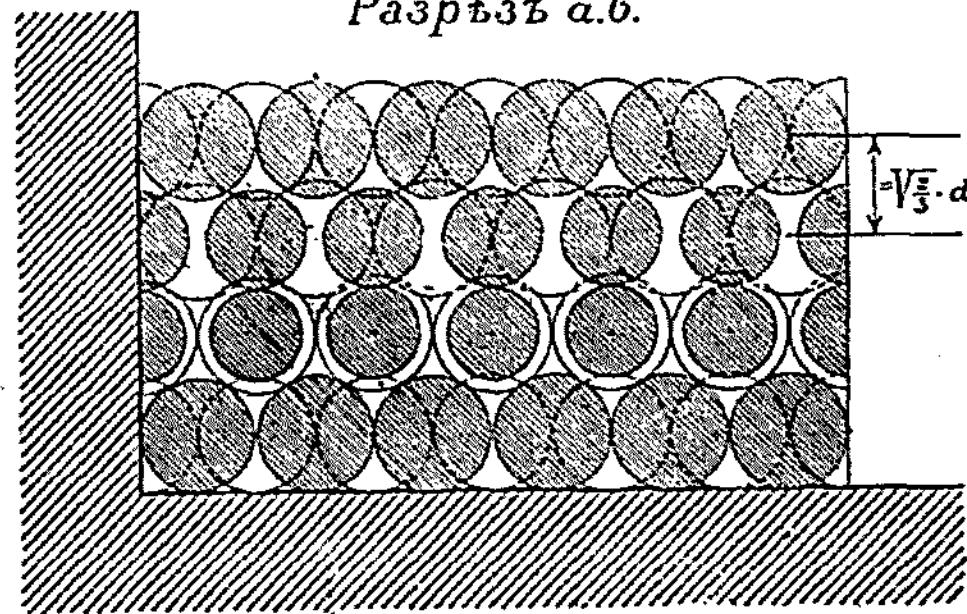
Мѣсяцъ	1.	2.	3.	4.												5.
				Въ водѣ очищенной фильтрами №№												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Январь . . . . .	2194	1996	31	46	43	32	33	16	31	66	107	488	53	34	62	84
Февраль . . . . .	858	842	35	69	44	39	33	23	28	65	123	105	39	48	46	55
Мартъ . . . . .	10334	8110	83	97	84	96	83	66	45	428	129	257	80	81	66	126
Апрѣль . . . . .	3854	3121	63	99	45	68	61	53	50	154	119	129	37	47	69	78
Май . . . . .	516	557	16	20	24	19	17	11	15	92	66	66	19	14	11	31
Юнь . . . . .	518	494	13	14	11	22	15	9	11	54	61	34	10	13	7	22
Юль . . . . .	1369	1340	22	31	17	27	29	10	29	17	30	23	15	9	13	21
Августъ . . . . .	1466	1002	20	26	30	31	55	9	14	26	31	27	12	12	22	25
Сентябрь . . . . .	691	649	25	81	40	47	19	8	33	106	29	56	22	14	22	39
Октябрь . . . . .	394	424	18	12	13	27	28	8	55	50	172	106	98	45	76	58
Ноябрь . . . . .	4736	3512	81	23	24	161	144	103	156	74	64	75	50	41	138	88
Декабрь . . . . .	5035	3056	77	50	30	115	63	114	193	59	23	125	173	38	223	100
Для цѣлаго года . . . . .	2714	2167	40	47	34	57	48	36	55	100	80	124	51	33	63	

Англійскіе песочные фильтры.

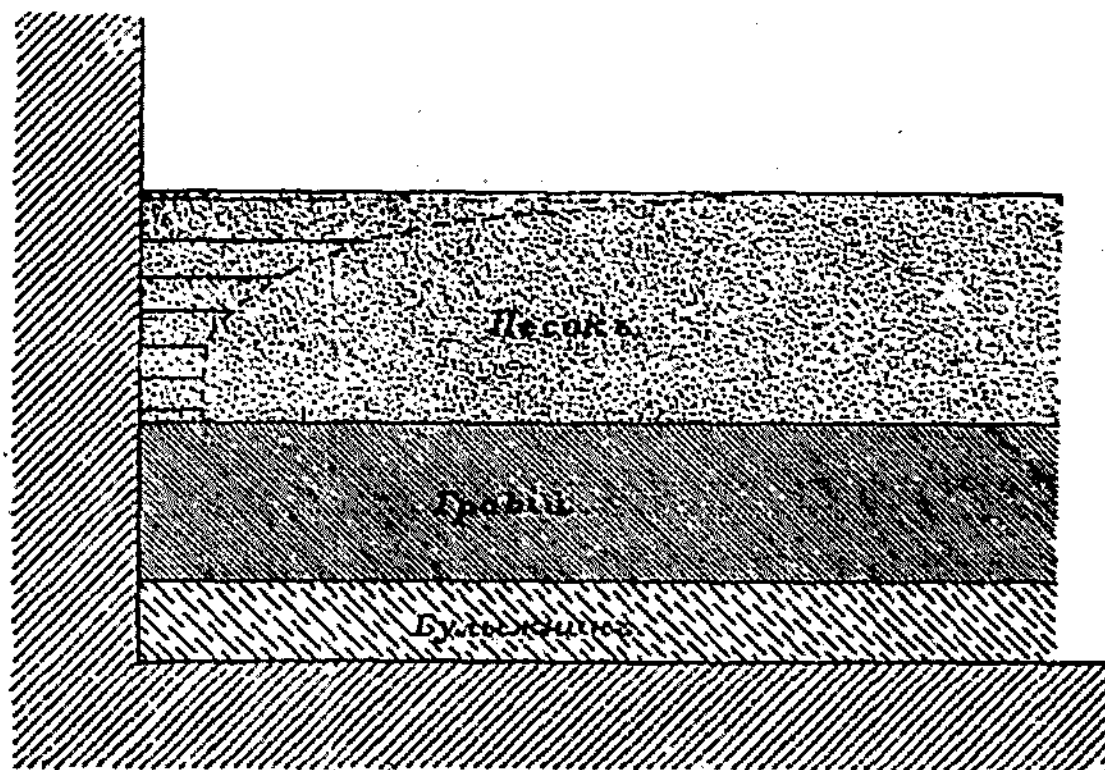
Водоснабженіе города Варшавы.



Разрѣзь a.b.



Черт. 435 и 436.—Планъ и разрѣзь схемы фильтра изъ шаровыхъ зеренъ.



Черт. 437.—Разрѣзь фильтра съ показаніемъ относительныхъ количествъ бактерий, остающихся въ фильтрующемъ слое песка на различныхъ глубинахъ. Эти количества выражены длиной черныхъ горизонтальныхъ линий.

нымъ на практикѣ даннымъ — вести постоянный, правильный контроль какъ хода самой фильтраціи, такъ и чистоты воды, путемъ производства ежедневныхъ бактериологическихъ анализовъ.

Но въ Варшавскомъ водопроводѣ такой бактериологической контроль былъ введенъ еще до обязательства, даннаго германскими инженерами. Выводы, сдѣланные на основаніи наблюденій Варшавскаго водопровода имѣютъ не только санитарное значеніе, но и проливаютъ нѣкоторый свѣтъ на законы фильтраціи вообще. Поэтому мы приведемъ ихъ здѣсь въ краткомъ изложеніи (см. Результаты бактериологическаго изслѣдованія дѣйствія фильтровъ Варшавскаго водопровода въ 1895 году. Докладъ III-му водопроводному Съѣзду Л. К. Багипскаго).

Таблица № 24 даетъ средніе мѣсячные и годовые выводы для количества бактерій, найденныхъ въ 1 кубическомъ сантиметрѣ воды, взятой изъ разныхъ мѣстъ, поименованныхъ въ заглавіяхъ соответственныхъ графъ. Разсматривая числа этой таблицы, прежде всего можемъ замѣтить, что отстаиваніе вообще вліяетъ на уменьшеніе числа бактерій, заключающихся въ сырой водѣ, что особенно замѣтно тогда, когда послѣдняя весьма богата ими. При маломъ содержаніи бактерій въ сырой водѣ, число ихъ при отстаиваніи или остается почти безъ измѣненія, или даже увеличивается, какъ это видно здѣсь въ мѣсяцахъ маѣ и октябрѣ. Это обстоятельство можно объяснить тѣмъ, что рѣчная вода, богатая бактеріями, одновременно весьма мутна и что тяжелая муть, падая быстро всею массою на дно отстойниковъ, увлекаетъ съ собою бактеріи въ большемъ количествѣ противъ свойственной имъ способности размножаться въ это же самое время, между тѣмъ какъ въ водѣ съ малымъ количествомъ мути, притомъ легкой и трудно осаждающейся, можетъ происходить совершенно противоположное явленіе.

Что касается зависимости между количествомъ бактерій, переходящихъ въ фильтратъ и числомъ ихъ въ сырой водѣ, то по даннымъ, представленнымъ на этой таблицѣ, она не усматривается до такой степени ясно, какъ это можно видѣть изъ соответственнаго графика (черт. 433); однако, сравнивая числа второй графы съ такими же числами послѣдней, вообще можно замѣтить, что въ большинствѣ случаевъ увеличеніе числа бактерій въ сырой водѣ соответствуетъ увеличеніе числа ихъ въ профильтрованной, а слѣ-

довательно по максимуму ихъ въ первой водѣ соотвѣтствуетъ максимумъ во второй.

Относительно чистоты въ бактериологическомъ отношеніи воды, доставляемой жителямъ Варшавы, заключеніе даетъ третья графа, представляющая содержаніе бактерій въ водѣ изъ резервуара, т. е. въ водѣ смѣшанной изъ всѣхъ фильтровъ.

Изъ горизонтальной графы внизу таблицы оказывается, что фильтры, означенные номерами 7, 8 и 9, фильтровали хуже всѣхъ, что объясняется тѣмъ, что это были новые фильтры, только что приведенные въ дѣйствіе; фильтраціонный матеріалъ ихъ былъ свѣжій, а слѣдовательно богатъ бактеріями. Верхній слой песка въ нихъ еще не имѣлъ времени надлежащимъ образомъ пропитаться иломъ и увеличить этимъ свою способность задерживать бактеріи изъ сырой воды, а кромѣ того, вода эта, проходя дальше фильтръ, вымывала бактеріи изъ свѣжаго фильтраціоннаго матеріала, увлекаая ихъ съ собою въ фильтратъ.

На таблицѣ № 25 показаны среднія числа, изображающія процентное отношеніе числа бактерій, попадающихъ въ фильтратъ, къ числу ихъ въ отстоявшейся водѣ.

Сравнивая между собою числа предпоследней и последней графы замѣтимъ, что вторыя всегда больше первыхъ.

Это доказываетъ только, что, если тѣ или другіе фильтры давали воду, несоотвѣтствующую по количеству бактерій требованіямъ, скорость фильтраціи въ нихъ сравнительно съ другими уменьшилась соотвѣтственнымъ образомъ и, даже нерѣдко въ теченіе болѣе или менѣе долгаго времени такой фильтратъ спускался въ каналъ вмѣсто того, чтобы поступать въ резервуаръ.

Если сравнить числа последней графы таблицы № 25 съ соотвѣтственными числами второй графы предыдущей таблицы № 24, при помощи графика, представленнаго на чертежѣ 433, то изъ общаго направленія кривой, представляющей абсолютное количество бактерій въ отстоявшейся водѣ и кривой для процентнаго содержанія ихъ въ фильтратѣ, слѣдуетъ прійти къ тому заключенію, что, съ увеличеніемъ числа бактерій въ сырой водѣ, процентное содержаніе ихъ въ профильтрованной водѣ уменьшается. Это обстоятельство объясняется тѣмъ, что чѣмъ богаче вода бактеріями, тѣмъ болѣе она содержитъ обыкновенной мути, которая, осаждааясь на поверхности

Таблица № 25. — Соотношения между числом бактерий в водѣ Варшавскаго водопровода до и послѣ фильтраціи.

(Л. К. Багинскій.—Результаты бакт. изслѣд. Варш. водопр. въ 1895 г.).

Мѣсяцы	На 100 бактерий в водѣ сырой (отстойниковъ) найдено среднимъ числомъ въ фильтрахъ:												Средняя чистота для всѣхъ фильтровъ.	
	Въ фильтрахъ №№													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Январь . . . . .	2,30	2,15	1,60	1,65	0,80	1,55	3,30	5,36	24,45	2,66	1,70	3,11	1,55	4,21
Февраль . . . . .	8,19	5,23	4,63	3,92	2,73	3,33	7,72	14,61	12,47	4,63	5,70	5,46	4,15	6,53
Мартъ . . . . .	1,19	1,03	1,18	1,02	0,81	0,55	5,28	1,59	3,17	1,00	1,00	0,81	1,02	1,55
Апрѣль . . . . .	3,17	1,44	2,18	1,96	1,70	1,60	4,93	3,81	4,10	1,19	1,50	2,21	2,02	2,49
Май . . . . .	3,59	4,31	3,41	3,05	1,97	2,69	16,52	11,85	11,85	3,41	2,51	1,97	2,87	5,56
Июнь . . . . .	2,81	2,22	4,45	3,03	1,82	2,22	10,93	12,35	6,88	2,02	2,63	1,41	2,63	4,45
Июль . . . . .	2,31	1,27	2,01	2,16	0,75	2,16	1,27	2,24	1,72	1,12	0,67	0,97	1,64	1,56
Августъ . . . . .	2,59	2,99	3,09	5,49	0,89	1,39	2,59	3,09	2,69	1,19	1,19	2,19	1,99	2,49
Сентябрь . . . . .	12,48	6,10	7,24	2,93	1,23	5,08	16,35	4,47	8,63	3,39	2,16	3,39	3,85	6,01
Октябрь . . . . .	2,83	3,07	6,37	6,60	1,88	12,97	11,79	40,57	25,00	23,11	10,61	17,92	4,25	13,68
Ноябрь . . . . .	0,66	0,69	4,58	4,10	2,96	4,44	2,10	1,82	2,13	1,42	1,17	3,93	2,34	2,53
Декабрь . . . . .	1,26	0,76	2,91	1,60	2,88	4,90	1,51	0,58	3,16	4,62	0,94	5,63	1,94	2,52
Средн. числомъ для цѣлаго года.	3,91	2,60	3,64	3,13	1,70	3,57	7,02	8,53	8,85	4,15	2,65	4,08	2,52	



фильтраціоннаго песка, образуетъ илстую пленку ббльшей толщины, способствующую болѣе чистой фильтраціи.

Далѣе легко замѣтить, что всякій разъ, когда количество бактерій въ сырой водѣ увеличивается, число ихъ въ фильтрованной водѣ резервуара также возрастаетъ.

Этотъ параллелизмъ доказываетъ въ достаточной степени координацію трехъ явленій, каковы: стояніе горизонта воды въ рѣкѣ, количество взвѣшенной мути и количество микроорганизмовъ; эта координація, какъ извѣстно, зависитъ главнымъ образомъ отъ атмосферныхъ осадковъ.

Указываемая зависимость выражается въ томъ, что каковы бы ни были условія фильтраціи, т. е. находились ли фильтры въ началѣ или концѣ періода своей дѣятельности, тонкимъ-ли или толстымъ слоемъ осадился иль на покрывающемъ ихъ поверхность песокѣ, происходила ли фильтрація черезъ старый или вновь насыпанный песокъ, происходила ли фильтрація съ большею-ли или меньшею скоростью, подъ большимъ или меньшимъ давленіемъ, — каждому увеличенію бактерій въ сырой водѣ всегда и постоянно, хотя не въ одинаковой степени, отвѣчаетъ увеличеніе числа ихъ въ фильтратѣ. Это заставляетъ вывести заключеніе, что между двумя этими величинами существуетъ извѣстная *опредѣленная зависимость*, подчиняющаяся *извѣстному закону*.

Это обстоятельство выказываетъ также, что песчаные фильтры не играютъ роли совершеннаго сита, что болѣе или менѣе благоприятныя условія фильтраціи могутъ оказывать вліяніе только на болѣе или менѣе значительное уменьшеніе относительнаго количества бактерій, но не на абсолютное ихъ задержаніе.

Далѣе обращаетъ на себя вниманіе еще одно обстоятельство, а именно, что въ началѣ почти каждаго періода фильтраціи, т. е. въ теченіе первыхъ дней послѣ очистки фильтра, кривая, представляющая количество бактерій, начинается довольно высоко и затѣмъ вдругъ падаетъ, принимая видъ, показанный на черт. 434. Это объясняется тѣмъ, что въ теченіе первыхъ дней послѣ очистки на поверхности песка не образовался еще слой ила, вліяющій главнымъ образомъ на уменьшеніе количества бактерій. Это тотъ періодъ времени, когда фильтрующаяся вода передавала фильтрату кромѣ своихъ собственныхъ еще бактеріи, вымываемыя изъ ея песка.

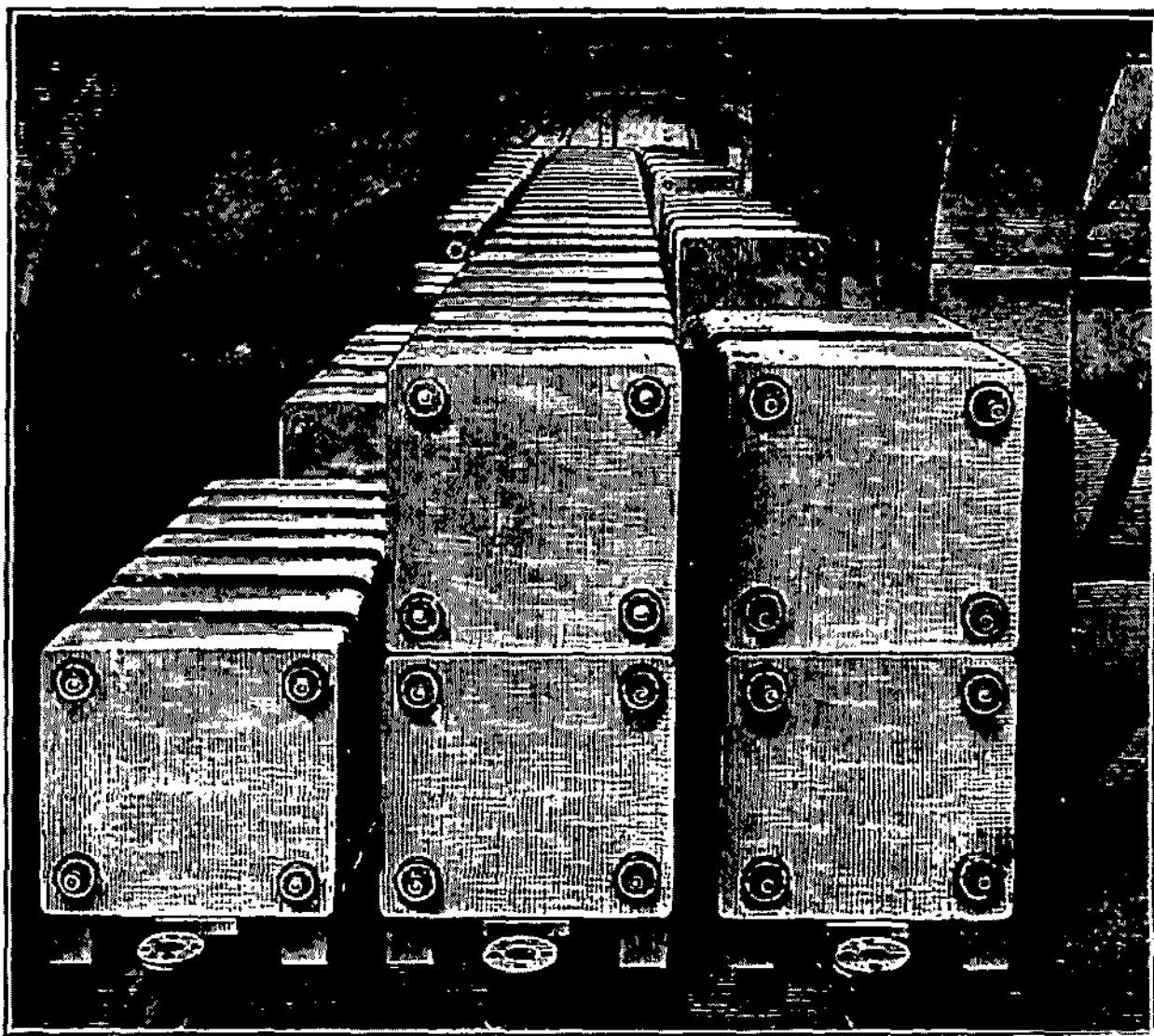
Словомъ, между количествами бактерій въ фильтратѣ и сырой водѣ существуетъ какая-то зависимость, подчиняющаяся какому-то общему закону, который можно выразить общею формулою  $y = k \varphi(x)$ . гдѣ  $y$  означаетъ число бактерій въ фильтратѣ,  $x$  — число ихъ въ сырой водѣ, а  $k$  — нѣкоторый коэффициентъ, стоящій въ зависимости отъ рода и устройства самаго фильтра, а также отъ условій, сопровождающихъ фильтрацію. Слѣдовательно при одномъ и томъ же значеніи для  $x$ , но при разныхъ условіяхъ фильтраціи, т. е. при разныхъ значеніяхъ для  $k$ , будутъ получаться соотвѣтственно разные значенія для  $y$ , т. е. для количествъ перешедшихъ въ фильтратъ бактерій.

Обстоятельствамъ фильтрованія, наблюдавшимся въ 1895 г. въ Варшавѣ, лучше всего удовлетворяетъ по мнѣнію инженера Л. П. Багинскаго прямая линія, немного наклоненная къ оси  $X$  и пересѣкающая ось  $Y$  выше начала осей координатъ. Эта линія, какъ прямая, показываетъ, что законъ фильтраціи въ бактериологическомъ отношеніи, т. е. зависимость количества бактерій переходящихъ въ фильтратъ отъ количества ихъ въ фильтруемой водѣ можетъ быть при постоянныхъ условіяхъ, сопровождающихъ фильтрацію, выраженъ весьма просто; то же обстоятельство, что линія эта пересѣкаетъ ось  $Y$  выше начала осей координатъ, или, что при  $x$  равномъ даже нулю, въ фильтрованной водѣ все еще можетъ находиться нѣкоторое количество бактерій, доказываетъ, что въ Варшавѣ въ 1895 г., кромѣ сырой воды еще и фильтраціонный матеріалъ доставлялъ фильтрату нѣкоторое количество бактерій. Помощью составленія графика въ большомъ масштабѣ, это количество найдено равнымъ 10.

Что касается угла ( $\alpha$ ) который линія эта образуетъ съ осью  $X$ , то тангенсъ его ( $tga$ ) представляетъ здѣсь именно среднюю величину того коэффициента  $k$ , который по положенію принять постояннымъ для данныхъ собирательныхъ значеній  $x$  и  $y$ ; числовая его величина, опредѣлена средней изъ значеній всѣхъ отдѣльныхъ отношеній  $\left(\frac{y-10}{x}\right)$  для всѣхъ  $Y$  и  $X$ , нанесенныхъ на графикъ; величина эта выражается дробью  $0,95/100$ . И такъ, законъ фильтраціи (въ бактериологическомъ отношеніи) для варшавскихъ фильтровъ за 1895 годъ, при принятомъ предположеніи по отношенію къ переменнымъ условіямъ сопровождающимъ фильтрацію, можно выразить уравненіемъ  $y = 10 + 0,95/100 x$ .

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

М е х а н и ч е с к и е ф и л ь т р ы.



Черт. 438.

Фильтръ Фишера и Петерса.

## § 66. Теорія фільтраціи.

Выше было уже указано, что фильтрование воды через песчаные слои представляет собою весьма сложный процесс, не только механической, но и биологической. Процесс этот далеко еще не разъяснен во всех своих подробностях и потому тем более трудно обнять его математическими формулами, которые связали бы между собой все его элементы. Тем интереснее, однако, попытки установления такой связи, одну из которых, принадлежащую инженеру Багинскому (см. выше—§ 65) мы приведем здесь.

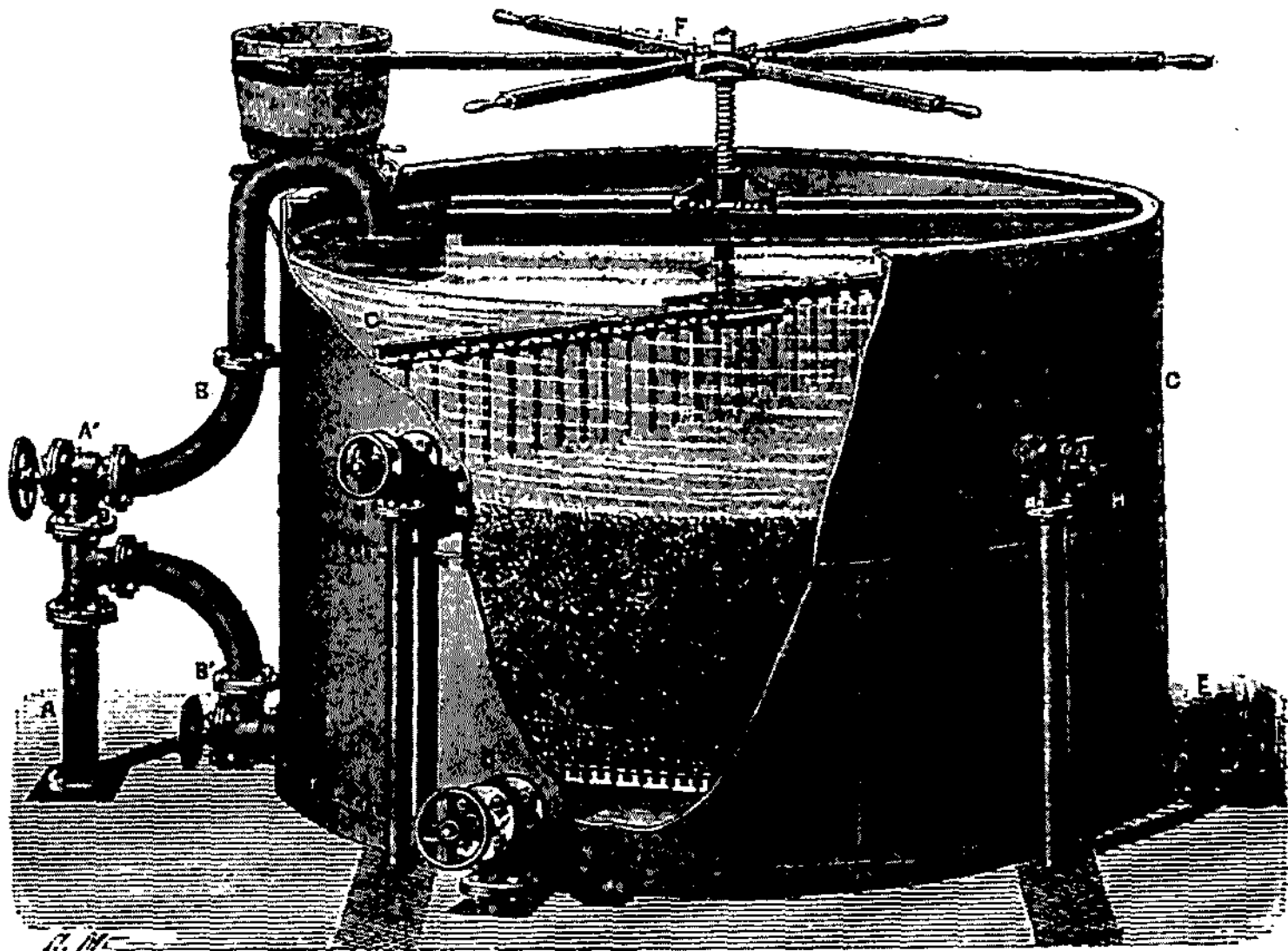
Согласно указаниям г. Багинского, в процессъ фильтраціи бактерий слѣдуетъ признать не чѣмъ инымъ, какъ нѣкотораго рода весьма мелкой мутой, одаренной жизненною способностью, и па этомъ основаніи все *наблюдения* и выводы, полученные выше (§ 65) изъ нѣсколькихъ тысячъ опытныхъ данныхъ, должны относиться и къ фильтраціи въ случаѣ обыкновенной мути, за исключеніемъ, понятнo, тѣхъ особенныхъ свойствъ, которыя тѣсно связаны съ жизнеспособностью бактерий, напимѣръ свойства весьма быстро размножаться при благоприятныхъ условіяхъ. Такое возрѣніе навело на мысль, что и зависимость количества мути, проходящей въ фильтрѣ отъ того количества ея, которое содержится въ фильтруемой водѣ, подчиняется извѣстному определенному закону, который, при постоянныхъ, неизмѣнныхъ условіяхъ фильтраціи, долженъ бы теоретически выражаться такъ-же просто, какъ выше это оказалось для бактерий, т. е. уравненіемъ прямой. Если затѣмъ, послѣ выведенія такого уравненія для мути, представится возможность вывести изъ него при извѣстныхъ положеніяхъ, такіа характеристическіа свойства фильтраціи, какія замѣчены выше при разсмотрѣніи бактериологическихъ данныхъ, то отсюда можно заключить, что сдѣланное предположеніе относительно тождества закона фильтраціи для бактерий и для мути согласно съ дѣйствительностью.

Для выведенія общей формулы фильтраціи инженеръ Багинскій сначала изслѣдуетъ этотъ процессъ въ теоретическомъ, идеальномъ песчаномъ фильтрѣ, т. е. фильтрѣ состоящемъ изъ зеренъ песка вполне шарообразныхъ, равныхъ между собою и уложенныхъ какъ можно тѣснѣе параллельными слоями, какъ это представлено на черт.

Находящаяся надъ поверхностью песка мутная вода, проникая

Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы.

Механические открытые фильтры.



Черт. 439.

Фильтр системы Говатсона.

Американскія попытки устроить и ввести быстро-дѣйствующіе фильтры вызвали подобныя же попытки въ Европѣ. Изъ числа приборовъ европейскаго происхожденія, получившихъ извѣстное распространеніе, находятся открытые фильтры системы Говатсона (А. Howatson & С<sup>o</sup>). Фильтрующее вещество здѣсь *поларитъ*, одинъ изъ самыхъ энергичныхъ очистителей органическихъ веществъ. Коагулированіе примѣняется также. По этой системѣ, преимущественно распространенной во Франціи, устроена значительная фильтрованная станція въ Канрѣ на 1 миллионъ ведеръ воды въ сутки.

(Н. П. Звминъ).

въ промежутки между песочными зернами, движется сверху вниз; въ этомъ движеніи принимаетъ участіе и содержащаяся въ водѣ муть, причемъ тѣ изъ болѣе тяжелыхъ частицъ, которыя больше минимальныхъ промежутковъ между зернами песка, закрываютъ отчасти эти отверстія. Такимъ образомъ при установившейся фильтраціи (не въ самомъ началѣ ея) въ промежутки между зернами песка проникаетъ лишь вода съ такою мутью, частицы которой мельче наименьшихъ горизонтальныхъ между ними сѣченій дугообразно-треугольнаго очертанія; слѣдовательно, если вѣсь количества мути, содержащейся въ единицѣ объема фильтруемой воды, обозначимъ черезъ  $x$ , то въ слой самага песка входитъ только нѣкоторая часть этого количества— $x''$ .

Свободные промежутки между шаровидными зернами песка уложенными такъ, какъ это мы предположили (черт. 435, 436), образуютъ въ вертикальномъ направленіи зигзагообразные каналыцы съ весьма переменными горизонтальными сѣченіями. Сѣченія съ наименьшею площадью находятся на плоскостяхъ, проходящихъ черезъ геометрическіе центры зеренъ каждаго отдѣльнаго слоя и сумма такихъ сѣченій, въ чемъ легко убѣдиться путемъ вычисленія, составляетъ для данной поверхности песка 0,1 ея, а такъ какъ каждому песочному зерну въ горизонтальномъ направленіи соотвѣтствуютъ два такихъ минимальныхъ сѣченія, то площадь каждаго изъ нихъ составляетъ около  $1/20$  площади большаго круга песочнаго зерна. Горизонтальныя сѣченія съ наибольшею площадью тѣхъ-же извилистыхъ каналыцевъ лежатъ въ горизонтальныхъ плоскостяхъ, раздѣляющихъ на двѣ равныя части разстояніе между центрами зеренъ двухъ слоевъ песку, прилегающихъ непосредственно другъ къ другу. Словомъ, каждый зигзагообразный каналецъ на протяженіи между центрами зеренъ каждаго двухъ сосѣднихъ слоевъ песку начинается наименьшимъ сѣченіемъ, затѣмъ расширяется и наконецъ опять суживается до минимума.

Мутная вода, протекающая по такимъ каналыцамъ, и несущая съ собой вышеозначенное количество мути  $x''$ , должна оставить въ расширенныхъ частяхъ каналыцевъ нѣкоторую опредѣленную часть ея, на примѣръ  $ax''$ , такъ что вода, проникающая въ пространство между вторымъ и слѣдующимъ за нимъ третьемъ слоемъ песку, уже будетъ содержать въ себѣ количество мути равное

$x'' - a x'' = (1 - a) x''$ . Но и здѣсь, въ этомъ второмъ между-слоевомъ промежуткѣ по необходимости должно повториться то же явленіе, а именно, что изъ количества входящей мути  $(1 - a) x''$  опять нѣкоторая часть  $a$ , т. е.  $a (1 - a) x''$  задержится въ расширенныхъ канальцахъ и т. д.

Такимъ образомъ въ слѣдующій промежутокъ между третьимъ и четвертымъ горизонтальными слоями песочныхъ зеренъ войдетъ вода, содержащая мути  $(1 - a) x'' - a (1 - a) x'' = (1 - a)^2 x''$ . Продолжая такое разеужденіе, получимъ, что по выходѣ изъ послѣдняго  $n + 1$ -го слоя песка, т. е. прошедши черезъ промежутокъ между слоями  $n$  и  $n + 1$  вода будетъ содержать въ себѣ лишь  $(1 - a)^n x''$  мути. Слѣдовательно въ концѣ концовъ законъ фільтраціи для всего слоя песка выразится уравненіемъ  $y = (1 - a)^n x''$ , т. е. уравненіемъ прямой линіи.

Если всю толщину слоя песка означить черезъ  $l$ , разстояніе же между центрами песочныхъ зеренъ двухъ сосѣднихъ слоевъ — черезъ  $s$ , то показатель  $n$  можно замѣнить отношеніемъ  $\frac{l}{s}$ , въ которомъ въ свою очередь  $s$  можно выразить въ функціи діаметра песочныхъ зеренъ; для принятой системы шарообразныхъ зеренъ:  $S = \sqrt{\frac{2}{3}} d$ , гдѣ  $d$  обозначаетъ діаметръ этихъ зеренъ. Подставляя вмѣсто  $n$  соотвѣтственныя величины, имѣемъ:

$$y = (1 - a)^{\frac{l}{\sqrt{\frac{2}{3}} d}} \cdot x'' \dots \dots \dots (I)$$

При фільтрѣ не идеальномъ принятомъ здѣсь для выведенія основной формулы, а иномъ, состоящемъ изъ однородныхъ зеренъ или волоконъ, менѣе правильнаго вида, въ формулѣ вмѣсто  $\sqrt{\frac{2}{3}} d$  надо было бы ввести какое-то среднее измѣреніе зеренъ или волоконъ, которые, входя главнымъ образомъ въ составъ даннаго фільтра, играли бы самую важную роль въ опредѣленіи высоты выше разсматриваемаго междуслоеваго пространства.

Для того, чтобы изъ количества мути  $x''$ , содержащейся въ единицѣ объема воды, осталось  $ax''$  въ первомъ промежуткѣ между слоями песка, необходимо нѣкоторое время, что указываетъ на зависимость между количествомъ  $ax''$  и скоростью теченія воды сквозь песокъ. При увеличеніи скорости осажденіе мути уменьшается. Какъ

связаны между собою скоростью протекающаго и количество задерживаемой муты неизвѣстно.

Допустимъ, что количество муты, которое данный фильтръ можетъ задержать, обратно пропорціонально скорости теченія; вводя эту гипотезу въ уравненіе (I), получимъ:

$$y = \left(1 - \frac{a}{v}\right)^{\frac{l}{\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot d}} \cdot x''.$$

Для упрощенія положимъ  $v$  постояннымъ, редуцированный коэффициентъ  $\left(1 - \frac{a}{v}\right)^{\frac{1}{\sqrt{\frac{2}{3}}}}$ , который всегда меньше единицы, возведенный въ степень  $\frac{l}{d}$ , обозначимъ черезъ  $k$ , тогда основное уравненіе представится въ видѣ:

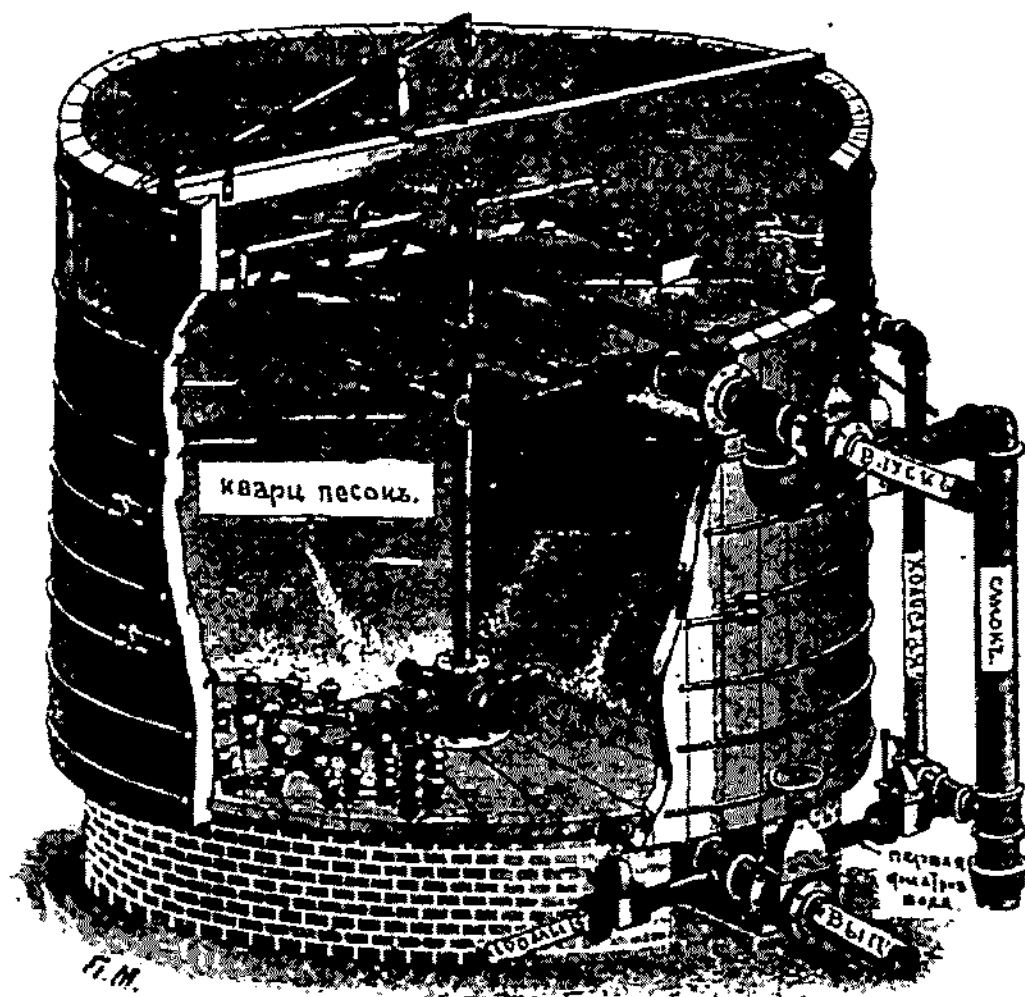
$$y = k^{\frac{l}{d}} \cdot x'' \quad \dots \quad (II)$$

Въ это уравненіе, какъ видимъ, входятъ два главнѣйшія измѣренія фильтра —  $l$  и  $d$ : т. е. успѣшность дѣйствія фильтра, зависитъ отъ отношенія  $\frac{l}{d}$ . Этимъ объясняется уже до извѣстной степени, почему фильтры изъ фарфоровой массы Chamberland'a, и даже бумажный фильтръ и др., т. е. съ тонкими стѣнками но зато съ весьма мелкими зернышками или волоконцами, могутъ очищать воду такъ же хорошо и даже лучше, чѣмъ обыкновенные песочные фильтры. Далѣе видъ показателя объясняетъ, почему песочные фильтры съ мелкими зернами песка дѣйствуютъ успѣшнѣе фильтровъ съ болѣе крупными зернами, а также указываетъ, на то, что толщина несчанаго слоя играетъ важную роль и что было бы полезно весь фильтраціонный матеріалъ, какъ камни и гравій, служащіе лишь поддержкой слоя песка, замѣнить на сколько возможно пескомъ; наконецъ этотъ показатель указываетъ на то, что снимаемый при каждой очисткѣ фильтра верхній слой грязнаго илистаго песка, еслибы этому не мѣшали экономическія условія, долженъ быть замѣненъ чистымъ пескомъ тотчасъ же послѣ очистки фильтра, а не по принятому нынѣ порядку, по которому такая операція производится только одинъ разъ въ годъ, да и то тогда, когда очередныя очистки уменьшили толщину песчанаго слоя почти до половины.



Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы.

Механические открытые фильтры.



Черт. 440.

Фильтръ Нью-Йоркской системы.

Нью-Йоркская компания фильтровъ (New-York Filter Manufacturing Co) владѣеть многочисленными патентами и видоизмѣняетъ конструкции фильтровъ, сообразуясь съ мѣстными условіями. Ея фильтры бываютъ напорные и открытые. Напорный фильтр Нью-Йоркской системы охарактеризованъ на чертежахъ 82 и 83 (I вып.), къ которымъ и отсылаемъ читателя.

Открытый фильтр этой системы можетъ примѣняться въ тѣхъ случаяхъ, когда хотятъ воспользоваться существующими резервуарами. Описываемый фильтр представляетъ собою деревянный открытый резервуаръ, наполненный пескомъ. Фильтрація происходитъ сверху внизъ, какъ и въ напорныхъ фильтрахъ той же системы (черт. 82). Промывка обратнымъ токомъ воды. Для перемѣшиванія песка во время промывки особыхъ приспособленій нѣтъ. Вода посредствомъ четырехъ-проходнаго крана, расположеннаго въ центрѣ фильтра на днѣ его, направляется поочередно въ четыре развѣтвленія и силой напора производитъ своими струями движеніе песка.

Такіе фильтры поставлены въ г. Westerly R. I. и рассчитаны на 500.000 вед. воды въ сутки. (Н. П. Зиминъ).

До сихъ поръ мы рассматривали только процессъ фильтраціи, происходящій въ однородномъ слое одного только матеріала—песка. Но частицы мути большей величины и вѣса раньше, чѣмъ остальные, болѣе легкія частицы, достигаютъ поверхности песка и образуютъ на ней илистую пленку равномерной толщины, представляющую, на основаніи вышесказаннаго, ни что иное, какъ второй добавочный фильтръ съ весьма малою толщиною фильтрующаго слоя, но зато съ весьма мелкими зернышками. Словомъ мутная вода, прежде чѣмъ достигнуть песочнаго фильтра, разстилаетъ такъ сказать себѣ временный фильтръ, имѣющій однако едва ли не наибольшее значеніе.

Если черезъ  $l'$  обозначимъ толщину всего слоя этого илистаго фильтра въ данный моментъ времени, черезъ  $\rho$  — средній діаметръ тѣхъ его зеренъ, которыя обуславливаютъ главнымъ образомъ размѣръ разстояній сосѣднихъ горизонтальныхъ его слоевъ и если количество мути, плавающей еще въ данный моментъ въ единицѣ объема рассматриваемой воды, положимъ равнымъ  $x'$ , т. е. положимъ, что изъ общаго количества мути  $x$  нѣкоторая часть болѣе крупныхъ частицъ ея, напр.  $cx$  уложилась на поверхности песка, и слѣдовательно что  $x' = (x - c \cdot x) = x (1 - c)$  — то на основаніи вышеприведеннаго разсужденія, для песочнаго фильтра, можно

выраженіемъ  $\left(1 - \frac{b}{v}\right)^{\frac{l'}{\rho}} \cdot x'$  прямо представить то количество мути, которое изъ количества  $x'$  послѣ прохожденія воды черезъ этотъ илистый фильтръ переходитъ дальше къ рассмотренному прежде песчаному фильтру. Но тамъ мы означили это количество буквою  $x''$ ; здѣсь же оно представляетъ фильтратъ, слѣдовательно для даннаго момента:

$$x'' = \left(1 - \frac{b}{v}\right)^{\frac{l'}{\rho}} \cdot x' \dots \dots \dots (III)$$

Подставляя найденное значеніе въ предыдущую формулу (II), замѣняя  $x'$  значеніемъ  $(1 - c) x$ , и принимая во вниманіе скорость фильтраціи, которая войдетъ сюда въ видѣ множителя при  $c$  (такъ какъ можно допустить, что съ увеличеніемъ скорости въ два, три и т. д. разъ количество крупной мути, задерживающейся на поверхности песка въ единицу времени, будетъ больше вдвое, втрое и т. д.) —

однимъ словомъ замѣняя  $x'$  выраженіемъ  $(1 - v c) x$ , получимъ

$$y = (1 - v c) \cdot \left(1 - \frac{b}{v}\right)^{\frac{l'}{\rho}} \cdot k^{\frac{l}{d}} x, \quad \dots \quad (IV)$$

или, полагая  $v$  постояннымъ, можемъ написать въ сокращенномъ видѣ:

$$y = k'' \cdot k' \frac{l'}{\rho} \cdot k^{\frac{l}{d}} \cdot x,$$

какъ общую формулу, выражающую въ данный моментъ времени зависимость количества мути, проходящей въ фильтратъ, отъ количества ея въ фильтруемой водой.

Какъ видно изъ этой формулы, успѣшность фильтраціи при данной величинѣ  $x$  зависитъ отъ трехъ коэффиціентовъ  $k''$ ,  $k' \frac{l'}{\rho}$  и  $k^{\frac{l}{d}}$ . Каждый изъ нихъ меньше единицы и вліяетъ на уменьшеніе  $y$ . Значеніе коэффиціента  $k^{\frac{l}{d}}$  объяснено выше; теперь остается разсмотрѣть два остальные. Коэффиціентъ  $k''$  представляетъ зависимость фильтраціи отъ степени мутности данной воды, особенно же отъ содержанія въ ней крупныхъ частицъ мути и указываетъ повидимому на то, что возрастанію послѣдняго, особенно въ виду одновременнаго увеличенія  $l'$  въ слѣдующемъ коэффиціентѣ, благопріятно вліяетъ на качество фильтраціи.

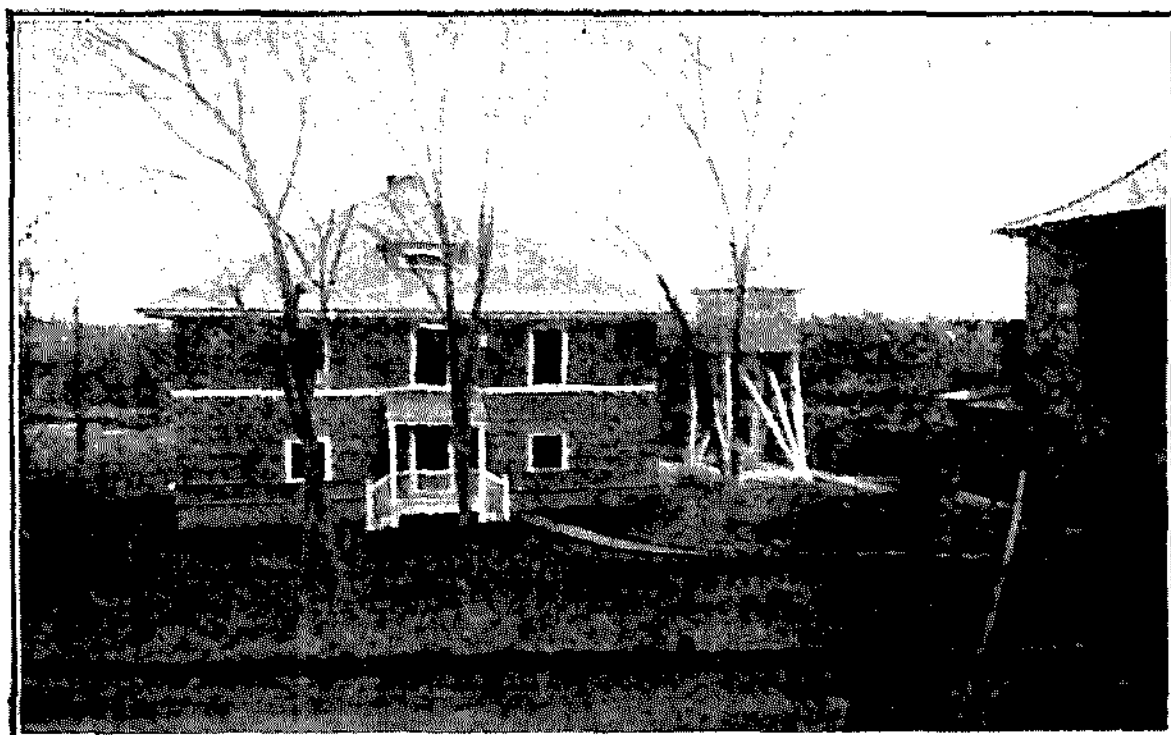
Это свойство давно было замѣчено на практикѣ и даже было предложено на основаніи опытовъ, чтобы воду съ малымъ содержаніемъ крупной мути, мутить искусственно въ самомъ началѣ періода фильтраціи. Однако весьма мутная вода, богатая крупною мутью и вмѣстѣ съ тѣмъ содержащая весьма много мелкой мути, какъ напр., въ Вислѣ и многихъ другихъ рѣкахъ, кромѣ указанной хорошей стороны, представляетъ тотъ недостатокъ въ экономическомъ отношеніи, что тогда фильтры весьма быстро засоряются на поверхности и поэтому приходится ихъ слишкомъ часто очищать.

Теоретическіе выводы относительно коэффиціента  $k''$ , будучи рациональными въ принципѣ, могутъ быть въ виду чисто практическихъ и экономическихъ соображеній примѣняемы только въ извѣстныхъ опредѣленныхъ границахъ. Доказательствомъ этого служатъ всеобще употребляемые отстойники, въ которыхъ изъ назначенной къ фильтраціи воды осаждаются большая часть крупной мути.

Ф и л ь т р о в а н і е в о д ы.

Механичесніе открытые фильтры.

Водоснабженіе гор. East-Providence.



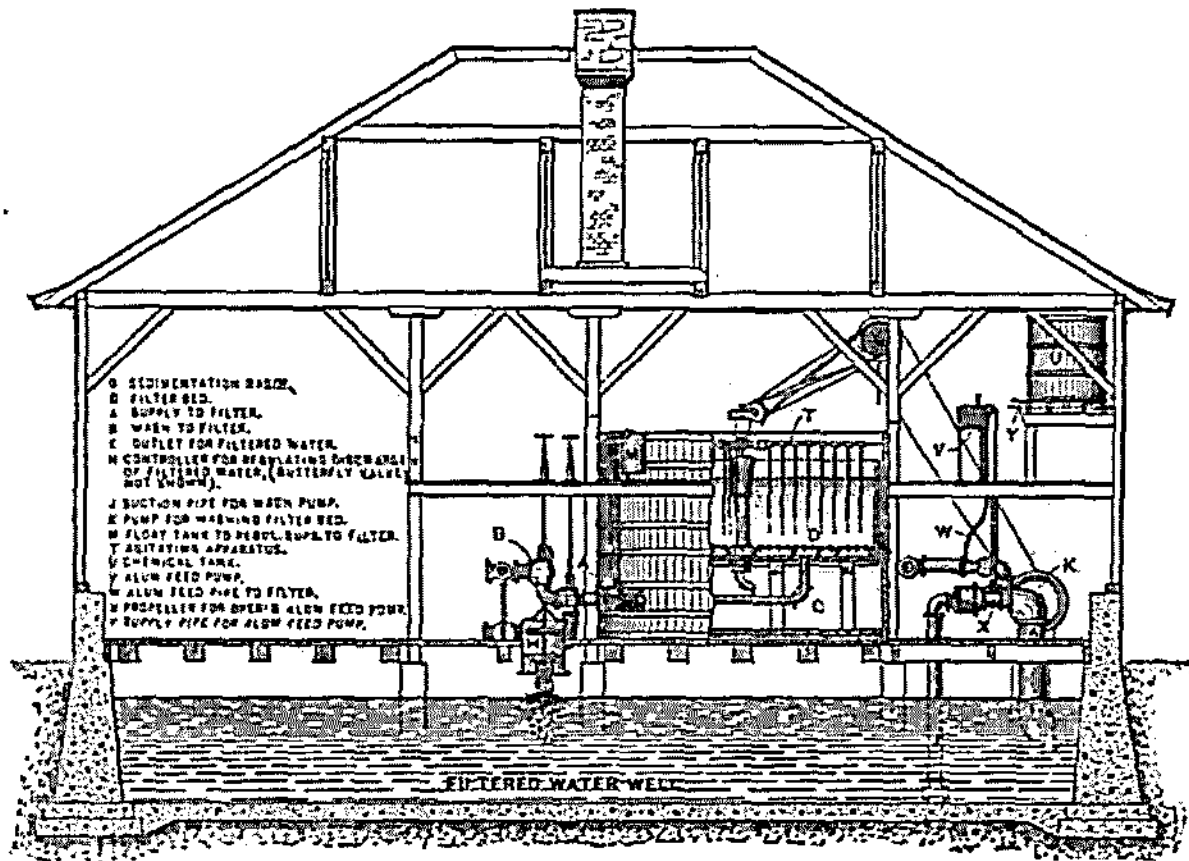
Открытый фильтръ системы Джуэлль (Jewell).

Черт. 441. — Общій видъ опытнаго фильтраціоннаго устройства, созданнаго въ East Providence для изслѣдованія свойствъ фильтра системы *Jewell*'я. Пропускная способность фильтра 500.000 галлоновъ въ сутки при скорости фильтраціи въ 125.000.000 галлоновъ на акръ въ сутки, т. е. 4603 дюйма или примерно въ 50 разъ больше, чѣмъ при англійскихъ песочныхъ фильтрахъ. Коагулянтъ—сульфатъ алюминія—прибавляется въ количествѣ 1 грана на 1 галлонъ. Вода съ коагулянтномъ поступаетъ въ осадочный бассейнъ *c*), чрезъ который проходитъ въ 17 минутъ и поднимается на фильтръ. Фильтрующій слой состоитъ изъ искусственнаго кварцеваго песка въ слое толщиною  $3\frac{2}{3}$  фута. Результаты фильтраціи—*уменьшеніе*: бактерій—на 99,20%; твердаго остатка—на 6%; хлора — на 1%; окиси желѣза — на 61%; окиси алюминія—на 38%; свободнаго аммонія на 29%; альбуминнаго аммонія—на 63%; окраски—на 83%; *увеличеніе*—жесткости на 20%. Цѣна всего устройства около 11.500 долларовъ. Если же поставитъ еще 3 фильтра, для коихъ спроектировано зданіе, то цѣна будетъ 21.000 долларовъ или 10.500 долларовъ на 1.000.000 галлоновъ фильтрованной воды въ сутки.

(Am. Soc. Civ. Eng. Sept. 1899. Proc. Vol. XXV. № 7 Edmund Weston — Test of a mechanical filter).

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

Механические открытые фильтры.  
Водоснабжение гор. East-Providence.



Открытый фильтр системы Jewell.

Черт. 442.—Разрѣзъ фильтраціоннаго зданія. *C*—осадочный бассейнъ; *D*—фильтръ; *A*—труба, приводящая воду къ фильтру; *B*—промывная труба фильтра; *E*—выпускъ фильтрованной воды; *H*—регуляторъ расхода воды черезъ фильтръ; *I*—всасывающая труба промывнаго насоса; *K*—насосъ для промывки фильтра; *T*—вращающійся приборъ для размѣшиванія фильтруемой воды; *U*—чанъ съ химическимъ реактивомъ; *V*—насосъ для подачи химическаго реактива; filtered water well—резервуаръ фильтрованной воды; *W*—труба, доставляющая реактивъ въ фильтруемой водѣ.

(Am. Soc. Civ. Eng. Sept 1899. Proc. Vol XXV. № 7 Edmund Weston — Test of a mechanical filter).

Фильтры системы Jewell устраиваются преимущественно открытые въ форахъ деревянныхъ (черт. 442) или желѣзныхъ цилиндрическихъ резервуаровъ высотой 14 футъ и разныхъ діаметровъ. Въ новѣйшихъ открытыхъ фильтрахъ Jewell внутрь главнаго резервуара вставленъ другой меньшаго діаметра (черт. 442) и меньшей высоты, назначенный для фильтрующаго матеріала, причемъ промежутокъ между стокомъ двухъ резервуаровъ служитъ для стока воды, проходящей во время промывки сквозь фильтръ снизу вверхъ, а пространство между днищами резервуаровъ—осадочнымъ бассейномъ (*c*—на черт. 442), черезъ который проходитъ на фильтръ воагулярованная вода. Коагулянтъ—сульфатъ алюминія. На днище фильтра, подъ слоемъ фильтрующаго матеріала толщиной 3—4 фута расположены горизонтальныя трубы, на которыхъ установлено значительное число (въ 12 футовомъ фильтрѣ обыкновенно 496 шт.) сѣтчатыхъ соековъ, принимающихъ въ себя очищенную воду. Они сдѣланы изъ алюминиевой бронзы. Фильтрующій матеріалъ—натуральный рѣчной или искусственно приготовляемый дробильными машинами кварцевый песокъ. Промывка производится обратнымъ пропускомъ воды, причемъ песокъ перемѣшивается механически особыми мѣшалками, приводимыми въ движеніе обыкновенно паровой машиной. Продолжительность такой промывки изъ Провиденскихъ опытовъ Вестона опредѣлена въ 11 минутъ, причемъ количество необходимой для нея воды опредѣлилось въ 4,9% всей фильтруемой воды. (Зиминъ—III Вод. С. стр. 131).

Изъ положительной роли, какую въ этомъ коэффициентѣ играетъ скорость фильтраціи  $v$ , слѣдуетъ заключить, что для ускоренія момента приобрѣтенія даннымъ фильтромъ должной способности очищать воду, можно съ пользою, въ самомъ началѣ дѣйствія его фильтровать воду со значительною скоростью. Попятно, что получаемый въ этотъ приготовительный промежутокъ времени фильтратъ, въ виду роли, какую играетъ  $v$  въ коэффициентахъ  $k' \bar{v}$  и  $k \bar{v}$ , можетъ оказаться негоднымъ къ употребленію.

Второй коэффициентъ  $k' \bar{v}$  содержитъ переменную величину  $l'$ , которая въ теченіи всего періода фильтраціи непрерывно возрастаетъ, вслѣдствіе чего  $k'$ , соотвѣтственно уменьшается; этимъ объясняется извѣстный фактъ, что чѣмъ продолжительнѣе дѣйствіе фильтра, тѣмъ лучше онъ фильтруетъ. Кроме того выясняется значеніе мутности воды: чѣмъ абсолютная мутность до фильтрованія больше, тѣмъ относительная послѣ фильтрованія меньше. Такъ напр. если для воды извѣстной мутности  $x$  коэффициентъ  $k'$ , положимъ  $\frac{1}{2}$  а  $l' = 1$ , то для воды, мутность которой въ 2, 3, 4 и т. д. разъ больше,  $l'$  увеличится въ 2, 3, 4 и т. д. разъ, коэффициентъ же  $k'$ , уменьшится до  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  и т. д., и  $v$  по отношенію къ  $x$  приметъ значенія все быстрѣе и быстрѣе уменьшающіяся.

Важная зависимость  $k'$ , отъ  $l'$  приводитъ еще къ одному заключенію практическаго характера, касающемуся устройства песочныхъ фильтровъ. Какъ извѣстно, образуемая на поверхности фильтра илистая пленка толще съ той стороны, откуда притекаетъ сырая вода, чѣмъ въ противоположномъ концѣ; вслѣдствіе этого на этой сторонѣ фильтръ очищаетъ воду лучше, здѣсь  $l'$  больше. Кроме того, такъ какъ одинаковый уровень воды въ фильтрѣ обуславливаетъ одинаковое по всей поверхности фильтра давленіе воды, большая же величина  $l'$  оказываетъ большее сопротивленіе фильтруемой водѣ, уменьшая скорость фильтраціи, то фильтръ дѣйствуетъ лучше со стороны притока воды еще и по другой причинѣ: потому что  $v$  меньше. Итакъ песочный фильтръ не дѣйствуетъ равномерно всею своею поверхностью; это составляетъ одинъ изъ его недостатковъ. На это обстоятельство слѣдовало бы обращать вниманіе при устройствѣ новыхъ фильтровъ и размѣщать притокъ и отводъ воды такъ,

чтобы фильтр действовалъ возможно равномерно всею своею поверхностью.

Выше выведенное для обыкновенныхъ горизонтальныхъ песочныхъ фильтровъ общее уравненіе  $y = k'' k' \rho \frac{l'}{l} k \bar{d} x$  применимо по видимому и ко всякому другому фильтру, съ тою лишь разницею, что при различныхъ фильтрахъ коэффициенты  $k'' k' \rho \frac{l'}{l}$  и  $k \bar{d}$  будутъ играть различную болѣе или менѣе важную роль. Такъ для фильтровъ съ вертикальнымъ положеніемъ фильтрующей грани второй коэффициентъ  $k' \rho \frac{l'}{l}$  имѣетъ малозначенія, что напр. составляетъ слабую сторону фильтра Peters-Fischer'a (см. § 68). Для фильтровъ Chamberg-land'a и подобныхъ самую важную роль играетъ коэффициентъ  $k''$ , который при бумажныхъ фильтрахъ составляетъ чуть ли не всю характеристику фильтраціи.

Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что установленный взглядъ на процессъ фильтраціи легко объясняетъ способность нѣкоторыхъ фильтровъ задерживать механически газы, содержащіеся въ свободномъ состояніи въ фильтруемой жидкости. Фильтраціонный матеріалъ въ такихъ фильтрахъ по природѣ губчато-пористый, т. е. зернышки его со всѣхъ сторонъ снабжены вогнутыми поверхностями. Въ этомъ случаѣ протекающая по мелкимъ канальцамъ фильтра жидкость отчасти приводитъ увлекаемые ею пузырьки газа въ соприкосновеніе съ жидкостью, находящеюся въ расширенныхъ канальцахъ въ состояніи покоя; тамъ, поднимаясь вверхъ, пузырьки эти задерживаются въ углубленіяхъ зернышекъ открытыхъ снизу, откуда дальнѣйшее движеніе жидкости уже не въ состояніи вывести ихъ наружу.

Соображенія объ образованіи илистаго добавочнаго фильтра на поверхности песка очевидно можно бы по аналогіи проводить дальше, принимая, что на первомъ такомъ фильтре осаждаются вторые, на второмъ третій и т. д., а потому въ общей формулѣ слѣдуетъ положить, что коэффициентъ  $k' \rho \frac{l'}{l}$  относится къ цѣлому добавочному илистому фильтру, который до даннаго момента времени образовала жидкость на поверхности песка.

Вышеописанныя особенности песочныхъ фильтровъ, выведенныя изъ основной и общей формулы фильтраціи мути, были уже болѣе

или менѣе давно замѣчены на практикѣ и подтверждены прямымъ наблюдениемъ хода фильтраціи. Тѣмъ не менѣе результаты многочисленныхъ бактериологическихъ изслѣдованій, а въ числѣ ихъ и изслѣдованій произведенныхъ въ 1895 году въ варшавскихъ фильтрахъ, показали съ одной стороны, что законы фильтраціи для бактерій и для обыкновенной мути сходны, съ другой же, что приведенныя формулы подтверждаются процессомъ фильтраціи на практикѣ.

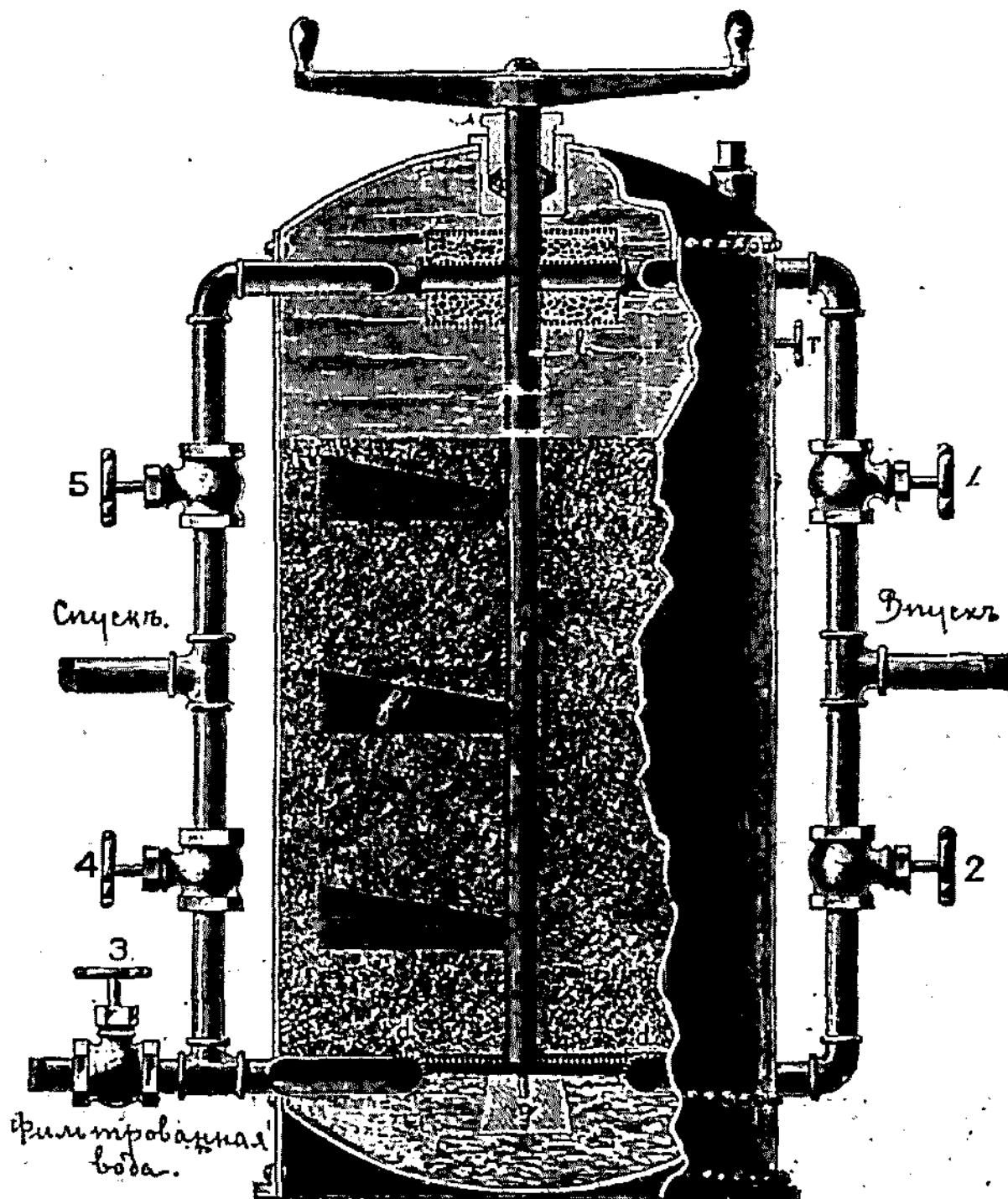
Одно свойство фильтровъ, вытекающее изъ приведенныхъ формулъ, еще не вполне было подтверждено на практикѣ, вслѣдствіе чего на варшавскихъ фильтрахъ были произведены приводимыя ниже изслѣдованія.

Изъ разсмотрѣнія формулъ для илистаго фильтра ( $x'' = k' \rho^{\frac{v}{l}} x'$ ) и для песчаного ( $y = k^{\frac{v}{d}} x''$ ) слѣдуетъ, что количества бактерій или мути, задерживаемыя въ толщѣ слоевъ этихъ фильтровъ, весьма быстро уменьшаются по направленію отъ поверхности вглубь, т. е. что поверхностные слои фильтраціоннаго матеріала задерживаютъ наибольшее, слои же лежащіе ниже сравнительно меньшее количество бактерій и мути. Это обстоятельство невозможно проверить по отношенію къ илистому фильтру, въ виду весьма малой толщины цѣлаго слоя его, составляющей всего около 1 миллиметра. Что касается песочнаго фильтра, то для бактерій такое уменьшеніе давно уже было доказано опытами, произведенными на разныхъ фильтрахъ. Riefke представилъ это даже графически, какъ показано на черт. 437. Длины черныхъ линій представляютъ здѣсь количества бактерій, найденныя въ слое песка на соответственныхъ глубинахъ. Для обыкновенной мути опыты въ этомъ направленіи производились на варшавскихъ фильтрахъ въ концѣ 1895 и началѣ 1896 г. Известно, что если толщина слоя песка въ фильтрѣ составляетъ напр. 60 см., то вслѣдствіе очередной очистки въ теченіи всего года она уменьшается до половины, послѣ чего опять пополняется свѣжимъ пескомъ до прежней толщины. Такимъ образомъ нижняя половина всего слоя песка въ каждомъ фильтрѣ обыкновенно остается не смѣненною въ теченіи многихъ лѣтъ. Шесть варшавскихъ фильтровъ дѣйствуетъ уже болѣе десяти лѣтъ, вслѣдствіе чего на ихъ несмѣненномъ пескѣ, какъ самомъ подходящемъ для этой цѣли и были произведены опыты, о которыхъ



Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

Механические напорные фильтры.



Черт. 443.

Закрытый фильтр системы Девисъ.

Фильтр системы Девисъ представляет собой закрытый металлический сосуд. Фильтрующей материал — песок — лежит на сѣтчатомъ поддонѣ, вмѣня надъ собой пространство для притекающей нефильтованной, а подъ собой — пространство для отфильтрованной воды. Впускъ и выпускъ регулируются кранами №№ 1, 2, 3, 4, 5, а означеніе коихъ ясно изъ чертежа. Промывка производится обратнымъ токомъ воды, причемъ песокъ перемѣшивается механическими мѣшалками, насаженными на вертикальную ось.

говорится. Съ тою цѣлью взвѣшивалось извѣстное количество песка съ самаго верху и съ самаго низу иесмѣпеннаго слоя, а также одновременно свѣжаго песка, какой употребляется для пополненія замѣнь снимаемаго при очисткѣ. Для такихъ трехъ пробъ, взятыхъ отдѣльно изъ каждаго изъ шести фильтровъ, было опредѣлено количество содержащейся въ нихъ мути, посредствомъ промывки песка въ чистой водѣ и затѣмъ фильтрованія черезъ бумажный фильтръ. Средній результатъ для шести фильтровъ показалъ, что на 1 килограммъ сухого песка при  $+100^{\circ}$  С въ самомъ грязномъ, верхнемъ его слоѣ было 21,15 граммъ мути (сухой при  $+100^{\circ}$  С), въ песокъ нижняго слоя 3,84 гр., въ свѣжемъ 1,12 гр. Это значить, что фильтрующаяся вода въ теченіи 10 лѣтъ оставила въ верхнемъ слоѣ  $21,15 - 1,12 = 20,03$  гр., въ самомъ нижнемъ  $3,84 - 1,12 = 2,72$  грам. мути. Этотъ опытъ доказываетъ, что и это послѣднее свойство фильтраціи (по отношенію къ мути), выведенное изъ теоретическихъ формулъ, согласуется въ общихъ чертахъ съ результатами, получаемыми на практикѣ.

Замѣтимъ, въ заключеніе, что при всемъ интересѣ приведеннаго здѣсь изслѣдованія, оно не обнимаетъ собой свойствъ фильтра, зависящихъ отъ развитія органической жизни на пленкѣ (см. § 63).

## § 67. Химическое очищеніе воды.

Въ § 60 мы указали, въ чемъ состоятъ принципы химической очистки воды. Здѣсь имѣется въ виду остановится на нѣкоторыхъ изъ предложенныхъ способовъ, преимущественно изучавшихся въ Россіи.

Въ этомъ отношеніи представляется умѣстнымъ упомянуть объ опытахъ профессора Н. А. Бунге надъ очищеніемъ химическими способами Днѣпровской воды (см. Труды второго водопроводнаго Съѣзда, стр. 226). Хотя эти опыты не были признаны самимъ почтеннымъ профессоромъ вполне рѣшающими вопросъ, но они заслуживаютъ несомнѣннаго вниманія.

Профессоръ Бунге прежде всего попробовалъ воспользоваться американскимъ способомъ для очищенія Днѣпровской воды, но безуспѣшно, такъ какъ прибавленіе сѣрно-алюминіевой соли въ количествѣ эквивалентномъ углекальцевой соли, содержащейся въ Днѣпровской водѣ, не вызываетъ требуемой мути. Тогда замѣнили сѣрно-

алюминіеву соль *гидратомъ окиси алюминія*, взболтанымъ въ водѣ, и получили слѣдующіе результаты: при прибавленіи 40 mgr. окиси алюминія ( $Al_2 O_3$ ), въ видѣ гидрата къ литру профильтрованной черезъ городской фильтръ воды, послѣдняя, изъ мутной и темной, превратилась, послѣ отдѣленія осадка, вполнѣ въ безцвѣтную и прозрачную, какъ хрусталь, лишилась болѣе половинѣ ( $52,63\%$ ) своихъ органическихъ веществъ, и при продолжительномъ сохраненіи (нѣсколько мѣсяцевъ) въ бутылкѣ, не измѣняла своихъ качествъ, и въ ней не развивалось микроорганизмовъ. Однако цѣлый рядъ произведенныхъ анализовъ показалъ, что при этомъ способѣ очищенія нѣкоторое количество окиси алюминія остается въ водѣ.

Въ виду этого обстоятельства было признано невозможнымъ удовлетвориться указаннымъ способомъ очищенія воды, хотя онъ по своей цѣнѣ могъ бы получить практическое примѣненіе для очищенія большихъ количествъ воды. И дѣйствительно, принимая во вниманіе цѣну гидрата алюминія (19.75 флор. за 100 кило, безводнаго) расходъ на реактивъ не превышалъ бы 1 коп. на 100 ведеръ очищенной воды, при значительномъ уменьшеніи расходовъ на фильтрованіе.

Принимая во вниманіе, что органическія тѣла менѣе препятствуютъ осажденію изъ раствора окиси желѣза, чѣмъ окиси алюминія, профессора Бунге примѣнилъ также къ очищенію Днѣпровской воды хлорное желѣзо. Опытъ въ этомъ направленіи далъ удовлетворительные результаты. Прибавивъ къ одному литру Днѣпровской (профильтрованной черезъ городской фильтръ) воды 45 mgr. хлорнаго желѣза ( $Fe Cl_3$ ) или въ круглыхъ числахъ 0,5 грам. на ведро, давъ смѣси простоять около часу и профильтровавъ воду черезъ песокъ, онъ лишилъ воду ея муты, и обезцвѣтилъ, хотя и менѣе совершенно, чѣмъ при употребленіи окиси алюминія. При увеличеніи количества прибавляемаго хлорнаго желѣза, увеличивается эффектъ очищенія и ускоряется образованіе осадка; но указанное количество хлорнаго желѣза вполнѣ достаточно для полученія вполнѣ удовлетворительной воды.

Если принять существующую за границей цѣну на чистое хлорное желѣзо (48 марокъ за 100 кгр.)—цѣну, которая должна понизится при увеличеніи спроса на хлорное желѣзо, имѣющее пока ограниченное примѣненіе, то расходъ на реактивъ при вышеописан-

санпомъ способъ очищенія не превыситъ 2.40 пфн. на 100 ведеръ воды, или 0,72 коп. золотомъ или (при курсъ 219 марокъ) 1,09 коп. кредитныхъ на 100 ведеръ воды. Расходъ этотъ нельзя, по мнѣнію проф. Бунге считать чрезмѣрнымъ, въ особенности, если принять во вниманіе, что при употребленіи указаннаго способа очищенія воды значительно сокращается по опытамъ профессора Бунге размѣръ фильтровъ.

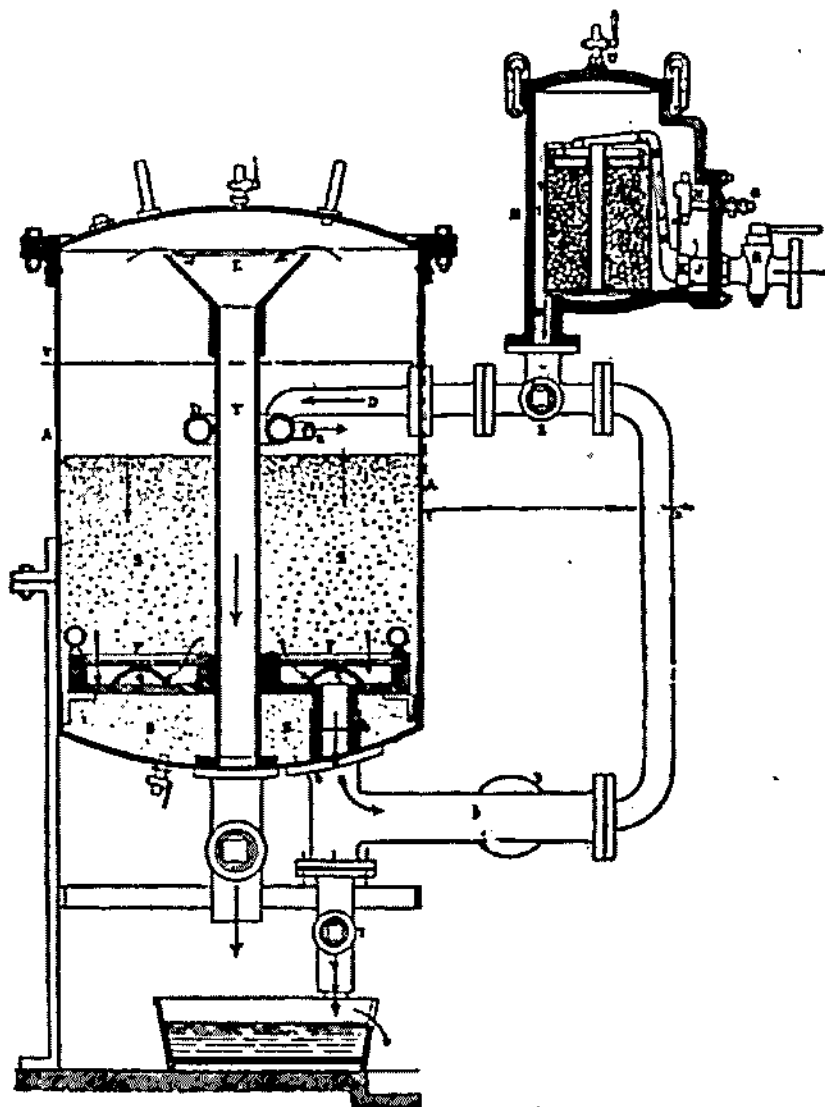
И дѣйствительно, по лабораторнымъ опытамъ, при отдѣленіи воды отъ осадка, можно вести фильтрованіе (производя его снизу вверхъ) очень быстро, а именно такъ, что 1 квадратный метръ фильтрующей поверхности, при толщинѣ песочнаго слоя въ 13 сант. и давленіи 60 сант. водяного столба дастъ въ часъ 3.000 литровъ очищаемой воды. Значитъ для профильтрованія въ 24 ч. 1 милліона ведеръ потребуется всего 171 квадратныхъ метровъ, или фильтръ, имѣющій приблизительно 13 метровъ, (18,34 аршинъ) въ квадратъ, между тѣмъ какъ при обыкновенномъ способѣ фильтрованія, принимая англійскія нормы, для очищенія такого же количества воды потребовался бы фильтръ съ поверхностью болѣе двухъ десятицѣлей.

Спрашивается, однако, вода, очищенная указаннымъ способомъ, можетъ ли считаться здоровой и пригодной для всѣхъ техническихъ цѣлей? По своимъ физическимъ качествамъ очищенная вода удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ: она прозрачна, безцвѣтна, и по всей вѣроятности обезпложена. Но она, какъ показалъ анализъ, содержитъ приблизительно  $\frac{3}{4}$  всего хлора, который былъ введенъ въ нее хлорнымъ желѣзомъ, въ видѣ хлористаго кальція. Вредно ли присутствіе незначительныхъ количествъ хлористаго кальція въ водѣ для здоровья — можетъ рѣшить вѣроятно, лишь продолжительный опытъ питья такихъ водъ. Во всякомъ случаѣ, соединеніе это неизбежно должно образоваться въ нашемъ желудкѣ, при употребленіи воды, содержащей углекальціевую соль (а ее содержатъ всѣ естественныя воды), такъ какъ желудочный сокъ, какъ извѣстно содержитъ соляную кислоту, которая и должна разложить углекальціевую соль воды съ образованіемъ хлористаго кальція.

Что касается вреда, причиняемаго присутствіемъ нѣкотораго количества хлористаго кальція въ водѣ для техническихъ цѣлей, то и этотъ вопросъ не представляется рѣшеннымъ. Правда, извѣстно, что въ водѣ, служащей для итанія паровыхъ котловъ, а также для обра-

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы.

Механические напорные фильтры.



Черт. 444.

Фильтр системы Делотель и Моридъ.

Въ этомъ фильтрѣ промывка верхняго слоя песка дѣлается безъ обращенія направленія тока воды; такая промывка достигается тѣмъ, что поступающая на фильтр вода имѣетъ вращательное движеніе, такъ какъ выходныя трубки (а) расположены горизонтально и изогнуты подобно трубкамъ Сегнера колеса. Когда верхній слой загрязнится, то открывая кранъ внизу на трубѣ Т, заставляютъ поступающую на фильтрованную воду смывать грязь и через воронку Е удалять ее изъ фильтра. Когда же желаютъ промыть всю массу песка, то пускаютъ обратный токъ воды. Фильтръ можетъ примѣняться съ коагулянтами, которые вводятся въ воду изъ особаго распредѣлительнаго прибора.

зованія известковаго раствора и другихъ цѣлей, присутствіе хлористыхъ соединеній вообще не желательно, но предѣлъ содержанія хлористыхъ соединеній, за которымъ вода не можетъ быть болѣе употреблена для названныхъ цѣлей, не опредѣленъ.

Если, однако, техники или гигиенисты найдутъ неудобнымъ очищеніе воды хлорнымъ желѣзомъ, то по мнѣнію профессора Бунге можно съ успѣхомъ замѣнить его сѣрно-желѣзною солью, причемъ увеличится въ водѣ содержаніе сѣрпокальціевой соли, съ присутствіемъ которой до извѣстнаго предѣла мирятся какъ гигиенисты, такъ и техники. По произведеннымъ имъ опытамъ при прибавленіи *55,5 мгр. на литръ или 0,683 грм. на ведро сѣрно-желѣзной соли,  $[Fe_2 (So_4)_3]$* , вода становится прозрачною и безцвѣтною, лишается значительной части, содержащихся въ ней органическихъ веществъ и вообще очищается такъ же хорошо, какъ и хлорнымъ желѣзомъ, причемъ стоимость очищенія не будетъ дороже при фабричномъ производствѣ сѣрно-желѣзной соли, употребляемой пыпѣ только въ качествѣ фармацевтическаго препарата.

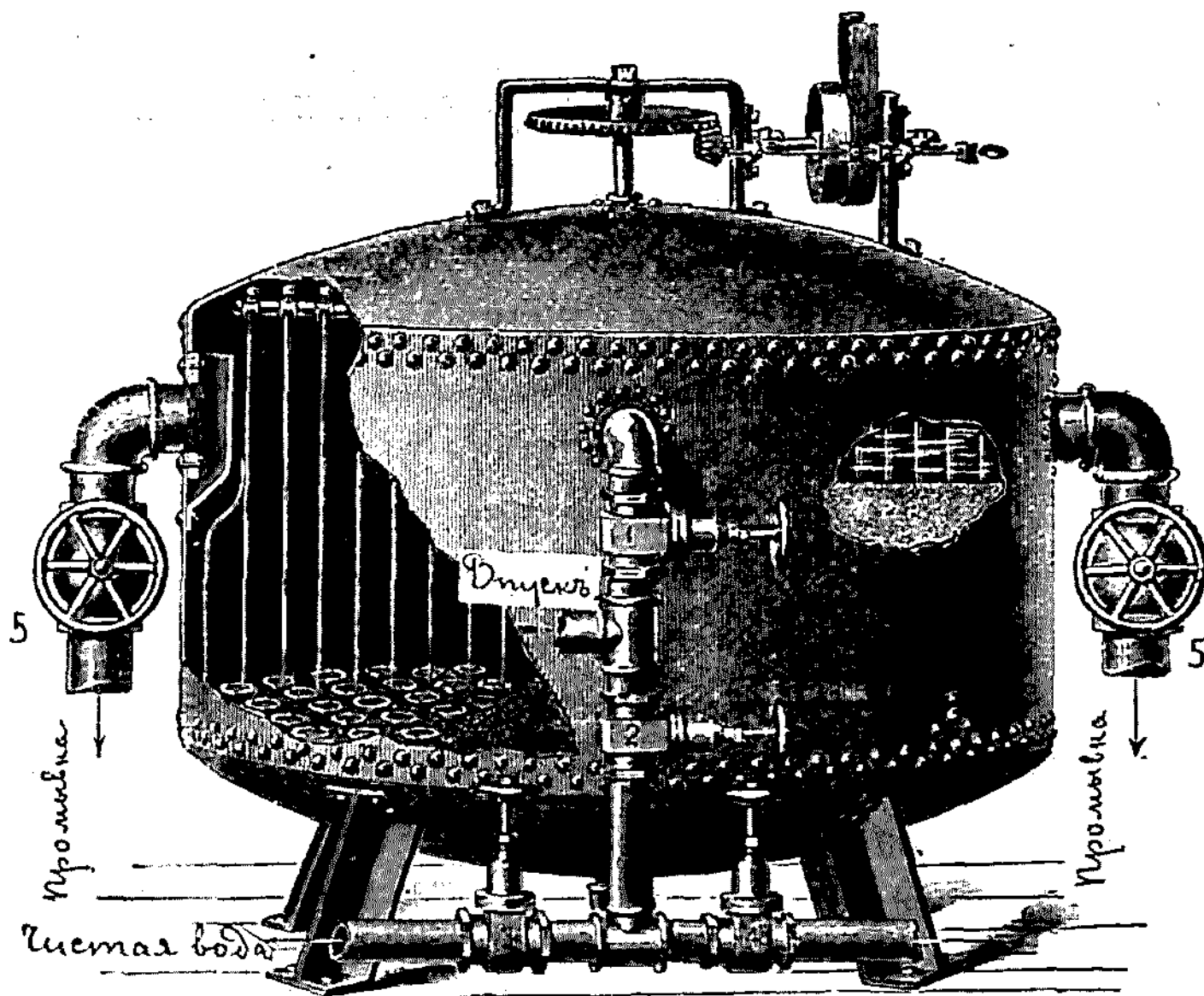
Способъ *Гуннинга*, т. е. очищеніе воды хлорнымъ желѣзомъ совместно съ содой профессоръ Бунге не рекомендуетъ. Правда, онъ вполне удовлетворилъ бы гигиенистовъ, но не уменьшилъ бы въ водѣ содержанія хлора, и кромѣ того потребовалъ бы большаго расхода на реактивъ и понизилъ бы эффектъ фильтрованія; вода, очищенная однимъ хлорнымъ желѣзомъ, болѣе безцвѣтна, чѣмъ очищенная тѣмъ же количествомъ хлорнаго желѣза и содой и образующійся при этомъ осадокъ медленнѣе выдѣляется изъ воды.

Изъ произведенныхъ имъ изслѣдованій проф. Бунге пришелъ къ заключенію, *что химическіе способы очищаютъ воду несравненно полнѣе отъ органическихъ, красящихъ, взвѣшенныхъ тѣлъ и микро-организмовъ, чѣмъ простое фильтрованіе чрезъ песочные фильтры, и по своей цѣнѣ вполне доступны для очищенія большихъ количествъ воды.*

Охарактеризованные химическіе способы представляются, очевидно, способами *смѣшанными*, такъ какъ за химическимъ дѣйствіемъ слѣдуетъ непременно фильтрованіе, но не обыкновенное медленное, а быстрое, такъ называемое *механическое*.

Ф и л ь т р о в а н и е в о д ы .

Механические напорные фильтры.



Черт. 445.

Закрытый фильтр системы Jewell.

Фильтрующий материал — кварцевый песок. Коагулянт — сульфат алюминия. Промывка производится обратным током воды; для лучшего перемешивания песка служат вертикальные мешалки, насаженные на горизонтальную ось и приводимые в действие паровой машиной. Продолжительность промывки — 11 минут; расход воды на промывку 4,9% всей фильтруемой воды. Фильтры этой системы появились в 1887 г. и теперь имеют значительное распространение. На фиг. 445 изображен элемент закрытых фильтров системы Джуэлль, устроенных в водопроводъ г. Шаттануга въ штатѣ Теннесси. Компания изготовляющая фильтры системы Джуэлль, рекомендует предпочитать открытые фильтры этой системы, охарактеризованные на черт. 441—442. (Н. П. Звмиль).

## § 68. Фильтрованіе воды чрезъ механическіе (американскіе) фильтры.

Изъ приведенныхъ въ § 67 указаній профессора Н. А. Бунге, мы ознакомились съ его взглядами на обыкновенную песчаную фильтрацію и съ его мнѣніемъ относительно *химическихъ способовъ* очищенія воды, получившихъ въ послѣднее время широкое распространеніе въ городахъ Сѣверной Америки. Подъ этими *химическими способами* профессоръ Н. А. Бунге подразумѣваетъ прибавку къ водѣ, подлежащей очищенію, незначительныхъ количествъ тѣхъ или другихъ реагентовъ, способныхъ производить при соединеніи съ находящимися въ водѣ солями *хлопьевидный или студенистый осадокъ*, который увлекаетъ бактерій, находящіяся въ водѣ примѣси, окрашивающія ее вещества и даже значительное количество растворенныхъ органическихъ веществъ. При фильтрованіи подготовленной такимъ образомъ воды чрезъ фильтры *снизу вверхъ* даже при весьма значительныхъ скоростяхъ, достигавшихъ при опытахъ, производившихся профессоромъ Н. А. Бунге, до 120 дюймовъ въ часъ, она очищалась до полной прозрачности.

Такъ какъ химическія воздѣйствія на воду, производимыя съ цѣлью улучшить ея качество и поставить въ наивыгоднѣйшія условія происходящее вслѣдъ за тѣмъ быстрое *механическое фильтрованіе*, представляются въ количественномъ отношеніи весьма незначительными, то американская водопроводная практика назвала такіе способы очищенія воды также *механическимъ фильтрованіемъ*, а за самыми химическими реагентами, прибавляемыми къ очищаемой водѣ, удержала названіе *коагулянты*. Процессъ прибавленія реактивовъ къ очищаемой водѣ называютъ *коагуляція*, а самые приборы, назначаемые для быстрого фильтрованія подвергнутой дѣйствию коагулянта воды называютъ, какъ это указано въ § 63, *механическими фильтрами* (см. докладъ Н. К. Зимина по сему вопросу III Рус. Вод. Съѣзду). Напомнимъ, что механическое (быстрое) фильтрованіе производится и безъ предварительнаго коагулированія воды химическими реактивами въ приборахъ носящихъ также названіе механическихъ фильтровъ. Но результаты такой очистки воды обыкновенно мало удовлетворительны.

Профессоръ Н. А. Бунге говоритъ, что *при помощи англій-*



ских песочных фильтров удастся удержать изъ воды довольно совершенно только взвешенныя примеси; органическія же и, въ особенности, красящія тѣла, растворенныя въ водѣ, и микроорганизмы удаляются ими несовершенно и находятъ, что несмотря на чрезвычайную надобность ввести необходимыя улучшенія въ дѣло очищенія рѣчныхъ водъ для водоснабженія городовъ, «только въ Сѣверной Америкѣ сдѣлана первая серьезная попытка замѣнить песочные фильтры химическими способами при очищеніи массы воды».

Въ настоящее же время сама жизнь выдвигаетъ этотъ вопросъ: англійскіе песочные фильтры, во многихъ случаяхъ недоступны—стоютъ слишкомъ дорого, и потому до сихъ поръ значительная часть Россіи пьетъ рѣчную воду не фильтрованную.

При такихъ условіяхъ на механическіе фильтры должно быть обращено особое вниманіе. Для фильтрованія въ нихъ употребляются различные матеріалы: искусственный песчаникъ, уголь, желѣзистые шлаки и т. п., весьма же часто и обыкновенный песокъ. Одними изъ первыхъ механическихъ фильтровъ были *фильтры системы Fisher-Peters'a*; они состоятъ изъ цѣлаго ряда отдѣльныхъ небольшихъ «элементовъ», сдѣланныхъ изъ искусственнаго песчаника, черезъ которые и пропускается вода (черт. 438). Фильтрующіе элементы установлены къ крытымъ бассейнамъ. Каждый элементъ состоитъ изъ плоской, поставленной на ребро глухой коробки, сдѣланной изъ пластинъ искусственнаго песчаника. Вода проходитъ изъ бассейна во внутреннюю полость каменныхъ элементовъ и отсюда по соединительной трубѣ поступаетъ въ сборную, отводящую фильтрованную воду въ бассейнъ чистой воды. При толщинѣ стѣнокъ элементовъ въ 10 см. и принятой средней высотѣ напора каждый кв. футъ поверхности элемента даетъ 10 куб. футъ воды въ сутки, т. е. скорость фильтраціи почти одинакова съ простыми песочными фильтрами, но такъ какъ при плоской формѣ элементовъ и расположеніи ихъ въ нѣсколько рядовъ другъ надъ другомъ можно занять ими очень много мѣста, то оказывается, что по сравненіи съ песочными фильтрами, каждая квадратная единица поверхности бассейна, гдѣ стоятъ элементы, даетъ значительно большее количество воды. Въ случаѣ засоренія элементы могутъ быть промываемы обратнымъ токомъ воды, впуская ее подъ напоромъ—внутри элементовъ и выдавливая этимъ способомъ грязь изъ поръ песчаника. Въ случаѣ

сильнаго проростанія грязью, растительными организмами и проч. отдѣльные элементы могутъ быть прокаливается въ особыхъ печахъ. Фильтры Filsher-Peters'a впервые были устроены въ г. Вормсѣ въ 1892 году и оказались тамъ довольно удовлетворительными. У насъ подобныя же фильтры были устроены въ 1894—95 г. въ Петербургѣ въ Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ Бумагъ, но оказались здѣсь, несмотря на полную внимательность надзора, настолько неудобными (быстрота загрязненія), что были оставлены и пришлось выстроить новыя песочныя фильтры обыкновеннаго устройства.

Изъ описанія пластинчатыхъ фильтровъ системы Фишера-Петерса видны уже тѣ основныя мысли, которыми руководились изобрѣтатели удешевленной фильтраціи. Они стремятся устранить изъ фильтра излишнюю, пенужную для очищенія воды массу матеріаловъ, лишь поддерживающихъ слой песка и образующуюся на поверхности его изъ осадковъ фильтрующую илстую пленку (булыжникъ, камни, щебень и гравій), но вмѣстѣ съ тѣмъ служащихъ для скопленія проникающей во всю ихъ толщу выдѣляемой изъ воды грязи.

Тѣ же изобрѣтатели, располагая фильтрующія поверхности *вертикально*, достигаютъ большей утилизаціи вмѣстимости фильтровальныхъ резервуаровъ и, примѣняя способъ *обратной промывки*, вносятъ улучшеніе въ дѣло очищенія фильтровъ отъ засоряющей ихъ грязи. Но они еще довольствуются очень малою скоростью фильтраціи, около 5 дюймовъ въ часъ (125 мм.) и не примѣняютъ еще химическихъ реагентовъ (*коагулянтовъ*).

Пластинчатые фильтры Фишера и Петерса очищая воду до полной прозрачности не устраняютъ однако изъ нея желтоватой окраски, присущей водѣ большинства нашихъ русскихъ рѣкъ.

Нѣкоторое сходство съ фильтрами Фишера и Петерса по основной идеѣ конструкціи представляютъ французскіе фильтры системы «Maignan», въ которыхъ поднятая изъ рѣки въ фильтровальный резервуаръ вода высасывается расположенными въ немъ цилиндрическими вертикальными элементами, состоящими изъ асбестовыхъ мѣшковъ, содержащихъ въ себѣ животный уголь въ зернахъ и имѣющихъ внутри тоже асбестовые покрытые угольнымъ порошкомъ пріемики съ трубками для отвода чистой воды. Элементы эти располагаются на проложенныхъ по дну резервуара собирательныхъ трубахъ, отводящихъ воду въ резервуаръ для чистой воды. Но

отличіе здѣсь въ томъ, что Маігнап уже примѣняетъ химическіе реагенты съ цѣлью умягченія воды.

Преимущество фильтрующихъ элементовъ Маігнап передъ элементами Фишера-Петерса заключается въ томъ, что, въ случаѣ чрезмѣрнаго засоренія толщи фильтрующаго матеріала, онъ можетъ быть высыпанъ и перемытъ. Въ виду этого обратная промывка въ фильтрахъ Маігнап не производится и довольствуются только наружной обмывкой элементовъ струей воды.

Не останавливаясь на многихъ другихъ существующихъ фильтровальныхъ приборахъ для малыхъ количествъ воды, потому что здѣсь имѣется въ виду только очищеніе воды въ большихъ массахъ, и перейдемъ къ *механическимъ фильтрамъ*, встрѣчающимся въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ они получаютъ все болѣе и болѣе широкое распространеніе. Они работаютъ тамъ въ значительномъ числѣ на фабрикахъ, а также при многихъ городскихъ водопроводахъ.

Теперь въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки механическіе фильтры уже сильно конкурируютъ съ обыкновенными песочными фильтрами и на Американскихъ Водопроводныхъ Съѣздахъ вопросъ этотъ служитъ постоянной темой для жаркихъ преній. Каждый изъ обоихъ способовъ фильтрованія воды (то есть старый и новый) имѣютъ и тамъ своихъ защитниковъ; но тотъ фактъ, что въ Соединенныхъ Штатахъ въ настоящее время обыкновенные песочные фильтры встрѣчаются очень рѣдко, а механическіе фильтры примѣнены уже болѣе чѣмъ въ ста городахъ съ общимъ населеніемъ около 2 милліоновъ жителей—даетъ нѣкоторымъ специалистамъ основаніе думать, что побѣда въ этой борьбѣ останется за механическими фильтрами.

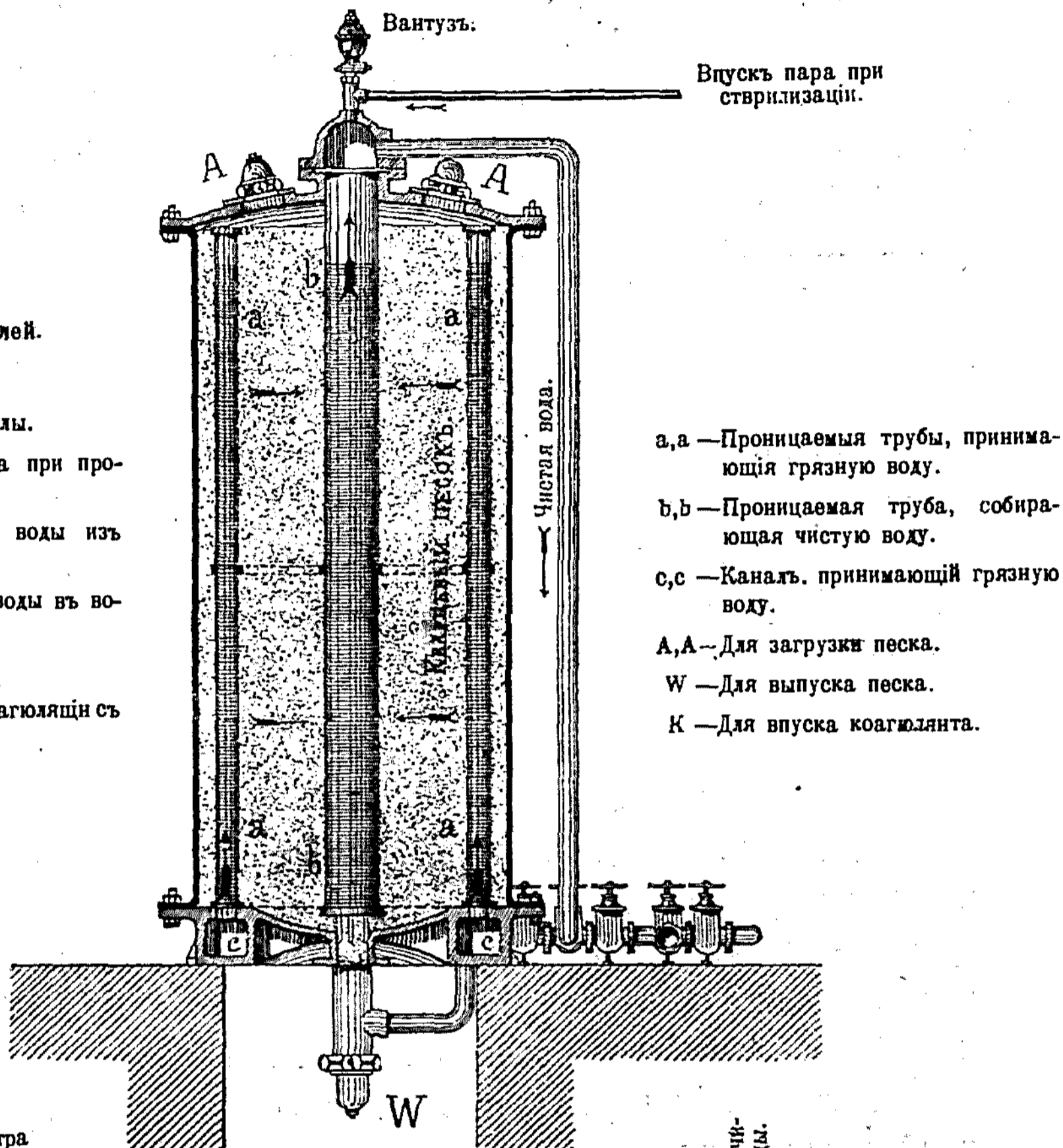
*Американскіе механическіе фильтры съ очень быстрой фильтраціей* дѣлаются весьма разнообразныхъ конструкцій. Идея ихъ устройства заключается въ томъ, что въ закрытые (рѣже открытые) деревянные или желѣзные сосуды, въ которыхъ насыпанъ фильтрующій слой песка (на поддонъ изъ мелкой сѣтки), пускаютъ подъ сплывымъ напоромъ воду; послѣдняя быстро проходитъ черезъ песокъ и затѣмъ особой трубою отводится въ резервуаръ чистой воды. Скорость фильтраціи въ этихъ фильтрахъ въ 10—100 разъ больше, чѣмъ въ обыкновенныхъ песочныхъ фильтрахъ. По опытамъ въ Провиденсѣ наилучшая скорость на прим. оказалась около 200" въ часъ.

При такой значительной скорости, а также при незначительной толщинѣ слоя песка не только микроорганизмы, но и мелкая муть могутъ несомнѣнно продавливаться сквозь песокъ. Во избѣжаніе этого прибавляется къ очищаемой водѣ передъ ея входомъ въ фильтръ особыя осаждающія или обволакивающія вещества, названные выше *коагулянтами*, которые образуютъ на песчаной поверхности слой искусственной очень мелкопористой пленки (замѣняющей грязевую), достаточно прочной для избѣжанія ея прорыва при значительной скорости фильтрованія. Наиболее употребительный коагулянтъ — сѣрно-алюминіевая соль, прибавляемая въ количествѣ отъ 0,7 до 1,2 фунта на 1000 куб. футъ фильтруемой воды, а также калиевые квасцы (около 0,4 ф. на 1000 куб. футъ воды); послѣдніе пригодны не для всякой воды. Съ теченіемъ времени фильтры, очевидно, засариваются и ихъ приходится чистить (примѣрно черезъ каждые 15—20 часовъ). Для этого особыми мѣшалками или токомъ воды взмучиваютъ песокъ, обмывая его одновременно обратнымъ токомъ чистой водой. Во время эпидемій песокъ можно стерилизовать впускомъ пара. Когда песокъ сильно загрязнится — его можно замѣнить свѣжимъ.

Американскіе фильтры требуютъ особой тщательности надзора и вниманія; все устройство болѣе или менѣе закрыто, отъ него идетъ масса трубъ съ различными кранами: стоитъ одинъ изъ нихъ неплотно закрыть — въ трубу чистой воды легко можетъ устремиться грязная, стоитъ недостаточно открыть кранъ для введенія раствора коагулянта — образуется недостаточная плѣнка и фильтрація дастъ плохіе результаты и т. п. При вполне правильномъ дѣйствіи фильтровъ съ коагулянтами качество фильтруемой воды можетъ быть однако вполне хорошимъ; по опытамъ, произведеннымъ въ Америкѣ (въ Providence), они могли удерживать изъ воды до 99,2 и даже до 100% всѣхъ микроорганизмовъ, т. е. больше наилучшихъ англійскихъ.

Хотя описываемые фильтры находили себѣ примѣненіе до настоящаго времени чаще всего въ Америкѣ, но имѣются примѣры устройства ихъ и въ другихъ странахъ (см. черт. 82—83 и 438—447). песочнымъ фильтрамъ. Въ послѣдніе годы механическіе песочные фильтры нашли себѣ сторонниковъ и въ Россіи. Такъ въ Москвѣ, въ Сандуновскихъ баняхъ, питаемыхъ Москворѣцкою водою, установлены инженеромъ Зиминымъ механическіе фильтры на 150.000

Механические напорные фильтры.

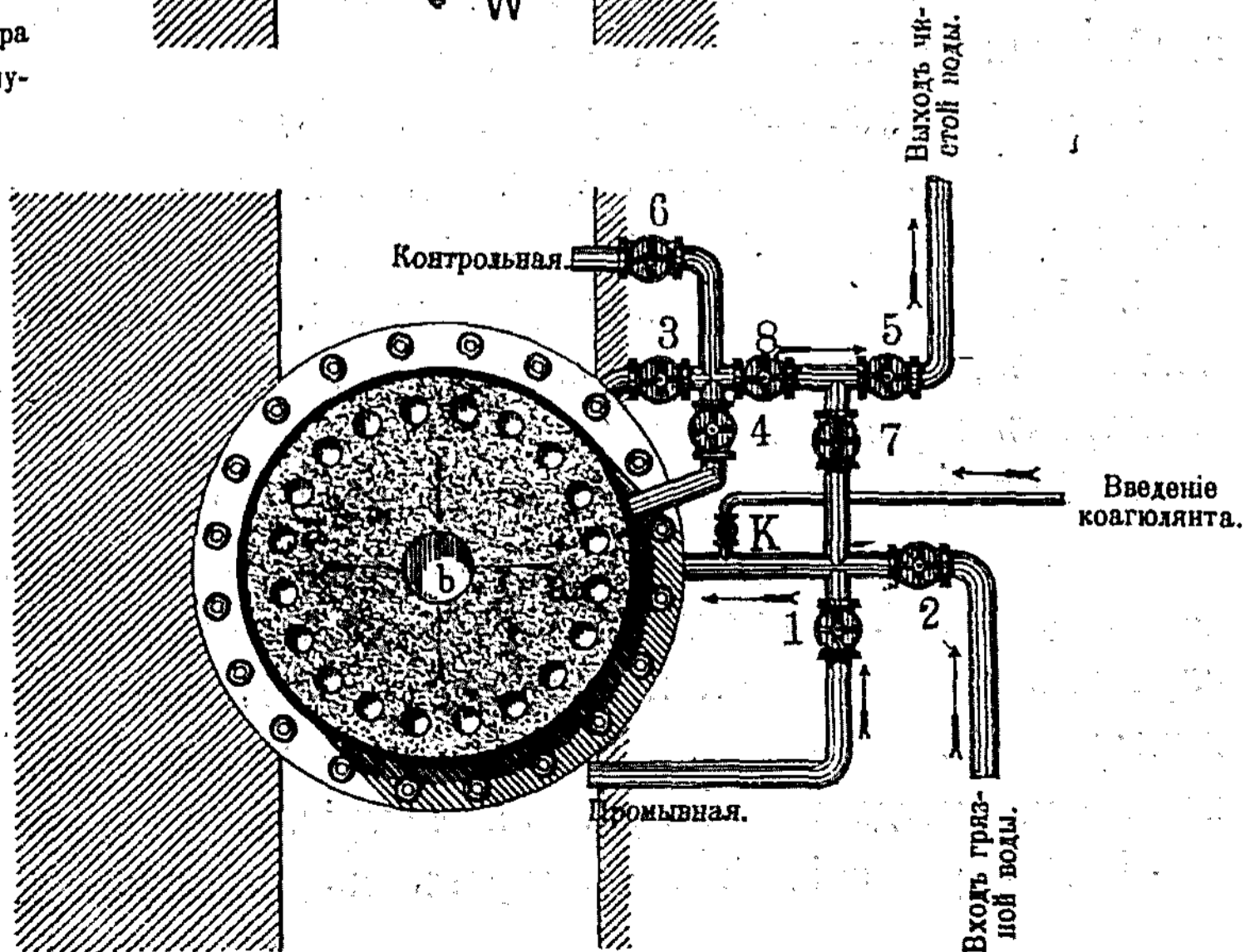


Назначенію вентилей.

1. Для промывки.
2. Для ипуска грязной воды.
3. Для впушиванія песка при промывкѣ его.
4. Для выпуска чистой воды изъ фильтра.
5. Для выпуска чистой воды въ водопроводъ.
6. Для контроля воды.
7. Для первоначальной коагуляціи съ чистой водой.
8. Тоже.

- а,а — Проницаемая трубы, принимающія грязную воду.
- б,б — Проницаемая труба, собирающая чистую воду.
- с,с — Каналь, принимающій грязную воду.
- А,А — Для загрузки песка.
- W — Для выпуска песка.
- К — Для впуска коагулянта.

Примѣчаніе. Промывка фильтра производится обратнымъ пропускомъ чистой воды.



Черт. 446 и 447. Разрѣзъ и планъ фильтра системы инж. Зимины.

ведеръ воды въ сутки, со скоростью фильтраціи въ 30" въ 1 часъ. Подобные же фильтры (но безъ коагулянта) фигурировали и на Нижегородской выставкѣ. Въ С.-Петербургѣ уже нѣсколько лѣтъ испытываются механическіе фильтры системы инженера Ганнекена.

На черт. 446—447 изображенъ одинъ элементъ фильтра системы инженера Зимины. Рѣчная вода черезъ кранъ № 2 входитъ въ камеру с п затѣмъ въ вертикальныя дырчатыя трубки *a*, проходить черезъ слой кварцеваго песку толщиною около 8" въ среднюю трубу *b*, откуда черезъ краны № 4, № 8 и № 5 въ резервуаръ чистой воды. Всѣ трубы *a* и *b* сдѣланы съ отверстіями и обтянуты мелкой мѣдной проволочною ткапю. На чертежахъ 446 — 447 обозначены: *a*, *a*—дырчатая труба для прохода въ фильтръ рѣчной (грязной) воды; *b*—дырчатая труба, собирающая чистую воду; *c*, *c*—распределительная камера грязной воды, сообщенная съ трубами *b*, *b*; *A*, *A*—вантузы для насыпки свѣжаго песка; *W*—вантузъ для высыпки грязнаго; *k*—кранъ для впуска раствора коагулянта. Назначеніе вентилей или крановъ: 1—для промывки фильтра водой подъ напоромъ; 2—для впуска очищаемой воды; 3—для взбалтыванія песка при его промывкѣ; 4—для выхода чистой воды изъ фильтра; 5—для выпуска чистой воды въ городъ (или въ резервуаръ чистой воды); 6—для контроля дѣйствія фильтра; 7—для первоначальной коагуляціи съ чистой водою; 8—тоже.

Итакъ, общія черты устройства почти всѣхъ американскихъ механическихъ фильтровъ слѣдующія:

а) Они представляютъ собою открытые или закрытые сосуды, содержащіе въ себѣ, какъ фильтрующій матеріалъ, обыкновенный или искусственно изготовленный кварцевый песокъ.

б) Вода очищается, проходя черезъ песокъ *сверху внизъ* со скоростью въ десятки разъ большею, чѣмъ въ обыкновенныхъ иесчаныхъ фильтрахъ европейскаго типа.

с) Фильтрованію предшествуетъ введеніе въ воду *коагулянта*, безъ чего оно не можетъ быть вполне удовлетворительно. Предъ фильтрованіемъ, а иногда и послѣ его примѣняется въ нѣкоторыхъ случаяхъ *аэрація воды*, производимая съ цѣлью окисленія находящихся въ ней органическихъ веществъ или желѣза. Аэраціи подвергается иногда и фильтрующій матеріалъ.

д) Для удаленія изъ фильтровъ накапливающейся въ нихъ изъ

воды грязи примѣняется обратная промывка, при чемъ *промывается вся масса песка*, который приводится при этомъ въ сильное движеніе или струями воды или особыми мѣшалками.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда при *быстромъ* фильтрованіи не довольствуются лишь видимымъ очищеніемъ воды, а хотятъ задержать также и бактерій, *коагуляція* является безусловно необходимымъ спутникомъ механическаго фильтрованія.

Извѣстный американскій спеціалистъ по вопросамъ о фильтрованіи воды Allen Hazen изъ своихъ опытовъ убѣдился, что безъ прибавки коагулянта механическіе фильтры не могутъ успѣшно задерживать находящихся въ водѣ бактерій.

Съ введеніемъ же коагулянта процентъ задерживанія бактерій значительно повышается. Недавно Джуэльская фильтровальная компанія въ Чикаго *гарантировала при устройствѣ механическихъ фильтровъ системы Джуэль въ городѣ Lorain Oh. задержку 97%* находящихся въ водѣ бактерій.

Въ дѣйствительности оказывается возможнымъ задерживать изъ воды даже 99% бактерій и болѣе, какъ это доказываютъ уже упомянутые выше опыты въ этомъ направленіи, произведенные въ 1893—99 годахъ въ гор. Провиденсъ. Цѣлью ихъ была оцѣнка механическихъ фильтровъ сравнительно съ несочными. Это были опыты, носившіе строго-научный характеръ. Они были повторены и въ другихъ мѣстахъ. Отчетъ о Провиденскихъ опытахъ, составленный инженеромъ Эдмундомъ Уэстономъ, былъ опубликованъ въ 1898 году. (The Engineering Record, 1896 года. Volum. 33, № 19, и The Providence filtration experiments.—См. также новѣйшую работу Уэстоиа—Test of a mechanical filter въ Proc. Am. Soc. C. Eng. September, 1899).

Изъ разныхъ коагулянтовъ, употребляемыхъ въ Америкѣ для механической фильтраціи, наиболѣе распространены *сульфатъ алюминія и калиевые квасцы*.

Инженеръ Уэстонъ на основаніи провиденскихъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что наилучшее количество сульфата алюминія это  $\frac{1}{2}$ —1 грана на галлонъ воды.

*Квасцы* дѣйствуютъ также хорошо, но ихъ слѣдуетъ употреблять въ строго-ограниченномъ количествѣ, соответствующемъ составу фильтруемой воды, такъ какъ иначе они могутъ ухудшить качество воды (см. § 60). Въ Новомъ Орлеанѣ, гдѣ поставлены механическіе

фильтры Нью-Йоркской К<sup>о</sup> на 4.000.000 ведеръ воды въ сутки, при употребленіи квасцовъ въ количествѣ 1 грана на галлонъ воды, наблюдались вредныя послѣдствія, указанные въ § 60; потому было рѣшено употреблять ихъ втрое меньше.

Кромѣ постоянной прибавки коагулянта во время фильтрованія онъ можетъ *вводиться усиленно* въ фильтръ непосредственно послѣ его промывки для быстрого образованія фильтрующей пленки. Для полученія хорошихъ результатовъ первая фильтруемая вода при этомъ *спускается* въ сточную трубу. Въ отчетѣ инженера Уэстона о Провиденскихъ испытаніяхъ упоминается, что для хорошихъ результатовъ воду слѣдовало спускать въ продолженіи часа истрачивая такимъ образомъ до 2,9% всего количества фильтруемой воды. При строгой постановкѣ фильтраціи обыкновенными песчаными фильтрами имѣетъ мѣсто тотъ же процессъ—спусканія первой фильтруемой воды до образованія фильтрующей пленки; но пленка изъ одной мути воды образуется не такъ скоро, и потому въ Берлинѣ, на примѣръ, первую воду спускаютъ въ продолженіе 3—4 дней.

Стоимость устройства и эксплуатаціи механическихъ фильтровъ относительно невелика. По послѣднимъ даннымъ Уэстона (1899 г.) открытые механическіе фильтры (системы Jewell) со зданіемъ и резервуаромъ чистой воды (см. черт. 441—442)) дающіе 2.000.000 галлоновъ въ 24 часа стоятъ въ Providence около 21.000 долларовъ, а расходы на коагулянтъ (1 гранъ сульфата алюминія на галлонъ) и эксплуатацію составляютъ 2,15 доллара на 1.000.000 галлоновъ фильтрованной воды. Послѣдняя совершенно прозрачна, имѣетъ видъ дистиллированной и нравится потребителямъ. (Proc. Am. S. C. E. 1899, № 7).

Кромѣ сульфата алюминія и квасцовъ, могутъ употребляться, какъ было указано уже въ § 60, другіе коагулянты, на примѣръ, хлопное ~~железо~~, одно или съ содой, водная окись алюминія, водная окись желѣза и др.

Профессоръ Бунге въ своемъ докладѣ «*объ очищеніи воды химическими способами*» даетъ, какъ указано въ § 67, указанія относительно веществъ, пригодныхъ для очищенія воды и относительно происходящихъ реакцій, но онъ самъ на основаніи своихъ личныхъ опытовъ надъ Днѣпровской водой въ Кіевѣ отдаетъ предпочтеніе



*хлористому железу*, которое въ большей степени, чѣмъ другіе реагенты, обладаетъ способностью устранять окраску воды.

Albert R. Leeds, — профессоръ химіи Стивепскаго технологическаго института въ Гобокенъ (штатъ Нью-Джерси), въ докладѣ, сдѣланномъ имъ Ротчестерской коммерческой палатѣ, говорить относительно значенія химической очистки рѣчныхъ водъ слѣдующее: «Нѣкоторые думаютъ какія химическія вещества не должны употребляться для очищенія воды. Мнѣ кажется, что принять такое положеніе значитъ отказаться отъ выгодъ, которыя дало намъ обстоятельное изученіе этого вопроса. Если бы квасцы когда-либо проходили въ вашъ водопроводъ, я бы согласился, что этого не слѣдуетъ допускать, но квасцы не проходятъ въ фильтрованную воду. Квасцы настолько разлагаются, что я никогда не былъ въ состояніи найти ихъ въ фильтрованной водѣ; гидратъ алюминія задерживается, а глиноземъ, который проходитъ въ незначительномъ количествѣ, *присутствуетъ также въ самой натуральной водѣ*. Если вы разсмотрите анализъ рѣчной воды, то вы увидите, что вода въ своемъ естественномъ составѣ содержитъ глиноземъ. Это — почвенный глиноземъ дѣлаетъ воду изъ буровыхъ колодцевъ водою фильтрованной».

*Относительно скорости фильтраціи* Allen Hazen (Proceedings of the sixteenth annual meeting of the American Water-Works Association, held at Indianapolis. Ind. 1896. — ст. 103), — проводя различіе между песчаными фильтрами и механическими, говорить о послѣднихъ: «*Однимъ изъ характерныхъ признаковъ механическихъ фильтровъ служитъ то, что скорость фильтрованія въ нихъ сравнительно громадная — въ 50—100 разъ бѣльшая, чѣмъ при песчаной фильтраціи*. Широкимъ европейскимъ опытомъ дознано, что существуетъ точно опредѣленная граница для скорости, при которой возможно успѣшное фильтрованія воды (4" — 5" въ часъ). Попытка фильтровать воду со скоростью въ 100 разъ большею не дала бы удовлетворительныхъ результатовъ, еслибы не былъ введенъ въ это дѣло новый факторъ. Этотъ факторъ, устраняющій вредное вліяніе большой скорости фильтрованія, есть *химическое воздѣйствіе на фильтруемую воду*».

Но чрезмѣрно большой скорости слѣдуетъ избѣгать. Инженеръ Эдмундъ Вестонъ, производившій испытаніе механическихъ фильтровъ на научной основѣ, въ своемъ отчетѣ говоритъ:

«Если механические фильтры принимаются для города, то я рекомендовалъ бы, чтобы ихъ производительность была принята въ 100.000.000 галлоновъ на акръ въ 24 часа (93,54 метр.) для того, чтобы гарантировать хорошую работу фильтра».

Въ дальнѣйшихъ опытахъ тотъ же инженеръ принялъ скорость въ 125 мил. гал. въ 24 часа на акръ (116,93 метр. или 4603 дюйма въ сутки, т. е. 192 дюйма въ часъ) и получилъ отличные результаты (см. черт. 441 и 442).

*Промывка* механическихъ фильтровъ производится всегда обратнымъ направлениемъ воды при сильномъ переѣшиваніи песка особыми мѣшалками или струями воды. Allen Hazen видитъ въ этомъ главное отличіе механическихъ фильтровъ отъ песчаныхъ. Расходъ воды на промывку механическихъ фильтровъ составляетъ отъ 3% до 5% отъ всего количества фильтруемой воды. Промывка каждаго отдѣльнаго механическаго фильтра требуетъ времени отъ 5 до 10 минутъ. Главное различіе конструкцій американскихъ механическихъ фильтровъ, по существу своему сходныхъ между собою, заключается въ способахъ взмѣшиванія песка во время промывки. Всѣ механическіе фильтры можно раздѣлить на два вида, именно *фильтры открытые* и *фильтры напорные*. Первые требуютъ особыхъ мѣшалокъ; вторые допускаютъ промывку обратнымъ токомъ. Конструкція первыхъ ясно видна изъ чертежей 439, 440, 441 и 442, а примѣромъ вторыхъ можетъ служить описанный выше фильтръ Н. П. Зимина (черт. 446, 447) и др. (черт. 82, 83, 443, 444 и 445).

Въ большинствѣ механическихъ фильтровъ коагулянтъ вводится въ воду въ моментъ впуска ея въ фильтръ. Въ послѣднее время это признали неудобнымъ.

Многіе инженеры, въ томъ числѣ и инженеръ Н. П. Зиминъ, послѣ изученія дѣйствія механическихъ фильтровъ въ С. Америкѣ, признаютъ, что для полученія вполне хорошихъ результатовъ необходимо производить коагулированіе воды ранѣе иапусканія ея на фильтръ — въ особомъ осадочномъ резервуарѣ, въ которомъ вода должна медленно перемѣщаться въ продолженіи отъ получаса до часа, причемъ значительная часть хлопьевиднаго осадка опустится на дно резервуара и не попадаетъ уже на фильтръ. При такомъ способѣ подготовки воды для фильтрованія коагулянтъ будетъ болѣе совершенно смѣшиваться съ водою и будетъ имѣть достаточно времени

для полиаго въздѣйствія на ея примѣси. Пржеде это не считалось существеннымъ и потому многіе проектировали фильтры для системы прямаго давленія отъ насосовъ. Теперь же рекомендуется ставить фильтръ между двумя резервуарами, изъ которыхъ первый, принимающій нефльтрованную воду, долженъ быть приспособленъ для коагулированія воды и осажденія. Эта идея отчасти осуществлена въ устройствѣ, изображенномъ на чертежѣ 441 и 442.

Недавно закончены въ Америкѣ въ г. Питтсбургѣ новые строго-научные опыты надъ различными фильтрами. Эти опыты вполне подтвердили то, что было констатировано при научныхъ испытаніяхъ механическихъ фильтровъ въ городахъ Провиденсѣ, Лоренъ, Люисвиллѣ,—они доказали, что механическіе фильтры задерживаютъ изъ воды въ среднемъ 97% и болѣе бактерій, не говоря уже конечно о полномъ задерживаніи мути. Въ настоящее время предприняты еще новыя научныя испытанія механическихъ фильтровъ въ городѣ Сінсіпаті и у насъ въ Россіи въ Москвѣ. Вообще теперь накапливается уже обильный строго-научный матеріаль, дающій возможность идти въ дѣлѣ проектированія и устройства механическихъ фильтровъ съ совершенно открытыми глазами. Принципы дѣла теперь установлены — остается лишь заботиться о соотвѣтственномъ ихъ примѣненіи въ каждомъ данномъ случаѣ.

---

## ГЛАВА IX.

# Храненіе воды и уравниваніе напора и расхода.

СОДЕРЖАЩЕ: § 69. Общія понятія объ уравнивательныхъ водоемахъ или резервуарахъ.— § 70. Эволюція уравнивательныхъ водоемовъ или резервуаровъ.— § 71. Резервуары высокаго уровня.— § 72. Форма резервуаровъ высокаго и низкаго уровня. Матеріалъ для образованія ограждающихъ стѣнъ.— § 73. Оборудование резервуаровъ.— § 74. Примѣры нѣкоторыхъ резервуаровъ.— § 75. Водонапорныя башни и колонны.— § 76. Механическіе регуляторы напора.

### § 69. Общія понятія объ уравнивательныхъ водоемахъ или резервуарахъ.

Вода, доставляемая въ городъ гравитационнымъ или напорнымъ водопроводомъ поступаетъ непосредственно или пройдя предварительно чрезъ устройства, предназначенныя для ея очистки, — въ одинъ или нѣсколько *водоемовъ* или *резервуаровъ* (чистой воды), помещенныхъ обыкновенно на возвышенныхъ точкахъ городской водопроводной сѣти.

Эти резервуары не предназначаются, подобно тѣмъ, о которыхъ говорилось въ главѣ VI, для собиранія большихъ запасовъ воды, напр. въ теченіе періода дождей или таянія снѣга, — достаточныхъ для снабженія города въ теченіи нѣсколькихъ недѣль или мѣсяцевъ сухого времени года. Резервуары чистой воды не слѣдуетъ также смѣшивать съ отстойными бассейнами, гдѣ происходитъ освобожденіе воды отъ мути.

Назначеніе резервуаровъ чистой воды, которые мы будемъ просто называть резервуарами, состоитъ главнымъ образомъ въ уравниваніи большихъ неправильностей въ расходѣ воды въ теченіи сутокъ сравнительно съ накачиваніемъ ея. Поэтому ихъ называютъ еще урав-

нительными резервуарами или уравнительными водоемами. Накачиваемая вода, не требующаяся для расхода, скапливается въ этомъ резервуарѣ, чтобы въ свою очередь удовлетворить потребностямъ въ водѣ, когда онѣ временами превышаютъ объемъ накачиваемой воды. Если при водопроводѣ не имѣется достаточно большаго резервуара, то водопроводъ долженъ постоянно доставлять столько воды, чтобы ею можно было удовлетворить наибольшему нужному расходу, такъ какъ иначе могутъ происходить перерывы или, по меньшей мѣрѣ, ограниченія въ доставкѣ воды потребителямъ. Причина этому, какъ мы уже выше упоминали, заключается въ постоянныхъ колебаніяхъ расхода потребляемой воды не только въ различные часы дня, но и въ различные дни недѣли и года. Но при такомъ устройствѣ водопровода въ случаѣ сокращенія расхода воды потребителями, избытокъ накачиваемой воды бесполезно стекаетъ въ сторону. Слѣдовательно, водопроводъ при этихъ условіяхъ стоитъ дороже (большее сѣченіе каналовъ и трубъ, большая сила машинъ) и часть доставляемой воды теряется бесполезно.

Эти неудобства и устраняются устройствомъ достаточно большаго уравнительнаго водоема, который въ то же время является еще важнымъ средствомъ для борьбы съ пожаромъ, такъ какъ даетъ во всякое время значительный запасъ воды съ сильнымъ напоромъ для дѣйствія пожарными рукавами, привинчиваемыми къ пожарнымъ уличнымъ кранамъ.

*Полезная емкость* резервуара рассчитывается обыкновенно такимъ образомъ, чтобы онъ могъ заключать въ себѣ суточную потребность въ водѣ (или нѣсколько больше) на случай, если произойдетъ остановка въ доставкѣ воды каналомъ въ гравитаціонномъ водопроводѣ или въ дѣйствіи водокачальныхъ машинъ. Такая вместимость признается минимальной для гравитаціонныхъ водопроводовъ, имѣющихъ только одинъ приводной каналъ къ городу, такъ какъ притокъ постояненъ и равенъ среднему секундному расходу воды въ городѣ: необходимо поэтому за ночь скопить значительный запасъ для дневного потребленія. Въ напорныхъ водопроводахъ, гдѣ доставка воды можетъ легче приспособляться къ размѣрамъ потребленія, запасъ можетъ быть значительно меньше, но и здѣсь необходимо имѣть въ виду возможность разрыва магистрали и остановки въ водоснабженіи со всѣми тяжелыми послѣдствіями; поэтому

если городъ имѣеть одну приводную трубу, то суточный запасъ нужно также считать и въ напорныхъ водопроводахъ минимальнымъ. Такимъ образомъ, можно принять за правило давать резервуару полезную емкость въ размѣрѣ суточной потребности воды, если водопроводъ имѣеть нѣсколько приводныхъ каналовъ или трубъ, могущихъ замѣнять временно другъ друга; въ противномъ случаѣ при одиночномъ каналѣ или трубѣ давать емкость большую, а именно въ 2—3 раза. (См. по этому вопросу V. A. Frühling—Die Was. der Städte, p. 80).

Если городъ расположенъ весь на плоскости, то наиболее целесообразнымъ мѣстомъ для уравнительнаго водоема представляется центръ тяжести площади города; при такомъ положеніи вода распространяется по всѣмъ трубамъ съ наименьшей потерей давленія, что тѣмъ важнѣе, чѣмъ меньшими напорами можно располагать въ данномъ случаѣ. Такое расположеніе резервуара соответствуетъ и минимуму стоимости сѣти для опредѣленнаго расхода воды.

Въ дѣйствительности выборъ мѣста для резервуара несравненно труднѣе. Города имѣють неровную поверхность; въ нѣкоторыхъ случаяхъ разность горизонтовъ частей города бываетъ даже очень велика. Въ такомъ случаѣ резервуаръ приходится помѣщать на возвышенности, стараясь приблизить его по возможности къ городу, руководствуясь соображеніями, изложенными въ § 71, и иллюстрируемыми чертежами №№ 448, 449, 512 и 513.

### § 70. Эволюція уравнительныхъ водоемовъ.

Изъ сказаннаго видно, что для того, чтобы удовлетворить вполне своему назначенію уравнительный водоемъ долженъ осуществлять два условія:

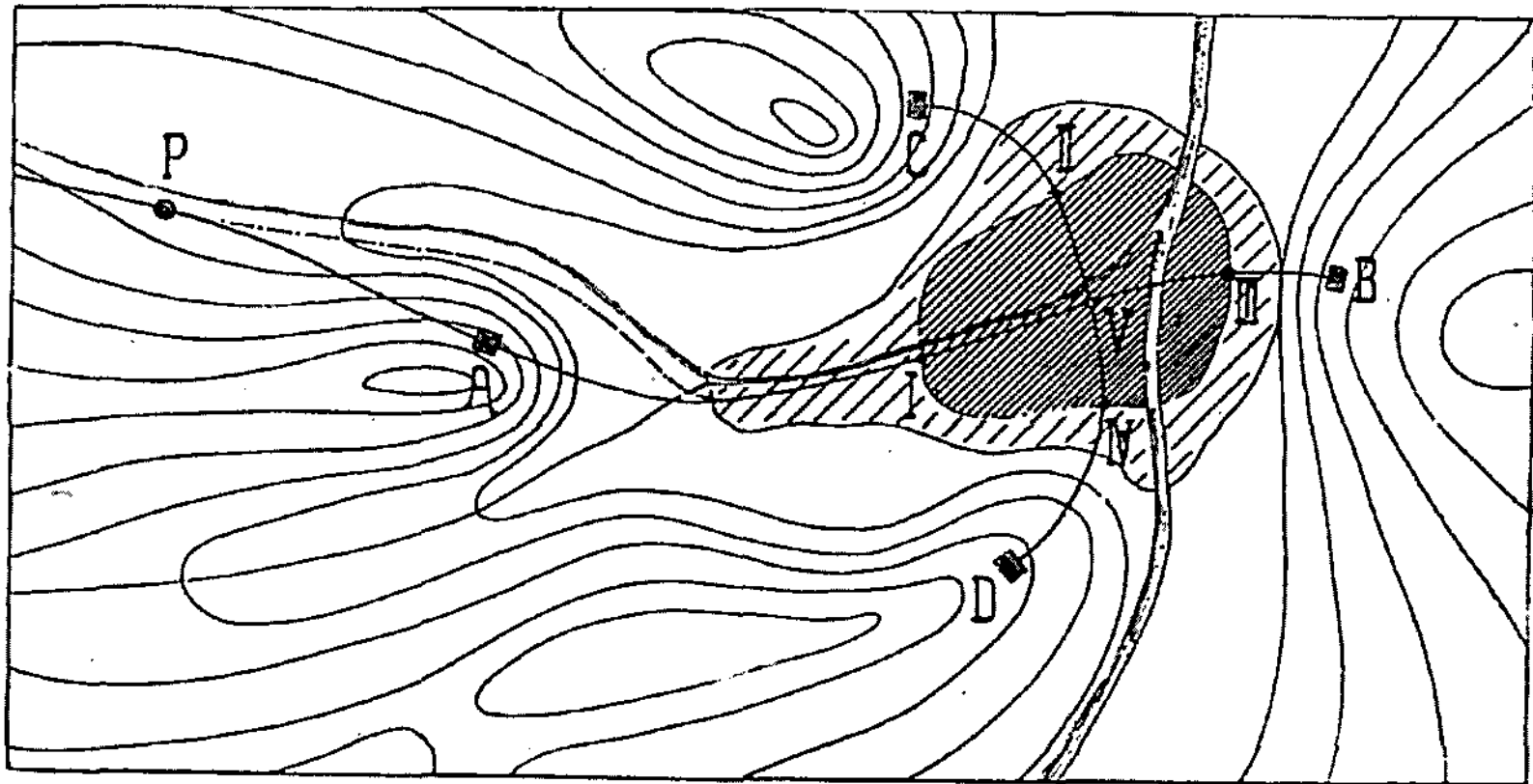
а) вмѣщать въ себѣ достаточный запасъ воды для подачи ея во время усиленнаго разбора или перерыва въ доставкѣ воды въ городъ;

б) находиться на достаточной высотѣ, чтобы собранная въ немъ вода могла достигать, подъ дѣйствіемъ тяжести отдаленнѣйшихъ и наиболее высокихъ концовъ сѣти въ еамыхъ высокихъ зданіяхъ города.

Удовлетворить этимъ условіямъ можно только съ затратой значительныхъ денежныхъ средствъ. Размѣръ потребнаго расхода зна-

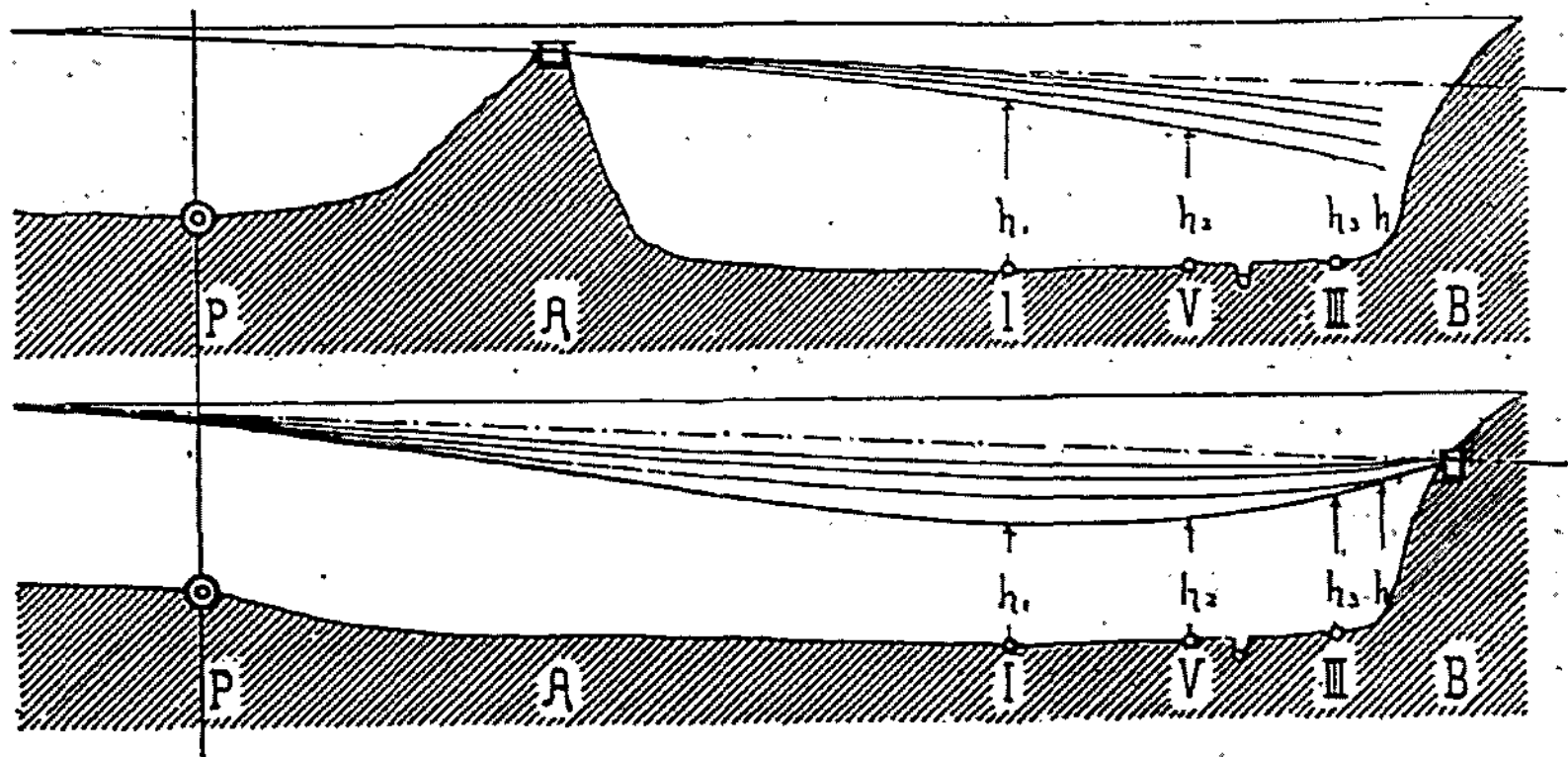
**Уравнительные водоемы.**

Избрание мѣста для уравнительнаго водоема.



Черт. 448.

Планъ мѣстности съ показаніемъ разныхъ положеній водоема.



Черт. 449.

Продольныя профили къ плану (черт. 448) по линіи *РВ* съ показаніемъ линій пьезометрическихъ высотъ въ трубахъ городской сѣти въ моментъ максимальнаго расхода при двухъ положеніяхъ резервуара (въ *А* и въ *В*).

чительно возрастаетъ, притомъ при неблагопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ, напр., когда нѣтъ естественной возвышенности для помѣщенія резервуара и требуется создавать искусственное дорогое зданіе. Это дало поводъ въ разныхъ городахъ къ измѣненіямъ идеи выше охарактеризованнаго уравнительнаго водоема, съ цѣлью уменьшенія его стоимости. Измѣненія эти, конечно, имѣютъ послѣдствіемъ ограниченіе полезнаго дѣйствіе уравнительнаго водоема и состоятъ въ слѣдующемъ:

а) водоемы помѣщаются не на искусственномъ высокомъ зданіи, а на уровнѣ городской сѣти и устраивается особая машинная станція для подачи воды изъ резервуара въ сѣть и поддержанія необходимаго напора. Резервуаръ здѣсь ничѣмъ не отличается по размерамъ отъ резервуара высокаго уровня, но помѣщается низко и не можетъ самъ регулировать напора въ сѣти;

б) уровень высокій—резервуаръ сохраняется, онъ помѣщается на искусственномъ зданіи, причемъ значительно уменьшается объемъ, такъ что запасъ воды дѣлается достаточнымъ только для непродолжительныхъ вспомогательныхъ дѣйствій (менѣе значительный разрывъ трубъ, пожары); такой уравнительный водоемъ называютъ водонапорной башней;

в) объемъ собственно резервуара дѣлаются равнымъ нулю; сохраняется только высокій уровень. Другими словами резервуара нѣтъ, остаются только трубы, ведущія къ нему, такъ что въ сѣти создается точка съ опредѣленнымъ высокимъ давленіемъ, которое регулируетъ напоръ въ сѣти. Такое сооруженіе называется водонапорной колонной. Оно уже не играетъ роли въ уравниваніи колебаній въ расходѣ.

Итакъ, слѣдовательно, уравнительные водоемы могутъ представляться въ слѣдующихъ четырехъ разновидностяхъ:

резервуаръ высокаго уровня,  
резервуаръ низкаго уровня,  
водонапорная башня,  
водонапорная колонна.

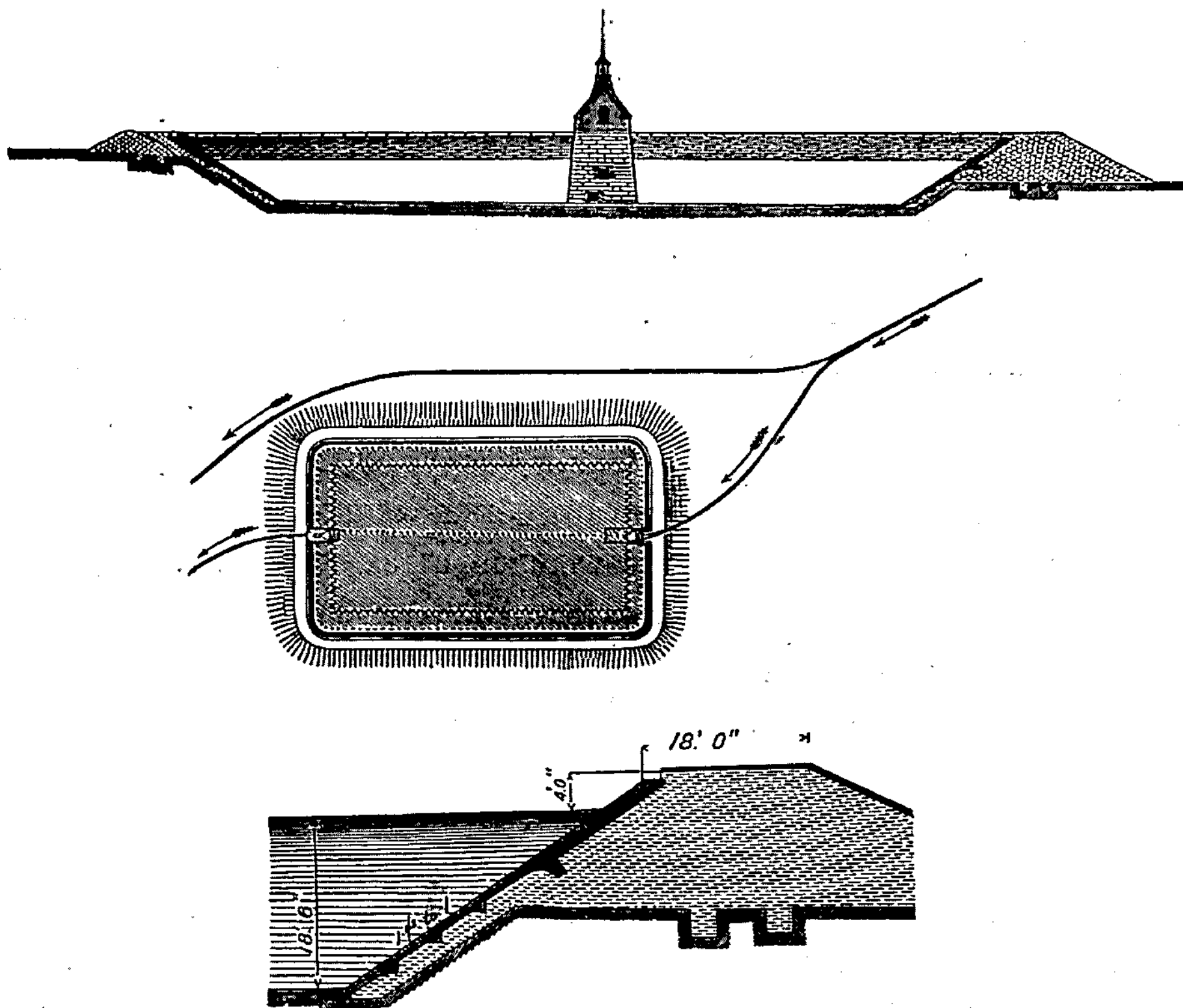
## § 71. Резервуары высокаго уровня (напорные).

*Мѣстоположеніе напорнаго резервуара* зависитъ отъ топографическихъ условій города и должно быть избрано такъ, чтобы всѣ задачи резервуара были выполнены съ наименьшей затратой денегъ. Для



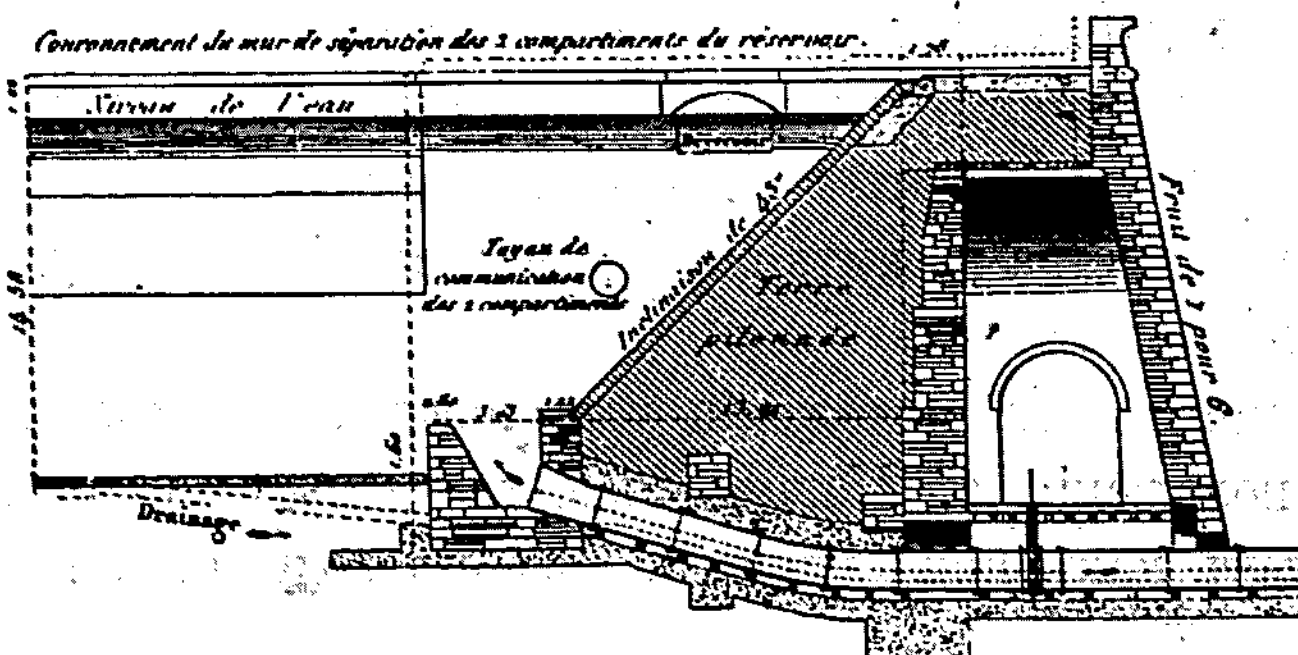
**У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .**

Открытые резервуары.  
Водоснабжение города Манчестера.



Черт. 450, 451 и 452. — Планъ, разръзъ и деталь открытаго резервуара Манчестерскаго водопровода, устроеннаго въ 1874 г. инж. Fanning'омъ.

**В о д о с н а б ж е н и е г о р . Н ь ю - Й о р к а .**



Черт. 453. — Резервуаръ Кротонскаго водопровода въ городѣ Нью-Йоркѣ. Разръзъ ограждающей стѣны въ мѣстѣ притока воды.

этого, очевидно, нужно, чтобы резервуаръ былъ по возможности ближе къ мѣсту потребленія воды. Въ городѣ совершенно плоскомъ такимъ мѣстомъ является центръ тяжести фигуры города. Но и въ этомъ простѣйшемъ случаѣ вопросъ усложняется тѣмъ, что центральные участки города заняты наиболее дорогими постройками и земля здѣсь особенно цѣнна. Устройство резервуара въ центрѣ города можетъ обойтись поэтому слишкомъ дорого.

Когда мѣстность не плоская задача еще усложняется. Обыкновенно стараются тогда воспользоваться возвышенными частями города, но при этомъ, хотя самый резервуаръ будетъ стоить дешево, можетъ значительно возрасти стоимость сѣти, если возвышенность расположена очень въ сторонѣ. Вопросъ этотъ можетъ быть рѣшенъ въ частныхъ случаяхъ лишь посредствомъ нѣсколькихъ вариантовъ съ принятіемъ въ соображеніе, какъ стоимости первоначальнаго устройства, такъ и стоимости эксплуатаціи сооружений.

По отношенію къ сѣти резервуаръ обыкновенно (особенно прежде) располагался такъ, чтобы онъ находился въ ея началѣ: т. е. къ нему подходит главный приводный каналъ или труба, а отъ него отходитъ главный отводный, который потомъ и развѣтвляется по городу. Такое положеніе резервуара (*A* на черт. 448) имѣетъ крупныя неудобства:

магистраль ведущая отъ резервуара къ сѣти (*AI*) должна имѣть діаметръ, соотвѣтствующій наибольшему секундному расходу въ году, каждый разрывъ трубы *AI* лишаетъ воды всю сѣть, вода никогда не поступаетъ въ сѣть непосредственно, а всегда послѣ болѣе или менѣе долгаго пребыванія въ резервуарѣ, напоръ въ сѣти неравномѣрно и быстро уменьшается къ концу, противуположному резервуару (черт. 449).

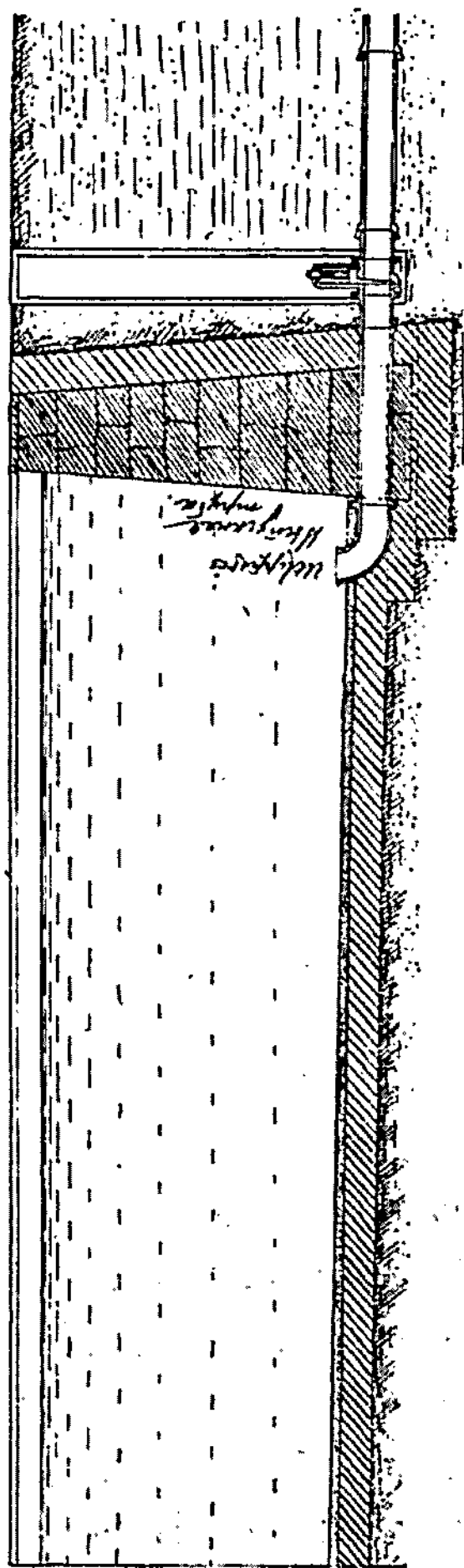
Достоинства расположенія резервуара въ началѣ сѣти состоятъ въ томъ, что движеніе воды совершается въ одномъ и томъ же направленіи и что легко измѣрять количество доставляемой въ резервуаръ воды и сравнивать съ потребляемымъ въ городѣ.

Эти достоинства не имѣются при помѣщеніи резервуара въ концѣ сѣти (*B* на черт. 448).

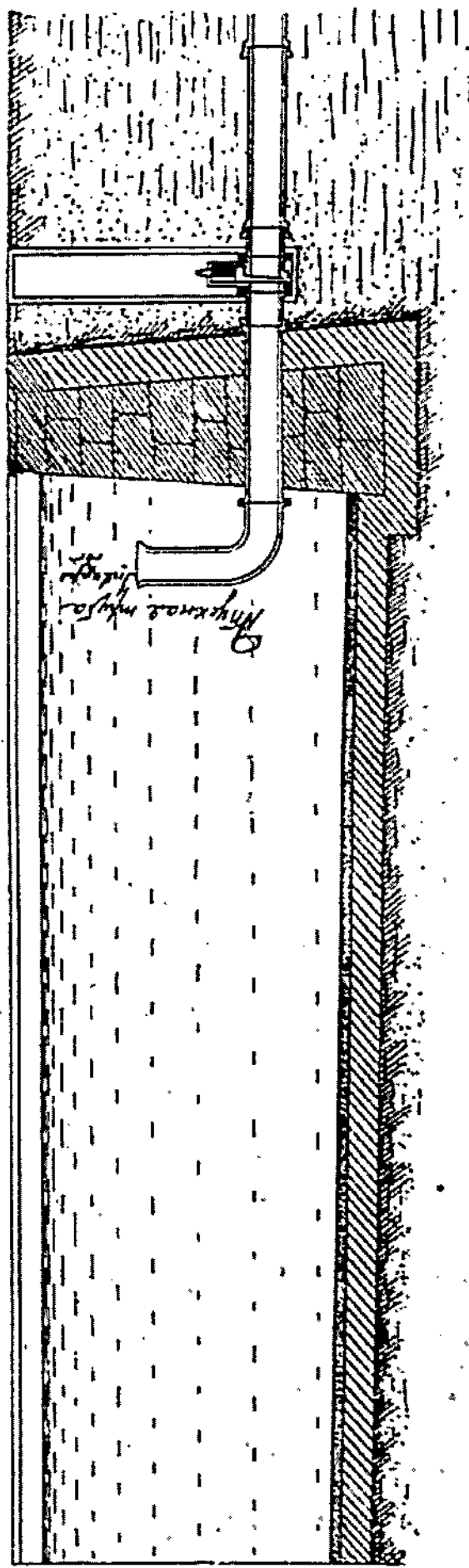
За то при такомъ положеніи устраняются и недостатки, указанныя для положенія *A*. Напоръ въ сѣти здѣсь распределенъ равномерно, такъ какъ при сильномъ разборѣ воды сѣть питается какъ

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

О т к р ы т ы е р е з е р в у а р ы .



Черт. 454. — Разрѣзъ открытаго резервуара чрезъ выпускную трубу.



Черт. 455. — Разрѣзъ открытаго резервуара чрезъ впускную трубу. (I. G. Richert. — Om vattenledningar och vattenfallorr. Stockholm 1869 г.).

Примечаніе. Резервуары тѣхъ типовъ примѣнены, между прочимъ, въ Стокгольмѣ.

непосредственно изъ магистрали, такъ и изъ резервуара (см. черт. 449—пъезометрическихъ линій). Въ періодъ малаго потребленія вода ноступаетъ въ сѣть безъ посредства резервуара и діаметръ магистрали здѣсь меньше чѣмъ въ случаѣ А.

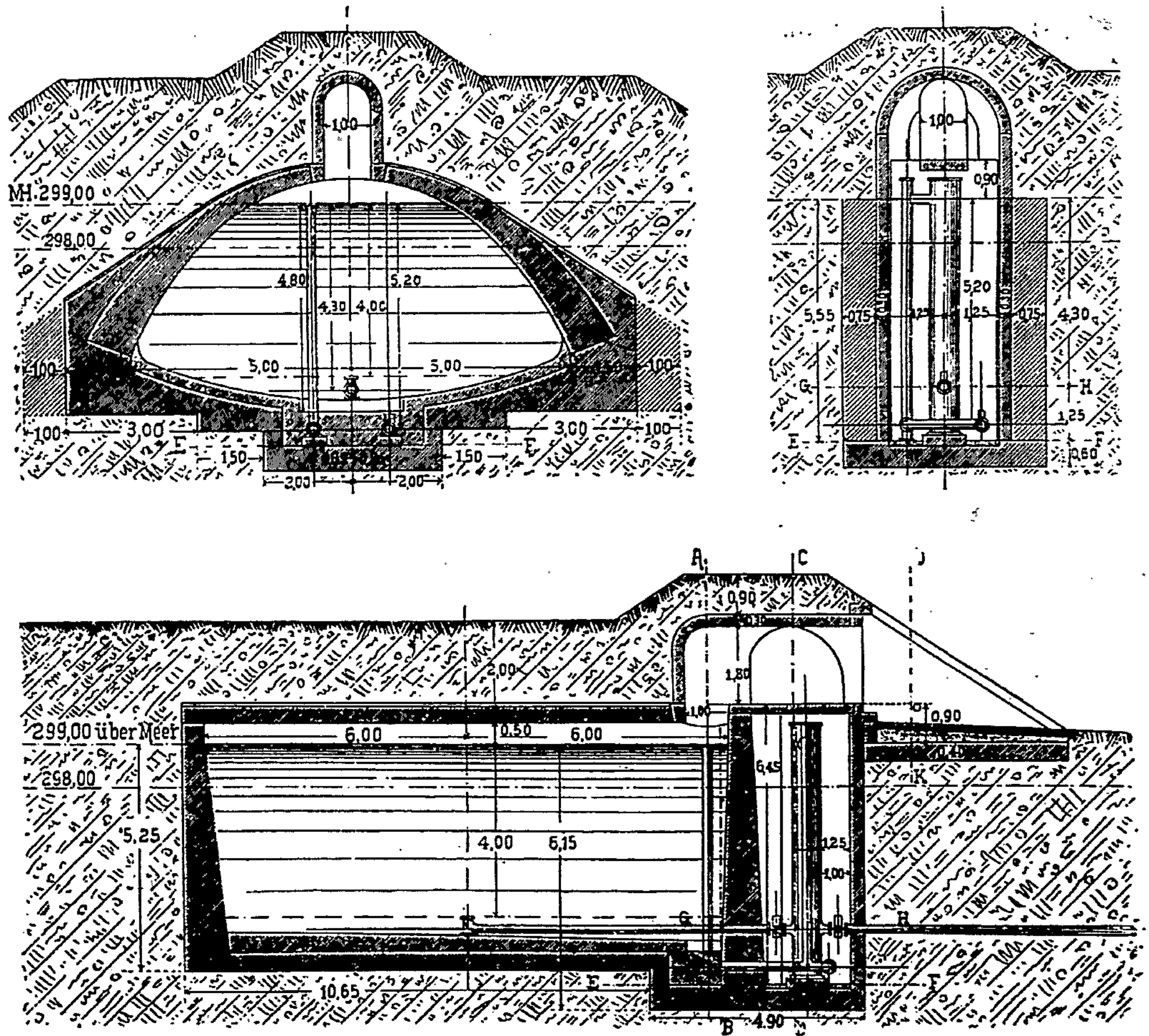
Еще удобнѣе вмѣсто одного большого резервуара имѣть ихъ два, причемъ, если возможно по мѣстнымъ обстоятельствамъ, располагать ихъ на противоположныхъ концахъ города, снабжаемаго водою. Такіе резервуары соединяются между собою главной магистралію и взаимно помогаютъ другъ другу въ уравниваніи колебашій напора въ городской сѣти, причемъ въ продолженіе малаго расхода въ сѣти, особенно во время ночи, вся накачиваемая вода стремится въ дальшій резервуаръ и наполняетъ его, а днемъ, съ возрасташемъ опять расхода, стекаетъ обратно по главной магистраліи. Для регулированія притока и выпуска воды служитъ клапанный кранъ, помѣщаемый въ главной магистраліи предъ ея входомъ во второй резервуаръ. Передъ клапаномъ труба развѣтвляется и одна изъ вѣтвей впущена въ резервуаръ нѣсколько выше наивысшаго уровня воды, назначеннаго для резервуара. Клапанъ открывается въ сторону города и не позволяетъ водѣ выходить изъ резервуара до тѣхъ поръ, пока, отъ происшедшаго гдѣ либо въ городской сѣти большаго расхода воды, давленіе на клапанъ не ослабнетъ. Если напоръ снова возрастетъ, то опять клапанъ закроется и вода тогда начнетъ изливаться чрезъ вѣтвь въ резервуаръ.

Идя далѣе въ томъ же направлевіи легко замѣтить, что три резервуара, поставленные съ разныхъ сторонъ города дадутъ еще болѣе равномерное распредѣленіе давленій и діаметровъ трубъ. Вообще, можно сказать, что *выгодно вмѣсто одного большого резервуара сдѣлать нѣсколько малыхъ съ той же общей вмѣстимостью, помѣщая ихъ возможно ближе къ сѣти*. Но это общее утвержденіе должно быть принимаемо со всѣми оговорками относительно топографическихъ и хозяйственныхъ условій города, какія были сдѣланы выше.

Въ хорошо устроенномъ городскомъ водоснабженіи вода должна въ самыхъ высоколежащихъ улицахъ имѣть еще такой напоръ, чтобы ею можно было удобно пользоваться для всѣхъ доманшихъ, общественныхъ и промышленныхъ потребностей; слѣдовательно, и въ такихъ улицахъ вода должна по трубамъ подниматься до крышъ самыхъ высокихъ домовъ. При движеніи воды по трубамъ расхо-

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

Р е з е р в у а р ы и з ь к а м н я .



Черт. 456, 457 и 458.

П о п е р е ч н ы й (п о *AB* и *CD*) и п р о д о л ь н ы й р а з р ь з ь р е з е р в у а р а в ь M ü l l h e i m ' ъ .

Резервуар однокамерный. Построенъ изъ каменной кладки; дно покрыто слоемъ бетона. Во время очистки или ремонта резервуара его функцию, какъ напорнаго устройства, исполняетъ помѣщенная въ особой камерѣ предъ резервуаромъ напорная колонна; этимъ устраняется отчасти необходимость во второй камерѣ. (Lpeger, p. 759).

дуются известная часть напора на преодоленіе сопротивленія тренія и эта часть поглощаемаго треніемъ напора тѣмъ значительнѣе, чѣмъ длиннѣе проводъ и чѣмъ менѣе его діаметръ. Вслѣдствіе этого напоръ воды въ началѣ водопровода долженъ быть тѣмъ сильнѣе, чѣмъ далѣе самая высоколежащая часть города находится отъ главной магистрали, приводящей воду въ городъ, чтобы въ наиболѣе отдаленныхъ и наиболѣе возвышенныхъ пунктахъ вода въ трубахъ имѣла требуемый наимеишій напоръ. Съ этимъ также сообразуется выборъ мѣсторасположенія резервуара и *опредѣленіе уровня* воды въ немъ.

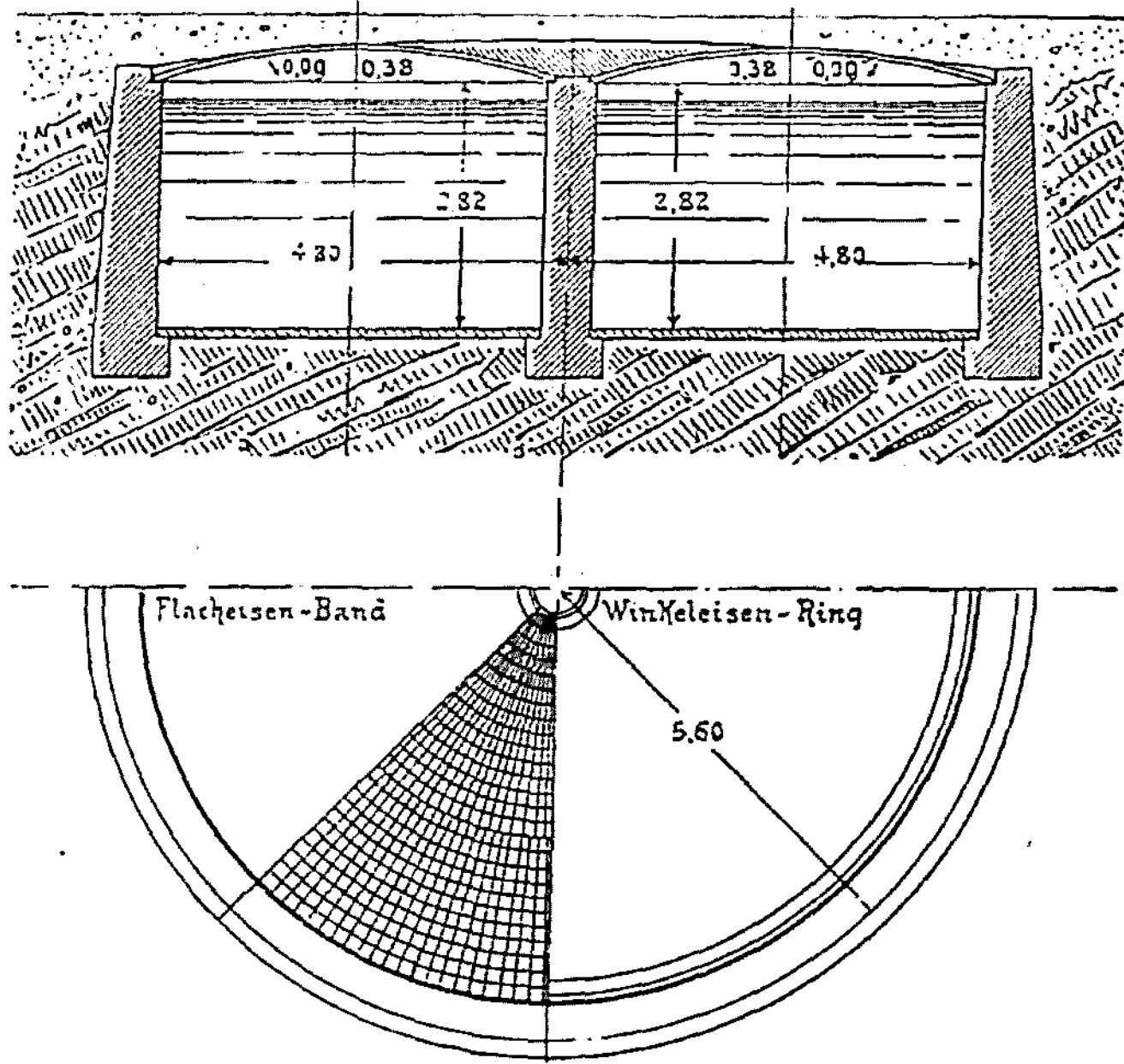
Въ высокихъ домахъ крыши расположены на высотѣ до 12 саж. и болѣе надъ мостовой, по такъ какъ трубы лежатъ въ землѣ на глубинѣ около сажени, то, слѣдовательно, въ каждомъ пунктѣ города вода въ трубахъ должна имѣть напоръ не менѣе 13 саж. = 91 фут. =  $2\frac{3}{4}$  атмосферъ. При такомъ напорѣ струя воды изъ рукава, привинченнаго къ уличному пожарному крану, бьетъ на только-что достаточную высоту.

Вычисленіе высоты, на которой должно расположить напорный резервуаръ, основывается на длинѣ всѣхъ уличныхъ трубопроводовъ, доставляющихъ воду въ требуемое наиболѣе возвышенное мѣсто, сообразно ихъ діаметрамъ, опредѣляемымъ по скорости, принятой для движенія воды по водопроводнымъ трубамъ.

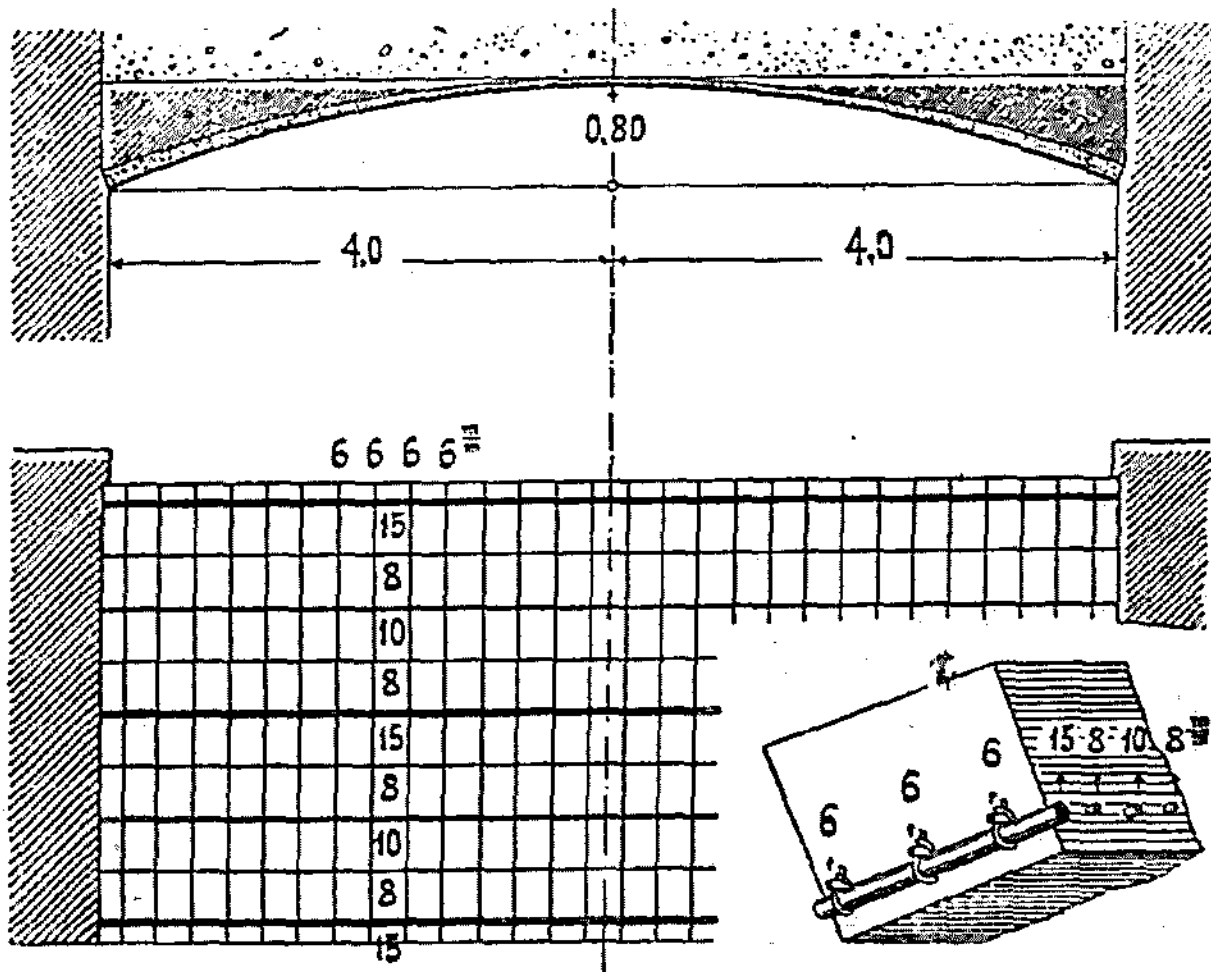
При устройствѣ резервуаровъ во всякомъ случаѣ надобно избѣгать образованія излишняго напора, такъ какъ съ увеличеніемъ напора возрастаетъ затрудненіе въ содержаніи въ исправности многочисленныхъ стыковъ трубъ городской сѣти, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается опасность разрыва трубъ отъ неосторожнаго быстрого запиранія створныхъ крановъ. Если же условія мѣстности не позволяютъ устройства одного только верхняго резервуара, который снабжалъ бы самую высокія части города и вмѣстѣ съ тѣмъ не усиливалъ безнолезнаго напора въ трубахъ низменныхъ частей города, то городское водоснабженіе дѣлаютъ съ такъ называемыми *поясами напора*, т. е. устраиваютъ столько верхнихъ резервуаровъ соособою, принадлежащею къ каждому изъ нихъ сѣтью водопроводныхъ трубъ, сколько по условіямъ мѣстности придется, для достиженія того, чтобы всѣ трубы работали приблизительно подъ одинаковымъ напоромъ. Соединеніемъ между собою всѣхъ поясовъ, въ удобныхъ

# Уравнительные водоемы.

## Резервуары изъ бетона, камня и желѣза.



Черт. 459 в 460.—Вертикальный разръзъ и планъ цилиндрическаго резервуара изъ каменной кладки съ покрытiемъ изъ бетона Монье, устроеннаго въ Бременѣ въ 1889 г. для промывныхъ цѣлей (размѣры въ метрахъ).



Черт. 461, 462 я 463.—Детали свода изъ бетона Монье для покрытiя резервуаровъ. Составъ бетона—обыкновенно: 1 объемъ португальскаго цемента на 3 гравія-, причемъ допускаемое напряженіе = 30 килогр. на кв. см. (Lueger, p. 763).

мѣстахъ особыми трубами со створными кранами, получается возможность усиливать временно давленіе въ нижерасположенныхъ частяхъ города, напр., во время пожаровъ. Такимъ образомъ раздѣлеиъ, наприкладъ, Лондонъ на различные пояса напора, такъ что давленіе въ самыхъ низменныхъ частяхъ города не превышаетъ 3 до  $4\frac{1}{2}$  атмосферъ. (См. также черт. 512 и 513 въ главѣ X).

Въ Парижѣ городская водопроводная сѣть состоитъ изъ совершенно отдѣльныхъ частей, смотря по возвышенно разпыхъ частей города. Точно также и во многихъ другихъ городахъ — Лионѣ, Ливерпулѣ, Манчестерѣ, Марсели, Брюсселѣ, Дублинѣ, Глазго, Генуѣ, Эдинбургѣ, а также и во многихъ небольшихъ городахъ, а у насъ — напр. въ Нижнемъ-Новгородѣ, сдѣланы раздѣленія въ водоснабженіи самыхъ повышенныхъ и самыхъ пониженныхъ частей города.

Въ Вѣнѣ устроены четыре резервуара, расположенные на высотѣ 287,3 фут., 267,3 фут., 264,3 фут. и 166,0 фут. надъ нулевымъ уровнемъ р. Дуная; каждая изъ уличныхъ сѣтей отъ этихъ резервуаровъ составляетъ самостоятельное цѣлое, но во всякое время эти сѣти могутъ быть сообщены между собою.

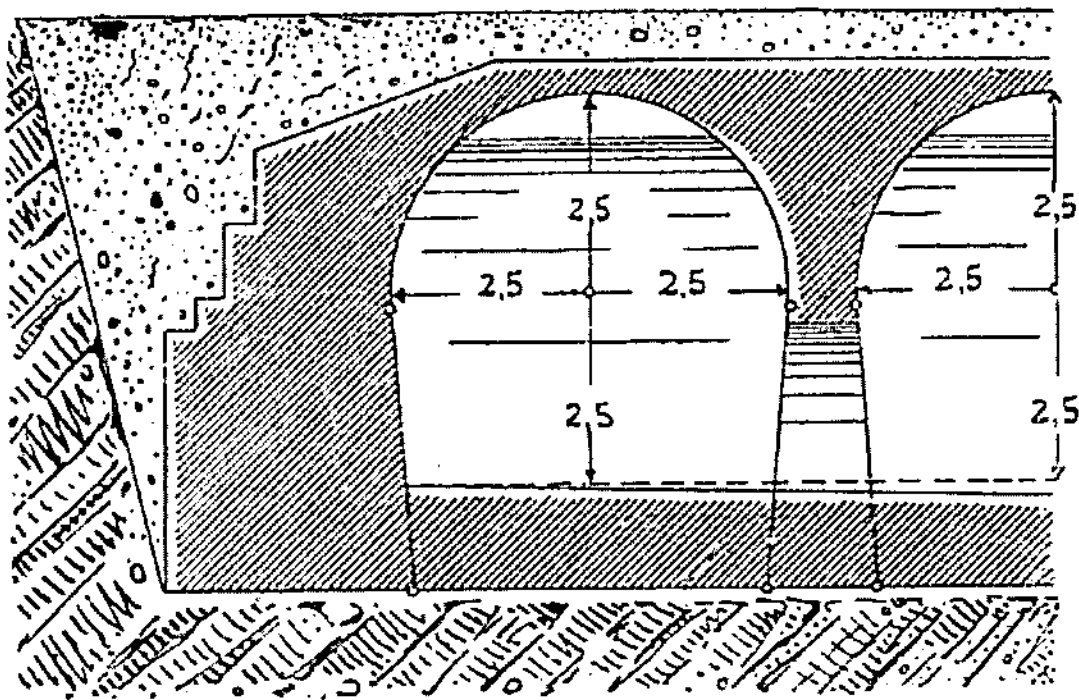
## § 72. Форма резервуаровъ высокаго и низкаго уровня. Матеріаль для образованія ограждающихъ стѣнъ.

Въ планѣ резервуарамъ дается обыкновенно видъ квадрата или прямоугольника и очень рѣдко видъ правильнаго многоугольника или круга; между тѣмъ круговая или многоугольная форма наиболее экономична, такъ какъ она даетъ при наименьшемъ периметрѣ (стѣны стоятъ очень дорого) — наибольшую вмѣстимость. Но круговыя стѣны легко дѣлаются изъ металла и съ трудомъ изъ камня. Поэтому малые резервуары — металлическіе дѣлаются круглые, а большіе каменные — прямоугольные, за немногими исключеніями: напр. въ Дижонѣ есть круглый каменный резервуаръ діаметромъ въ 24 метра. Съ введеніемъ въ строительную практику бетона, а въ послѣднее время — особенно желѣзобетона — круговая форма резервуаровъ начинаетъ встрѣчаться все чаще и чаще. Уравнительные водоемы или резервуары чистой воды обыкновенно покрываются. Небольшіе резервуары покрываются крышами, а большіе, каменные по причинѣ обширности площади покрытія, покрываются ря-



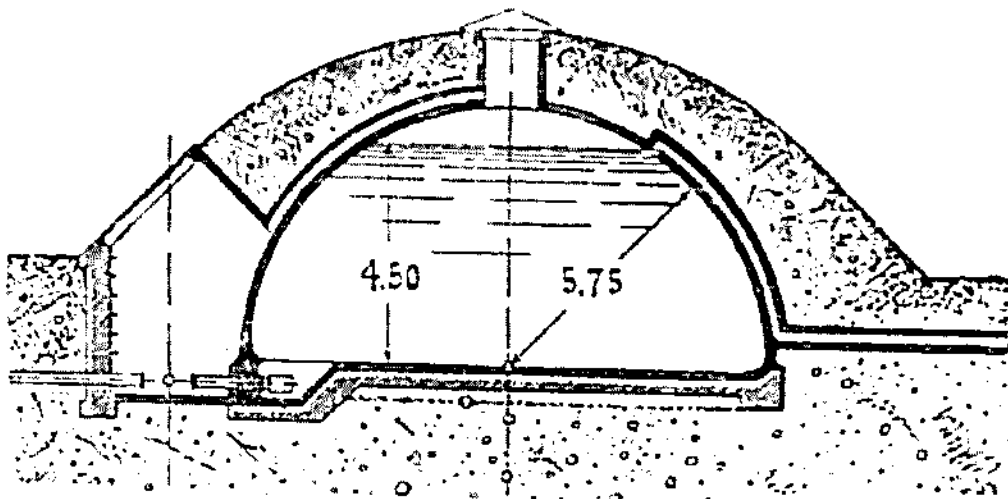
**Уравнительные подомы.**

**Резервуары изъ камня, бетона и желѣза.**

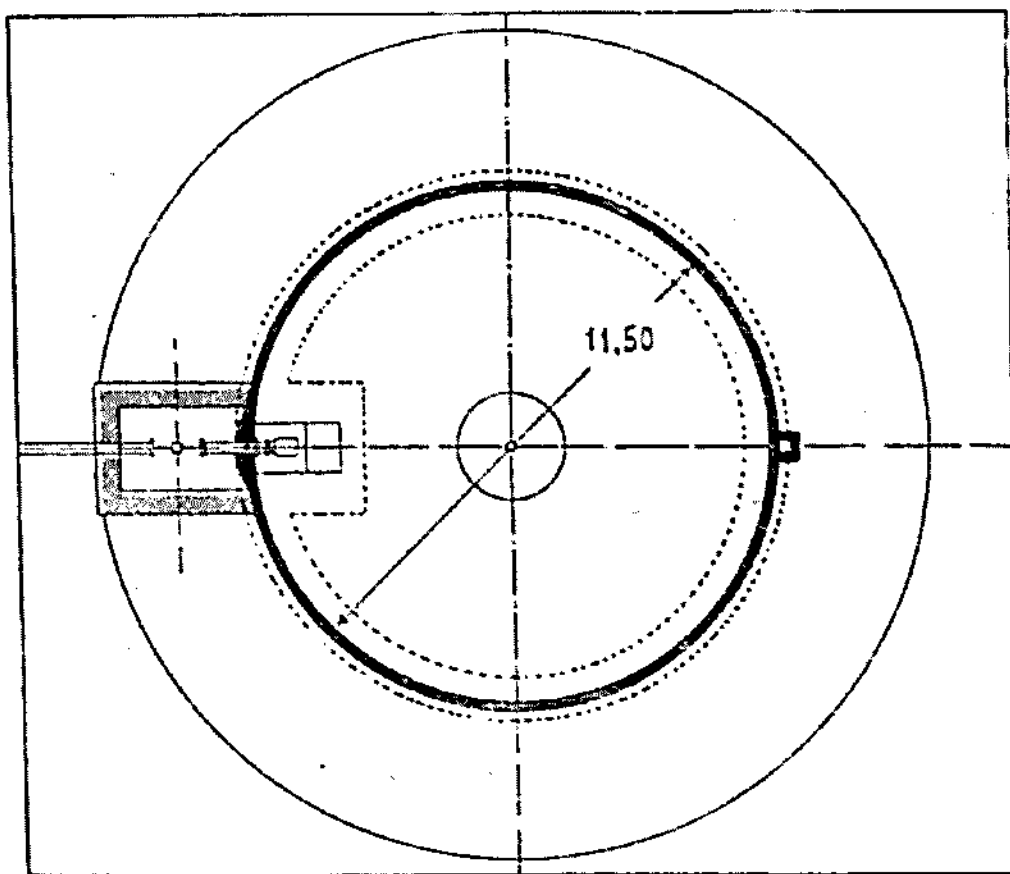


Черт. 464. — Разрѣзъ части подземнаго резервуара изъ каменной кладки „de la porte Guillaume“. Этотъ резервуаръ построенъ въ числѣ всей совокупности сооруженій знаменит. водоснабж. г. Дижона — Дарси. Резервуаръ de la porte Guillaume отличается значительной прочностью и избыткомъ матеріала. Примѣненіемъ обратн. арокъ можно было бы, по мнѣнію новѣйшихъ строителей, не теряя въ прочности, вы-

играть въ матеріалѣ. Резервуаръ въ планѣ круглый и имѣетъ два кольцевыхъ сводчатыхъ хода (на разрѣзѣ видно  $1\frac{1}{2}$ ). По среднѣй центральный колодезь съ затворами трубъ; въ колодезь входъ чрезъ изящную башню. (См. черт. 470). (Darcy — Les fontaines publics de la ville de Dijon — 1856).



Черт. 465. — Разрѣзъ полушароваго резервуара изъ бетона Монье (патентъ — А. Martenstein & Josseaux въ Оффенбахѣ в/М). Резервуаръ изъ бетона Монье поставленъ на бетонномъ основаніи. Типъ считаютъ экономичнымъ (Lueger), но указаній опыта еще не имѣется.



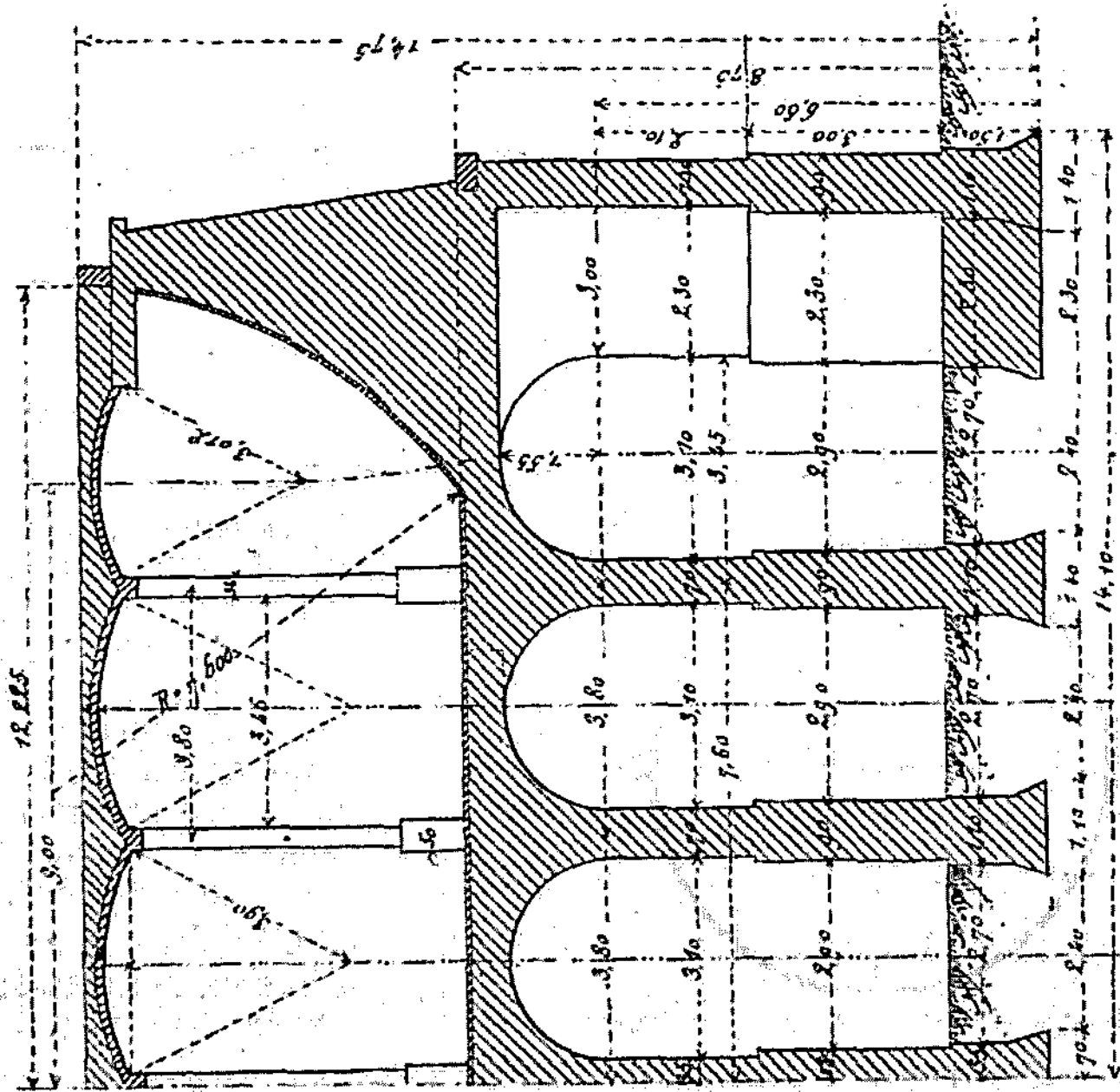
*Примѣчаніе.* Примѣненіе желѣзо-бетона для постройки водопроводныхъ резервуаровъ сдѣлало въ послѣдніе годы большіе успѣхи, особенно во Франціи. Такъ въ Парижѣ въ 1893 — 1897 гг. построено десять такихъ резервуаровъ емкостью отъ 200 до 4000 куб. м.

(См. An. des Ponts et Ch. 1898, а также докладъ Н. Житкевича 3-му вод. Съѣзду).

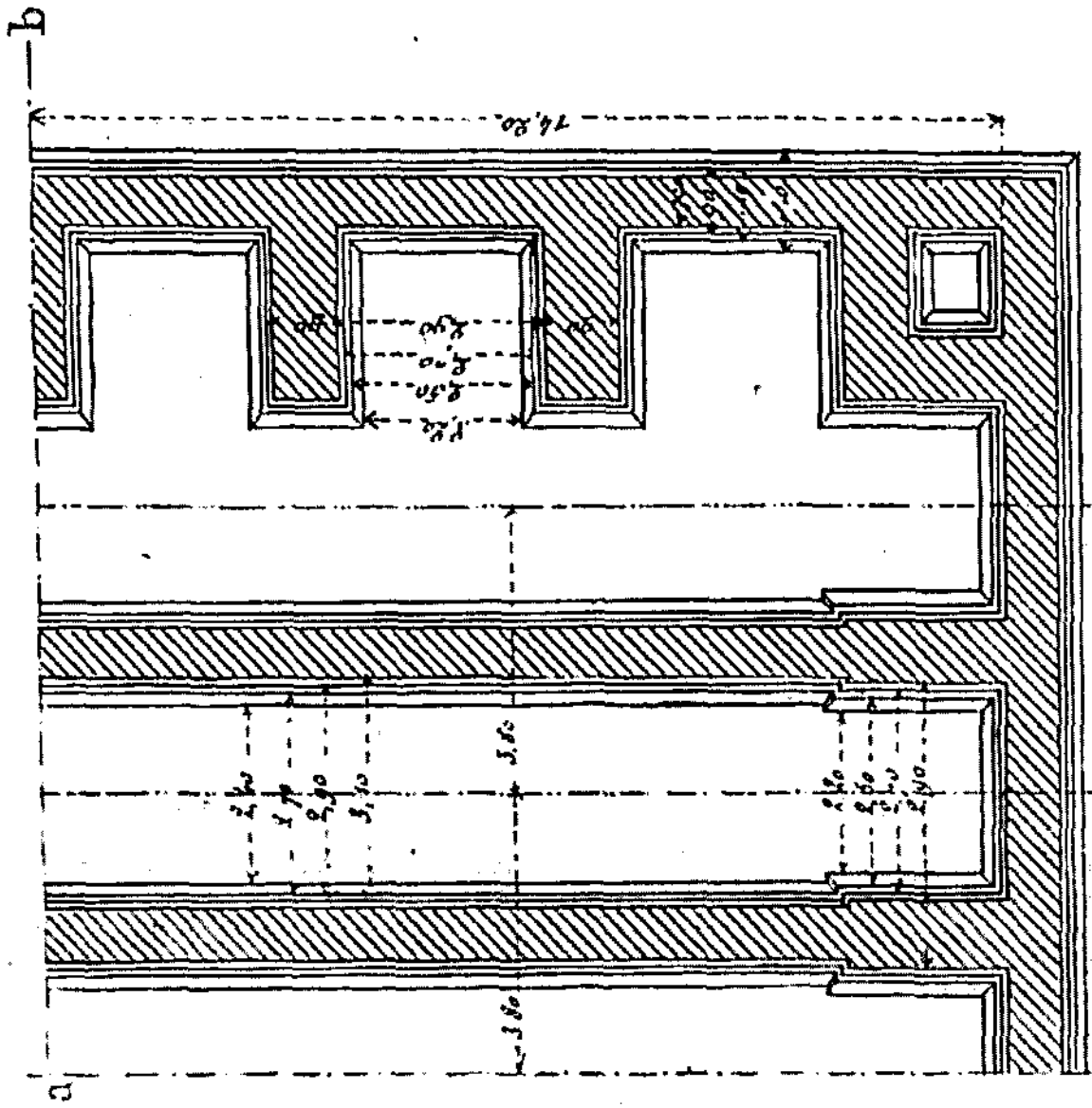
Черт. 466. — Планъ къ черт.

Уравнительные водоемы.

Водоснабжение города Орлеана.



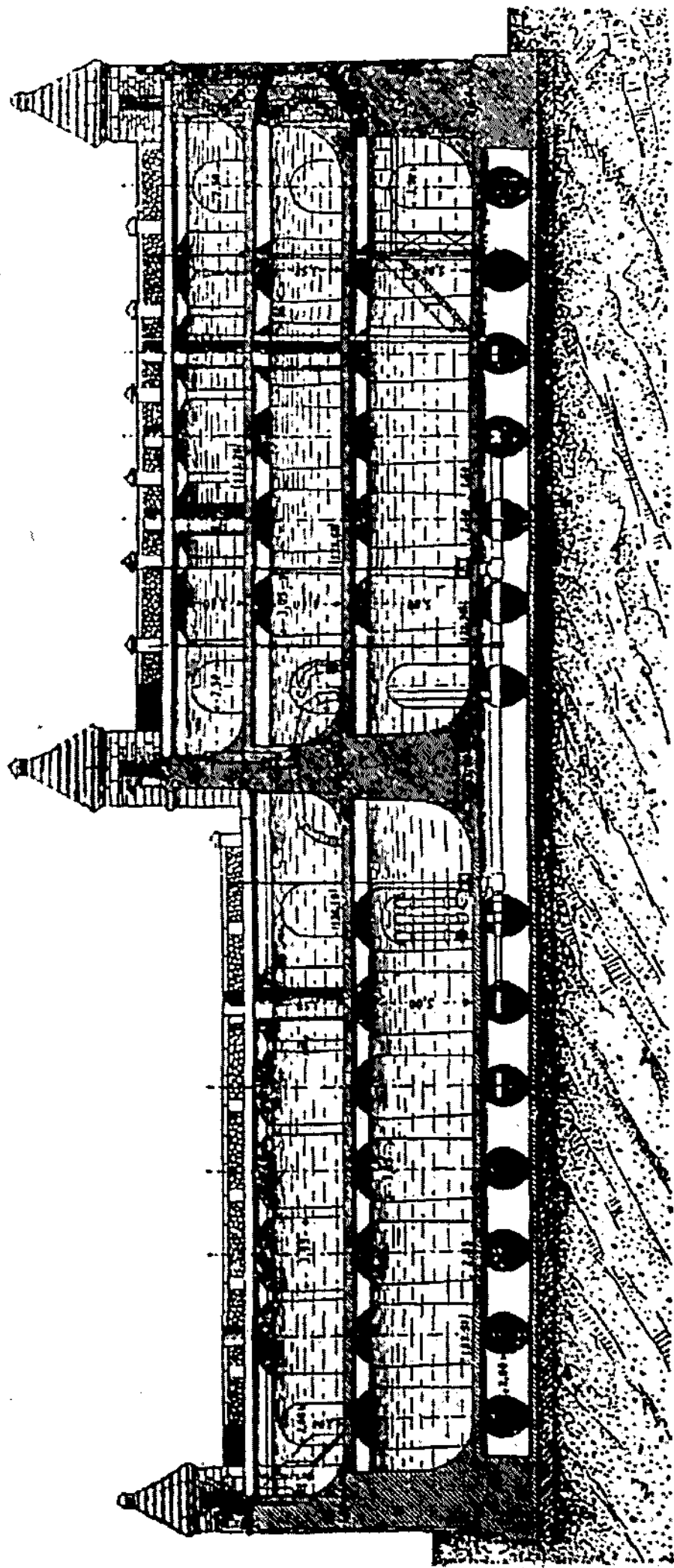
Черт. 467.—Вертикальный разрезъ резервуара.



Черт. 468.—Планъ части резервуара.

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

В о д о с н а б ж е н и е г о р о д а П а р и ж а .



Черт. 469. — Разръзъ трехъ-этажнаго свободно стоящаго (не зарытаго въ землю) резервуара чистой воды на горѣ Монмартръ.

Вмѣстимость его 11.000 губ. м. Глубины воды: въ нижнемъ этажѣ—5 м., во II—3,50 м., въ III—2,50 м. Толщина стѣнъ нижняго этажа—3,60 м. Подъ резервуаромъ—имѣется подвальный этажъ, въ которомъ уложены всѣ приводныя, отводныя и спускныя трубы. Благодаря этому осмогръ всѣхъ этихъ трубъ очень легокъ, но что гораздо важнѣе,—подвалъ позволяетъ легко обнаружить течъ въ днѣ резервуара и исправить ее, а также собрать просачивающуюся воду, не допуская ее проникать въ грунтъ и размягчать его. Подобныхъ резервуаровъ въ Парижѣ нѣсколько.

(Reserv. à deux étages de Ménilmontant — Nouv. An. de la Const. 1873; Reservoir de Montrouge à Paris — Engi-neering. 1878; Bechmann — Usines et reserv. à Paris — A. P. Ch. — 1891; Luogor).

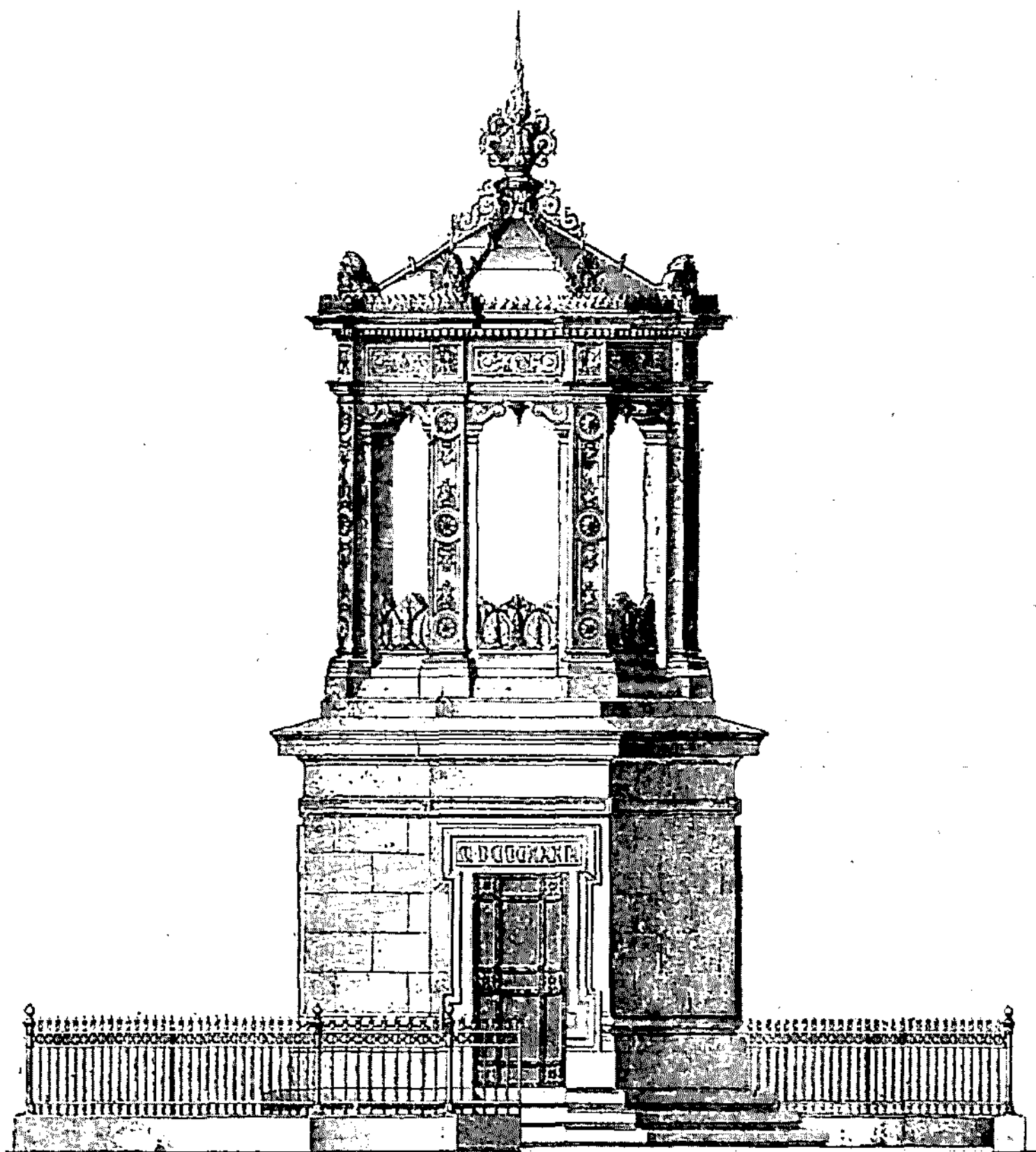
домъ сводовъ, расположенныхъ одинъ подлѣ другого на столбахъ или на гуртовыхъ аркахъ, съ пролетомъ отъ  $1\frac{1}{2}$  до 2 саж. Своды эти обыкновенно — парусные или цилиндрическіе. Встрѣчается, однако не мало примѣровъ открытыхъ сверху резервуаровъ (см. черт. 450—455). Такое устройство дешевле и даетъ возможность подвергаться водѣ оздоравливающему дѣйствию свѣта и воздуха; по оно возможно лишь въ мѣстностяхъ свободныхъ отъ пыли и міазмовъ. Большіе резервуары раздѣляются стѣнками на части, представляя этимъ удобство для чистки безъ остановки водоснабженія, такъ какъ каждую часть резервуара можно чистить отдѣльно. Въ то же время такое раздѣленіе резервуара на примѣръ пополамъ представляетъ выгоду для удобнаго наблюденія за притокомъ и расходомъ воды посредствомъ наблюденія за уровнемъ воды въ то время, какъ одна половина наполняется, а другая опораживается. Для устраненія застоя большой массы воды въ резервуарѣ, приводную и расходную трубы располагаютъ въ возможно большемъ отдаленіи одна отъ другой и дну резервуара даютъ небольшой уклонъ. Чтобы вода, проходя чрезъ резервуаръ, совершала при своемъ движеніи возможно длинный путь, въ нѣкоторыхъ случаяхъ раздѣляютъ резервуаръ системою перегородокъ на нѣсколько камеръ, соединенныхъ между собою отверстіями, расположенными по ломанной линіи, такъ чтобы отверстія для входа воды въ камеру находились въ одномъ ея концѣ, а выходное отверстіе въ противоположномъ ея концѣ (черт. 480).

Дно каждой камеръ дѣлается съ небольшимъ уклономъ къ ея срединѣ и сверхъ того съ уклономъ (напр. въ 0,0005) по направленію длины камеры. Вслѣдствіе такого расположенія перегородокъ, притекающая вода пробѣгаетъ по камерамъ извиистой линіей до послѣдней камеры, изъ которой она поступаетъ въ городскую сѣть.

Глубина воды въ резервуарѣ дѣлается обыкновенно отъ 10 до 15 фѣт. и съ этимъ соображается толщина окружающихъ стѣнъ. Точное опредѣленіе наивыгоднѣйшей глубины воды въ резервуарѣ очень затруднительно и можетъ, быть сдѣлано въ каждомъ случаѣ только ощупью. Чѣмъ глубина больше, тѣмъ толще должны быть стѣны, но зато тѣмъ меньше ихъ протяженіе. Съ другой стороны при большихъ глубинахъ воды колебанія уровня въ резервуарахъ вызываютъ значительныя измѣненія давленія въ сѣти — это вредно.

**Уравнительные водоемы.**

Водоенабженіе города Дижона (см. также черт. 464).



Черт. 470.

Входная башня надъ резервуаромъ «de la porte Guillaume» въ Дижонѣ, ведущая въ центральный колодезь, въ которомъ помѣщены краны трубопровода.

(Darcy — Les fontaines publics de Dijon. — 1856).

Если глубина мала и слѣдовательно поверхность велика, то вода легче портится и т. д.

Стѣны, насколько это позволяютъ условія мѣстности, должны быть опущены ниже поверхности земли или, другими словами, — резервуаръ долженъ быть врытъ въ землю. При такомъ условіи не только вода менѣе подвержена вліянію температурныхъ перемѣлъ воздуха, но и кладка стѣнъ обходится дешевле, такъ какъ имъ можно дать меньшую толщину тогда, когда онѣ окружены плотнымъ грунтомъ, чѣмъ когда онѣ выше поверхности земли и окружены насыпью. Матеріаль для стѣнъ — камень, кирпичъ, бетонъ.

Дно резервуара возводится на бетонномъ слое отъ 1—2—3 фут. толщиною, сверхъ котораго кладутся плашмя два ряда кирпича на цементъ (см. напр. черт. 489 и 490), или дѣлается каменная облицовка (см. о способѣ возведенія и деталяхъ устройствъ каменныхъ и бетонныхъ резервуаровъ — Bechmann: *Distribution d'eau*, Frühling: *Die Wasserversorgung der Städte* и др). Для избѣжанія развитія растительности дно и внутренность стѣнъ гладко оштукатуривается цементомъ до высоты самаго высокаго уровня воды въ резервуарѣ.

Своды дѣлаются кирпичные, толщиною въ одинъ кирпичъ, и снаружи покрываются слоемъ цемента, сверхъ котораго накладывается слой глины, такъ что вся вода, просачивающаяся сквозь сдѣланную надъ резервуаромъ земляную насыпь, отводится въ сторону за боковыя стѣнки. Земляная насыпь надъ резервуаромъ дѣлается толщиною отъ 3,5 до 5 фут. надъ вершиною сводовъ; вслѣдствіе такого тщательнаго прикрытія резервуара въ послѣднемъ держится средняя температура отъ 8° до 9° Р. или отъ 10° до 12° Ц.

Въ настоящее время можно встрѣтить примѣры резервуаровъ, сдѣланныхъ сплошь изъ бетона \*). Таковъ — резервуаръ въ *Висбаденѣ* на 4275 куб. м.

Замѣтимъ, что и большіе резервуары покрываютъ иногда не сво-

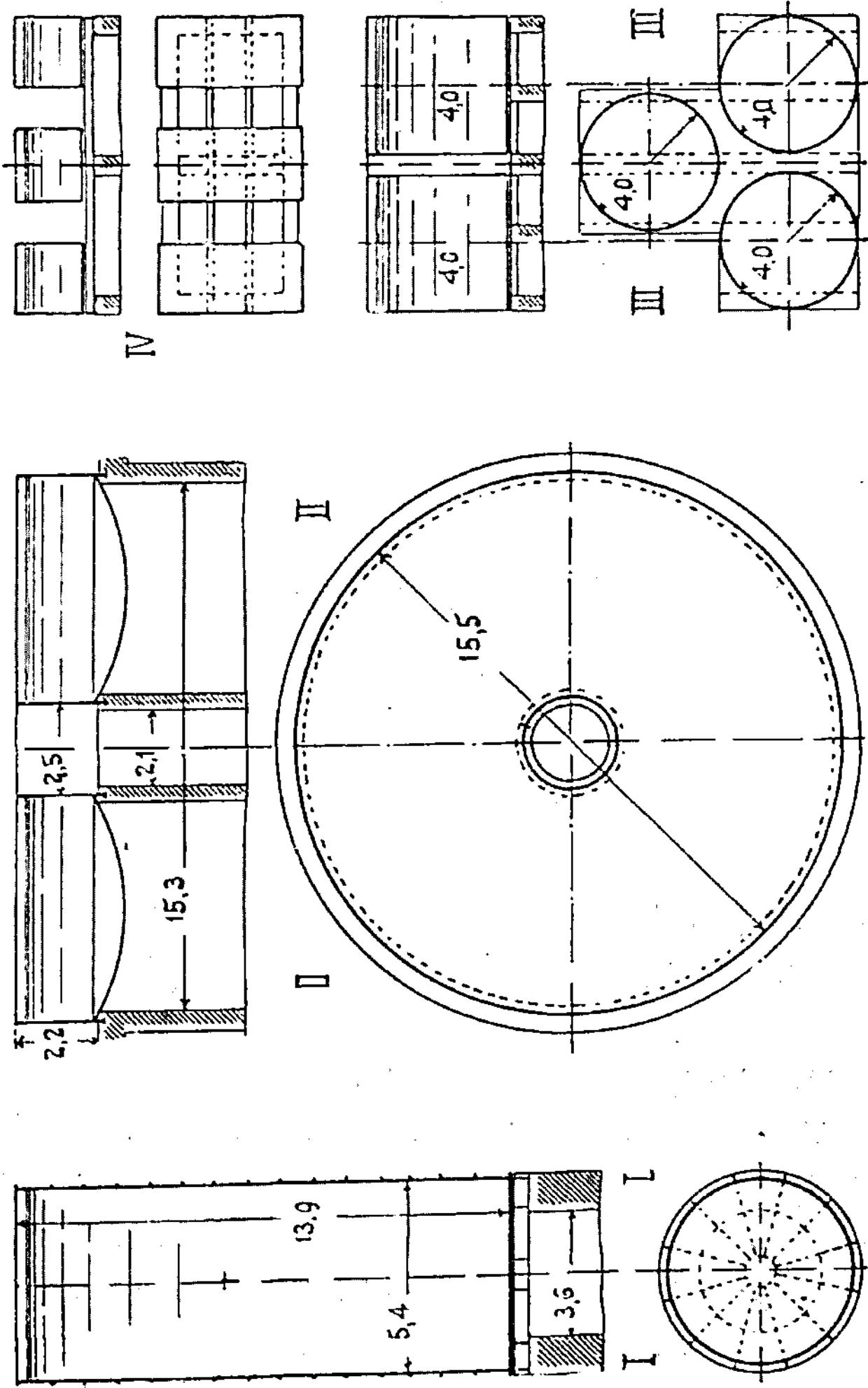
---

\*) Составъ бетона для стѣнъ резервуаровъ, врытыхъ въ землю, обыкновенно: 1 объемная часть цемента на 6—7 гравія и 6—7 щебня. (Lueger, p. 763). Составъ бетона для сводчатыхъ покрытій Монье: 1 объемъ портландъ-цемента на 3 гравія.

Данныя для расчетовъ такихъ сооруженій теперь уже многочисленны. Между прочимъ см. *Undeutsch*, Untersuchungen über die Stabilität u. Festigkeit von cylindrischen Bassinwänden. (Journ. f. Gasb. und Wasservers, 1877, S. 691). *Vigreux*, étude sur la stabilité des voûtes. (An. de Gén. Civ. 1878, p. 1).

Уравнительные водоемы.

Металлические резервуады.



Черт. 471, 472. — Чугунный резервуаръ въ Karlsruhe (Бадень), поставленный на базочный полъ.

Черт. 473, 474. — Железный кольцевой резервуаръ въ Leiden'ъ (Голландія), поставленный на цилиндрической стѣны башни.

Черт. 475—478. — Гины группы въхъ установокъ четырехугольныхъ и круглыхъ резервуаровъ, поставленныхъ на полы.

Примѣаніе. Размѣры къ черт. 471—478 въ метрахъ.

дами, а навѣсами изъ болѣе или менѣе легкихъ матеріаловъ съ такой же легкою крышею. Такой типъ покрытія дешевъ, такъ какъ для него не требуется даже промежуточныхъ опоръ. Но подъ крышей вода хуже предохраняется отъ колебаній температуры, чѣмъ подъ сводами и слоемъ земли и кромѣ того ремонтъ и содержаніе крышевыхъ покрытій стоитъ дорого.

### § 73. Оборудование резервуаровъ.

Предметы оборудованія резервуаровъ суть:

- а) приводныя и отводныя трубы,
- б) затворы для прекращенія притока или вытеканія воды,
- в) распредѣлители воды по отдѣленіямъ,
- г) предохранительные водоспуски для предупрежденія подпирания водой сводовъ или крыши резервуара или переливанія черезъ края въ открытыхъ резервуарахъ,
- д) водоспуски для полного опорожненія резервуаровъ,
- е) вентиляціонныя и свѣтотыя отверстія,
- ж) лѣстницы для спуска воды и матеріаловъ,
- з) указатели уровня.

Чертежи (450 — 505) въ достаточной степени знакомятъ съ устройствомъ приспособленій, упомянутыхъ въ п.н. а—ж (см. также *Bachmann—Distribution d'eau*). Поэтому мы остановимся только на послѣднемъ.

Весьма важно знать размѣръ дѣйствительнаго притока и расхода воды и для этого при каждомъ резервуарѣ устраиваются особыя приспособленія.

Величина притока, которая при накачиваніи воды машинами можетъ быть опредѣляема также числомъ ходовъ поршня, въ большей части случаевъ опредѣляется посредствомъ удобно расположенныхъ водоспусковъ, но въ резервуарахъ о двухъ отдѣленіяхъ можетъ быть гораздо проще опредѣлена наблюденіями надъ высокою водянаго уровня, причемъ расходъ воды дѣлается такъ, что вода въ расхожую трубу попеременно пускается то изъ одного, то изъ другого отдѣленія, и вода изъ одного расходуетъ въ то время, когда другое отдѣленіе наполняется.

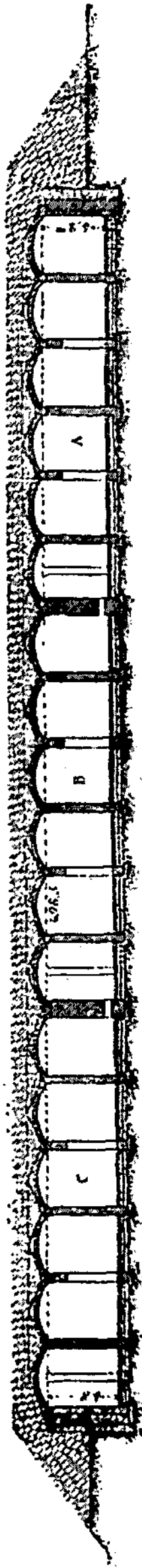
Измѣренія высоты уровня воды дѣлаются или поплавкомъ, или стеклянной мѣрной трубкой. Употребленіе поплавка представляетъ



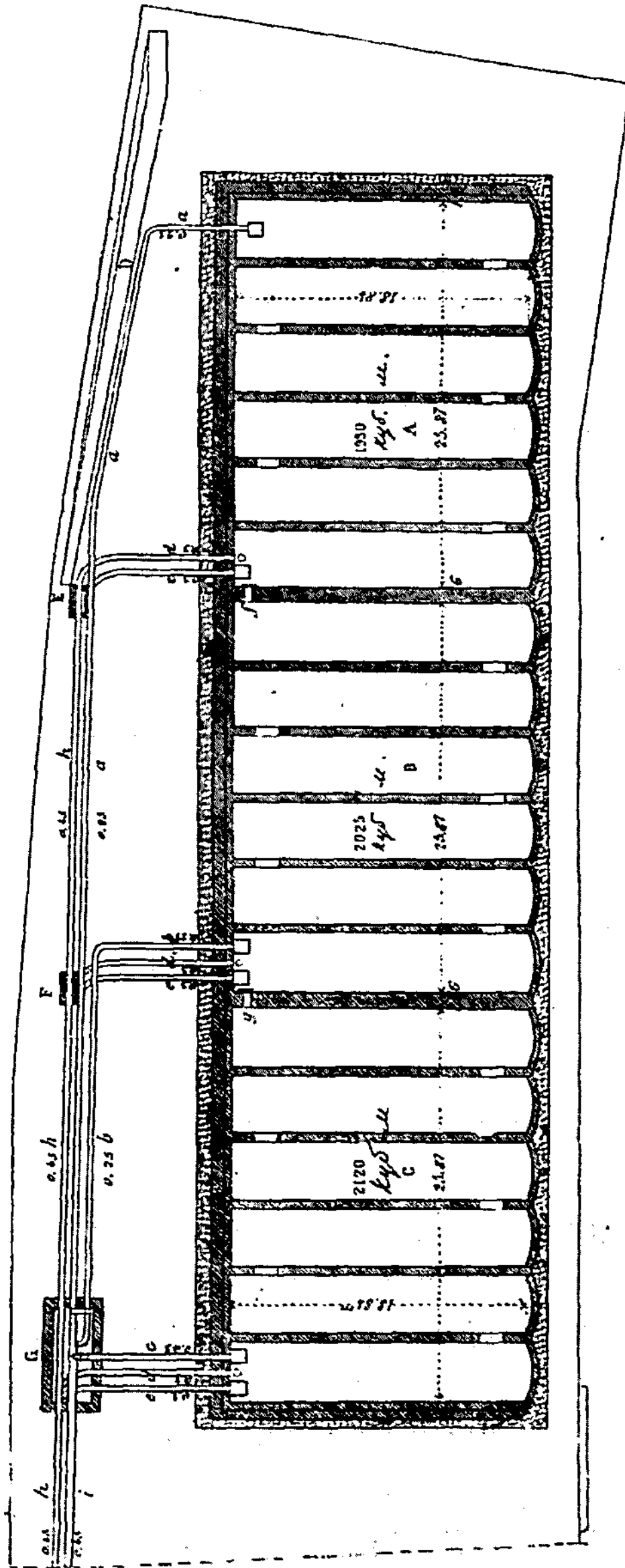
Уравнительные водоемы.

Водоонаябжение города Цюриха.

Резервуаръ высокаго уровня (напорный резервуаръ).



Черт. 479.—Продольный разръзъ (масштабъ  $\frac{3}{2000}$ ).



Черт. 480.—Планъ (масштабъ  $\frac{3}{2000}$ ).

*Примычаніе.* Цюрихъ имѣетъ двойное водоснабженіе: питьевой воды изъ ключей и промышленной изъ рѣки Лимматъ. Чертежи представляютъ собой резервуаръ высокаго уровня для возвышенной части города. Онъ состоитъ изъ 3 отдѣленій, которыя должны были строиться поочередно по мѣрѣ надобности (А, В, С); а, б, в — впускныя трубы; д, д, д — водосливныя трубы; Е, Е — затворы подопусковыхъ отдѣленія А и В; Г — камера крановъ разныхъ трубъ. (А. Bürkli — Ziegler).

ту выгоду, что высоту уровня воды можно отсчитывать на скалѣ, поставленной на какой угодно высотѣ, такъ какъ мѣрная стеклянная трубка должна находиться на одинаковой высотѣ съ дѣйствительной вышиной уровня воды въ резервуарѣ.

Повѣрительный поплавокъ состоитъ изъ плавающего въ водѣ и только отчасти въ нее погруженнаго тѣла, деревяннаго кружка или пустаго металлическаго шара, собственно поплавокъ, къ которому придѣланъ вертикально стоящій стержень. Къ верхнему концу этого стержня прикрѣплена веревка, перекинутая затѣмъ черезъ блокъ и несущая на нижнемъ концѣ указательную гирию достаточнаго вѣса, чтобы держать всегда веревку въ натянутомъ положеніи. Длина веревки соображается съ тѣмъ, гдѣ помѣщена рейка, на которой гирия указываетъ высоту уровня воды въ резервуарѣ; при этомъ гирия движется вдоль по рейкѣ вмѣстѣ съ повышеніемъ и пониженіемъ уровня воды въ резервуарѣ. Нулевое дѣленіе скалы въ этомъ случаѣ помѣщается не у нижняго, а у верхняго ея конца, такъ что при самомъ низкомъ уровнѣ воды въ резервуарѣ гирия находится на верху, и обратно. На рейкѣ нанесены не только дѣленія по длинѣ ея для показанія уровня воды въ резервуарѣ, по противъ каждаго дѣленія показана и соответствующая емкость резервуара въ куб. фут. и т. п. для болѣе нагляднаго наблюденія за притокомъ и расходомъ воды въ резервуарѣ.

При употребленіи водомѣрной трубки, на расхожей трубѣ, при выходѣ ея изъ резервуара въ крановую камеру, просверливаютъ небольшое отверстіе, въ которое ввинчивается запорный кранъ съ прикрѣпленной къ нему коробкой для мѣрной трубки; послѣдняя дѣлается нѣсколько выше самаго высокаго уровня воды въ резервуарѣ и всегда сверху открыта. Позади стеклянной трубки помѣщается скала, подраздѣленная вышеописаннымъ образомъ. Вода въ трубкѣ всегда будетъ стоять на одномъ горизонтѣ съ уровнемъ воды въ резервуарѣ, такъ что всегда на скалѣ можно прочесть объемъ воды, находящійся въ данную минуту въ резервуарѣ.

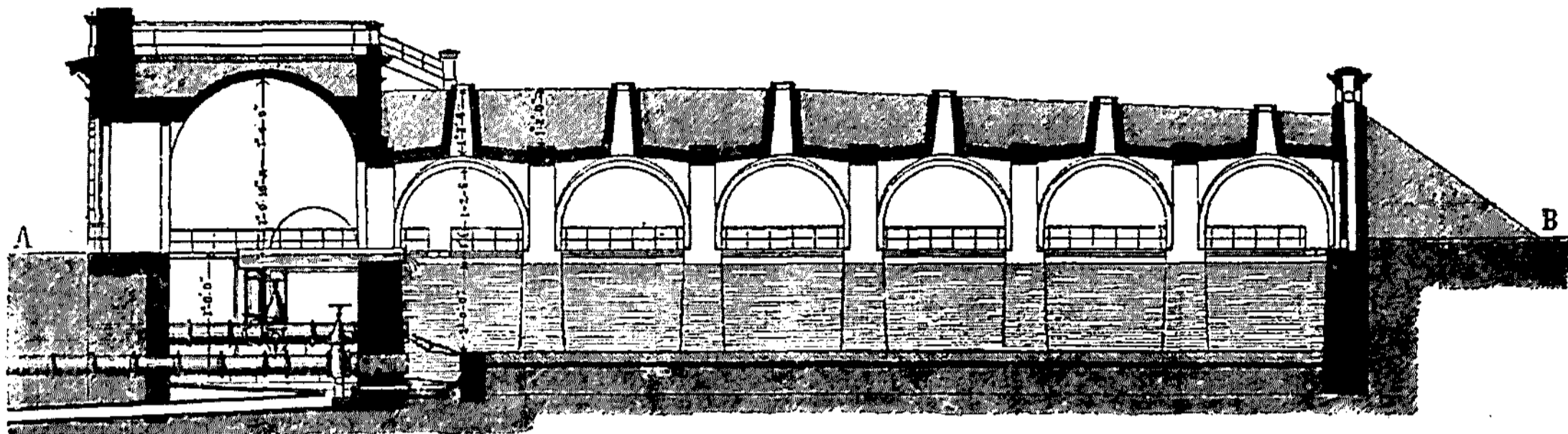
Для облегченія прочитыванія, къ трубкѣ придѣляется подвижная указательная стрѣлка.

Въ послѣднее время при многихъ резервуарахъ устроены самодѣйствующіе электромагнитные измѣрители уровня воды, представляющіе то удобство, что уровень воды въ резервуарѣ можетъ быть наблюдаемъ въ любомъ пунктѣ города. У водопоказателя Сименса и

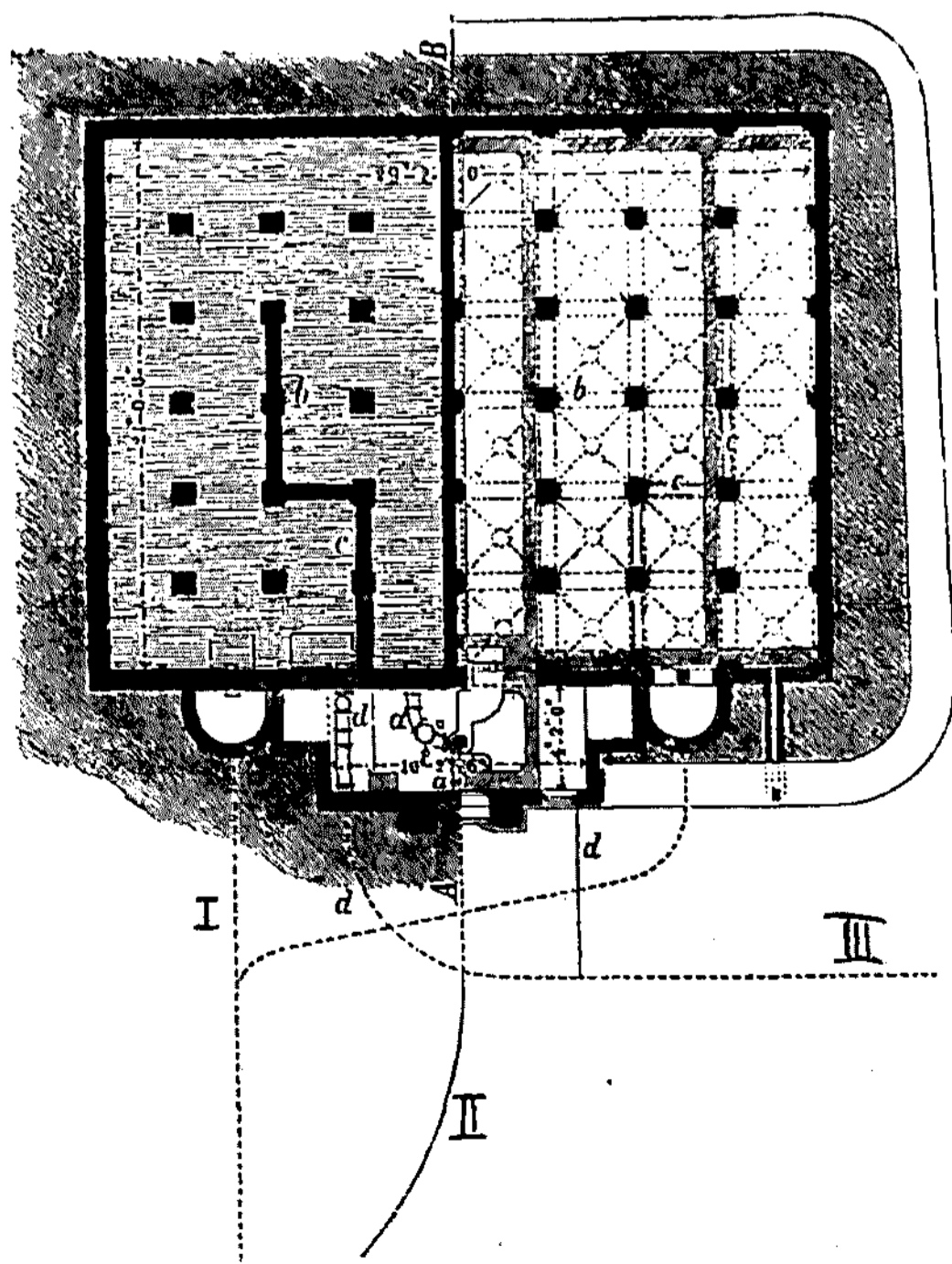
У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

Водоснабженіе города Вѣны.

Резервуаръ „auf der Schmelz“.



Черт. 481. — Продольный разрѣзь резервуара по *А В* (плана черт. 482), съ показаніемъ впускной и выпускной трубъ, галлерей для осмотра, свѣтовыхъ и вентиляціонныхъ отверстій.

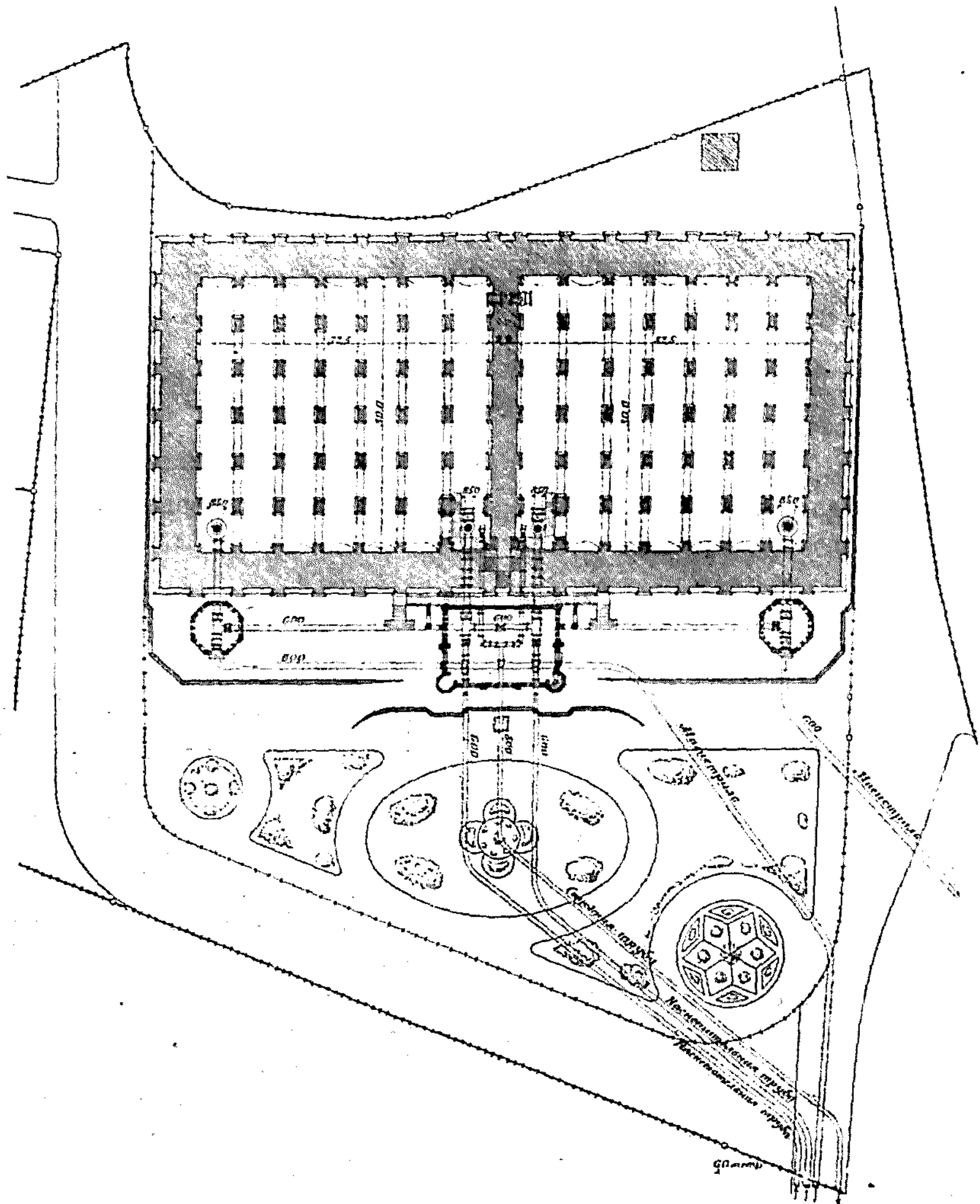


Черт. 482. — Планъ резервуара.

На лѣвой сторонѣ плоскость плана ниже уровня воды; на правой выше этого уровня. Вода притекаетъ въ резервуаръ по трубѣ II, которая развѣтвляется на двѣ *a*, идущія каждая къ одному изъ двухъ самостоятельныхъ отдѣленій резервуара. Берется изъ резервуара вода трубами *d d*, соединяющимся въ одну общую III. Избытокъ воды отводится чрезъ водосливы каналомъ I. Въ каждомъ отдѣленіи глухая стѣна *c b*, заставляетъ воду проходить по всему резервуару прежде чѣмъ попасть изъ впускной трубы *a* въ выпускную *d*. Впускать воду можно или у дна резервуара или у горизонта воды; послѣднее достигается закрытіемъ нижняго крана, причѣмъ вода поднимается по вертикальному отростку трубы въ желѣзный ящикъ, откуда сливается въ резервуаръ (см. продольный разрѣзь черт. 481). Резервуаръ каменный сводчатый, покрытый землей. Внѣшній его видъ сходилъ съ представленнымъ на черт. 81.

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

Водоснабженіе города Гановера.



Черт. 483.

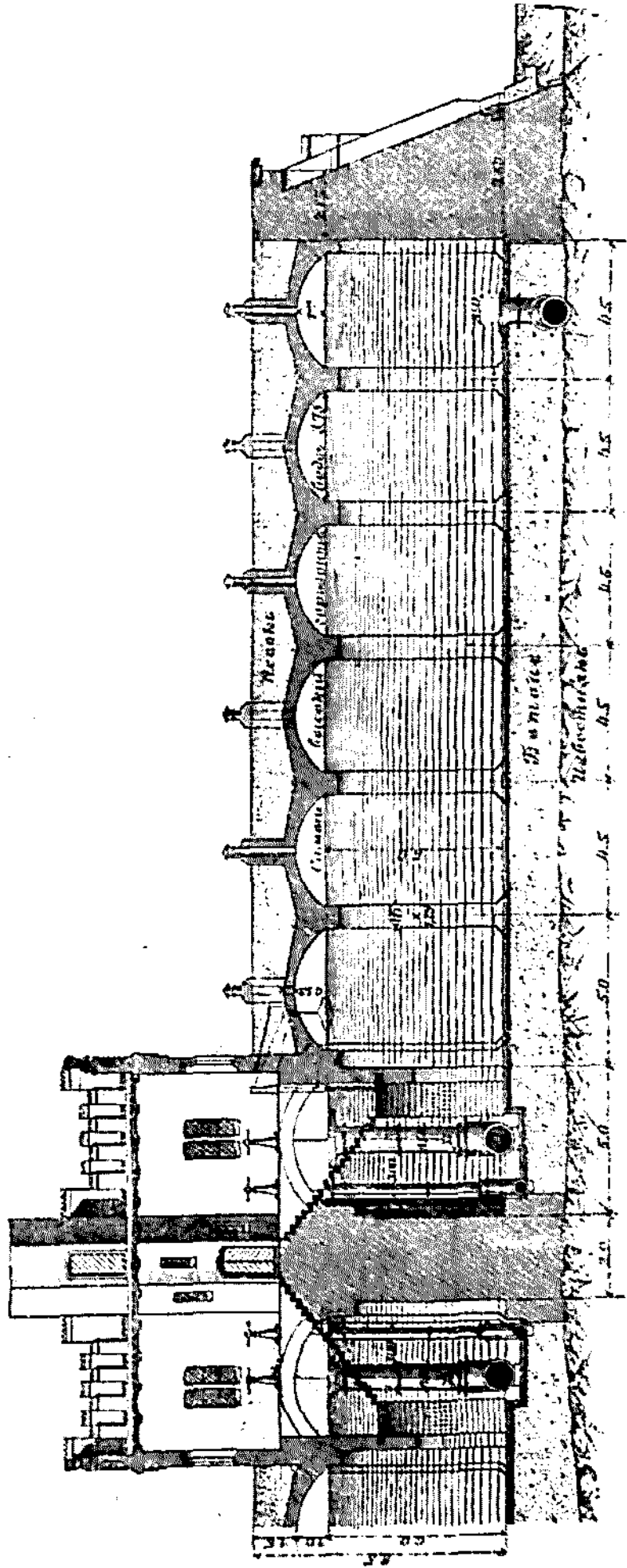
Планъ напорнаго резервуара на горѣ Линденъ ( $\frac{1}{1000}$  н. в.).

(Фасадъ см. на черт. 80, I вып.).

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. сооруж.).

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

В о д о с н а б ж е н и е г о р о д а Г а н о в е р а .



Черт. 484.

Разрѣзъ напорнаго резервуара на горѣ Линденъ ( $\frac{1}{400}$  н. в.).

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. сооруж.).

Гальске на подраздѣленномъ циферблатѣ движется стрѣлка, соединенная телеграфнымъ проводомъ съ поплавкомъ и показывающая положеніе уровня воды въ резервуарѣ. Въ другихъ городахъ, чрезъ известные промежутки времени положеніе уровня воды сообщается по телеграфу или телефону караульными при резервуарѣ въ контору управленія водопроводами; весьма полезно имѣть всегда телеграфное или телефонное сообщеніе между резервуаромъ и машиннымъ отдѣленіемъ.

### § 74. Примѣры нѣкоторыхъ резервуаровъ.

Изъ сказаннаго въ предшествующихъ §§ становится яснымъ, что при зависимости устройствъ резервуаровъ отъ мѣстныхъ условій, матеріаловъ и пр. они должны представлять очень значительное разнообразіе. Не считая поэтому удобнымъ входить въ болѣе подробную классификацію резервуаровъ сверхъ установленной выше, мы приведемъ лишь нѣсколько примѣровъ пѣкоторыхъ устройствъ этого рода, частью иллюстрируя ихъ чертежами, частью краткими указаніями, приводимыми далѣе.

Помѣщенные въ настоящей главѣ чертежи съ пояснительнымъ къ нимъ текстомъ даютъ понятіе объ устройствѣ:

а) резервуаровъ открытыхъ:	{	съ землянымъ огражденіемъ	{	Манчестеръ—черт. 450—452;			
		съ каменнымъ огражденіемъ		{ Нью-Йоркъ—черт. 453 и Стокгольмъ—черт. 454—455.			
б) резервуаровъ закрытыхъ или покрытыхъ:	{	1) съ каменнымъ огражденіемъ	{	одно-этажныхъ	{ Мюлгеймъ—черт. 456—458; Дижонъ—черт. 464, 470; Цюрихъ—черт. 479—480; Вѣна—черт. 81, 181, 182; Ганноверъ—черт. 80, 183, 184; Веймаръ—черт. 485—487;		
				двухъ-этажныхъ	{ Галле—черт. 488—491; Орлеанъ—черт. 467, 468; Парижъ—черт. 469;		
					2) съ бетонными и желѣзобетонными огражденіями	{ Бременъ—черт. 459, 460; Оффенбахъ—черт. 465, 466; Карлсруэ—черт. 471, 472;	
						3) съ желѣзными огражденіями	{ Лейденъ—черт. 473—474; Ремшейдъ—черт. 498, 499;
							{ Галле—черт. 500. Дюррепъ—черт. 502; Princeton—черт. 505; Ней-Штрасфуртъ—ч. 501 и др.

Сверхъ этихъ резервуаровъ могутъ быть отмѣчены еще слѣдующіе:

Въ г. Магдебургѣ резервуаръ устроенъ длиною 188,2 и шириною 105,6 фут. и можетъ вмѣстить въ себя всю воду, ежесуточно накачиваемую машинами, а именно около 400,000 куб. фут. или около 930,000 вед. Резервуаръ расположенъ на высотѣ 133,8 надъ самымъ низкимъ уровнемъ воды въ р. Эльбѣ.

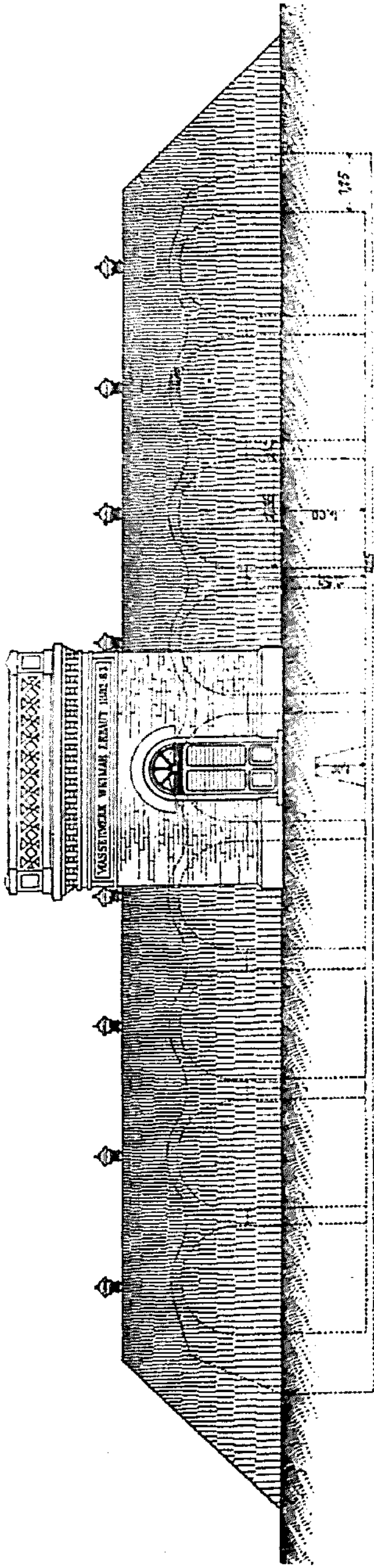
Въ Парижѣ устроено болѣе десяти напорныхъ резервуаровъ, емкость которыхъ превосходитъ суточный расходъ воды. Резервуаръ у заставы Амапдье въ Парижѣ, вмѣщающій 192,500 куб. фут. воды, прикрытъ кирпичными сводами, тогда какъ резервуаръ въ Шальо, вмѣщающій 14,000 куб. фут. прикрытъ желѣзнымъ куполомъ.

Для новаго Вѣнскаго водопровода горной ключевой воды устроено, какъ выше было сказано, четыре резервуара. Резервуаръ на Розенхюгелѣ имѣетъ емкость въ 80,000 куб. фут., глубина воды въ немъ 12,5 фут., и онъ расположенъ на высотѣ 287,3 фут. надъ нулевымъ уровнемъ р. Дуная; онъ устроенъ изъ двухъ половинъ. Резервуаръ на Шмельцѣ расположенъ на высотѣ 267,3 фут. надъ р. Дунаемъ, имѣетъ глубину воды въ немъ 12,5 фут. и вмѣщаетъ въ себѣ 370,000 куб. фут. воды, тогда какъ резервуаръ на Винеръ-Бергѣ, расположенный на высотѣ 264,3 фут. надъ нулемъ, имѣетъ глубину воды 12,5 фут. и вмѣщаетъ въ себѣ 166,000 куб. фут. воды. Четвертый, позже построенный, резервуаръ на Ларсбергѣ для снабженія низменной части города, лежитъ всего на 166,0 фут. надъ нулемъ, имѣетъ глубину воды въ 15,5 фут. и вмѣщаетъ въ себѣ 385,000 куб. фут. Всѣ резервуары устроены съ водосливами для обмѣра воды, притекающей въ каждый изъ резервуаровъ, а также со сточными трубами для отвода излишне-притекающей воды. Створные краны и всѣ другіе приборы помѣщены въ особомъ зданіи.

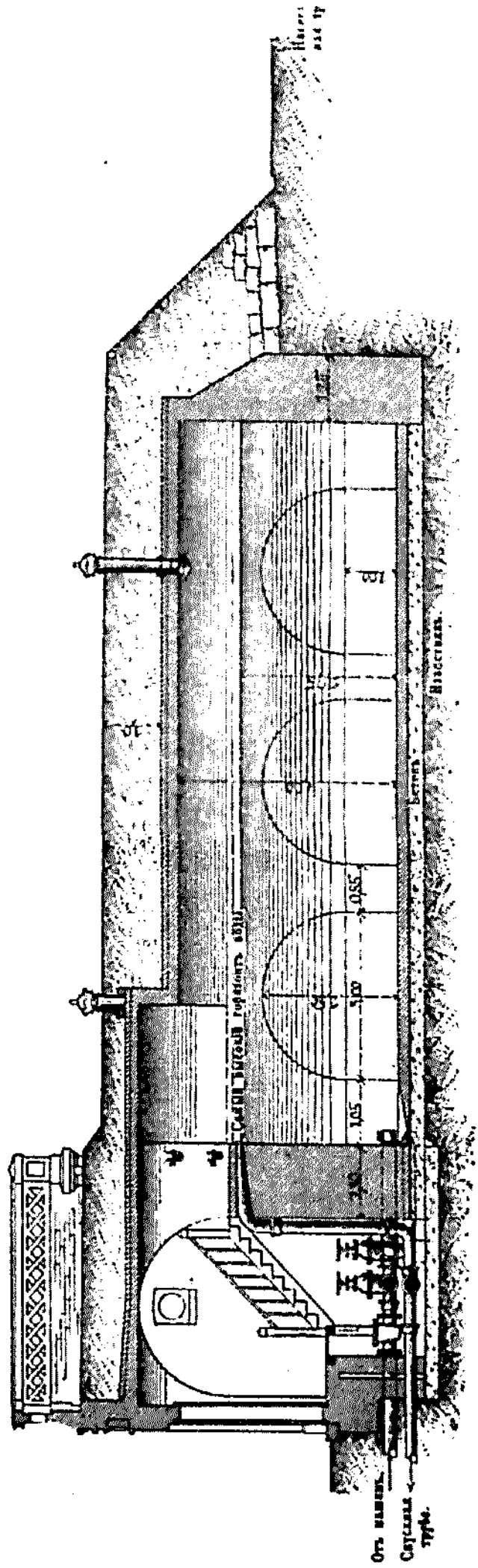
Верхній резервуаръ для новаго водопровода въ гор. Лейпцигѣ расположенъ на возвышенностяхъ Пробстейда и представляетъ огромное кирпичное, крытое сводами, зданіе, вмѣщающее въ себѣ до 160,000 куб. фут. воды; резервуаръ имѣетъ въ длину 142 фут., въ ширину 102 фут. и глубина воды въ немъ 14 футъ. На сѣверо-западномъ углу свода находится небольшая башне-образная надстройка, сквозь которую по желѣзной лѣстницѣ въ отверстіе въ сводѣ можно сойти въ резервуаръ; сверхъ того въ этой башнѣ помѣщена вертикальная труба, діаметромъ 12 дюйм., и поплавокъ.

У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

В о д о с н а б ж е н и е г о р о д а В е й м а р а .



Черт. 485. — Фасадъ напорнаго резервуара ( $\frac{1}{200}$  н. в.)

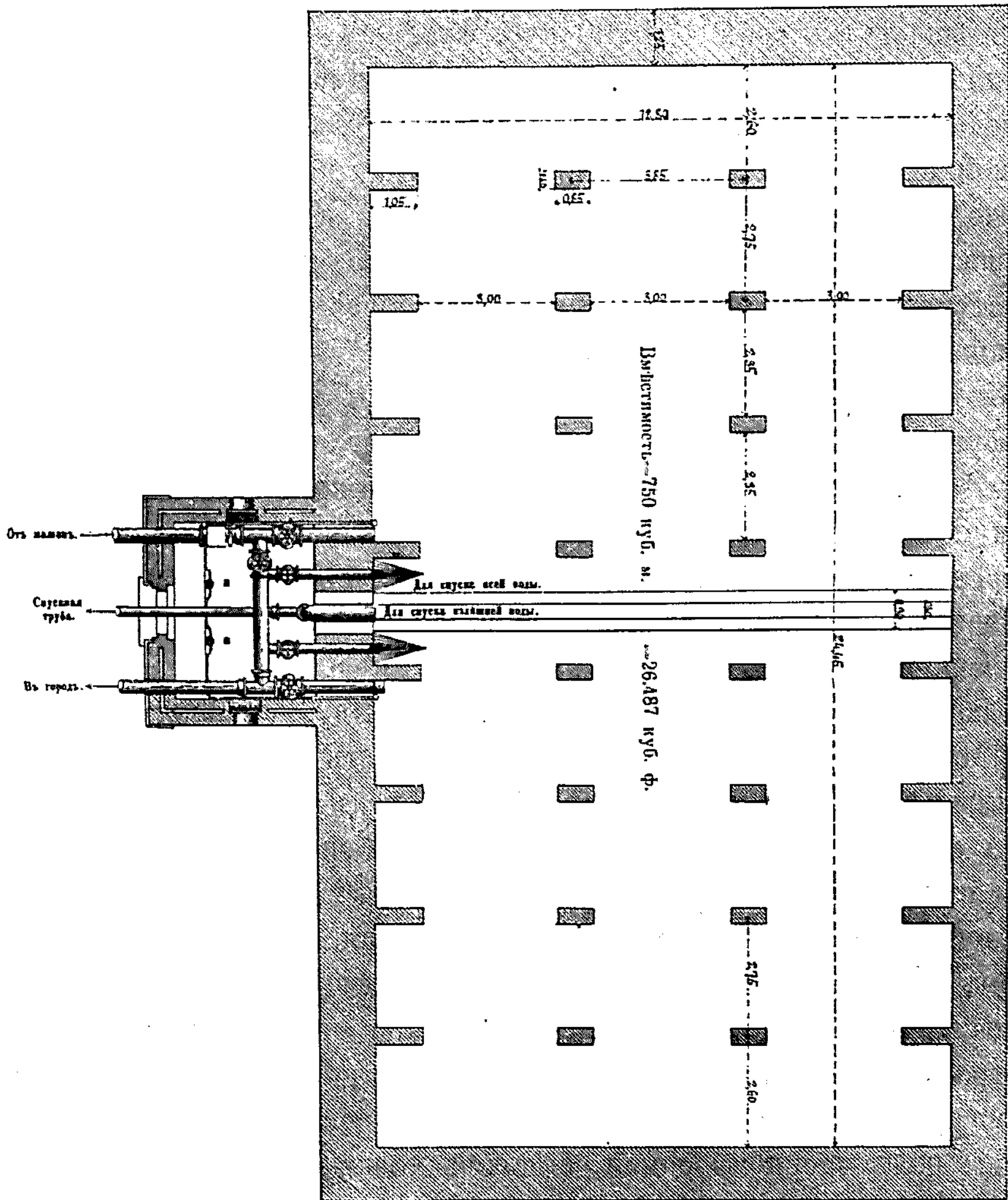


Черт. 486. — Разрѣзъ напорнаго резервуара ( $\frac{1}{200}$  н. в.).



У р а в н и т е л ь н ы е в о д о е м ы .

Водоснабженіе города Веймара.



Черт. 487.

Планъ напорнаго резервуара. (Масштабъ  $\frac{1}{200}$  Н. В.).

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. сооруж.).

Для Востонскаго водопровода изъ озера *Камитуйитъ* устроены три распредѣлительные резервуара и изъ нихъ самый большой резервуаръ Браконъ-Хиль. Стѣны у него гранитныя, толщиною 5 фут. у основанія и 3 фут. у пять сводовъ. Дно сдѣлаю изъ бетоннаго слоя, толщиною 3 фут., сверхъ котораго положены плашмя еще два ряда кирпича. При глубинѣ воды въ резервуарѣ въ 15 фут. 7 дюйм., онъ вмѣщаетъ въ себѣ 470,000 куб. фут.

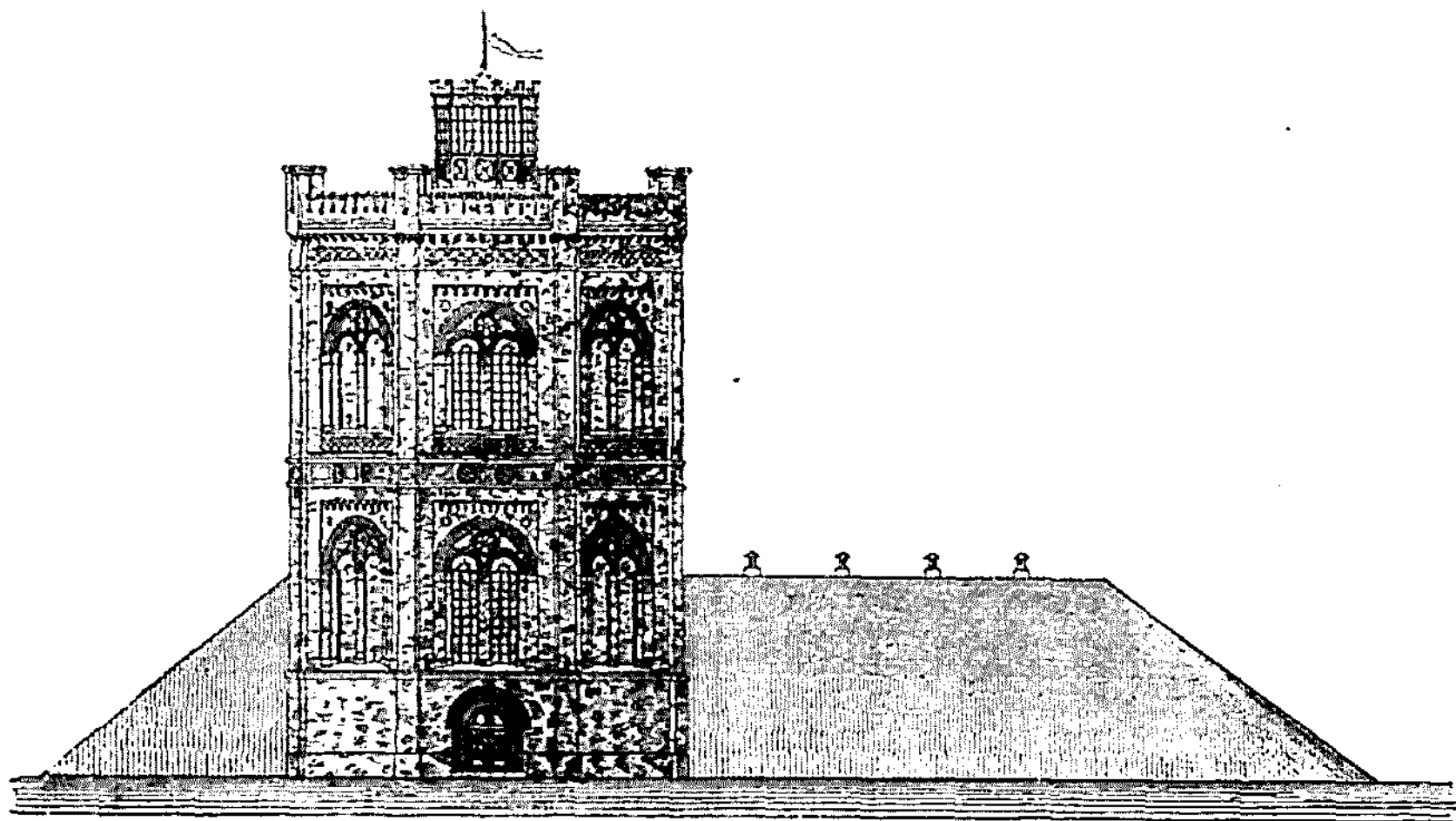
Для Нюрнбергскаго водопровода устроены напорный резервуаръ, вмѣщающій въ себѣ 70,000 куб. фут. воды, высѣченный въ песчанковой скалѣ, такъ что онъ представляетъ собою какъ бы огромный погребъ въ скалѣ. Окружающія стѣны, а также вытесанные изъ скалы столбы, облицованы кирпичемъ па цементѣ и покрыты штукатуркою изъ цемента, и такимъ же образомъ сдѣлаю водопропищаемымъ дно резервуара.

Въ Константинополѣ напорный резервуаръ имѣетъ внутри длину 137 фут., ширину 75 фут. и вышину 33 фут. до пять сводовъ. Онъ покрытъ 45 шалочными сводами, опирающимися па окружающія стѣны и на 32 четырехугольные столба толщиною 4 фута; окружающія стѣны по всей ихъ высотѣ имѣютъ 8 фут. въ толщину.

Очень интересный примѣръ устройства чугунаго резервуара представляетъ резервуаръ въ городѣ Цитау.

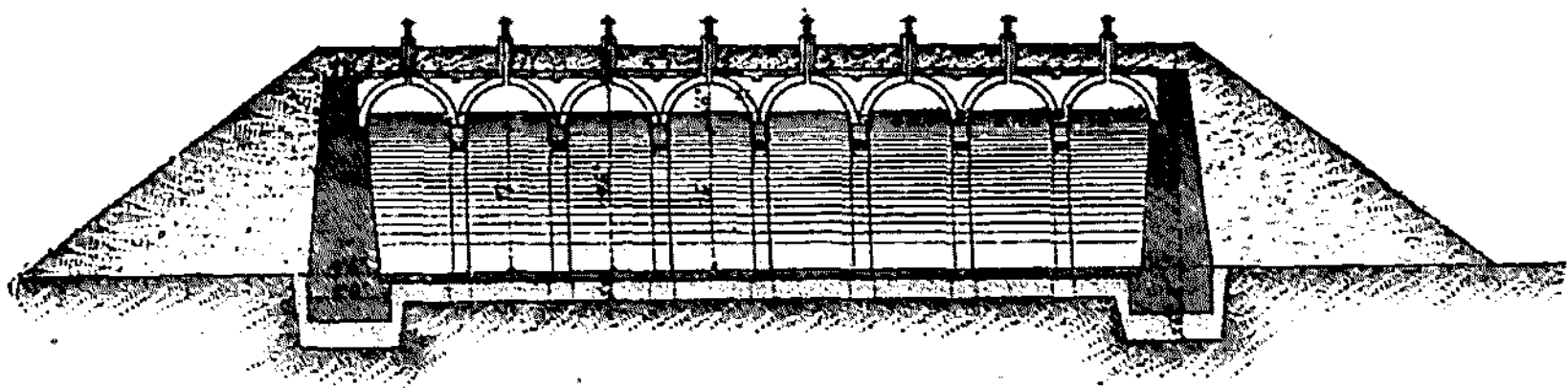
Ключевая вода, проведенная въ гор. Цитау, собрана на скатѣ горы Мюльтстейнберга въ разстояніи 7 верствъ отъ города. Высній изъ ключей выбѣгаетъ на высотѣ 576 фут. надъ горизонтомъ р. Мандау, а самый глубокий на высотѣ 496 фут., сборный бассейнъ устроенъ на высотѣ 495,5 ф. надъ этимъ горизонтомъ и на высотѣ 935,5 фут. надъ нулевымъ уровнемъ р. Эльбы. Ключевая вода по трубѣ, діаметромъ въ 6 дюйм., проведена въ верхній резервуаръ, расположенный на самой высшей точкѣ города, откуда она по двойной трубѣ, діаметромъ каждая въ 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> дюйм., расходится въ городскую сѣть. Резервуаръ имѣетъ форму многогранника и расположенъ на высотѣ 46 фут. надъ уровнемъ самой высокой точки города, имѣетъ въ діаметрѣ 60,5 фут. и вышину 12 фут.; вмѣстимость его около 34,000 куб. фут. воды. Очень толстое основаніе резервуара имѣетъ въ поперечномъ сѣченіи форму правильнаго двѣнадцати-угольника, углы котораго усилены толстыми выступами. Изъ угловъ по радіусному направленію проведены перегородки, такъ что внутренность двѣнад-

**Уравнительные водоемы и водонапорныя башни.**



Черт. 488. — Водопроводъ г. Галле.

Водонапорная башня и резервуаръ. Фасадъ. (Масштабъ  $\frac{1}{500}$  н. в.).

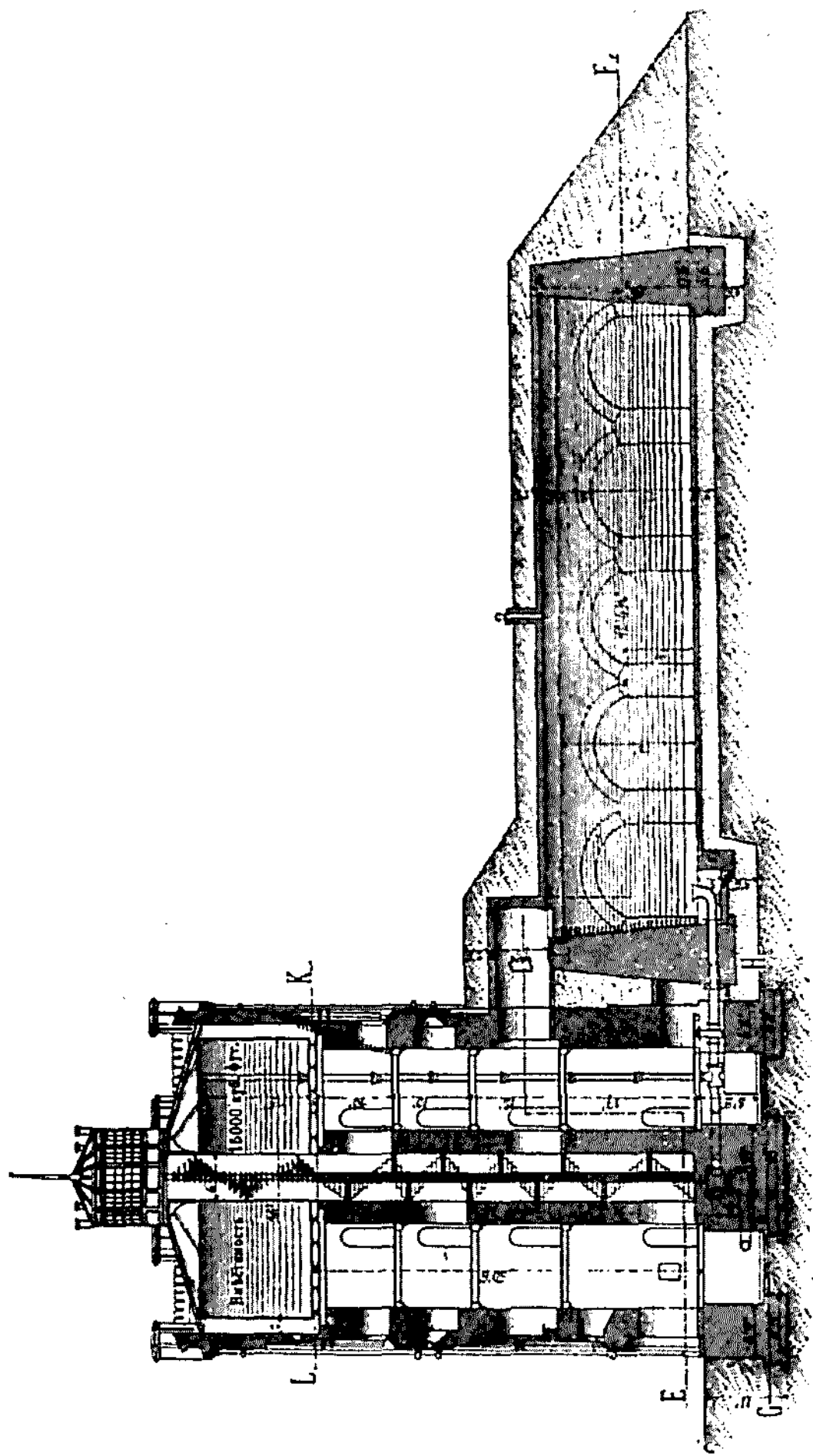


Черт. 489. — Водопроводъ г. Галле.

Водонапорная башня и резервуаръ. Вертикальный разрѣзь резервуара по *CD*. (Масштабъ  $\frac{1}{500}$  н. в.)

(Ф. Е. Максименко, Атл. водопр. сооруж.).

Уравнительные водоемы и водонапорныя башни.

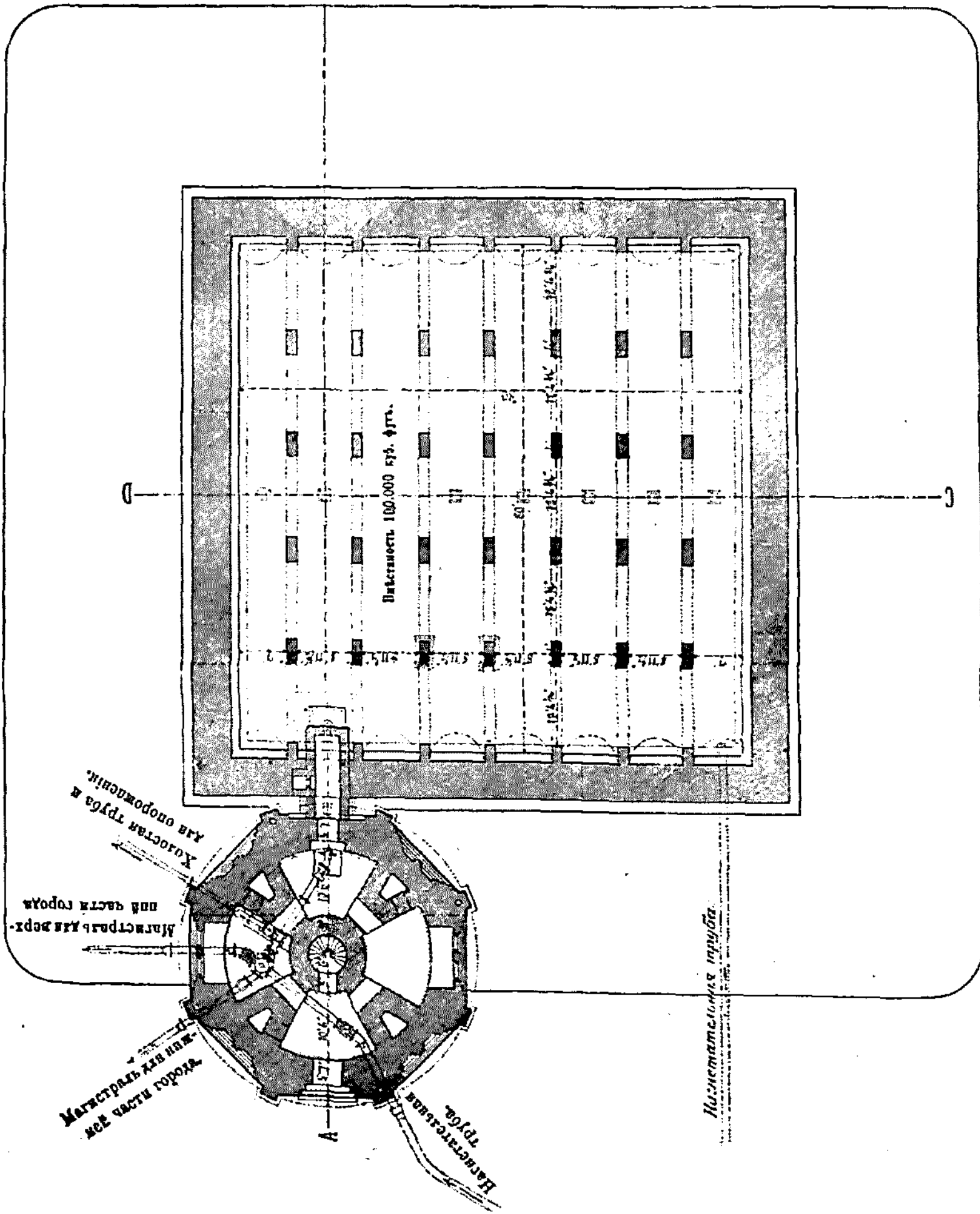


Черт. 490. — Водопроводъ г. Галле.

Водонапорная башня и резервуаръ. Разрѣзь по АВ. Планъ (черт. 491). (Масштабъ  $\frac{1}{500}$ ).

(Ф. Е. Максименко, Атл. Водопр. сооруж.).

**Уравнительные водоемы и водонапорная башня.**



Черт. 491. -- Водопроводъ г. Галле.

Водонапорная башня и резервуаръ. Планъ. (Масштабъ  $1/500$  н. в.).  
(Ф. Е. Макоименко. Атл. Водопр. сооруж.).

В о д о н а п о р н ы я б а ш н и .

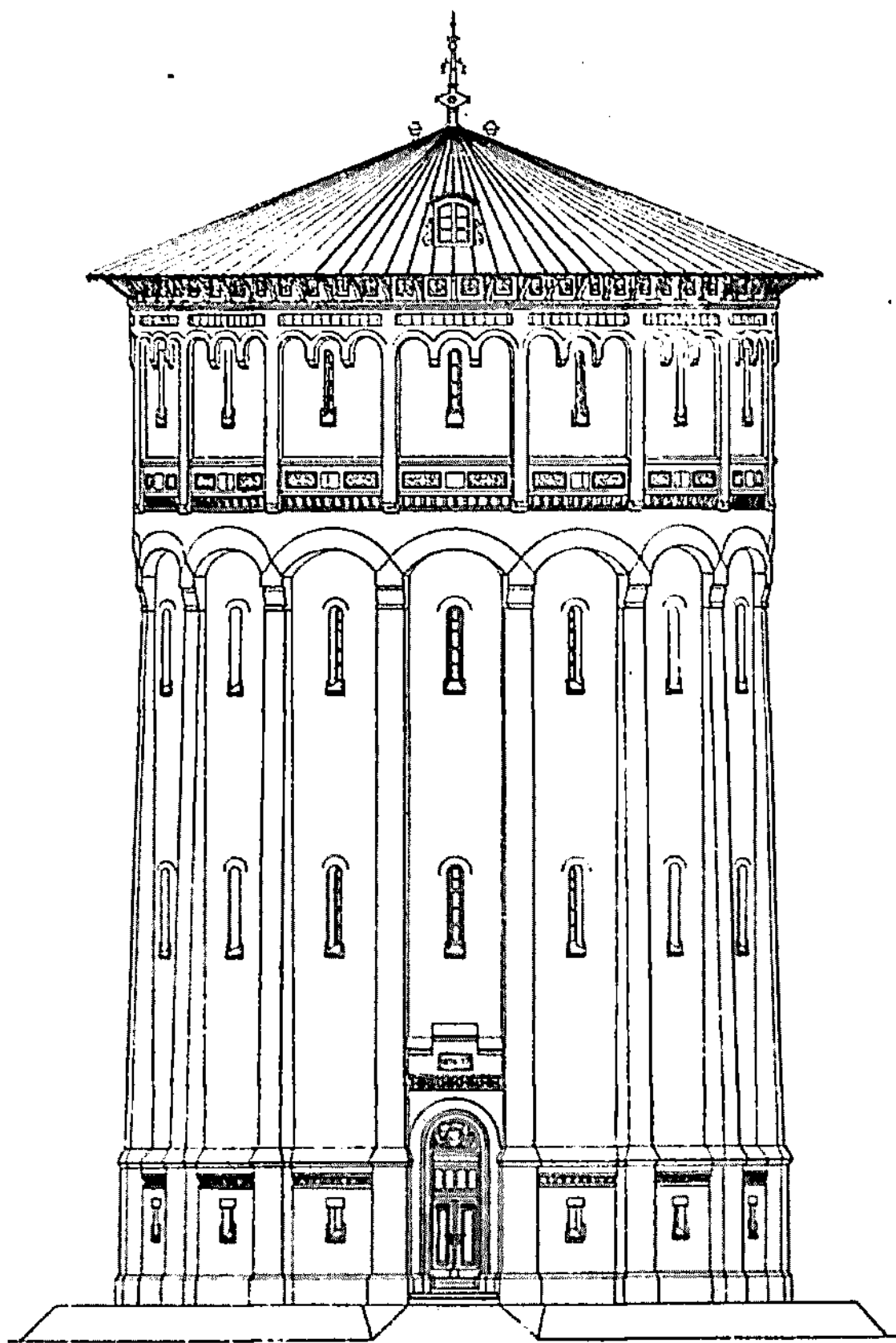
Водонабженіе  
гор. Крефельдъ.

Черт. 492.

Водонапорная башня.

Фасадъ.

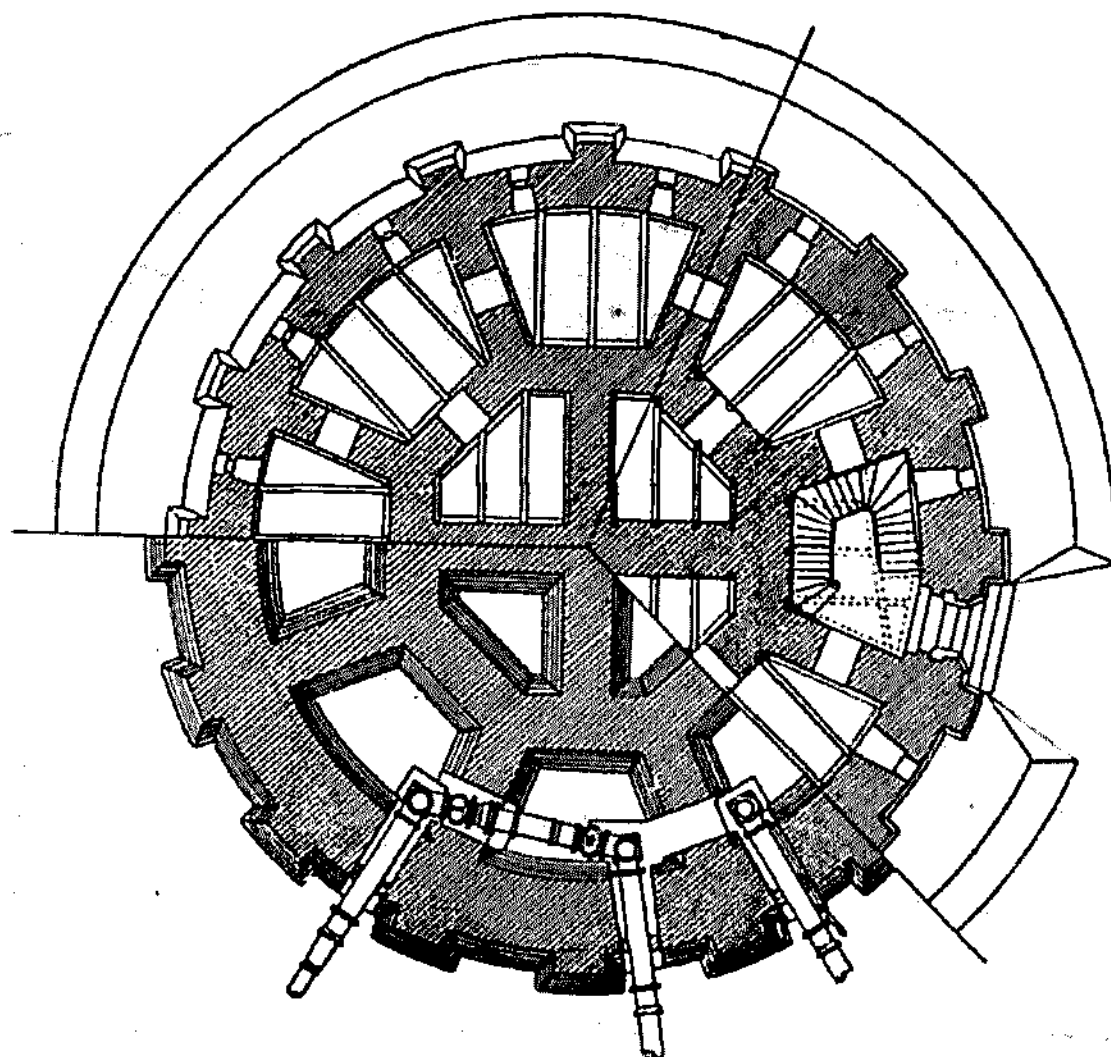
(Масштабъ  $\frac{1}{400}$  н. в.).



Черт. 493.

Планъ водонапорной  
башни (разрѣзь по  
*ef, gb, ik*).

(Ф. Е. Максименко,  
Атл. Водопр. сооруж.).

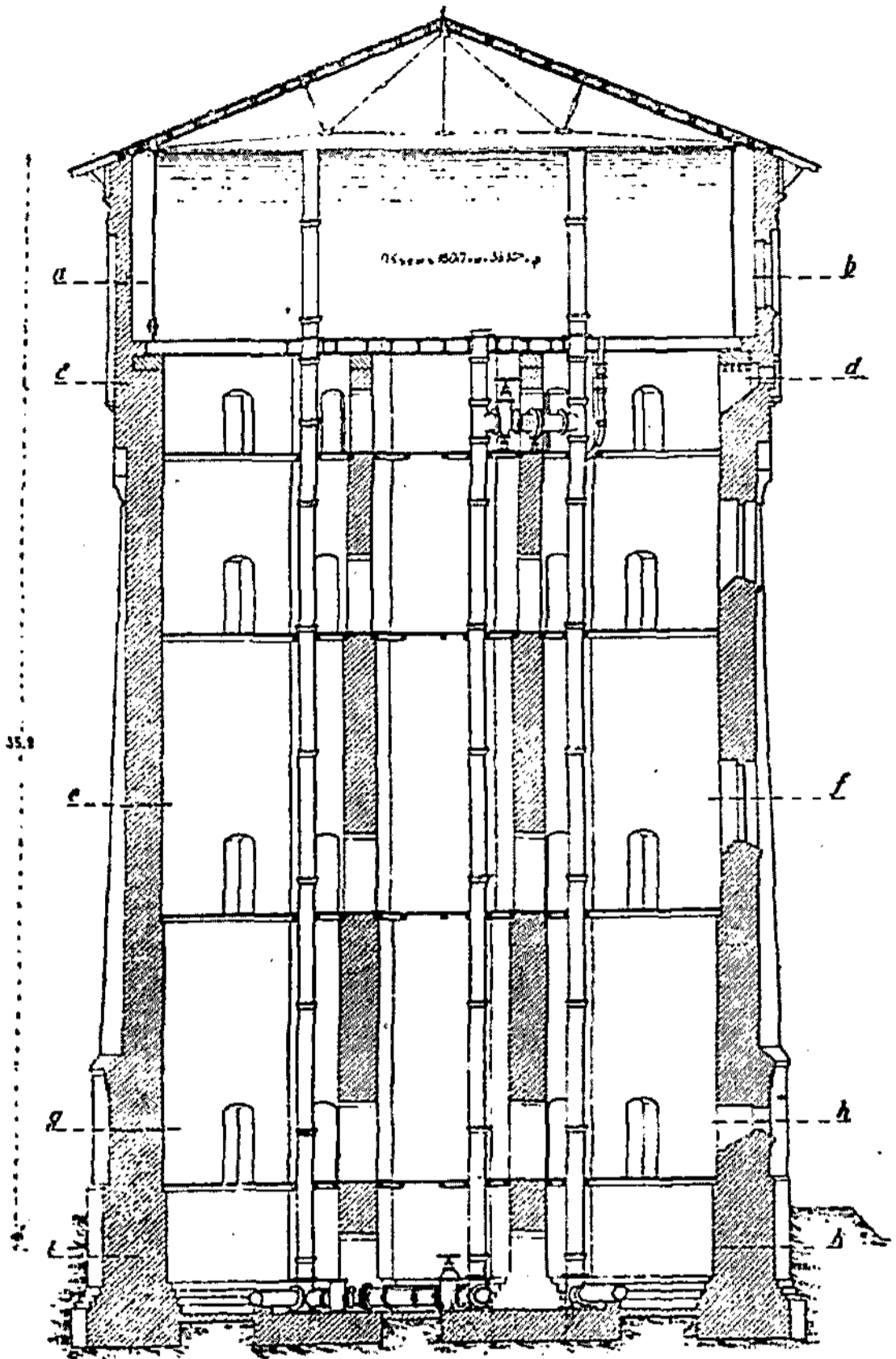


В о д о н а п о р н ы я б а ш н и .

Водоенабженіе  
гор. Крефельдъ.

Черт. 494.

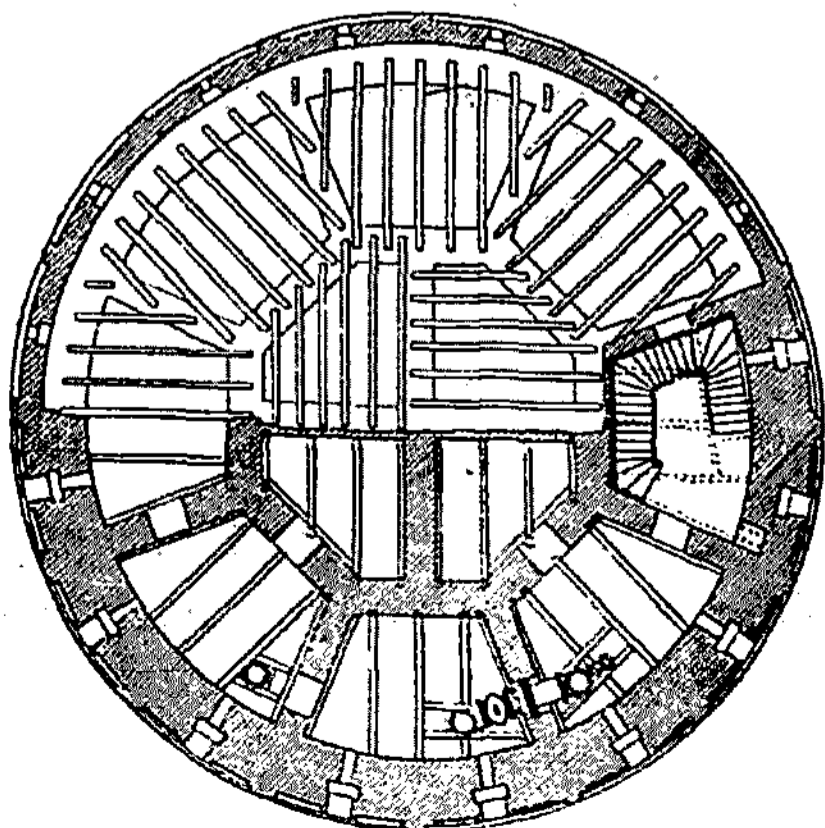
Водонапорная башня.  
Вертикальный разрѣзь.  
(Масштабъ  $\frac{1}{400}$  н. в.).



Черт. 495.

Планъ водонапорной  
башни  
(разрѣзы по *ab* и *cd*).

(Ф. Е. Максименко,  
Атласъ Водопр. сооруж.).



пяти-угольника раздѣлена на такое же число отдѣльныхъ камеръ, причѣмъ въ кругѣ центра сдѣлано тринадцатое отдѣленіе въ видѣ правильнаго шестиугольника, къ которому примыкають всѣ двѣнадцать перегородокъ изъ угловъ. Радиусно направленные перегородки связываютъ внутреннюю шестиугольную окружающую стѣну съ наружной двѣнадцати-угольной окружающей стѣной. Основаніе резервуара раздѣлено на два этажа, подвальный и первый этажи, причѣмъ каждая камера подвального этажа покрыта сводомъ толщиною 18 дюйм., а каждая камера первого этажа покрыта сводомъ толщиною 12 дюйм.

Для передачи огромнаго давленія, отъ вѣса всего строенія вмѣстѣ съ водою резервуара, на грунтъ возможно равномернѣе, устроены между столбами и стѣнами обратныя или разгрузныя арки, выведенныя чрезвычайно тщательно. Пространство между стѣнами основанія заполнено бутовою кладкою до пола подвального этажа.

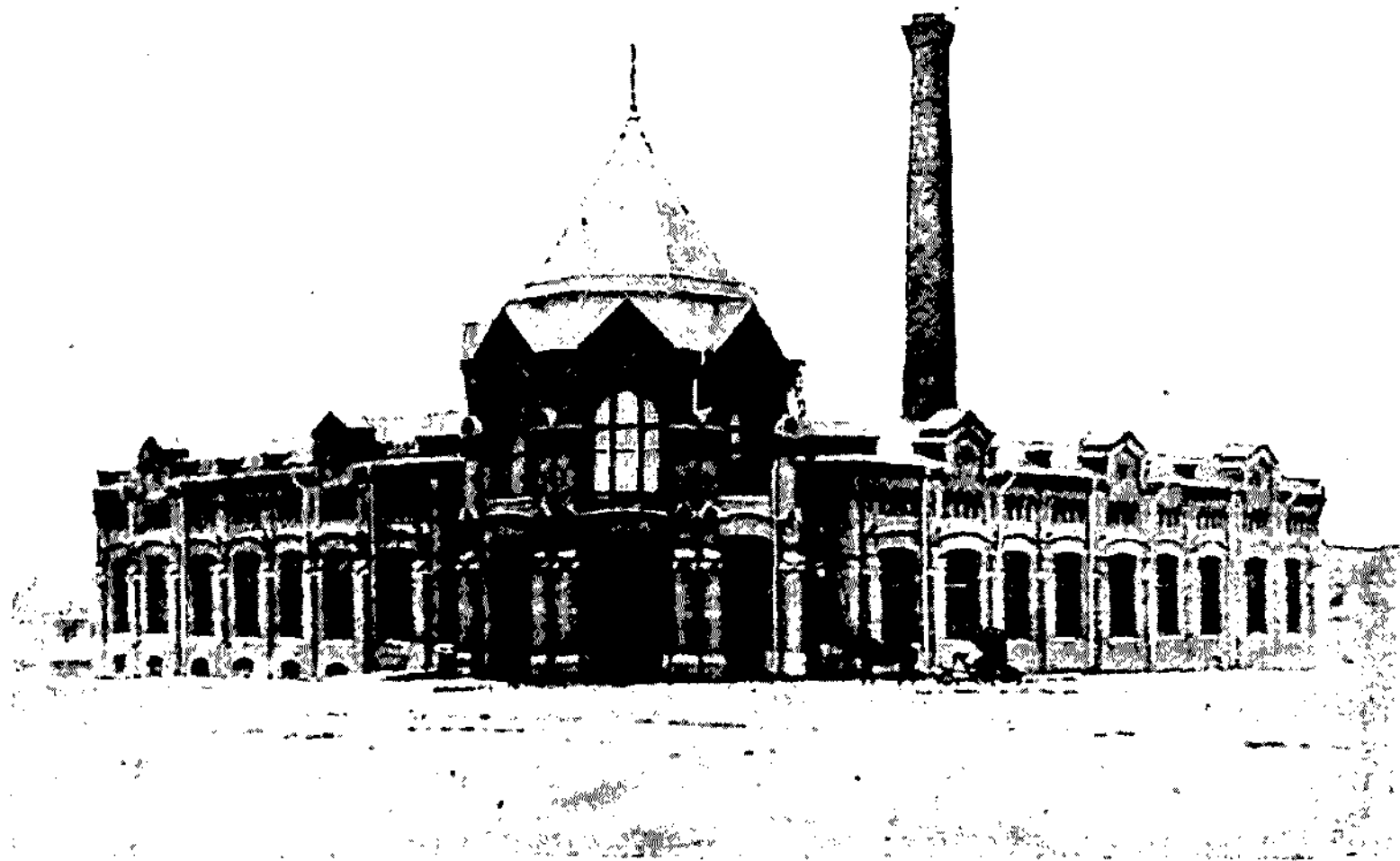
Въ третьемъ этажѣ окружающія стѣны строенія имѣють форму круга до начала куполообразной крыши. Стропила крыши сдѣланы изъ тавроваго желѣза и состоятъ изъ четырехъ взаимно пересѣкающихся главныхъ стропилъ и изъ промежуточныхъ стропилъ; крыша сдѣлана изъ листоваго желѣза толщиною  $\frac{1}{8}$  дюйма. Надъ куполомъ сдѣланъ двѣнадцатиугольный свѣтовой фонарикъ, снабженный ставнями жалюзи, такъ что посредствомъ фонарика и оконъ въ круглой части зданія вся внутренность строенія хорошо провѣтрена. Резервуаръ сдѣланъ изъ чугунныхъ плитъ, которыхъ пошло 72 на стѣнки и 137 на дно резервуара; плиты имѣють фланцы и соединены между собою болтами съ гайками. Стѣнки сдѣланы изъ трехъ цилиндрическихъ поясовъ въ каждомъ по 24 плиты, вышиною каждый поясъ по 4 фута. Каждый поясъ охваченъ кольцомъ, сквозь которое пропущены желѣзныя тяги, проходящія внутри резервуара отъ одной стѣнки до другой по діаметрамъ. Толщина половыхъ плитъ сдѣлана въ 1 дюймъ.

Кромѣ приводной и расхожей трубъ въ этомъ резервуарѣ сдѣланы еще: труба для стока излишней воды, промывная труба и указательный поплавокъ. Внутри резервуара уложена еще согревательная труба, вода для которой нагрѣвается въ котлѣ, устроенномъ въ подвальномъ этажѣ.

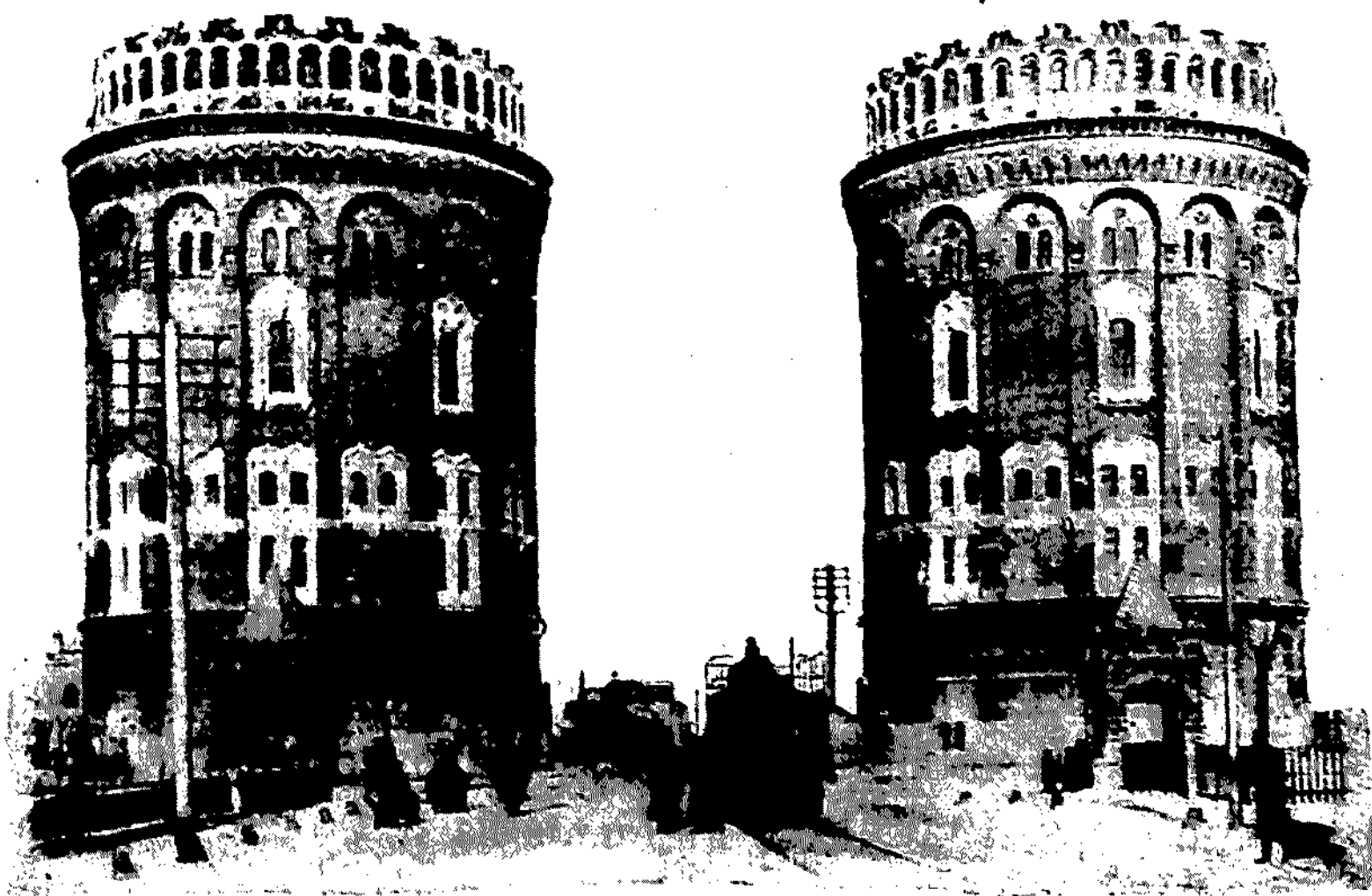


**Водоподъемная станция и водонапорная башни.**

Водоснабжение города Москвы.



Черт. 496. — Общій видъ водоподъемнаго зданія.



Черт. 497. — Общій видъ водонапорныхъ башень.

## § 75. Водонапорныя башни и колонны.

Затруднительность, а иногда и невозможность найти въ городѣ мѣсто для уравнительнаго водоема, отвѣчающее указаннымъ выше требованіямъ, привели къ устройству водонапорныхъ башенъ. Это тоже водоемы, но обыкновенно много меньшаго объема, поставленные на искусственно созданномъ возвышеніи въ видѣ башни.

Водонапорныя башни представляютъ собой многоэтажныя зданія болѣе или менѣе значительной высоты съ небольшою относительно площадью основанія.

Въ верхнемъ или верхнихъ этажахъ помѣщается резервуаръ. Въ категорію водонапорныхъ башенъ вводятъ и водоемныя зданія желѣзнодорожныхъ водоснабженій, описанныя ниже.

Вода накачиваемая машинами, изливается въ водяной бакъ, помѣщенный на верху башни, поднимаясь туда по подъемной трубѣ, а затѣмъ по напорной или спускной трубѣ эта вода поступаетъ въ городскую водопроводную сѣть. Въ случаѣ переполненія бака излишняя вода изъ него уходитъ по особой спускной трубѣ.

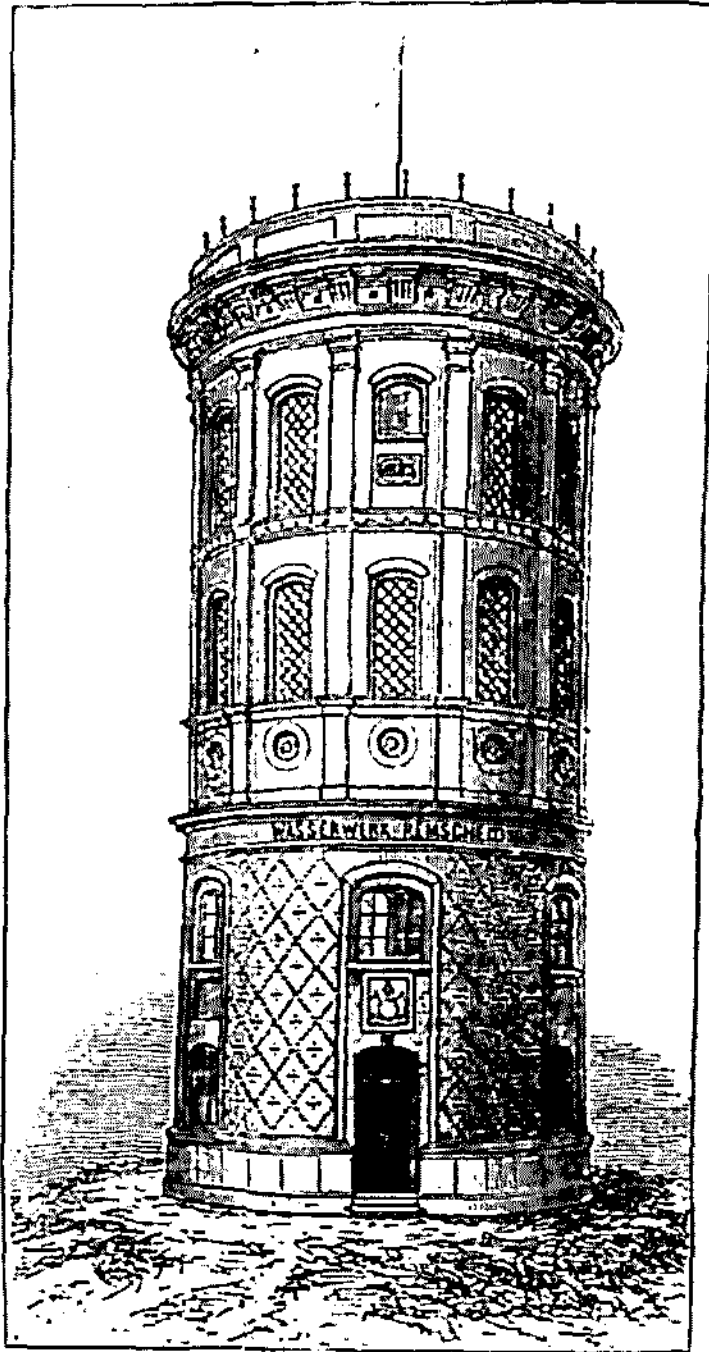
Въ виду необходимости избѣжать боковыхъ давленій воды на стѣны башни (иначе при большой высотѣ стѣнъ имъ пришлось бы придавать несообразно большую толщину), резервуаръ на башняхъ дѣлается въ видѣ самостоятельнаго бака, передающаго на стѣны башни только вертикальное давленіе отъ вѣса воды.

Водонапорныя башни не могутъ, подобно верхнимъ резервуарамъ, служить для уравниванія колебаній въ расходѣ воды, такъ какъ необходимый для этихъ размѣровъ бакъ потребовалъ бы колоссальной башни, но эти башни служатъ только для уравниванія неправильности движенія воды въ водопроводной сѣти, являющейся вслѣдствіе неравномѣрной скорости поршней нагнетающихъ насосовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда представляется необходимымъ имѣть въ запасѣ значительныя количества воды на надлежащей высотѣ, резервуары на башняхъ принимаютъ однако довольно значительныя размѣры. Таковы, на примѣръ, башенные резервуары въ *Крефельдѣ* на 1.600 куб. м. (черт. 492—495), въ *Галле* на 1.200 куб. м. (черт. 500), въ *Ремшейдѣ* на 400 к. м. (черт. 499), въ *Сегединѣ* на 1.000 к. м. и др.

Баки дѣлаются обыкновенно изъ листового желѣза (см. черт. 471—478 и 488—506), но бываютъ изъ чугуна, дерева и бетона съ прово-

В о д о н а п о р н ы я б а ш н и .

Водоснабженіе города Ремшейда.

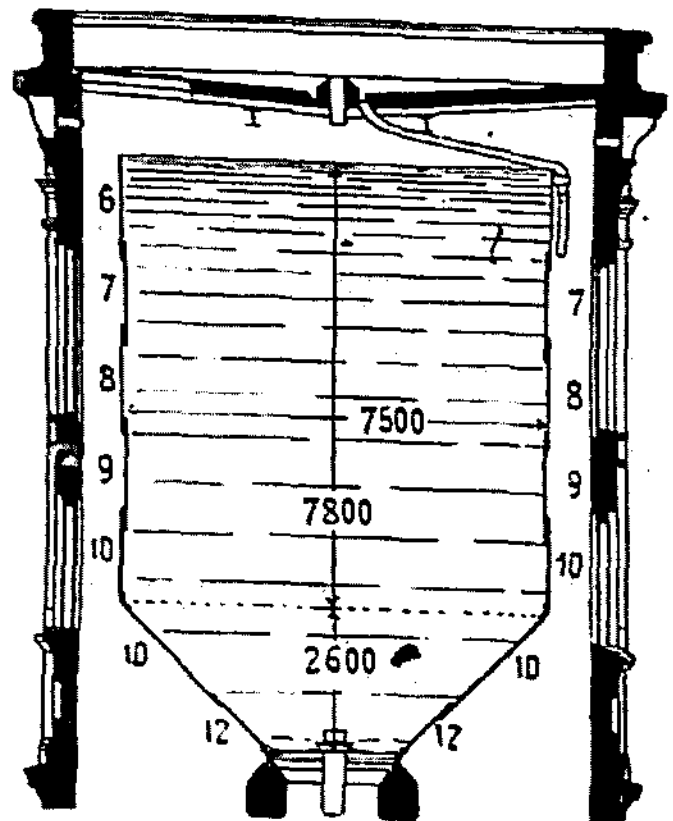


Черт. 498.—Общій видъ водонапорной башни въ Ремшейдѣ. (Remscheid).

Черт. 499.

Разрѣзь желѣзнаго резервуара водонапорной башни въ Ремшейдѣ. Вместимость — 400 куб. м. Горизонтъ воды на 43 м. надъ подошвой башни. Резервуаръ стоитъ на внутренней кольцевой стѣнѣ. Наружныя стѣны сдѣланы во всю высоту башни. Такая конструкція дорога и не цѣлесообразна. Проще и лучше башни съ одиночными стѣнами и свѣшивающейся надстройкой для резервуара. (Черт. ).

(Расчетъ металлических резервуаровъ см. Forchheimer. — Die Berechnungsbeurteilung und gekrümmter Behälterboden. 1894. — Zeitschr. f. Bauwesen.)



лочнымъ каркасомъ (Мопье). Наиболее удобны и практичны желѣзные резервуары по ихъ легкости, простоты упругости и долговѣчности.

Подробности устройства желѣзныхъ и чугунныхъ баковъ въ основныхъ чертахъ приведены въ главахъ, касающихся водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій. Для предохраненія воды отъ нагрѣванія, замерзанія и загрязненія резервуары окружаются стѣпами и покрываются крышей.

Относительно трубъ башенныхъ резервуаровъ и прочихъ приспособленій см. главы XI и XII.

Металлическіе резервуары ставятъ или на балки, поддерживаемые стѣнами башни или же непосредственно на стѣпы послѣдней, причемъ дно резервуара свободно виситъ въ ея просвѣтѣ. Схематически разные способы установки металлическихъ резервуаровъ въ башняхъ представлены на чертежахъ 471 — 478 подъ №№ I, II, III, IV. Резервуары изъ литаго желѣза, наиболее распространенные, особенно въ желѣзнодорожномъ водоснабженіи, имѣютъ обыкновенно цилиндрическую форму съ криволинейнымъ дномъ. Форма дна дѣлается въ видѣ шарового сегмента, въ рѣдкихъ случаяхъ цѣлаго полушарія. Когда дно полушаръ, то резервуаръ не вызываетъ касательныхъ напряженій въ своемъ опорномъ кольцѣ, коимъ онъ лежитъ на круговой стѣнѣ башни; за то установка резервуара съ такимъ дномъ сложная и башня для него должна быть выше. При сегментномъ днѣ (черт. 500) резервуаръ компактнѣе, устанавливается проще, но при разныхъ наолпненіяхъ резервуаръ вызываетъ различныя касательныя напряженія въ опорномъ кольцѣ, которыя могутъ растроить кладку башни.

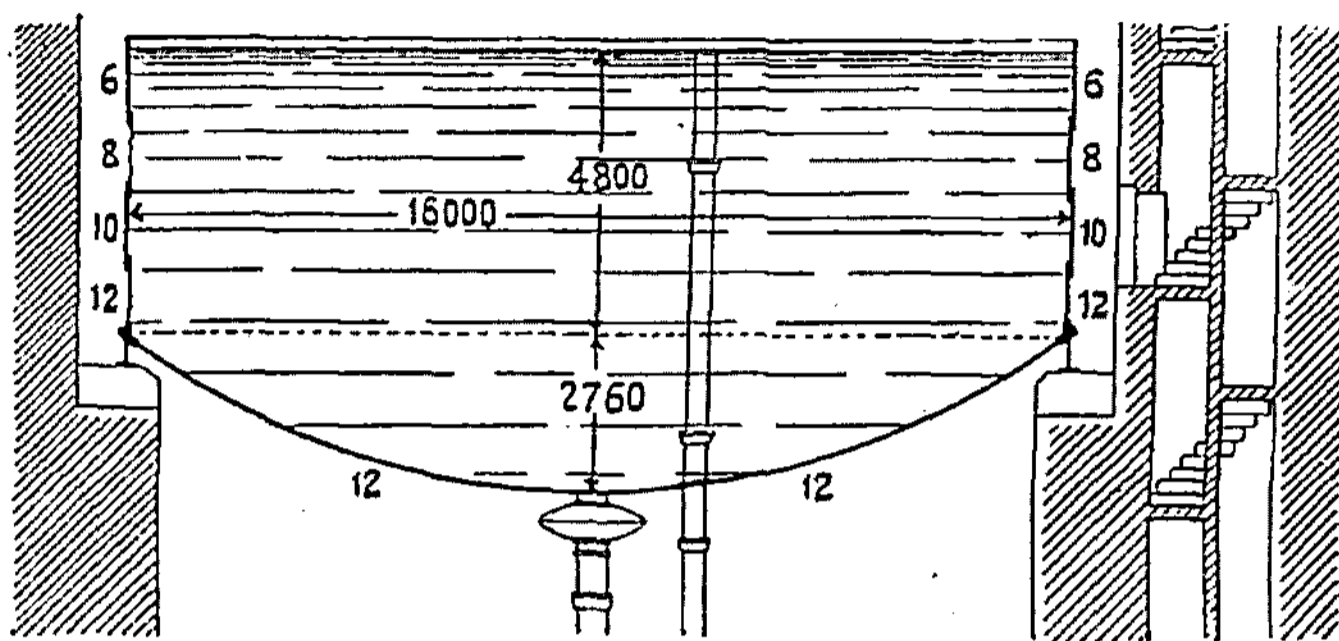
Это неудобство устраняется и притомъ достигается еще возможность значительно сократить размѣры башни устройствомъ резервуара по способу Intze (см. черт. 501 и 502). Интце даетъ опорному кольцу меньшій діаметръ, чѣмъ діаметръ резервуара, соотвѣтственно измѣняя форму дна. Разница діаметровъ опредѣляется расчетомъ такъ, чтобы на опорное кольцо дѣйствовала только вертикальная сила.

Размѣры стѣнокъ цилиндрической части резервуара опредѣляются обыкновенно по формулѣ:

$$\sigma = \frac{hr}{1000 k},$$

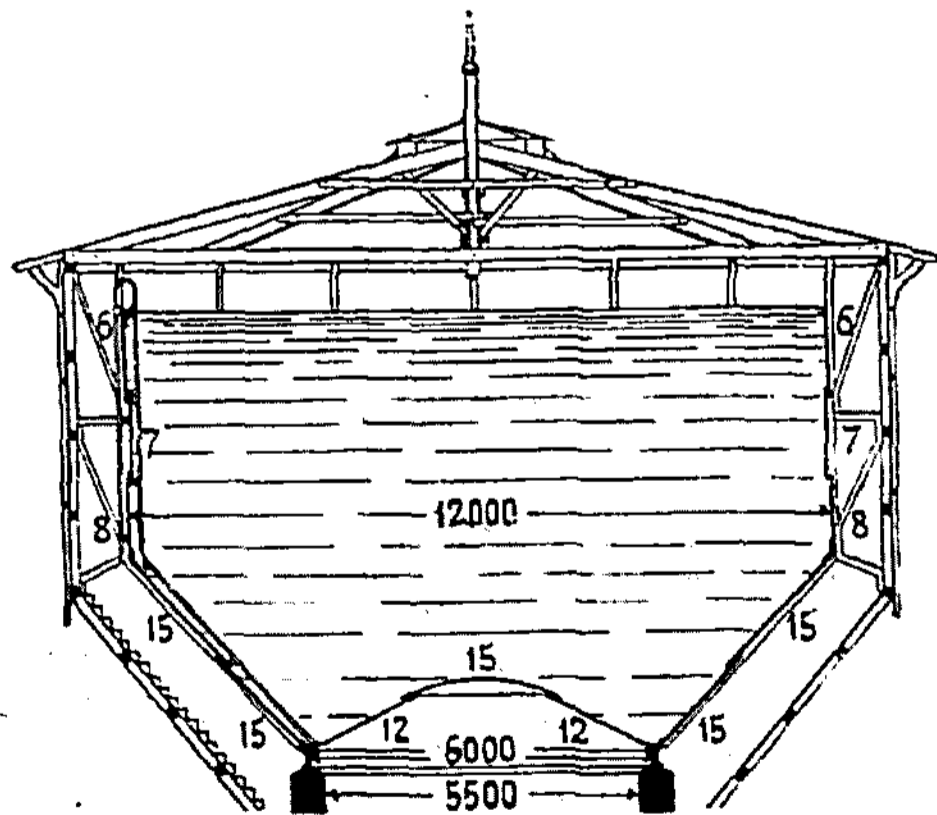
**В о д о н а п о р н ы я б а ш н и.**

**Резервуары изъ желѣза.**



Черт. 500.

**Желѣзный резервуаръ въ Галле (Halle a. S.).**



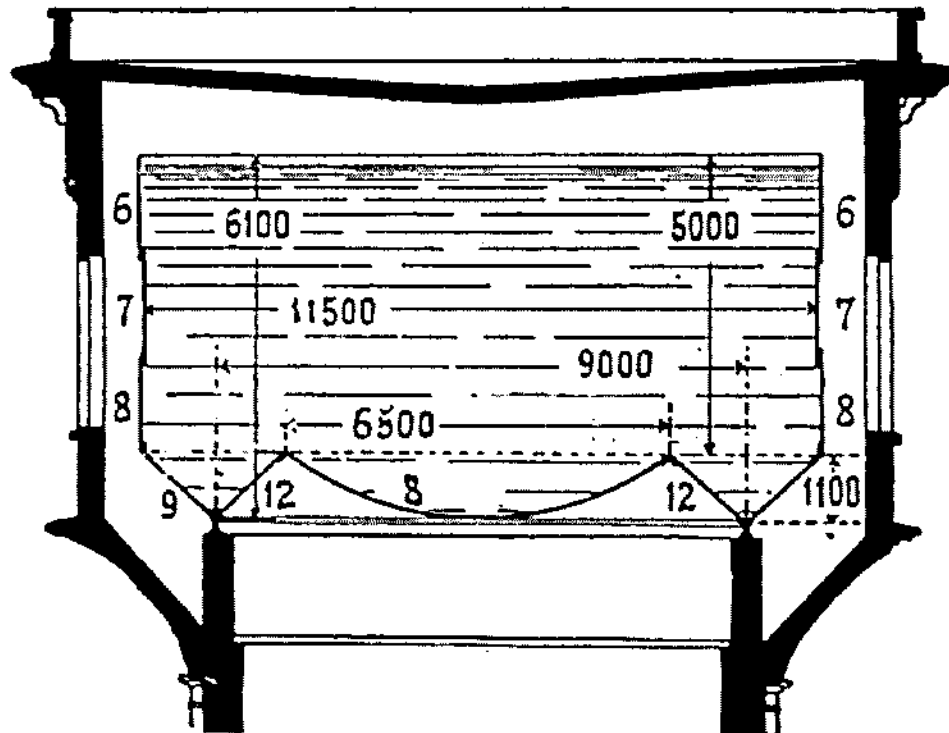
Черт. 501.

**Желѣзный резервуаръ въ Ней-Штассфуртъ (Neu-Stassfurt).**

Вмѣстимость 600 куб. метровъ.

**В о д о н а п о р н ы я б а ш н и .**

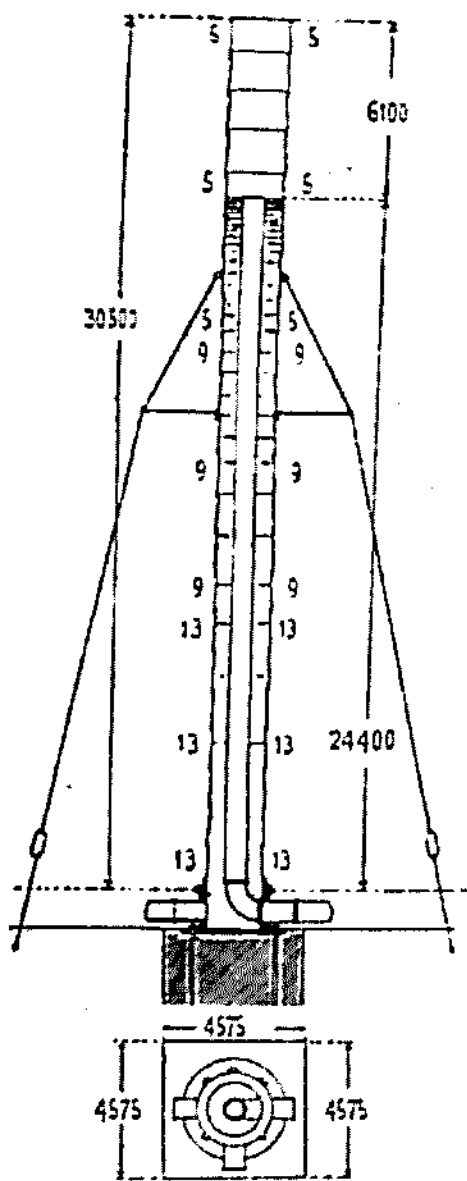
**Резервуары изъ желѣза.**



Черт. 502.

Желѣзный резервуаръ въ Дюрренѣ (Dürren).

Вмѣстимость 550 куб. метровъ.



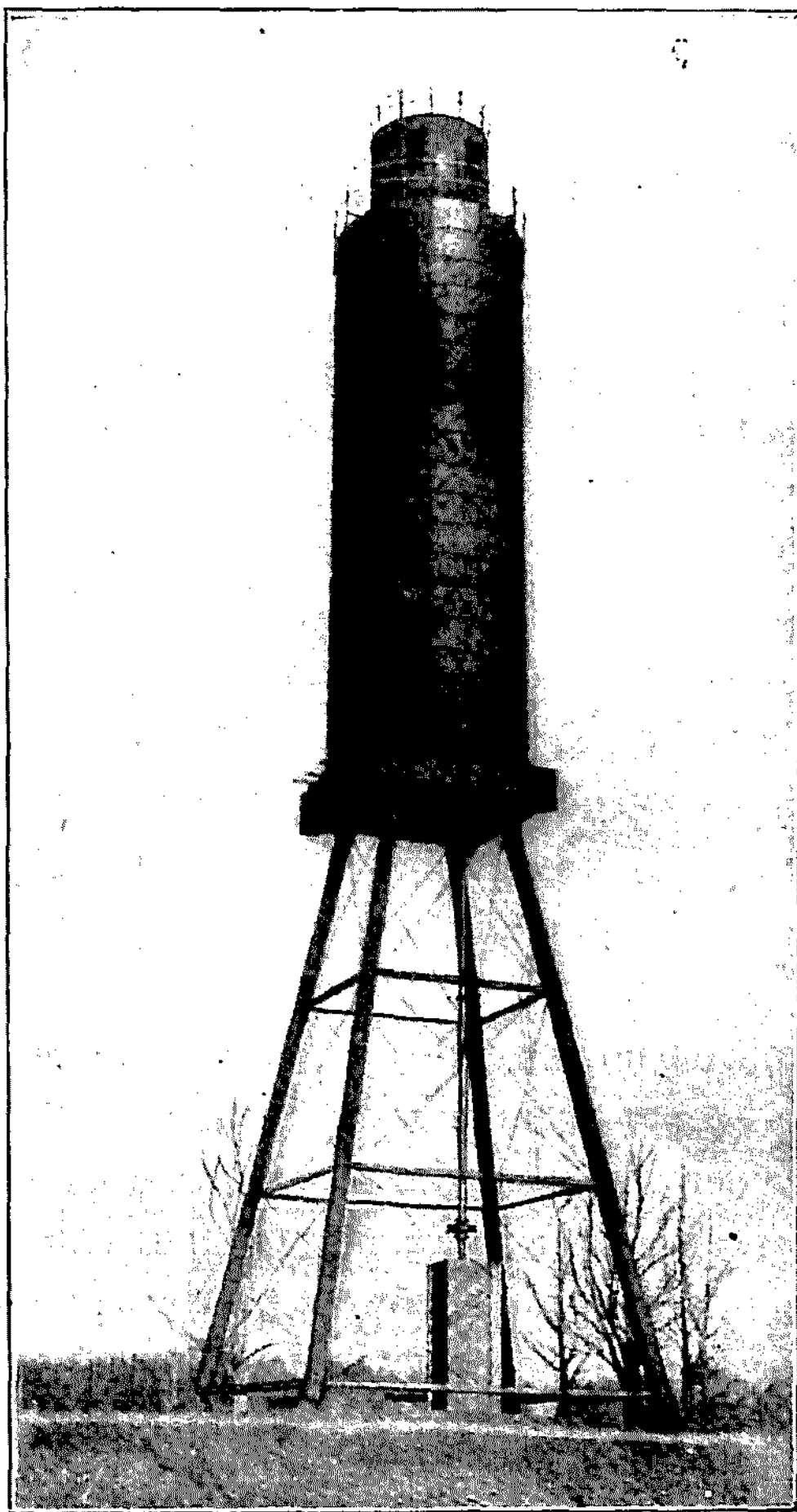
Черт. 503 и 504.— Водонапорная колонна въ Jersey-City (Нью-Йоркъ).

Труба изъ листового желѣза стоитъ на каменномъ фундаментѣ при посредствѣ чугунаго постаменты, прикрѣпленнаго къ кладки якорями. Черезъ чугунный постаментъ проходитъ приводная труба (730 мм.); отъ него же идетъ отводная (730 мм.). Диаметръ колонны 1800 мм. Колонна укрѣплена вантами отъ боковыхъ усилій.

(См. Birkinbine, Standpipe for Blomington. Journ. of. the Frankl. Inst. 1875). Clocker—The relative Economy of standpipe & trestle tower, Eng. Build. Record. 1890. Чугунная колонна водопровода въ Аврорѣ. Eng. Rec. & San. Eng. 1891. Abbot — Standpipe — Baltimore. Eng. Rec. 1892. Желѣзная колонна высотой 30 м. 1 діам. 9 м. въ Newark Eng. News 1892. — Lueger),

**В о д о н а п о р н ы я б а ш н и .**

Водоснабженіе С.-Американскихъ городовъ.



Черт. 505.

Общій видъ водонапорной желѣзной башни въ Princeton  
(Сѣв.-Америк. Соед. Штаты).

Резервуаръ стоитъ на раскосной опорѣ въ 60 футъ вышиной. Высота резервуара—60 ф.; діаметръ 20 ф.; вмѣстимость 142000 галлоновъ.

гдѣ:  $b$  — толщина стѣнки,   
 $h$  — глубина воды,   
 $r$  — радиусъ цилиндра } (въ сантиметрахъ)   
 $h$  — коэффициентъ прочнаго сопротивленія жолѣза въ кило-   
 граммахъ, на кв. см., равный для листового желѣза   
 750 килогр. на кв. см.

Эта формула даетъ только приблизительныя указанія, такъ какъ условія жесткости требуетъ отъ стѣны не менѣе 5 мм. толщины, а кромѣ того должны быть приняты въ расчетъ заклепочныя отверстій, несовершенство выполненія и пр.

Опредѣленіе размѣровъ дна представляетъ для строго иаучнаго рѣшенія этой задачи большія затрудненія и пока еще нужно ждать результатовъ широко поставленныхъ опытныхъ изслѣдованій, прежде чѣмъ можно будетъ установить достаточно точныя практическія формулы. Отсылая читателя для ознакомленія съ предложенными методами расчета криволинейныхъ днищъ резервуаровъ къ трудамъ Forchheimer'a (Journ. für Gasbel. u. Wasserversorg. Bd. 27, p. 705 Jahrg. 1884 и Zeitschr. für Bauwes. 1894) и другимъ (напр. см. Nouv. Ann. de la Construction 1890), предлагаемъ, въ виду неточности теоріи этихъ сооружений, непременно провѣрять результаты расчета сравненіемъ съ размѣрами существующихъ сооружений.

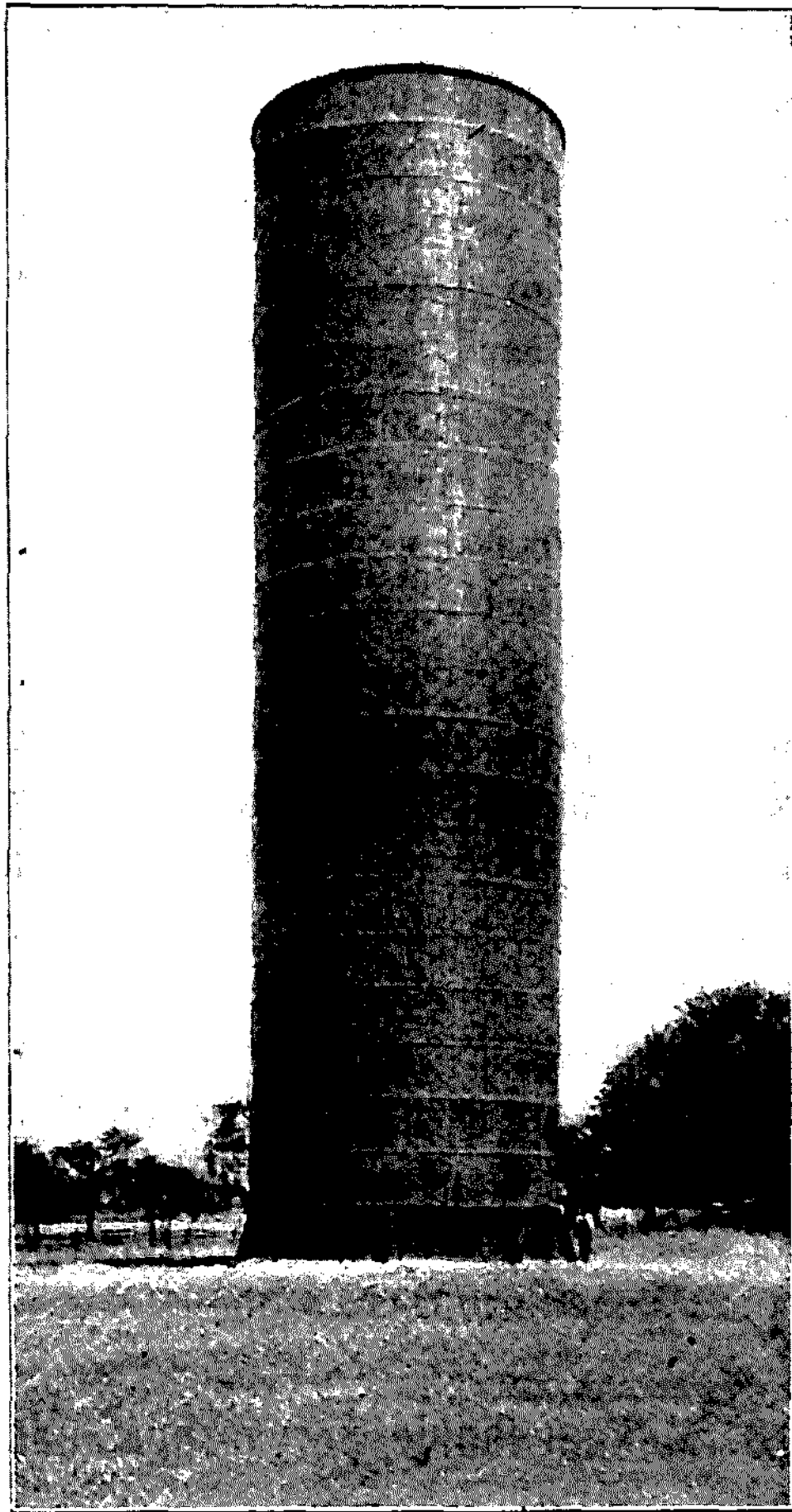
Собственно нѣтъ никакой надобности для урегулированія напора накапливать предварительно воду хотя бы и въ малыхъ количествахъ на верху башни, такъ какъ давленіе въ городской сѣти можно одинаковымъ образомъ урегулировать болѣе простымъ способомъ, а именно, если при началѣ главной магистрали поставить на послѣднюю открытую сверху вертикальную трубу соотвѣтственной высоты, въ которую уходила бы вода, нагнетаемая насосами, какъ скоро расходъ ея въ сѣти уменьшается. Въ такихъ вертикальныхъ трубахъ вода устанавливается всегда на уровнѣ, высота котораго соотвѣтствуетъ производимому напору, а по мѣрѣ уменьшенія расхода воды въ сѣти постепенно поднимается до верхняго конца трубы и оттуда сбѣгаетъ по спускной трубѣ, такъ что поршни насосовъ никогда не могутъ подвергнуться большому давленію, чѣмъ то, для котораго они устроены и которому соотвѣтствуетъ вся высота трубы.

Такую стоячую трубу легко установить во всякой имѣющейся башнѣ; но она представляетъ только то неудобство, что зимою вода



**В о д о н а п о р н ы я к о л о н н ы .**

Водоснабженіе С.-Американскихъ городовъ.



Черт. 506.

Общій видъ водонапорной колонны въ Camden'ѣ (Сѣв.-  
Американ. Соед. Штаты).

Высота—110 фут., діаметръ—30 фут.

въ ней мерзнетъ, вслѣдствіе чего являются разныя въ пей поврежденія, болѣе или менѣе важныя; поэтому необходимо при такой трубѣ имѣть согрѣвательные аппараты.

Невозможно провести точную границу между водонапорными башнями и водонапорными колоннами. Изъ описанія и чертежей водонапорныхъ башень видно, что нисходящая труба изъ резервуара башни есть въ сущности водонапорная колонна; съ другой стороны при достаточно большемъ діаметрѣ водонапорныя колонны до известной степени будутъ играть роль башенныхъ резервуаровъ. И дѣйствительно, встрѣчается не мало сооружений, посящихъ названіе водонапорныхъ колодцевъ, по являющихся въ то-же время и резервуарами (см. черт. 506), благодаря большой вмѣстимости колонны.

Такимъ образомъ можно сказать, что башня, имѣющая наверху резервуаръ и соединенная системой трубъ съ водонапорной сѣтью есть типичная водопроводная башня. Если же резервуаръ ея, сохраняя свой діаметръ, будетъ опущенъ до уровня горизонтальныхъ трубъ сѣти, то она станетъ называться колонной. Такіе случаи, однако, рѣдки и водонапорная колонна въ обыкновенномъ видѣ представляетъ изъ себя резервуаръ очень небольшой вмѣстимости, дѣйствующій лишь какъ уравниватель напора, а не расхода воды. Колонна такого типа представлена схематически на черт. 503—504. Діаметры колоннъ могутъ колебаться, отъ 2 до 40 футь. Большія подробности относительно водонапорныхъ колоннъ см. между прочимъ въ сочиненіи Fanning'a «Treatise on Hydraulics and Water Supply Engineering», гдѣ есть специальная глава, посвященная этому вопросу и откуда взять рисунокъ (черт. 84), изображающій общій видъ водопроводной колонны въ каменномъ футлярѣ.

## § 76. Механическіе регуляторы напора.

Еще дальнѣйшій шагъ въ дѣлѣ упрощенія регуляторовъ напора былъ сдѣланъ, когда явилось убѣжденіе, что и такія стоячія трубы излишни и цѣль назначенія ихъ исполняется посредствомъ соответственной величины воздушнаго колокола, который менѣе подверженъ замерзанію и стоитъ гораздо дешевле.

Для устраненія же возможности образованія слишкомъ увеличеннаго давленія, на напорной трубѣ устанавливается предохранительный клапанъ, который, въ случаѣ подачи насосами воды въ боль-

шемъ противъ потребности количествъ, открывается и выпускаетъ на волю излишнюю воду, пока давленіе въ трубахъ опять не ослабнетъ и не придетъ въ равновѣсіе съ нагрузкою на предохранительномъ клапанѣ.

Въ Петербургѣ у водопроводовъ на Васильевскомъ островѣ, на Петербургской и Выборгской сторонахъ, машины прямо качаютъ воду въ городскую сѣть, причемъ при началѣ главной магистрали поставленъ на пей воздушный колоколь. Напоръ въ трубахъ отъ  $3\frac{1}{2}$  до  $4\frac{1}{2}$ , атмосферъ. Точно такое устройство сдѣлано у водопроводовъ въ Нижнемъ-Новгородѣ, въ Астрахани, Харьковѣ и въ Одессѣ.

Въ Женевѣ вода накачивается въ городъ прямо машинами, соединенными съ воздушнымъ колоколомъ. Въ городѣ нѣтъ собственно резервуара, если не считать таковымъ небольшого бака, поставленнаго на башнѣ ратуши въ видѣ *запаснаго водохранилища на случай пожара*.

Кромѣ предохранительнаго клапана, служащаго для удаленія изъ напорной трубы излишняго количества, противъ необходимаго, нагнетенной въ нее воды, устраиваются также на трубѣ, идущей отъ насоснаго цилиндра къ напорной трубѣ, особые самодѣйствующіе клапаны, называемые регуляторами напора, которые съ измѣненіемъ расхода воды измѣняютъ соотвѣтственно скорость хода поршней насосовъ.

Дѣйствіе напорныхъ регуляторовъ заключается въ томъ, что клапанъ, соединенный съ двумя поршнями неодинаковаго діаметра, отъ увеличенія или уменьшенія напора поднимается съ своего гнѣзда или прижимается къ нему; въ первомъ случаѣ онъ своимъ поднятіемъ уменьшаетъ производимое на насосы давленіе, во второмъ случаѣ увеличиваетъ это давленіе.

На чертежѣ 388-мъ *A* есть шайбовый клапанъ, прилегающій къ гнѣзду *C*. На клапанномъ штокѣ *B* насажены разной величины поршни *D* и *E*, движущіеся въ короткихъ цилиндрахъ, прикрѣпленныхъ къ клапанной коробкѣ. Отношеніе между площадями поперечныхъ сѣчей обоихъ поршней сообразуется съ тѣмъ, чтобы уменьшившееся, вслѣдствіе нѣкотораго прикрытія клапана, давленіе удерживало клапанъ всегда на одинаковой или по крайней мѣрѣ приблизительно на одинаковой высотѣ. Существуетъ еще много другихъ механическихъ устройствъ для этой же цѣли.

## ГЛАВА X.

### Распределение воды.

СОДЕРЖАНИЕ: § 77. Общія указанія для начертанія городской сѣти. — § 78. Основныя данныя относительно эксплуатаціи водопроводовъ.—§ 79. Домовыя водопроводныя устройства.—§ 80. Водомѣры.—§ 81. Противупожарныя устройства.—§ 82.—Вода городскихъ водоснабженій, какъ источникъ механической работы.

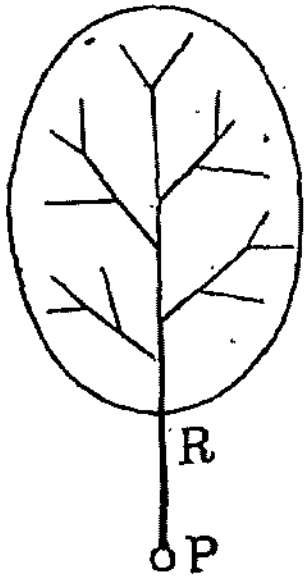
#### § 77. Общія указанія для начертанія городской сѣти.

Водопроводныя трубы, проложенныя по каждой улицѣ, образуютъ всѣ вмѣстѣ систему или сѣть городскихъ трубъ, которая, смотря по способу расположенія трубъ, бываетъ или съ круговымъ движеніемъ воды, или безъ круговаго движенія.

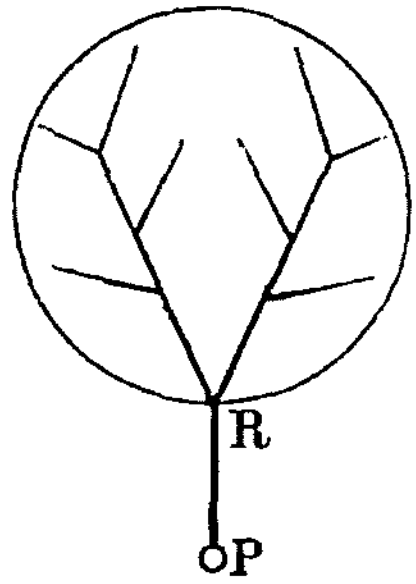
Когда по трубамъ нѣтъ круговаго движенія, то вся сѣть представляется въ видѣ вѣтвей, отдѣленныхъ отъ главнаго ствола, т. е. отъ главной магистральной трубы, причемъ діаметръ трубъ уменьшается по мѣрѣ ихъ удаленія отъ главной магистрали (черт. 507—510). Въ этомъ случаѣ каждая уличная труба представляетъ собою единственный путь, по которому вода доставляется къ мѣсту ея потребленія, и діаметръ ея опредѣляется по наибольшему, ожидаемому изъ нея, расходу, принимая при этомъ во вниманіе высоту положенія трубы относительно резервуара, чтобы при извѣстной скорости воды въ трубѣ сохранялся требуемый наименьшій напоръ. Во всякомъ случаѣ, всѣ тѣ трубы, на которыхъ помѣщены пожарные краны, не должны имѣть діаметръ менѣе 4 дюймовъ.

Когда сѣть устроена съ круговымъ движеніемъ въ ней воды, то всѣ боковыя вѣтви въ надлежащихъ мѣстахъ соединены между собою промежуточными уличными трубами, такъ что всѣ онѣ въ совокупности дѣйствительно представляются сѣтью, въ которой коле-

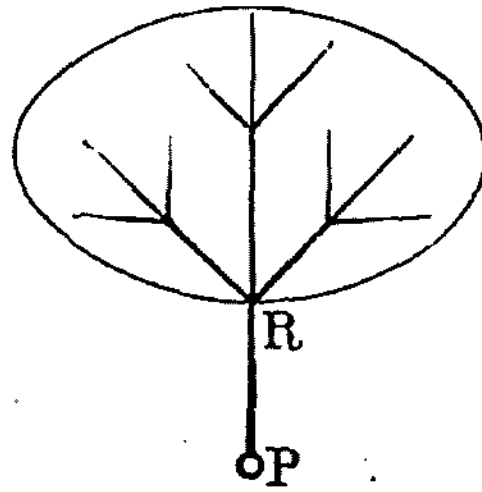
Р а с п р е д ъ л е н и е в о д ы .



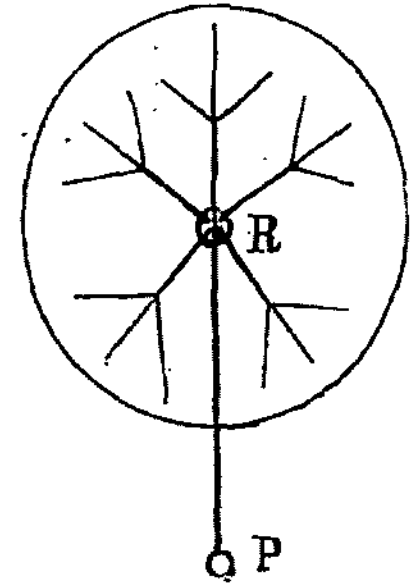
Черт. 507.



Черт. 508.

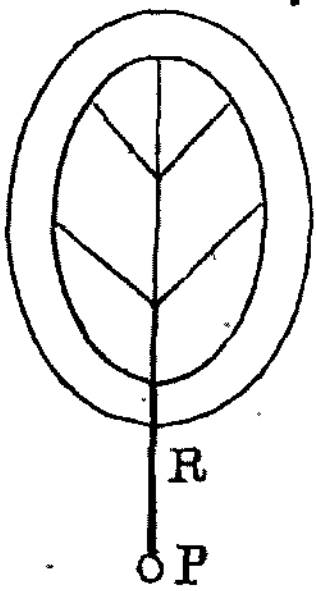


Черт. 509.

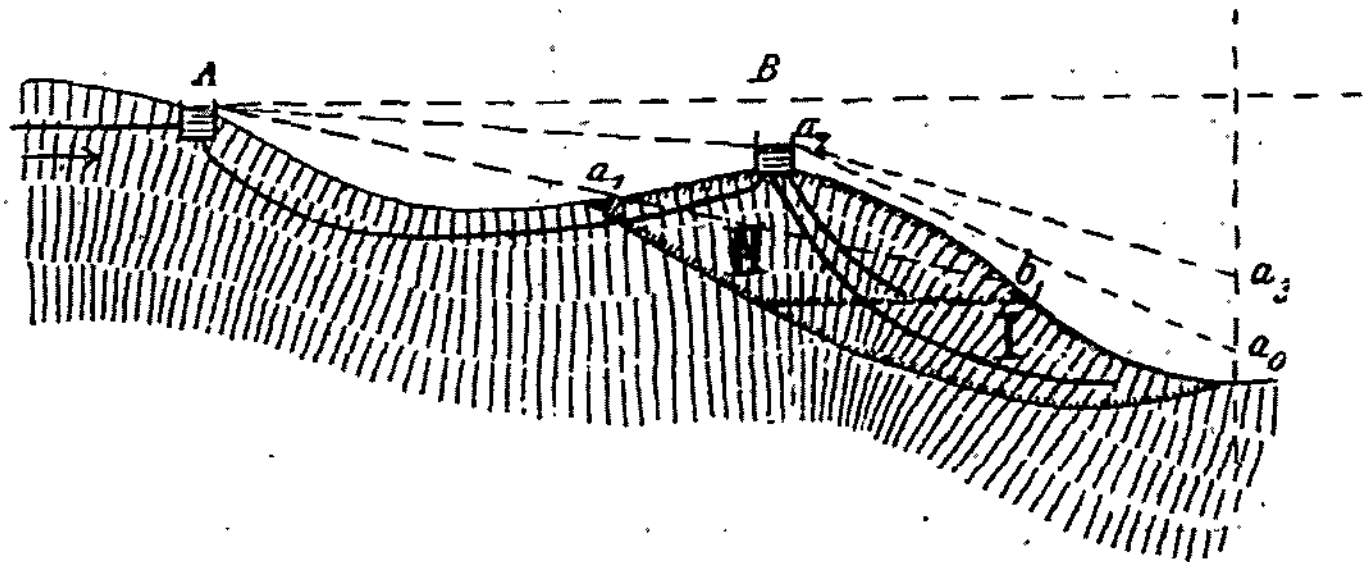


Черт. 510.

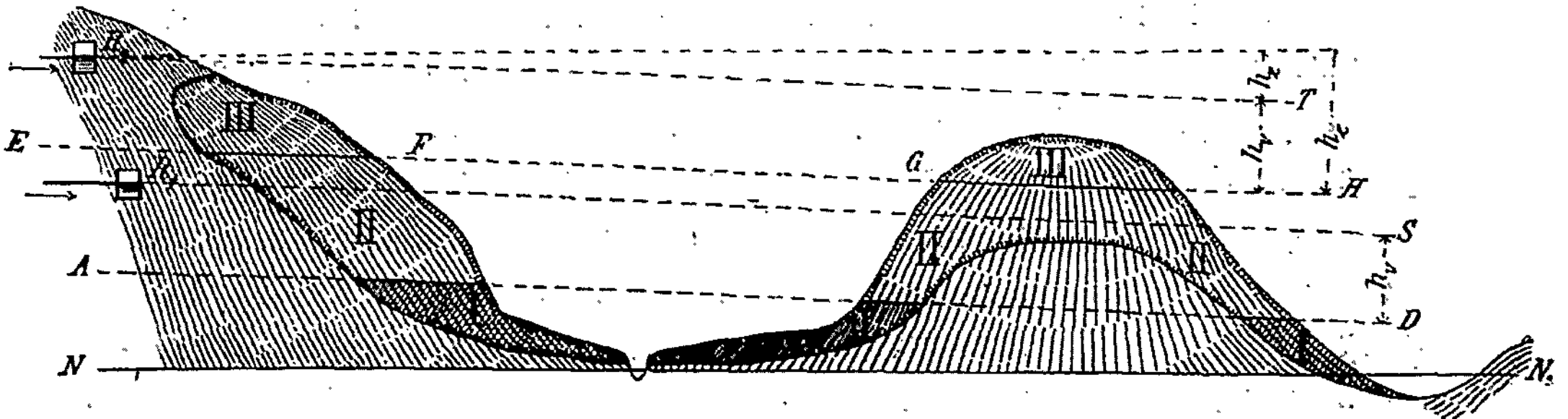
Схемы городской сѣти безъ круговаго движенія воды съ одной, двумя, тремя и нѣсколькими магвстралями при резервуарѣ (*R*) поставленномъ на границѣ города и съ резервуаромъ въ городѣ. (Мѣстность плоская).



Черт. 511.— Схема городской сѣти съ круговымъ движеніемъ. (Мѣстность плоская).



Черт. 512.— Схема распределенія зонъ при одномъ резервуарѣ. (Мѣстность неровная).



Черт. 513.— Схема распределенія зонъ при двухъ резервуарахъ. (Мѣстность неровная).

банія въ скорости движенія воды, происходящія отъ неравномернаго расхода потребителями, уравниваются сами собою (черт. 511).

Первая система, для снабженія водою извѣстной мѣстности, требуетъ меньшаго протяженія водопроводныхъ трубъ, чѣмъ круговая система, и во всякомъ случаѣ устройство ея дешевле, чѣмъ устройство круговой системы.

Но некруговая система имѣетъ и существенныя неудобства. Если случится, что потребители изъ какой-нибудь длинной уличной трубы, несвязанной съ трубами другихъ улицъ, начнутъ болѣе расходовать воды или населеніе улицы вдоль этой трубы увеличится противъ того, для котораго былъ первоначально рассчитанъ діаметръ этой трубы, то чрезъ нѣсколько времени является недостатокъ воды въ этой улицѣ. Вода по трубѣ такой улицы не будетъ болѣе притекать въ необходимомъ количествѣ такъ скоро, какъ это требуется, а изолированная труба не сможетъ притянуть къ себѣ воду изъ трубъ сосѣднихъ улицъ, въ которыхъ расходъ можетъ быть относительно значительно слабѣе; если же вода и будетъ притекать въ достаточномъ количествѣ, то можетъ стать недостаточнымъ напоръ и, слѣдовательно, вода изъ такой уличной трубы не будетъ подниматься до той высоты, на которой устроены разборные краны. При круговой системѣ, неравномерность въ движеніи воды не такъ легко возможна, такъ какъ вода, смотря по расходу ея, движется по трубамъ въ ту или другую стороны и, слѣдовательно, всегда по направленію случайнаго наибольшаго расхода, къ мѣсту, гдѣ открыто наибольшее число расходныхъ отверстій. Сверхъ того, при не круговой системѣ, въ оконечныхъ или мертвыхъ точкахъ длинныхъ вѣтвей потребители получаютъ воду не совсѣмъ чистую, такъ какъ въ этихъ точкахъ скопляются осадки, несомые водою. Поэтому въ мертвыхъ точкахъ отдѣльныхъ водопроводныхъ трубъ всегда надобно устраивать спускную трубу со створнымъ краномъ или ставить пожарный кранъ, чтобы время отъ времени можно было промывать трубы. При круговой системѣ ни въ какой точкѣ сѣти вода не находится никогда въ застоѣ, такъ какъ вода постоянно движется по трубамъ въ ту или другую сторону для восстановленія равновѣсія въ мѣстахъ съ наибольшимъ расходомъ, такъ что осадки не могутъ осѣсть и скопляться въ исключительныхъ мѣстахъ. При вычисленіи діаметровъ трубъ для сѣти по круговой системѣ предполагается

движеніе воды по трубамъ такое, чтобы вода по ней доходила кратчайшимъ путемъ до мѣста потребленія. На черт. 507 и 511 представлены планы расположенія некруговой и круговой системъ водопроводной сѣти для одного и того же города.

Изъ главной магистрали не слѣдуетъ прямо отводить рукавовъ въ дома посредствомъ отростковъ или сѣделокъ (см. гл. VII, черт. 331—332 и черт. 515—519); а лучше укладывать для этого параллельно съ главной магистралью второстепенную трубу.

Если улицы очень широки, то вдоль тротуара каждой стороны улины укладывается особая водопроводная труба для избѣжанія укладки слишкомъ длинныхъ домовыхъ рукавовъ, укладка которыхъ и впоследствии ремонтъ могутъ мѣшать свободному проѣзду по улицѣ. Диаметръ домовыхъ рукавовъ не долженъ быть меньше  $2\frac{1}{2}$ —3 дюйм.

Надобно соблюдать правило, чтобы вѣтвь никогда не вводитъ снова въ ту же главную магистраль, изъ которой она исходитъ, но соединять ее въ удобномъ мѣстѣ съ другою магистралью, независимо отъ первой. Цѣль этого правила легко видѣть въ томъ, чтобы избѣжать прекращенія водоснабженія по этой вѣтви, если одна изъ магистралей будетъ заперта для какой-либо надобности, потому что тогда вѣтвь можетъ получать воду изъ другой магистрали. При этомъ створные краны должны быть поставлены на вѣтви около каждой магистрали.

Изъ этихъ вѣтвей домовые рукава отдѣляются или сѣделками, или особыми трубами съ отростками, вставляемыми при укладкѣ въ составъ вѣтви противъ каждаго дома. Эти отростки прикрываются или крышкою съ фланцами, или тутъ же ставятся створные краны, къ которымъ впоследствии и примыкаютъ домовые рукава. Пожарные краны во всякомъ случаѣ должны быть установлены на самыхъ магистральныхъ, на всѣхъ перекресткахъ улицъ, и затѣмъ вдоль улицъ въ разстояніи отъ 30 до 40 саж. одинъ отъ другого. Параллельную съ главной магистралью трубу можно укладывать, если это случится, и въ одну траншею съ магистралью, но при этомъ малая труба должна быть уложена выше магистрали, такъ чтобы нижняя ея поверхность была отъ 2 до 4 дюйм. выше верхней поверхности магистрали; этимъ избѣгается проведеніе особой траншеи для малой трубы. При этомъ надобно только наблюдать, чтобы по укладкѣ главной магистрали земля около и сверхъ ея была плотно утрамбована, такъ какъ она будетъ

служить ложемъ для малой трубы. При такомъ расположеніи переменна звеньевъ главной магистрали не представляетъ особыхъ затрудненій. Во Франкфуртскомъ водопроводѣ большая часть параллельныхъ трубъ уложены такимъ образомъ, и въ нихъ не замѣчается поврежденій.

При составленіи проекта городской водопроводной сѣти легко впасть въ грубыя ошибки, если руководствоваться лишь соображеніями о начертаніи сѣти въ планѣ. Необходимо не упускать изъ вида, что сѣть трубъ располагается на мѣстности отнюдь не плѣской и принимать въ соображеніе разность давленій въ трубахъ, обусловливаемую конфигураціей мѣстности. При правильно проектированныхъ водопроводахъ вода должна подниматься падъ крышами самыхъ высокихъ зданій, стоящихъ въ наиболѣе возвышенныхъ точкахъ города. Стремясь осуществить это условіе въ городахъ съ большими разностями высотъ мѣстности, можно встрѣтить серіозныя затрудненія, такъ какъ при достаточномъ напорѣ въ высокихъ частяхъ низкія могутъ имѣть напоръ чрезмѣрно большой, который будетъ вызывать порчу трубъ и очень увеличивать утраты воды. При такихъ условіяхъ рационально раздѣлить городъ на два или нѣсколько отдѣльныхъ поясовъ или зонъ, изъ коихъ каждая имѣла бы свою независимую сѣть и свой уравнительный водоемъ или иной регуляторъ напора. Такое раздѣленіе на зоны должно быть сдѣлано, такъ, чтобы максимальный допустимый напоръ нигдѣ не былъ превзойденъ. Чертежъ 512 и 513, представляющій нѣкоторые частные случаи, отчасти иллюстрируютъ и эту мысль.

Чертежъ 512 представляетъ собой частный случай города, расположеннаго на скатѣ горы и получающаго воду изъ *A* подъ естественнымъ напоромъ.

Городская территорія обозначена штрихованной границей и цифрами I и II. Притекающая вода собирается въ резервуаръ *A*, откуда можетъ быть проведена въ городъ одной главной трубой, непосредственно развѣтвляющейся по городу. Это однако не всегда возможно. Если мѣстность такова, что линія напора одиночной магистрали при максимальномъ расходѣ  $Aa_1 - b_1$  пересѣкаетъ поверхность земли въ точкахъ  $a_1$  и  $b_1$ , то часть города выше этихъ точекъ будетъ по временамъ совсѣмъ безъ воды. Въ такомъ случаѣ можетъ быть гораздо цѣлесообразнѣе помѣстить резервуаръ въ *B* и сдѣлать отъ него двѣ отдѣльныя магистрали къ частямъ города, бе-



лѣе высокой—II и болѣе низкой I. При этомъ труба на протяженіи  $AB$  получить мепьній діаметръ, такъ какъ должна отвѣчать лишь среднему расходу, а не максимальному. Двѣ отдѣльныя магистрали къ частямъ I и II дѣлаются для того, чтобы при очень большомъ разборѣ воды въ нижней части верхняя не оставалась безъ воды. Если бы для обѣихъ частей была одна магистраль, то общая линія напора должна была бы быть напр.  $a_2a_3$ ; при двухъ—линія напора нижней можетъ опуститься напр. до  $a_2a_0$ . Если бы водопроводъ былъ не гравитаціонный, какъ предположено на чертежѣ 512, то изложенныя выше соображенія сохранили бы вполнѣ свое значеніе въ предположеніи, что вода поднималась бы машинами въ резервуары  $A$  и  $B$ . Надо, однако, замѣтить, что при напорномъ водопроводѣ число различныхъ рѣшеній относительно мѣстоположенія резервуаровъ и распредѣленія магистралей можетъ быть гораздо больше и самыя рѣшенія разнообразнѣе и въ большинствѣ случаевъ вопросъ можетъ быть разрѣшенъ лишь составленіемъ нѣсколькихъ варіантовъ и исчисленіемъ стоимости ихъ устройства, ремонта эксплуатаци (сѣть, насосы, резервуары). Вообще говоря, нужно предпочесть то рѣшеніе, которое при равныхъ техническихъ достоинствахъ будетъ соответствовать минимуму суммы  $\%$  на капиталъ и погашеніе — стоимость годового ремонта и эксплуатации.

Черт. 513 представляетъ схему зонъ при двухъ резервуарахъ также въ нѣкоторомъ частномъ случаѣ города, раскинувшагося по склонамъ холмовъ и получающаго воду изъ двухъ источниковъ, расположенныхъ на разныхъ высотахъ въ  $R_1$  и  $R_2$ , гдѣ устроены уравнительные водоемы. Верхній источникъ недостаточенъ для питанія всего города и нужно опредѣлить зоны, соответствующія каждому изъ резервуаровъ. Проведемъ чрезъ горизонтъ каждаго резервуара соответствующую ему наклонную, вслѣдствіе потери напора въ пути, линію напора и ниже ея на разстояніи  $h_0$  равномъ минимальному напору, который нужно имѣть въ уличныхъ трубахъ параллельную линію: для  $R_1$ — $EFGH$ , для  $R_2$ — $AD$ . Эти линіи дѣлятъ городъ на участки — I, II и III. Участокъ III будетъ имѣть напоръ меньше требуемаго нормальнаго, участокъ I—больше нормальнаго. Первый (III) можетъ питаться только изъ резервуара  $R_2$ ; второй долженъ питаться преимущественно изъ резервуара  $R_1$ , чтобы напоръ не былъ безъ нужды большимъ. Участокъ II можетъ питаться выше линіи  $RS$  только изъ верхняго резер-

вуара; ниже изъ обоихъ. Раздѣленіе этого участка между двумя резервуарами придется дѣлать въ зависимости отъ количествъ воды, которая даетъ каждый. Въ участкѣ I, если бы давленіе въ нѣкоторыхъ мѣстахъ стало чрезмѣрнымъ (есть примѣры давленія до 80 метровъ), то надо выдѣлить наиболее напряженную часть сѣти и сдѣлать для нея особый поперечный резервуаръ ниже  $R_1$ , который и получалъ бы воду изъ  $R_2$  или  $R_1$ .

Въ случаѣ, когда вода въ  $R_1$  и  $R_2$  доставляются не гравитационнымъ, а напорнымъ водопроводомъ слѣдуетъ примѣнить еоображенія высказанныя выше по поводу чертежа 512.

При раздѣленіи сѣти на зоны должно быть обезпечено особенно тщательно питаніе водой верхней зоны; нижнія же въ случаѣ поврежденій своихъ нитательныхъ вѣтвей должны имѣть обезпеченное сообщеніе съ верхними для полученія необходимой воды.

Расчетъ размѣровъ трубъ водопроводной сѣти выходитъ изъ предѣловъ программы настоящаго курса и составляетъ достояніе курса гидравлики. Поэтому мы ограничимся лишь нѣсколькими общими указаніями. Расчетъ этотъ долженъ вестись по наибольшимъ секунднымъ расходамъ каждой трубы съ принятіемъ во вниманіе всѣхъ колебаній средняго расхода въ теченіи сутокъ и года (§ 31). Скорость должна допускаться не выше опредѣленнаго проектнаго предѣла, напр. по Ganping'у отъ 0,75 до 2 метровъ. Діаметры должны быть подводимы къ опредѣленной серіи трубъ нормальныхъ размѣровъ, установленныхъ практикой, т. е. вмѣсто расчетнаго долженъ браться ближайшій высшій діаметръ этой серіи. При расчетахъ слѣдуетъ принимать въ соображеніе условія и удобства будущей эксплуатаціи водопровода, увеличивая иногда размѣры той или другой трубы, для усиленія расхода или давленія какой либо части сѣти на случай поврежденій нормально питающихъ ее магистралей и т. п. (Относительно расчетовъ водопроводовъ см. между прочимъ— Lueger—Die Wasserversorgung der Städte).

## § 78. Основные данныя относительно эксплуатаціи водопроводовъ.

При раздачѣ воды частнымъ потребителямъ она обыкновенно считается за товаръ, который, съ одной стороны, потребителямъ желательно пріобрѣсти наиболее дешевымъ и удобнымъ образомъ,

по который съ другой стороны, предпринимателю водоснабженія долженъ оплатить всѣ издержки на устройство и доставку воды.

Въ примитивныхъ водопроводныхъ устройствахъ вода доводится только до нѣкоторыхъ пунктовъ города. Здѣсь она разбирается водозамами или водоносами изъ открытыхъ или закрытыхъ резервуаровъ (см. напр. чер. 514) или же просто изъ крановъ, если расходъ ихъ достаточенъ. При такомъ способѣ раздачи воды количество ея, доставляемое каждому потребителю вполне опредѣленно и оплата его весьма проста.

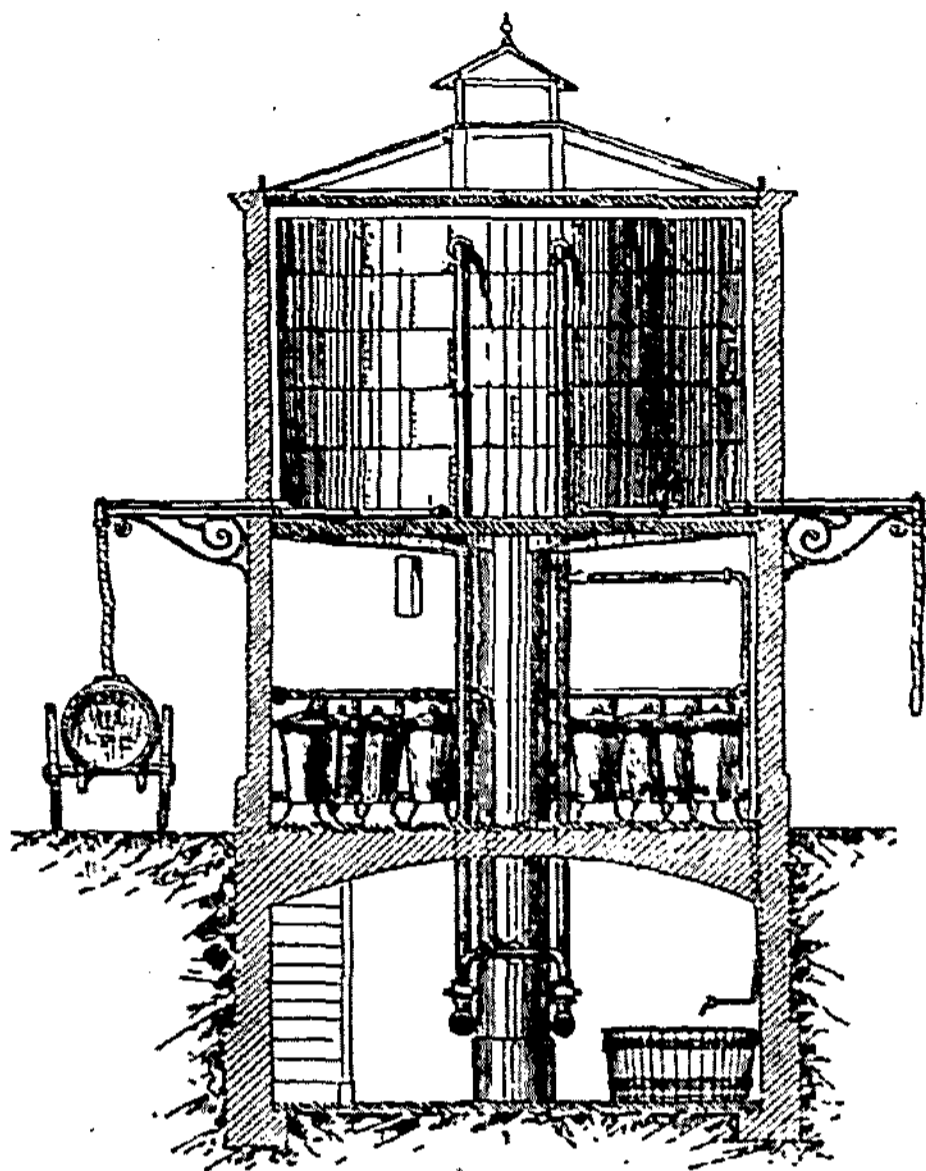
Дѣло это становится гораздо сложнѣе, когда вода доставляется въ дома по трубамъ, къ чему стремятся всѣ благоустроенныя водоснабженія. Для опредѣленія количества воды, расходуемой потребителемъ, и для опредѣленія платы, которую можно взимать за потребленную воду при проведеніи ея въ дома трубами вошли въ употребленіе различные способы раздачи воды, а именно: *непрерывный* способъ, *перемежающійся* способъ и способъ *неограниченнаго* пользования водою.

*Непрерывный* способъ пользования водою состоитъ въ слѣдующемъ. Расходуемый въ теченіе сутокъ потребителемъ объемъ воды измѣряется тѣмъ, что доставка воды производится чрезъ особый кранъ, доступный только для агентовъ управленія водопровода, такъ называемый *калиберный* или *калиброванный* кранъ, выпускное отверстіе котораго регулировано такимъ образомъ, что оно въ теченіе сутокъ можетъ пропустить при постоянномъ выпускѣ изъ него воды не болѣе точно опредѣленнаго объема воды.

При *перемежающемся* способѣ пользование состоитъ въ томъ, что, для полученія потребителемъ необходимаго ему суточного количества воды, открываютъ главный кранъ водопровода въ его домѣ на  $\frac{1}{2}$ , 1 до 2 часовъ времени для наполненія имѣющагося въ домѣ бака до опредѣленной высоты и затѣмъ главный кранъ опять запирается до слѣдующаго дня.

Оба вышеуказанные способа регулированія количества воды, потребляемой частными лицами, представляютъ для потребителей большія затрудненія и неудобства, а вмѣстѣ съ тѣмъ, такъ какъ пользование общественнымъ водопроводомъ для домашнихъ и промышленныхъ надобностей очень ограничивается, то наносится вредъ доходности и полезности самаго предпріятія. Какъ при непрерывномъ, такъ и при пе-

У л и ч н ы е в о д о е м ы.

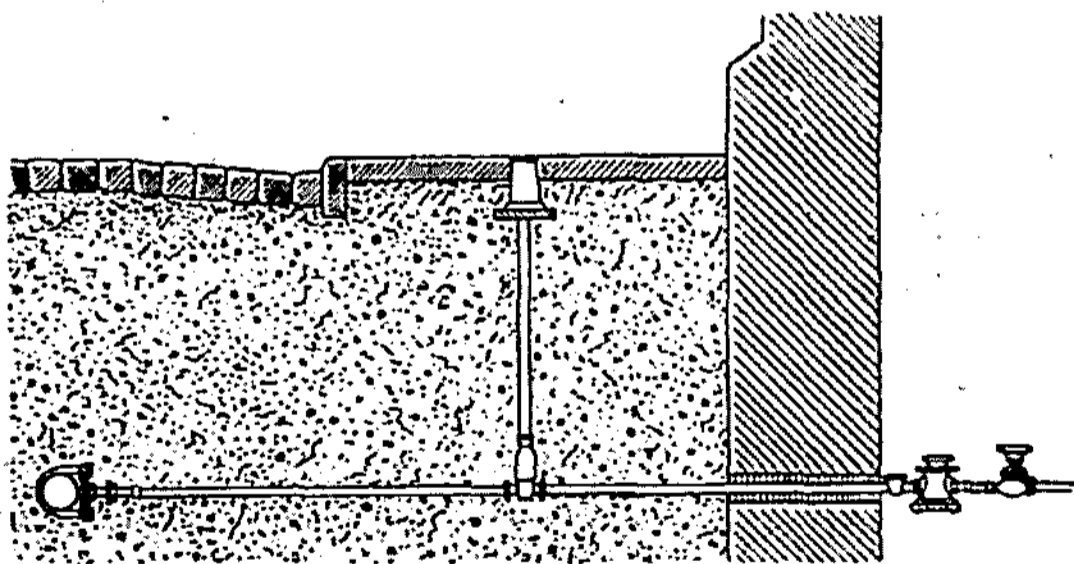


Черт. 514.

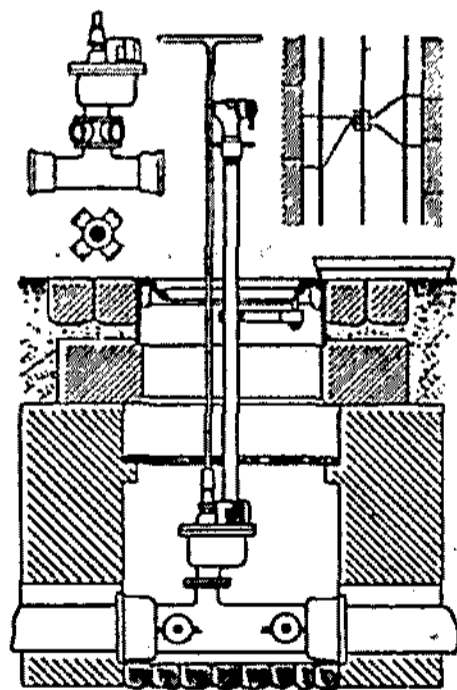
Разрѣзъ уличнаго водоема въ Парижѣ, изъ коего вода развозится бочками и разносится ведрами.

(Beschmann, p. 126).

Проведеніе воды въ дома.



Черт. 515.



Черт. 516—519.

Черт. 515.—Устройство отводной домовой вѣтви отъ уличной трубы. На вѣтви имѣется запорный кранъ, который можетъ быть и не подъ троттуаромъ, какъ показано на чертежѣ, а подъ мостовой. Кромѣ того, есть второй запорный кранъ въ вредѣлахъ самого снабжаемаго водой участка или дома.

Черт. 516—519.—Устройство домовыхъ отводовъ въ городахъ Вюртемберга. Отводы дѣлаются въ колодцевъ, въ которыхъ устанавливаются гидранты (черт. 516) на чертежѣ 519 показанъ планъ улицы съ такимъ колодцемъ надъ уличной водопроводной трубой, откуда вода проведена въ четыре дома желѣзными гальванизированными трубами. Отводныя вѣтви примыкаютъ къ трубѣ въ одной плоскости съ ней 515 или же къ вертикальному отростку (517, 518). Достоинство этого типа отвода—мѣсто соединенія домовыхъ вѣтвей съ уличной трубой всегда доступно осмотру. Недостатокъ—большая длина проводовъ. (Lueger, 829).

ремежающемся способе вода въ теченіе опредѣленнаго времени доставляется всегда въ одинаковомъ количествѣ, тогда какъ потребление ея измѣняется не только съ временами года, но и по различнымъ днямъ недѣли, а также весьма неодинаково въ различные часы дня и ночи. Чтобы имѣть, поэтому, повременамъ большее количество воды для пользованія, чѣмъ доставляетъ водопроводъ, потребитель вынужденъ устраивать у себя бакъ довольно большаго размѣра, въ которомъ онъ могъ бы запасать воду на случай экстренной въ ней надобности. Для доставленія воды изъ бака во всѣ части дома, бакъ этотъ необходимо ставить на чердакъ дома, вслѣдствіе чего является необходимость въ устройствѣ водопроводныхъ трубъ съ улицы въ бакъ и затѣмъ изъ бака по всѣмъ частямъ дома. Стоимость устройства домоваго водоснабженія въ этомъ случаѣ будетъ гораздо значительнѣе и нѣкоторыхъ домовладѣльцевъ можетъ удержать отъ желанія провести въ свой домъ воду.

Для предупрежденія переполненія водою такихъ частныхъ баковъ устраивается или кранъ съ поплавкомъ или сливная труба, вслѣдствіе чего, въ первомъ случаѣ, когда бакъ наполненъ, то кранъ приводной трубы самъ собою запирается, а во второмъ случаѣ излишняя вода стекаетъ по сливной трубѣ.

Потребитель долженъ бываетъ, однако, уплатить за потерянное для него количество воды, какъ за доставленное ему.

Устройство водопроводовъ въ домахъ по обоимъ означеннымъ способамъ можетъ обойтись не только дорого, но при этомъ является неудобство и въ томъ, что отъ долгаго пребыванія воды въ бакѣ она лѣтомъ слишкомъ согрѣвается, а зимою слишкомъ охлаждается, чего можно избѣжать только давая водѣ постоянно течь. Во всякомъ случаѣ оба способа непрерывнаго и перемежающагося снабженія позволяютъ пользоваться водою въ высшей степени не полнымъ образомъ, такъ какъ въ короткій промежутокъ времени при этихъ способами нельзя воспользоваться большимъ количествомъ воды, если не имѣется въ домѣ чрезвычайно большаго собственнаго бака. Если, на примѣръ, кто-нибудь получаетъ по 120 вед. воды въ сутки, то по регулированному калиберному крану при непрерывномъ способѣ притекаетъ къ нему въ минуту по  $\frac{1}{12}$  ведра, такъ что, чтобы наполнить сосудъ въ 5 ведеръ емкостью, потребителю надобно 1 часъ времени. Пивоваренный котель, емкостью въ 240 ведеръ, если кали-

берий кранъ доставляетъ въ сутки 360 вед. или въ минуту  $\frac{1}{4}$  ведра, будетъ наполняться 16 час. времени и въ продолженіе этого времени нельзя получить воды для другихъ надобностей. Имѣя запасной бакъ въ 240 вед., можно, конечно, скорѣе наполнить изъ него котелъ, но все-таки остается то неудобство, что паполеніе водою такого бака также потребуеъ въ свою очередь долгаго времени.

Для избѣжанія всѣхъ вышеприведенныхъ неудобствъ, въ послѣднее время вводится вездѣ *способъ неограниченнаго пользованія водою*, который оказывается выгоднымъ какъ для потребителей, такъ равно и для водопроводныхъ обществъ. Вездѣ, гдѣ введеиъ этотъ способъ, чрезвычайно усилилось потребленіе частными лицами, а вмѣстѣ съ тѣмъ возрасла и доходность предпріятія.

При этомъ способѣ доставка воды въ домъ по домовому рукаву, какъ это видно уже по самому названію способа, происходитъ не по установленному размѣру, какъ при непрерывномъ и при перемежающемся способахъ суточного потребленія, но потребитель можетъ открывать и закрывать по своему желанію главный домовый кранъ и вообще во всякое время потреблять столько воды, сколько можетъ пройти къ нему сообразно діаметру домового рукава и имѣющемуся напору въ уличной магистрали. Діаметръ домового рукава и домового главнаго крана сообразуется съ приблизительнымъ количествомъ потребной для этого дома воды; діаметръ трубы по крайней мѣрѣ долженъ быть не менѣе такого размѣра, чтобы наибольшая временная потребность въ водѣ потребителя могла быть удовлетворена въ возможно короткое время, напр., въ домашнемъ хозяйствѣ для иаполненія котла ирачешной, для паровыхъ машинъ—для наполненія пароваго котла, въ пивоваренныхъ заводахъ для наполенія пивнаго котла и т. д. Діаметръ домового рукава измѣняется въ предѣлахъ отъ 1 до 4 дюйм. и только для бань онъ доходитъ до 8 дюйм.

При способѣ неограниченнаго пользованія водою потребители платятъ или за объемъ потребленной ими воды, измѣряемый такъ называемыми *водомтрами*, установленными на домовомъ рукавѣ, или потребители пользуются водою по произволу, съ платою за нее онтомъ сообразно съ домашними или промышленными надобностями потребителя. Способъ опредѣленія оптовой платы въ различныхъ городахъ неодинаковый. Если вода получается по оптовой платѣ, то нѣтъ возможности опредѣлить количества потребляемой воды ка-

ждымъ домою въ отдѣльности, такъ что легко можетъ случиться, что потребитель, расходующій воды менѣе другого, платитъ за воду однако дороже этого послѣдняго; такимъ образомъ при оптовой платѣ теряютъ то потребитель, то водопроводное общество. Но когда нѣтъ надобности въ обмѣрѣ потребляемой воды, то устройство водопровода въ домахъ обходится во-первыхъ дешевле, а во-вторыхъ потребители не такъ боятся израсходовать лишнюю воду, чѣмъ когда вода доставляется по водомѣру, показывающему на своемъ циферблатѣ каждую сотню израсходованныхъ ведеръ воды.

Всѣ эти причины вмѣстѣ содѣйствуютъ однако тому, что при пользоваиіи водою по оптовой платѣ частныя лица употребляютъ воду для всѣхъ своихъ надобностей, а это въ свою очередь дѣлаетъ примѣненіе оптовой платы болѣе точнымъ и близкимъ къ дѣйствительности.

Опасеніе, что при пользоваиіи водою за оптовую плату, со стороны потребителей можетъ происходить, если не съ умысломъ, то отъ небрежности бесполезная трата воды, говорить, однако, въ особенности въ городахъ съ ограниченнымъ общимъ количествомъ воды, противъ способа неограниченнаго пользованія водою за оптовую плату, хотя таковая бесполезная трата можетъ быть устранена установленіемъ соотвѣтственныхъ правилъ пользованія водою, а также устройствомъ особаго рода крановъ и другихъ приборовъ, коими расходъ воды въ домѣ можетъ быть ограничиваемъ (см. § 29).

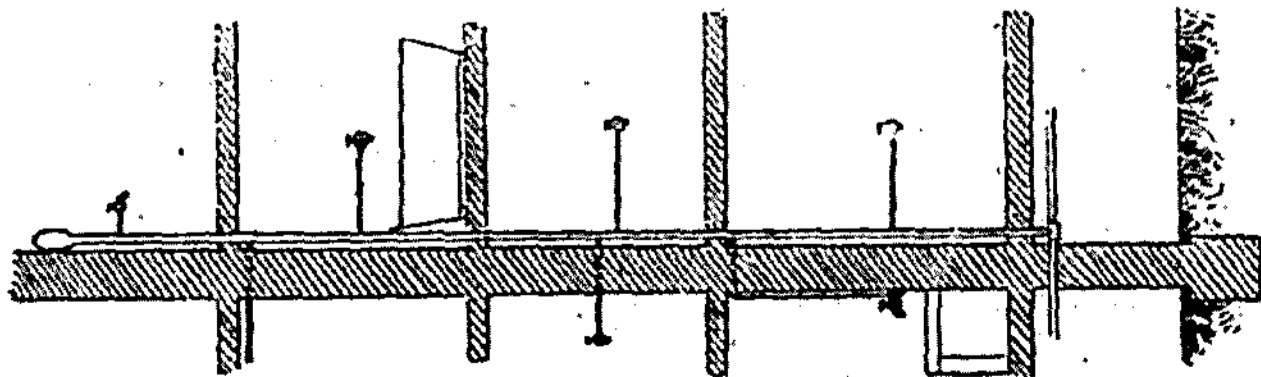
## § 79. Домовыя водопроводныя устройства.

Устройство водопроводовъ въ домахъ для пользованія водою изъ общественнаго водопровода зависитъ какъ вообще отъ системы самаго городского водопровода, такъ и въ частности отъ способа отдачи воды потребителямъ.

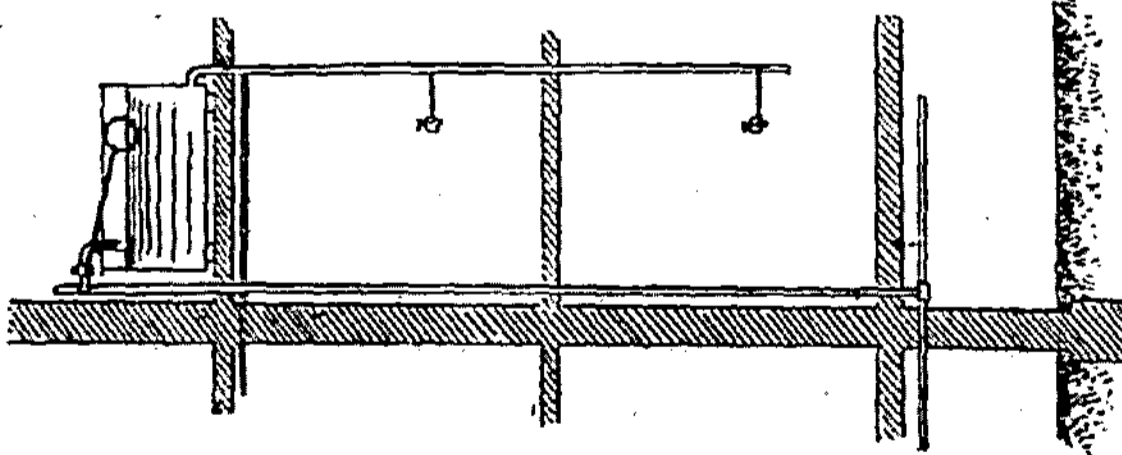
Самое простое устройство домоваго водопровода бываетъ при способѣ неограниченнаго пользованія водою, такъ какъ тогда проводится сквозь всѣ этажи дома подъемная труба, отъ которой вода разводится по этажамъ горизонтальными трубами во всѣ мѣста, гдѣ полагается поставить водоразборные краны.

Въ верхнемъ концѣ подъемной трубы полезно ставить воздушный колоколь (черт. 520), который устранялъ бы гидравлическіе удары,

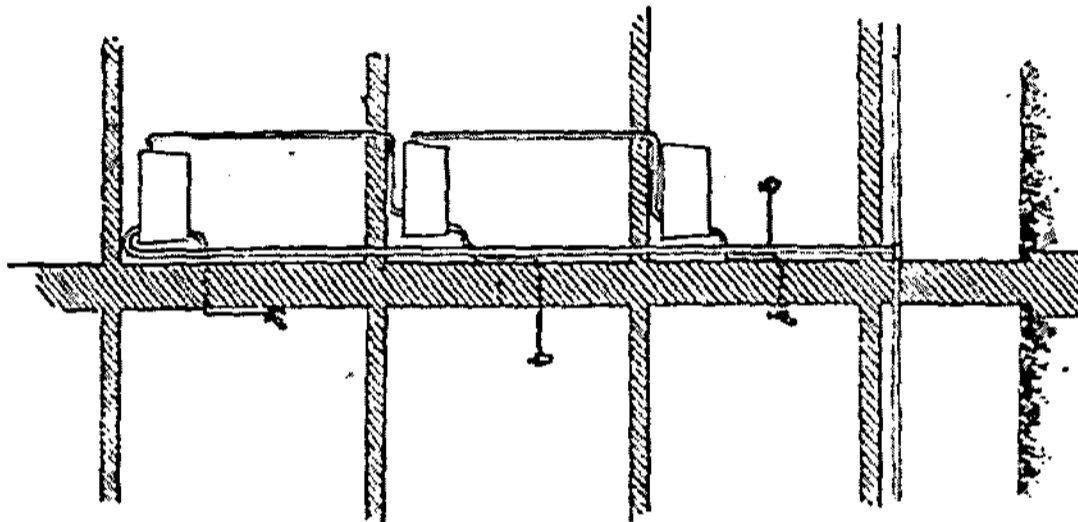
Д о м о в ы е в о д о п р о в о д ы .



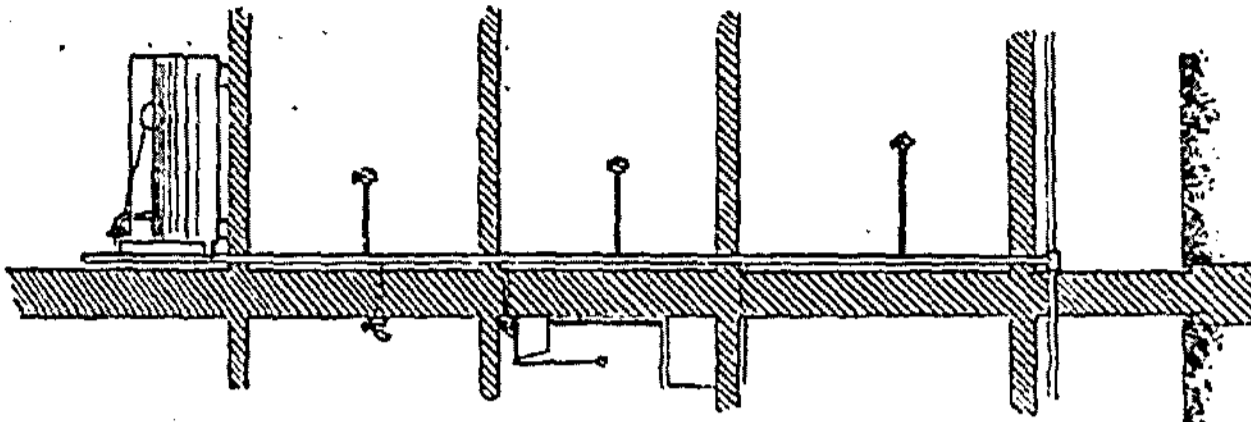
Черт. 520. — Домовая  
сеть без баковъ.



Черт. 521. — Домовая сеть  
съ общимъ бакомъ, восхо-  
дящей и нисходящей от-  
дельными трубами.



Черт. 522. — Домовая сеть  
съ отдельными баками нои  
каждомъ кранѣ.



Черт. 523. — Домовая  
сеть съ общимъ бакомъ и  
одной общей восходяще-  
нисходящей трубой.



производимые быстрымъ отпираниемъ и закрываниемъ крановъ. Резервуары или баки при такихъ водопроводахъ вовсе не требуются.

Если же вода доставляется по непрерывному способу въ видѣ тонкой и непрерывной струи, то необходимъ домовый бакъ, который наполнялся бы водою изъ подъемной трубы. Особой спускной трубы изъ бака нѣтъ надобности дѣлать, и всѣ развѣтвленія по этажамъ можно провести прямо отъ подъемной трубы. Послѣдняя впускается въ бакъ не сверхъ уровня воды въ немъ, но въ дно бака, чтобы вода, находящаяся въ бакѣ, могла стекать по подъемной трубѣ въ вѣтви, въ случаѣ надобности въ большемъ расходѣ воды, нежели сколько можетъ ея доставить водопроводъ. Если же для устройства автоматическаго затвора вода впускается въ верхнюю часть бака, то въ нижней дѣлается особое соединеніе съ питающей трубой (черт. 520). Домовый бакъ играетъ въ обоихъ случаяхъ ту же роль, какъ и устраиваемый въ городской сѣти уравнивательный водоемъ.

Домовый водопроводъ дѣлается нѣсколько сложнѣе, когда вода доставляется по перемежающемуся способу, такъ какъ въ этомъ случаѣ необходимъ не только домовый бакъ, наполняемый водою по водопроводу до срока закрытія уличнаго крана, но также и спускная труба, отъ которой дѣлаются всѣ развѣтвленія по этажамъ.

Для избѣжанія бесполезной потери воды у верхняго конца подъемной трубы, въ бакѣ дѣлается кранъ съ поплавкомъ, чтобы прекращать притокъ воды въ бакъ, когда онъ наполнится; по мѣрѣ опорожненія бака кранъ вновь открывается и вода изливается въ бакъ.

Хотя при исправномъ дѣйствіи крана съ поплавкомъ, бакъ можетъ наполняться водою только до опредѣленной высоты, однако изъ предосторожности, на случай переполненія бака водою, необходимо изъ послѣдняго устраивать сливную трубу, такъ какъ при малѣйшей неисправности крана съ поплавкомъ бакъ можетъ переполниться водою и послѣдняя разольется по дому. При непрерывномъ способѣ доставки воды поплавокъ съ краномъ нѣтъ надобности дѣлать, но сливная труба и въ этомъ случаѣ необходима.

На черт. 520—523 схематически представлены различныя расположенія разведенія воды въ домахъ. На черт. 520 представлено простѣйшее устройство домаго водопровода съ прямымъ разведеніемъ воды къ мѣстамъ выпускныхъ крановъ. На черт. 521 представленъ домовый водопроводъ съ однимъ головнымъ бакомъ и съ от-

дѣльными подъемной и разводной трубами. На черт. 522 изображенъ домовый водопроводъ безъ главнаго а лишь съ побочными баками, а также съ подъемной и сливной трубами. На черт. 523 представленъ домовый резервуаръ съ главнымъ бакомъ и съ одной подъемной трубой, но безъ водосливной трубы и безъ побочных баковъ.

Удобнѣйшій способъ соединенія развѣтвленій съ домовою напорной трубой или со спускной трубой зависитъ отъ размѣровъ и положенія снабжаемыхъ водою помѣщеній, такъ что для этого нельзя дать никакихъ общихъ правилъ; только и здѣсь надобно принимать въ соображеніе замѣчанія, которыя были высказаны выше, когда говорилось о развѣтвленіяхъ городской сѣти по улицамъ отъ главной магистрали. Главное правило: всѣ домовыя водопроводныя трубы должны быть такъ расположены, чтобы въ необходимомъ случаѣ изъ всѣхъ ихъ можно было выпустить воду. Съ этою цѣлью на напорной трубѣ, у самаго ея входа въ домъ, въ самой пониженной точкѣ ставится кранъ. Точно также и на спускныхъ трубахъ, у выхода изъ домового бака, ставятся краны. Равнымъ образомъ и на каждой домовою вѣтви, при отдѣленіи ея отъ напорной или спускной трубъ, ставится запорный кранъ, чтобы въ случаѣ надобности можно было ее разъединить.

Поперемѣннаго проведенія каждой изъ трубъ то вверхъ, то внизъ, надобно во всякомъ случаѣ избѣгать, такъ какъ иначе въ верхнихъ точкахъ перегиба образуются скопленія воздуха, а въ нижнихъ точкахъ перегибовъ остается вода послѣ выпуска воды изъ трубъ, и въ короткое время эта вода можетъ замерзнуть и произвести разрывъ трубъ.

Всѣ домовыя проводы должны быть защищены отъ жара и холода, поэтому домовый рукавъ долженъ съ улицы проходить сквозь фундаментъ дома на глубинѣ не менѣе 5—6 фут. отъ поверхности земли. Если нельзя избѣгнуть проведенія трубъ чрезъ холодное помѣщеніе, то ихъ надобно обернуть дурными проводниками тепла, какъ-то соломою, войлокомъ, шерстью и т. и. Со всѣмъ тѣмъ никакая изолировка не предохранитъ трубы отъ замерзанія въ сильные морозы, если онѣ лежатъ въ предѣлахъ промерзанія; поэтому, если ночью по такой трубѣ нѣтъ расхода воды, то лучше на ночь выпускать изъ нея воду или въ продолженіе всей ночи имѣть спускной кранъ на столько открытымъ, чтобы изъ него выходила и еболь-

шая струйка воды; при постоянномъ движеніи воды по такой трубѣ вода въ ней не замерзнетъ. Но во всякомъ случаѣ выпускъ воды на ночь изъ такой трубы предпочтительнѣе второго способа. Съ этою цѣлью придѣлываютъ къ такимъ трубамъ особые краны, такъ называемые спускные краны (въ нѣкоторыхъ городахъ это обязательно), которые при запираніи и уединеніи трубы выпускаютъ сквозь себя всю воду, заключавшуюся въ трубѣ.

Вырубка шпунтовъ въ каменныхъ стѣнахъ, для помѣщенія въ нихъ водопроводныхъ трубъ, чтобы скрыть ихъ подъ штукатуркою, какъ это иногда дѣлается, должна быть строго воспрещена, такъ какъ всякую течь въ нихъ тогда труднѣе замѣтить и розыскать, чѣмъ въ трубахъ, лежащихъ на виду.

Трубы не должно проводить вверхъ съ наружной стороны наружныхъ стѣнъ, но вводя ихъ сквозь фундаментъ внутрь дома, вести вдоль внутренней поверхности стѣнъ и даже, для лучшаго предохраненія трубъ отъ охлажденія, лучше вести ихъ всегда вверхъ вдоль внутреннихъ, а не наружныхъ стѣнъ дома.

Отогрѣваніе замерзшихъ водопроводныхъ трубъ, вообще очень затруднительное, обѣщаетъ, однако, стать повидимому операціей относительно легкой, если пользоваться для этой цѣли электрическимъ токомъ. Сильный электрическій токъ пропускается по замерзшей трубѣ и, нагрѣвая ее, заставляетъ растаять ледъ. Способъ этотъ предложенъ профессорами американскаго университета штата Висконсинъ—Медисономъ и Будомъ и обѣщаетъ успѣхъ. Въ одномъ случаѣ этимъ способомъ удалось въ теченіе 18 минутъ разогрѣть до таянія воды совершенно обмерзшій водопроводъ длиною 50 метровъ, причемъ труба не испытала поврежденій.

Относительно матеріала для трубъ и резервуаровъ домовой водопроводной сѣти можно замѣтить слѣдующее (см. Труд. В. С.):

Вода городскихъ водопроводовъ, доставляемая подъ непрерывнымъ давленіемъ по чугуннымъ трубамъ, проложеннымъ на достаточной глубинѣ, въ землѣ, приходитъ въ дома съ надлежащей температурой и достаточно чистою, приобрѣтая на пути лишь ничтожное количество окиси желѣза, не имѣющее никакого вреднаго вліянія на здоровье человѣка. При разведеніи воды въ домахъ остается, слѣдовательно, сохранить ея чистоту и температуру, а для этого необходимо:

1) разводить воду въ домахъ по трубамъ, изготовленнымъ изъ ядовитаго металла;

2) прокладывать трубы въ такихъ мѣстахъ, чтобы проводимая ими вода не нагрѣвалась и не замерзала;

3) — чтобы водопроводная сѣть трубъ не имѣла никакого сообщенія со сточными трубами;

4) — чтобы занасъ воды хранился въ сосудахъ, абсолютно не пропускающихъ никакого ядовитаго или оскверняющаго начала.

Здѣсь прежде всего мы сталкиваемся съ вопросомъ о матеріалѣ для водопроводныхъ трубъ домовой сѣти. Асфальтированный чугунъ можно признать наилучшимъ и давно испытаннымъ матеріаломъ для водопроводныхъ трубъ, по употребленіе его для домовыхъ сѣтей весьма ограничено вслѣдствіе неподходящихъ размѣровъ чугунныхъ трубъ (наименьшій діаметръ чугунныхъ трубъ = 2 дюйма) и вслѣдствіе нѣкоторыхъ неудобствъ ихъ прокладки въ домахъ.

Наиболѣе употребительный до сихъ поръ матеріалъ, — свинецъ, представляетъ много удобства при устройствѣ домовыхъ водопроводовъ, но въ то же время имѣетъ и много недостатковъ.

Помимо всего остального неоднократно указывалось, что вода, находящаяся въ свинцовыхъ трубахъ или резервуарахъ, болѣе или менѣе загрязняется ядовитыми солями этого металла.

Химикъ Буде (Boudet), производившій изслѣдованіе по порученію Парижскаго Гигіеническаго Совѣта вслѣдствіе заявленія 900 докторовъ, въ своемъ дописаніи заключаетъ: «употребленіе резервуаровъ, водопроводовъ и трубъ изъ свинца опасно для чистой воды и должно быть запрещено».

Докторъ А. Готье (Gautier) въ своемъ трактатѣ (*Annales d'Hygiène*, 1882 г. т. I, стр. 24) по вопросу о водопроводахъ пришелъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) различныя воды заимствуютъ отъ свинцовыхъ трубъ разное количество этого ядовитаго металла, даже и въ томъ случаѣ, когда трубы покрыты осадками известковыхъ солей;

2) это количество свинца увеличивается въ зависимости отъ болѣе чистоты воды и ея аераціи;

3) неосторожно пить такую воду, которая находилась нѣкоторое время въ свинцовыхъ трубахъ безъ движенія и въ присутствіи воздуха.

Французскій инженеръ Гамонъ (Нашоп) предложилъ обклады-

вать внутренность свинцовыхъ трубъ спаемъ чистаго олова; но Бельгранъ обратилъ вниманіе на то, что невнимательный и неопытный мастеръ не можетъ сдѣлать удовлетворительной спайки такихъ трубъ. Инженеръ Bayles (House Drainage, 1879 г., стр. 106) изъ Нью-Йорка констатируетъ, что дѣло укладки трубъ, обложенныхъ оловомъ, требуетъ рукъ очень искуснаго и заботливаго рабочаго.

Кромѣ того, профессора: Бушарда (Bouchardat), Рессель (Russel) и Корфильдъ (Corfield) на основаніи опытовъ утверждаютъ, что въ случаѣ прикосновенія воды къ тому или другому металлу вышеуказанныхъ трубъ одновременно, разложеніе металловъ вслѣдствіе гальваническаго процесса происходитъ еще болѣе энергично. Наконецъ, слѣдуетъ добавить, что свинцовыя трубы, обложенныя внутри оловомъ, сравнительно дороги.

Такимъ образомъ, ни свинцовыя трубы, ни свинцовыя обложенныя оловомъ, съ санитарной точки зрѣнія нельзя рекомендовать для разведенія чистой воды въ домахъ.

Желѣзныя газовыя трубы, употребляемыя въ Англіи и въ особенности въ большихъ городахъ Америки, несмотря на многія свои достоинства, имѣютъ также и недостатки. Чистыя желѣзныя трубы, то есть инчѣмъ непокрытыя, быстро ржавѣютъ, и отдаютъ нѣкоторымъ водамъ (сладковатаго вкуса) значительное количество окиси желѣза, которая хотя и не вредна для здоровья, но неудобна при нѣкоторомъ домашнемъ употребленіи такой воды.

Профессоръ Пру (Proust) даетъ слѣдующее заключеніе относительно устройства водопроводовъ (Traité d'Hygiène, 1881 г., стр. 470), «въ общемъ самый безупречный пріемъ, повидимому, состоитъ въ употребленіи чугунныхъ или желѣзныхъ трубъ, покрытыхъ внутри предохраняющимъ ихъ слоемъ».

Но каковъ долженъ быть этотъ предохраняющій слой?

Цинкъ, такъ много употребляемый подъ именемъ гальванизаци, всегда содержитъ часть свинца, производящаго гальваническій токъ и окисляющаго воду.

Стекло или эмаль можетъ служить прекраснымъ изолирующимъ слоемъ для желѣзныхъ водопроводныхъ трубъ, но здѣсь является то, неудобство, что, почти невозможно разрѣзать такую трубу, не повредивъ на ней эмали.

Профессоръ Риплей-Никольсъ (Ripley-Nichols) и Паркесъ (Parkes) совѣтуютъ употреблять асфальтированныя желѣзныя трубы.

Наконецъ профессоръ Барфъ (Barff) совѣтуетъ употреблять желѣзныя трубы предварительно нагрѣтыя въ муфеляхъ до-красна и подвергнутыя въ такомъ состояніи дѣйствию перегрѣтыхъ водяныхъ паровъ, при чемъ на поверхности трубъ образуется корка магнитной окиси желѣза.

Принимая во вниманіе, что асфальтировка трубъ является болѣе простымъ и дешевымъ приѣмомъ и что она весьма долго сохраняется на чугунныхъ водопроводныхъ трубахъ, возможно рекомендовать для домовыхъ водопроводовъ желѣзныя асфальтированныя трубы.

Для предупрежденія излишняго нагрѣванія воды или ея замерзанія весьма удобно прокладывать всѣ распредѣлительныя по разнымъ помѣщеніямъ дома водопроводныя трубы въ теплыхъ пли полутеплыхъ подвалахъ, гдѣ таковыя имѣются, тамъ же, гдѣ ихъ нѣтъ, слѣдуетъ прокладывать главную подземную трубу или въ теплой лѣстничной клѣткѣ, или же въ помѣщеніяхъ кухонь, ватеръ-клозетовъ, теплыхъ кладовыхъ и т. п. Слѣдуетъ замѣтить здѣсь, кстати вновь, что сѣтъ домовыхъ водопроводныхъ трубъ должна быть такъ устроена, чтобы ее можно было опоражнивать всю и по частямъ; водоснабженіе каждаго отдѣльнаго помѣщенія должно быть отдѣляемо отъ всего остального запорнымъ краномъ.

Въ цѣляхъ сохраненія чистоты воды, никоимъ образомъ не слѣдуетъ допускать непосредственной изъ водопроводныхъ трубъ промывки ватеръ-клозетовъ и отвода излишней воды изъ заполненныхъ резервуаровъ прямо въ домовые водостоки, такъ какъ по этимъ холостымъ трубамъ зародыши заразныхъ болѣзней могутъ проникать въ резервуары съ водой. Англійскіе и американскіе гигиенисты приводятъ многочисленныя случаи, подтверждающіе пагубное вліяніе такихъ опасныхъ расположеній. Съ тою же цѣлью каждый ватеръ-клозетъ долженъ быть снабженъ отдѣльнымъ резервуаромъ съ шаровымъ клапаномъ.

Общепринятая система храненія воды въ открытыхъ резервуарахъ, помѣщаемыхъ на чердакахъ, съ гигиенической точки зрѣнія не можетъ быть рекомендована. Не говоря уже о томъ, что вода въ открытыхъ резервуарахъ можетъ быть загрязняема разными на-

сѣкомыми, птицами, крысами и кошками, она можетъ еще поглощать разныя вредныя испаренія, скопляющіяся на чердакѣ. Температура воды также измѣняется въ чердачныхъ резервуарахъ, а именно: зимой понижается, а лѣтомъ повышается. Чтобы избѣжать всѣхъ вышеуказанныхъ неудобствъ, французскій инженеръ Карре (Carre) предложилъ употреблять для запаса воды круглые, желѣзные, герметически закрытые резервуары, помѣщаемые въ подвалахъ домовъ; но при такомъ расположеніи они расходуютъ не всю содержащуюся въ нихъ воду, и обходятся дороже. Если же снабдить такой резервуаръ вантузомъ и помѣстить его подъ потолкомъ какой-либо комнаты верхняго этажа, то весь запасъ воды, имѣющійся въ резервуарѣ, можетъ быть израсходованъ.

Не останавливаясь на приготовленіи и разведеніи горячей воды въ домахъ, укажемъ лишь на то, что такъ употребительные у насъ мѣдные луженые приборы для нагрѣванія воды могутъ также служить источниками зараженія ея, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ эти приборы лудятся оловомъ съ примѣсью свинца. Докторъ Готье и Галиппъ (Gautier и Galippe) находятъ, что лучше было бы не лудить мѣдныхъ резервуаровъ. Замѣтимъ еще, что въ Америкѣ вода въ домахъ нагрѣвается почти исключительно въ желѣзныхъ закрытыхъ котлахъ.

## § 80. Водомѣры.

Для измѣренія количества воды, расходуемаго потребителями, употребляются приборы, называемые водомѣрами, показывающіе на своихъ циферблатахъ объемъ протекшей сквозь нихъ воды.

Чтобы такой приборъ соотвѣтствовалъ всѣмъ условіямъ, требуемымъ отъ хорошаго водомѣра, онъ долженъ:

1) съ точностью показывать объемъ протекшей сквозь него воды такимъ образомъ, чтобы всякій потребитель могъ свободно и ясно прочесть это на его циферблатѣ;

2) быть годенъ для всякаго напора, не измѣняя отъ измѣненія напора своего точнаго и вѣрнаго хода;

3) производить возможно малую потерю напора отъ движенія своихъ составныхъ частей, т. е., чтобы вода по проходѣ водомѣра сохраняла почти прежній свой напоръ;

4) всѣ части механизма имѣть прочными и особенно не быть

слишком чувствительнымъ къ случайнымъ загрязненіямъ воды пескомъ, иломъ и т. п.;

б) быть не слишкомъ дорогимъ, чтобы его могли ставить у себя и потребители небольшихъ количествъ воды.

Чрезвычайно важная и до сей минуты не разрѣшенная задача устройства совершеннаго и отвѣчающаго всѣмъ требованіямъ водомѣра имѣетъ для практики тѣмъ большее значеніе, что водопроводы входятъ все въ большую и большую настоятельную потребность всѣхъ городовъ. Въ дѣйствительности потребность въ точномъ водомѣрѣ давно уже признана и множество техниковъ заняты рѣшеніемъ этой задачи.

Въ Англіи, Германіи и Америкѣ взято донныи уже огромное число привилегій на разные водомѣры, причемъ самая старая привилегія относится въ 1824 году для слабаго папора въ трубахъ; только въ 1828 году была взята первая привилегія на водомѣры для водопроводовъ съ высокимъ напоромъ.

Въ настоящее время имѣется нѣсколько довольно хорошихъ водомѣровъ, которые показываютъ объемъ протекшей сквозь нихъ воды до извѣстной степени точно. Къ сожалѣнію, стоимость большей ихъ части довольно значительна, такъ что обязательное употребленіе ихъ всѣми потребителями не можетъ быть еще нынѣ введено водопроводными обществами, почему большая часть расходуемой воды оплачивается по оптовой платѣ безъ водомѣра; только въ нѣкоторыхъ городахъ всѣ потребители, безъ исключенія, платятъ за воду по водомѣру.

Нѣкоторые изъ новѣйшихъ и введенныхъ въ употребленіе водомѣровъ, суть слѣдующіе: водомѣръ системы: Фростъ, Кеннеди, Шмидъ, Розенкранцъ, Сименсъ, Сименсъ и Гальске, Мейнеке, Тайлоръ, Фаллеръ, Леопольдеръ, Эверетъ, Витъ и мн. др.

Всѣ эти водомѣры, относительно ихъ устройства, можно раздѣлить на двѣ системы, а именно: на систему измѣренія по скорости и на систему измѣренія по емкости.

Въ водомѣрахъ, устроенныхъ по первой системѣ, родъ крылатаго или турбиннаго колеса, вращающагося отъ протекающей воды, измѣряетъ скорость воды и передаетъ это счетчику, причемъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, число оборотовъ турбиннаго колеса пропорціонально общему протекшей воды.

Во второй системѣ вода наполняетъ цилиндръ, въ которомъ дѣйствіемъ напора воды движется взадъ и впередъ поршень, посредствомъ самодѣйствующаго распредѣлительнаго механизма. Число ходовъ пор-



шпя передается счетчику, показывающему сколько разъ наполнится цилиндръ, и поэтому опредѣляется объемъ пропущенной сквозь водомѣръ воды.

Изъ упомянутыхъ выше водомѣровъ, водомѣры Фроста, Кеннеди и Шмида принадлежатъ къ системѣ поршневыхъ, а остальные 9 въ системѣ измѣренія по скорости. Эти послѣдніе опять различаются между собою относительно устройства колеса, движимаго водою, причемъ одни изъ нихъ имѣютъ однокрылое колесо (Сименсъ и Гальске, Мейнеке, Тайлоръ, Фаллеръ) или двукрылое (система Леопольдера), вслѣдствіе чего этотъ родъ водомѣровъ вызывается также крылатыми водомѣрами; затѣмъ движеніе счетчику передается или посредствомъ особаго рода турбинки (системы Сименса, Витта) или змѣеобразнымъ колесомъ (системы Эверета).

Поршневые водомѣры представляютъ ту выгоду, что точнѣе измѣряютъ объемъ пропущенной воды, тогда такъ водомѣры по скорости движенія даютъ только приблизительный объемъ воды и сверхъ того тѣмъ не выгодны для водопроводныхъ обществъ, что меньшаго объема проходящей воды недостаточно для преодоленія сопротивленія отъ тренія и отъ инерціи всего механизма, такъ что, если кранъ открытъ постоянно, по только отчасти, такой водомѣръ остается неподвижнымъ и не обмѣряетъ большей части пропускаемой имъ воды. За всѣмъ тѣмъ такіе водомѣры по ихъ чрезвычайной простотѣ, небольшому требуемому ремонту и дешевизнѣ сравнительно съ поршневыми водомѣрами, вошли въ обширное употребленіе, особенно система Сименса и Гальске и система Сименса.

Ниже мы приводимъ сравнительные вѣсы и цѣны различныхъ водомѣровъ для отверстія въ 1 дюйм. (по даннымъ Штукенберга)

Водомѣры	Вѣсъ.	Цѣна.
Фроста . . . . .	6,9 пуд.	86 р. 50 к. метал.
Кеннеди . . . . .	10,7 »	93 » — » »
Шмида . . . . .	2,25 »	76 » — » »
Розенкранца . . . . .	1,55 »	52 » 70 » »
Сименса . . . . .	0,93 »	32 » 50 » »
Тайлора . . . . .	0,55 »	32 » 50 » »
Фаллера . . . . .	0,85 »	28 » 50 » »
Леопольдера . . . . .	0,43 »	28 » 80 » »
Эверета . . . . .	0,31 »	29 » 50 » »
Витта . . . . .	0,29 »	27 » 90 » »

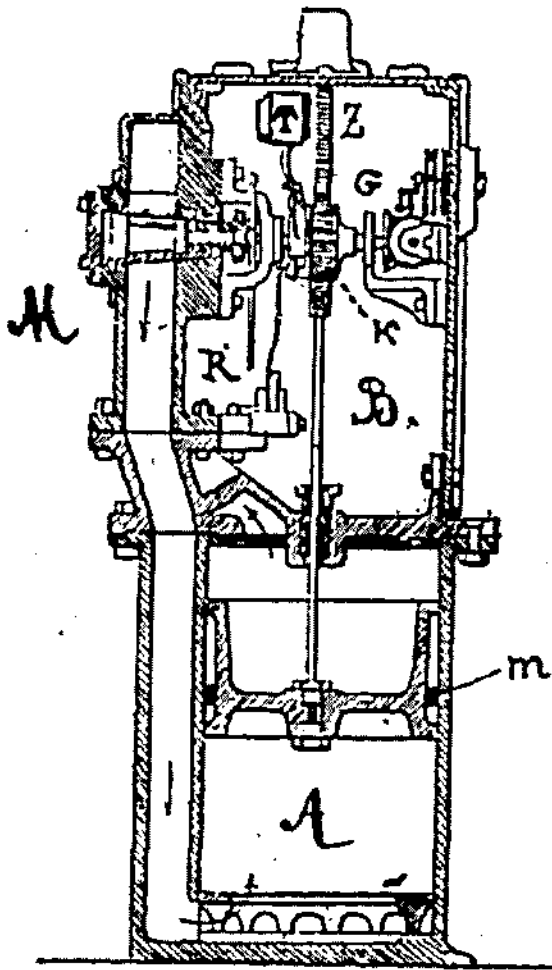
Устройство водомѣра съ турбинкою, напр. Сименса, показано въ общемъ схематическомъ видѣ на черт. 526.

Вода прежде чѣмъ войти въ водомѣръ входитъ въ находящійся предъ нимъ чугунный грязевой ящикъ непосредственно во внутреннее его помещеніе, которое окружено стѣнкою въ видѣ сѣтки съ круглыми отверстіями. Сквозь эти круглыя отверстія вода, оставивъ весь несомый ею илъ и другія нечистоты за ситомъ грязеваго ящика, по соединительной трубкѣ *A* вступаетъ въ мѣрительный приборъ. Если въ грязевомъ ящикѣ соберется очень много нечистотъ, то, снявъ верхнюю его крышку, можно сито вынуть и легко очистить отъ грязи. Мѣрительный приборъ дѣлается чугунный, но иногда и изъ другого металла, и раздѣленъ перегородкою на два отдѣленія: нижнее *D—F—G* и верхнее *I*. Въ нижнемъ отдѣленіи помещенъ подвижный турбинообразный барабанъ *F*, приводимый въ движеніе водой; въ верхнемъ, наполненномъ масломъ, счетчикъ, отмѣчающій въ зависимости отъ числа оборотовъ турбины объемы прошедшей черезъ водомѣръ воды. Въ отдѣленіе *D* вода проходитъ сквозь поставленное тамъ цилиндрическое сито *BC* и входитъ затѣмъ черезъ отверстія *E* въ турбину-барабанъ *F*, вытекая далѣе черезъ отверстія *G* въ трубу *H*. Барабанъ *F* вращается подѣйствіемъ протекающей воды на стальныхъ шипахъ и имѣетъ вертикальную ось съ безконечнымъ винтомъ на верхнемъ концѣ, зацѣпляющимъ зубчатый приводъ, который сообщается съ указательной стрѣлкой циферблата, на верхней крышкѣ прибора. Циферблатъ *L* помещенъ въ особомъ отдѣленіи *K*. Ось вращенія турбины переходитъ изъ отдѣленія *DFG* въ отдѣленіе *I* черезъ плотный сальникъ. Наименьшее дѣленіе циферблата показываетъ расходъ въ 10 литровъ. Для урегулированія скорости вращенія турбины и приведенія ея въ соотвѣтствіе съ дѣйствительными расходами кромѣ отверстій *E* въ каждой турбинѣ есть еще отверстія *M* (см. планъ черт. 527) обратнаго направленія; измѣняя ихъ размѣры, можно достигнуть регулировки съ значительною точностью. Всѣ водомѣра при 25 мм. діаметра трубы — 15,25 килограммъ; число оборотовъ на 1 куб. м. воды 11.312.

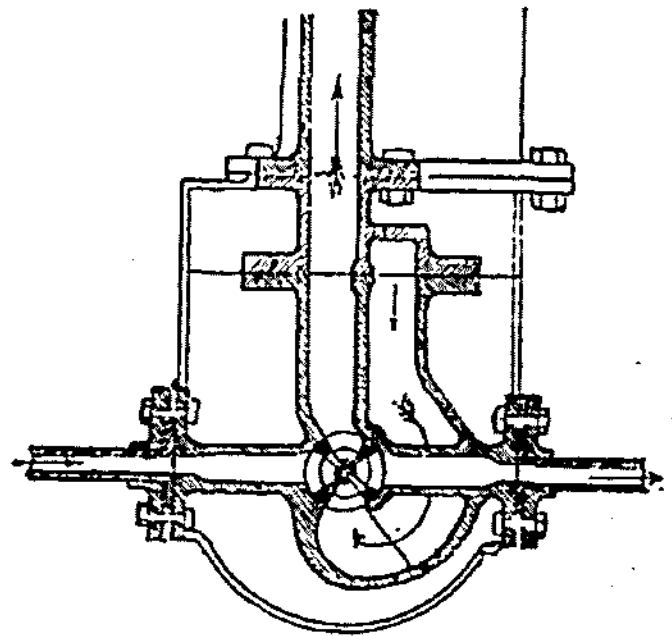
Точность показаній описаннаго водомѣра устанавливается изъ графика (черт. 528). Абсцисы выражаютъ часовые расходы воды въ куб. метрахъ. Ординаты — соотвѣтствующія потери напора въ ме-

В о д о м ъ р ы

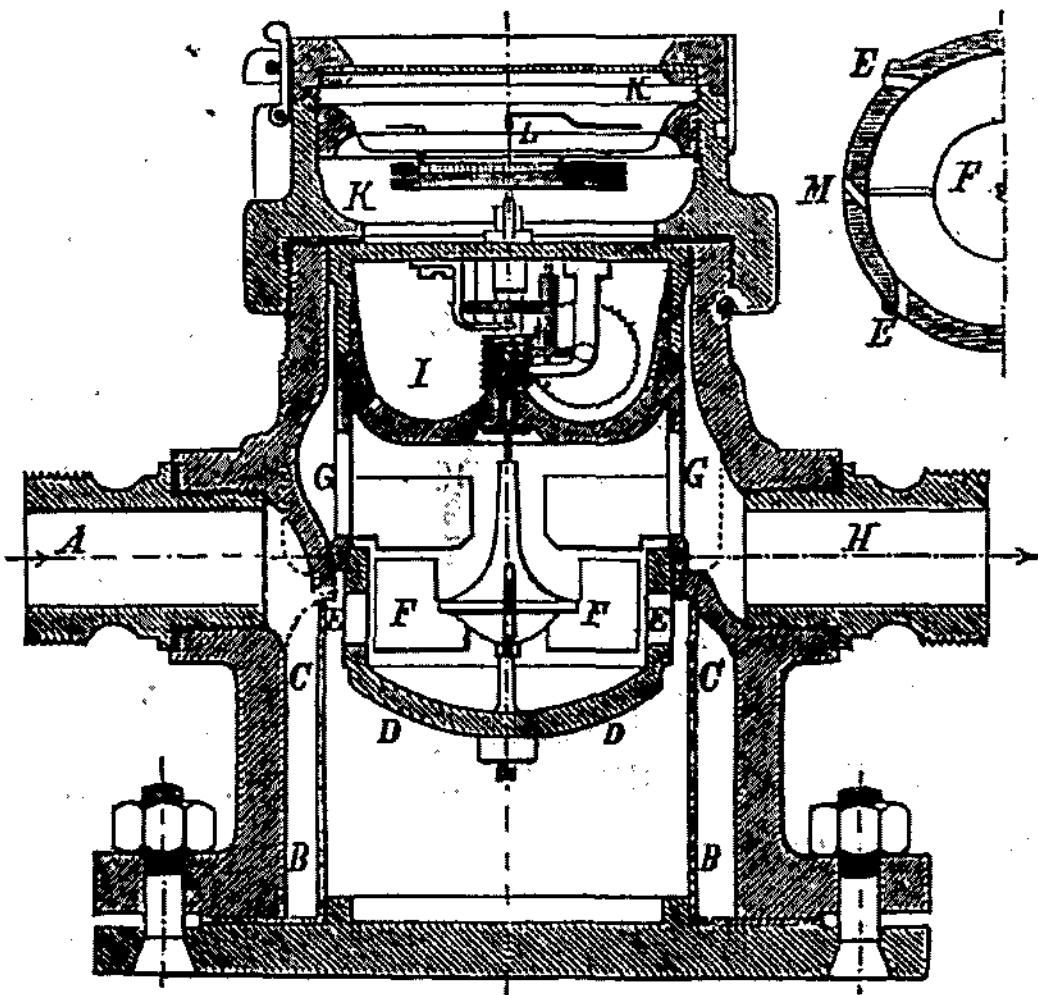
Измѣреніе небольшихъ расходовъ.



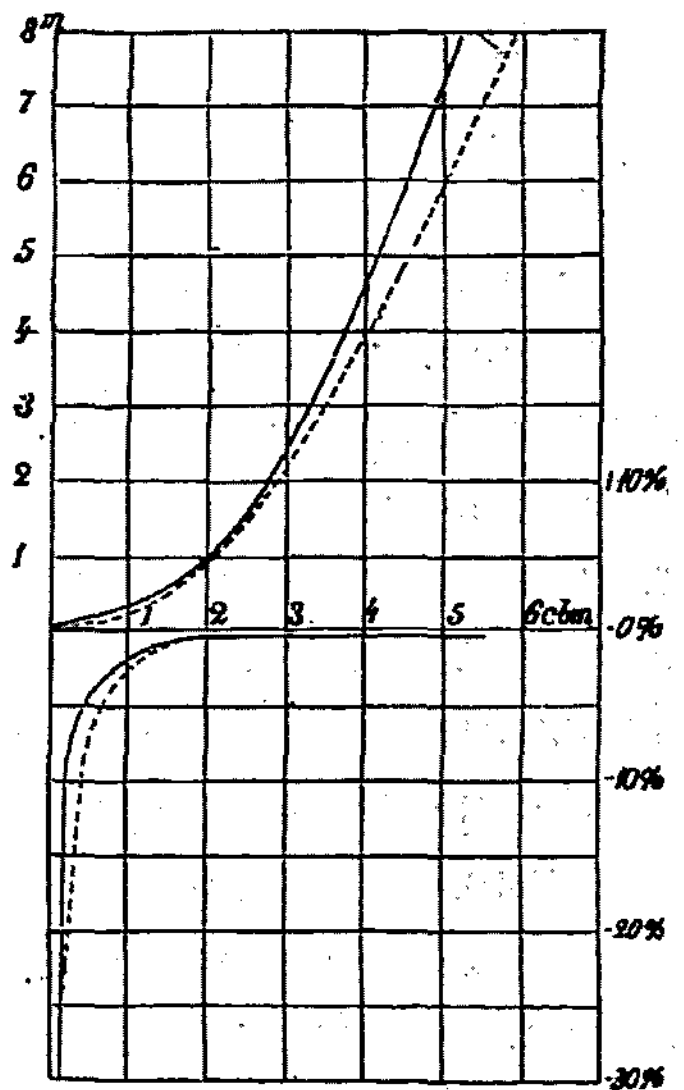
Черт. 524. — Вертикальный разрѣзъ. Водомѣры системы Кеннеди.



Черт. 525. — Деталь водомѣра системы Кеннеди. Четырехпроходный кранъ.



Черт. 526 и 527. — Водомѣръ системы Сименса и Гальске. Вертикальный разрѣзъ и часть горизонтальнаго разрѣза.



Черт. 528. — Графнкъ потерь напора и неточности показаній водомѣра системы Сименса и Гальске.

трахъ водяного столба. Какъ ординаты же представлены выраженные въ  $\%$  уклоненія отъ дѣйствительнаго количества воды показаній водомѣра, т. е.  $\frac{\text{показаніи водомѣра} - \text{дѣйствительное количество}}{\text{показаніе водомѣра}}$ .

Сплошныя кривыя относятся къ давленіе въ 13 метровъ, пунктирныя—въ 40—50 м. Обѣ пары кривыхъ показываютъ, что абсолютная величина давленія имѣетъ малое вліяніе на точность показаній водомѣра. Видно также, что потеря напора приблизительно пропорціональна расходу. Количество воды, которое проникаетъ чрезъ водомѣръ, не вращая вертушки и опредѣляя слѣдовательно чувствительность прибора (ошибка счетчика при этомъ  $100\%$ ) = 80—90 литровъ въ часъ. При расходѣ въ 1,5—5 куб. м. въ часъ относительная ошибка становится приблизительно постоянной составляя около  $1\%$ , какъ это ясно показываетъ кривая погрѣшностей, идущая въ указанныхъ предѣлахъ на близкомъ разстояніи отъ осп  $x$  и параллельно ей.

Основаніе устройства поршневаго водомѣра показано на черт. 524 и 525, на которомъ изображенъ въ разрѣзѣ водомѣръ Кеннеди.

Этотъ водомѣръ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей, изъ мѣрительнаго цилиндра *A* и изъ распредѣлительной и счетной камеры *B*.

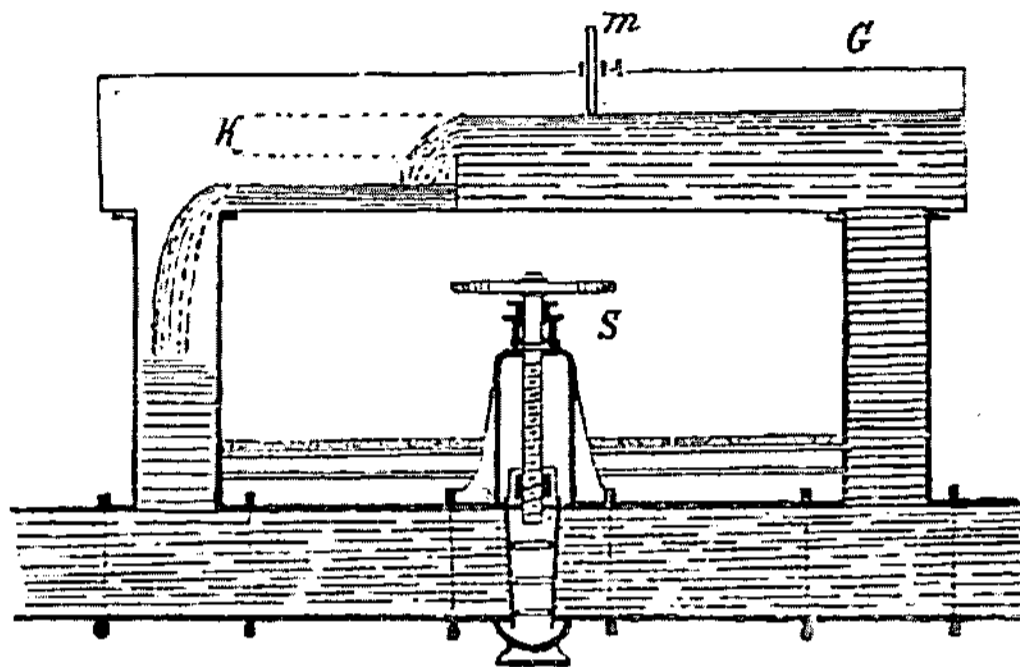
Послѣдняя не наполняется водою, такъ какъ вода не можетъ проходить сквозь плотно устроенный сальникъ поршневаго штока; счетная камера желѣзнымъ колпакомъ прикрыта отъ наружныхъ поврежденій. Главная особенность такого водомѣра состоитъ въ плотности набивки поршня; послѣдній сдѣланъ изъ высокаго цилиндра съ выдающимися ребрами на обоихъ своихъ концахъ. Помѣщенное въ пространство между обоими ребрами набивное резиновое кольцо можетъ кататься, во время движенія поршня, вслѣдствіе чего треніе скользенія преобразовывается въ катучее треніе.

Распредѣленіе воды сверхъ и подъ поршнемъ дѣлается краномъ съ четырьмя проходами, помѣщеннымъ въ коробкѣ *M* (черт. 525).

Опрокидываніе крана совершается такимъ образомъ, что зубчатая полоса, насаженная на верхній конецъ поршневаго штока, зацѣпляетъ зубчатое колесо, сидящее на валѣ *G*. Зубчатое колесо имѣетъ два кулака, изъ которыхъ одинъ поднимаетъ до верхняго положенія равновѣсія тяжесть *T*, свободно вращающуюся на валу. Когда поршень дойдетъ до конца своего хода, тяжесть приподнимается до

В о д о м ъ р ы.

Измѣреніе большихъ расходовъ.

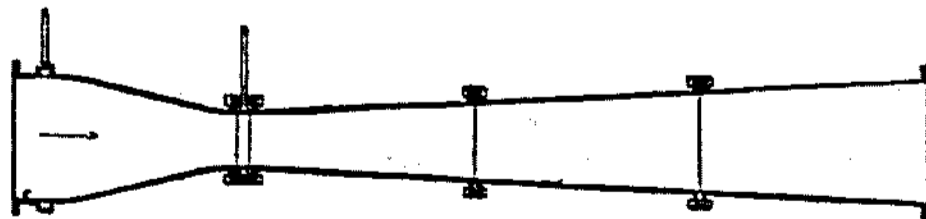


Черт. 529.

Приспособленіе для измѣренія количества воды, протекающей по трубѣ.

$S$ —запорный кранъ;  $G$ —желобъ съ водосливомъ, чрезъ который вода переливается при запертіи крана  $S$ ;  $h$ —высота переливающагося слоя,  $m$ —измѣритель высоты  $h$ . Количество воды вычисляется по формулѣ  $Q = \frac{2}{3} b h \sqrt{2gh}$ , гдѣ  $b$ —ширина водослива.

В о д о м ъ р ъ В е н т у р и.



Черт. 530.

Общая схема прибора съ показаніемъ трубокъ, идущихъ отъ восходящей струи и отъ горла для измѣренія разности давленій въ этихъ двухъ мѣстахъ.

своего крайняго высшаго положенія и свободно падаетъ на другую сторону, но при этомъ паденіи задѣваетъ рычагъ *K*, соединенный съ четырехпроходнымъ краномъ и увлекаетъ этотъ рычагъ за собою. Какъ скоро поршень, поршневой штокъ и зубчатое колесо начнутъ двигаться по противоположному направленно, второй кулакъ захватитъ тяжесть, приподнимаетъ ее постепенно до верха, опрокинетъ ее на другую сторону и тяжесть повторитъ свое дѣйствіе на рычагъ четырехпроходнаго крана. Качательное движеніе зубчатаго колеса тремя коническими колесиками преобразуется во вращательное движеніе по одному направленно, передающееся счетчику.

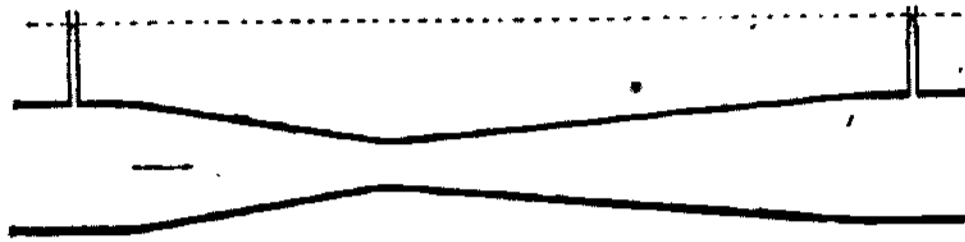
Водомѣры ставятся непосредственно на домовый рукавъ подлѣ главнаго запорнаго крана внутри дома и должны быть тщательно предохранены отъ замерзанія. Время отъ времени водомѣры необходимо испытывать относительно точности ихъ показаній, равнымъ образомъ и всякій новый водомѣръ до его постановки долженъ быть провѣренъ.

Всѣ охарактеризованныя выше системы водомѣровъ приспособлены для измѣренія количества протекающей воды въ трубахъ небольшого діаметра. Водомѣръ для трубъ діаметромъ сверхъ 5-ти дюймовъ представляетъ изъ себя уже цѣлый водяной двигатель, требующій для приведенія его въ дѣйствіе болѣе или менѣе значительной силы, а потому, помимо неточности указаній, онъ отчасти вліяетъ и на потерю напора, а слѣдовательно и на замедленіе притока воды. Это обстоятельство обуславливаетъ рѣдкое употребленіе водомѣровъ большого діаметра. Въ подобныхъ случаяхъ большую струю воды иногда разбиваютъ на нѣсколько маленькихъ и на каждой изъ послѣднихъ ставятъ соотвѣтствующаго діаметра водомѣръ, послѣ прохода котораго воду вновь соединяютъ въ одну общую трубу. Методъ этотъ однако на столько затруднителенъ и дорогъ, что примѣняется лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Не менѣе исключительное примѣненіе можетъ имѣть и устройство, представленное на черт. 529 и основанное на принципѣ водослива въ тонкой стѣнкѣ. Оно очевидно крайне дорого и сложно. Такая ограниченность въ примѣненіи водомѣровъ устранилась съ изобрѣтеніемъ водомѣра особаго типа, специально предназначеннаго для трубъ значительнаго діаметра и представленнаго на чертежахъ 530, 531, 532, 533, 534, 535 и 536.

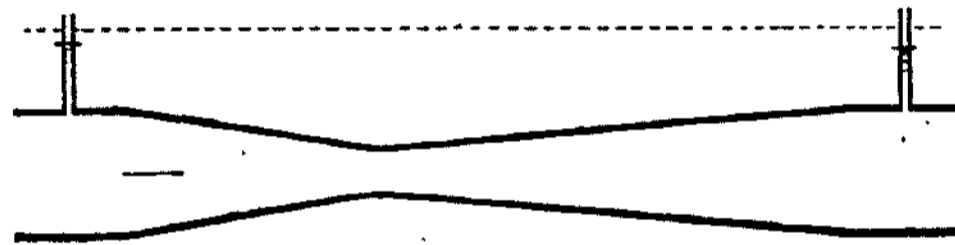
# В о д о м ъ р ы

Измѣреніе большихъ расходовъ.

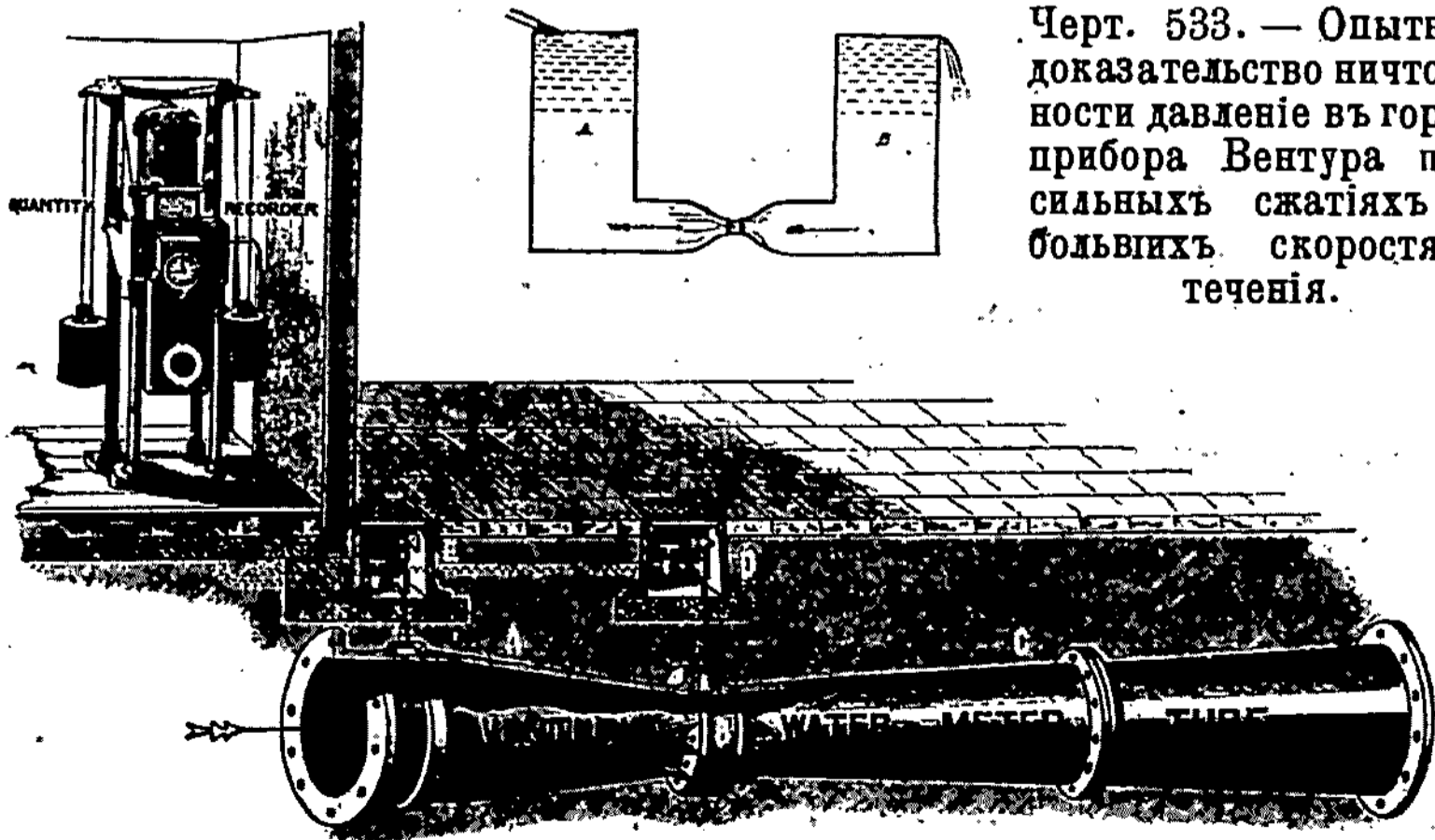
Водомѣръ „Вентури“.



Черт. 531. — Схема прибора, показывающая одинаковость пьезометрическихъ уровней въ восходящей и нисходящей струяхъ, когда нѣтъ замѣтнаго движенія воды..



Черт. 532. — Схема прибора съ показаніемъ неодинаковаго по мало разнящаго понижевія пьезометрическихъ уровней (давленій) въ восходящей и нисходящей струяхъ, когда вода течетъ по трубѣ.



Черт. 533. — Опытное доказательство ничтожности давленіе въ горлѣ прибора Вентури при сильныхъ сжатіяхъ въ большихъ скоростяхъ теченія.

Черт. 534. — Общее расположеніе водомѣра Вентури съ показаніемъ счетчика (quantity recorder).

Водомѣры эти, названные «Вентури», могутъ быть широко примѣняемы для измѣренія воды не только въ магистральныхъ водопроводовъ, діаметромъ въ 6, 8, 10, 12, 14, 16, 36, 48, 84 и болѣе дюймовъ, но даже и для каналовъ водоснабженія, орошенія и городскихъ водостоковъ.

Точность этого водомѣра подтверждается многочисленными и разнообразными опытами, сдѣланными въ 1887 году въ Америкѣ инженеромъ Гершелемъ, въ штатѣ Массачузетсѣ, въ г. Голіюкѣ, а также предсѣдателемъ общества Пенфильдскаго водопровода инженеромъ Франкомъ Бергенъ—въ Нидервадѣ, въ Сѣверномъ Джерси.

Изъ этихъ опытовъ выяснилась не только точность аппарата, но и преимущество этого метода передъ водосливами, на которые до сихъ поръ смотрѣли какъ на основной методъ измѣренія большихъ массъ воды. Водомѣръ «Вентури» обладаетъ дѣйствительно еще тѣмъ весьма важнымъ свойствомъ, для подобныхъ массовыхъ измѣреній, что потеря давленія въ немъ незначительна. Наконецъ, водомѣръ этотъ въ сущности есть не что иное, какъ часть линіи трубъ, а потому онъ не портится отъ толчковъ воды и не можетъ быть поврежденъ рыбою, гравіемъ или вообще веществами, проносимыми водой черезъ линію трубъ.

Въ водопроводной практикѣ посредствомъ этого водомѣра можно вести также ежедневный отчетъ объ общемъ количествѣ воды, доставляемой въ городъ, и количествѣ воды, доставляемой въ отдѣльную часть города, предмѣстья или какое-либо пригородное селеніе. Водомѣръ этотъ можно употреблять также, какъ водомѣръ утраты воды, что дѣлаетъ его очень цѣннымъ.

Водомѣръ «Вентури» получилъ названіе отъ имени итальянскаго философа Вентури, который первый указалъ въ 1796 году на отношенія между скоростью и давленіемъ жидкостей во время ихъ протока черезъ сходящіяся и расходящіяся трубы; но самъ Вентури, въ своемъ отчетѣ, изданномъ въ Парижѣ въ 1797 году, о своихъ опытахъ, произведенныхъ въ Моденѣ въ 1796 году, не примѣнилъ и даже не совѣтовалъ практически утилизировать это свойство, указывая на него лишь какъ на интересную черту дѣйствія своего аппарата.

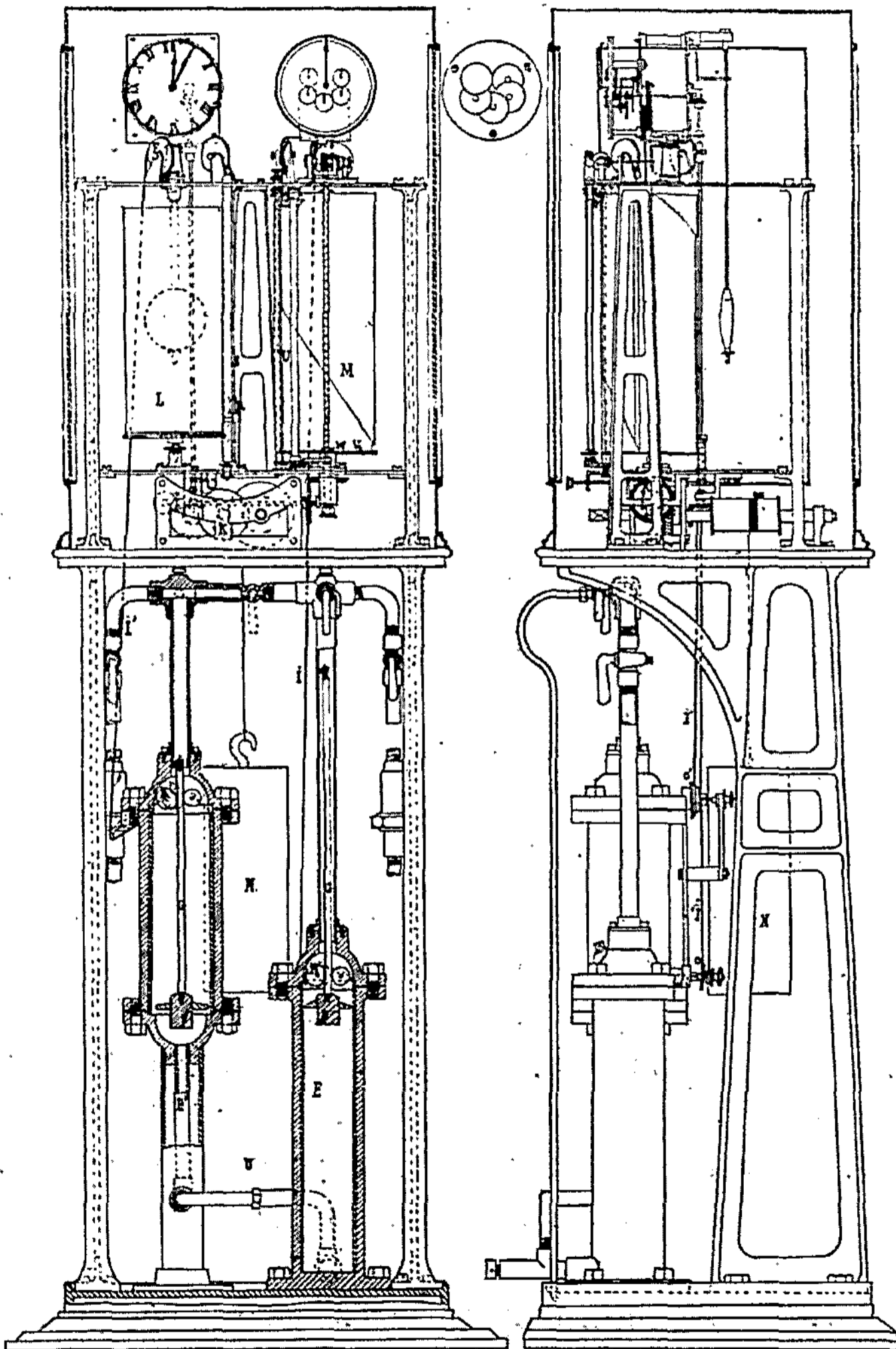
Водомѣръ «Вентури» состоитъ изъ двухъ частей: трубы, по которой протекаетъ вода, и счетчика, отмѣчающаго количества протекающей воды. Первая часть, то-есть труба, имѣетъ форму двухъ



**В о д о м ъ р ы.**

Измѣреніе большихъ расходовъ.

Водомѣръ „Вентури“.



Черт. 535 и 536. — Счетчикъ водомѣра Вентури.

усѣченныхъ конусовъ, соединенныхъ въ ихъ наимеиьшихъ діаметрахъ короткимъ цилиндрическимъ горломъ, при которомъ находится воздушная камера, гдѣ и отмѣчается давленіе (черт. 530).

Часть трубы, короткій конусъ, по которой входитъ вода, называется трубою восходящей струи, а другая труба, длинный конусъ, — трубою нисходящей струи.

Оба конуса дѣлаются чугунными, а горло бронзовымъ или же только облицованнымъ внутри бронзою.

При первомъ взглядѣ можетъ показаться, что проходъ воды черезъ сокращенное отверстіе произведетъ непременно значительную потерю давленія или измѣненіе скорости теченія въ трубѣ. Однако же, въ дѣйствительности, здѣсь не происходитъ значительной потери давленія, имѣющей какое-либо практическое неудобство. Это можно доказать простымъ опытомъ. Если поставить вертикально стеклянную трубку на восходящей струѣ, а другую на нисходящей, то вода въ обѣихъ трубкахъ будетъ стоять на одинаковомъ уровнѣ въ то время, когда она не протекаетъ черезъ водомѣръ (черт. 531). Когда же вода течетъ черезъ водомѣръ, уровень воды въ обѣихъ трубкахъ падетъ, но неодинаково: уровень въ трубкѣ на нисходящей струѣ будетъ ниже, но весьма немного ниже, уровня восходящей струи (черт. 532). Эта разница въ нѣсколько дюймовъ и есть потеря давленія вслѣдствіе тренія воды во время прохожденія ея черезъ водомѣръ. Эту незначительную потерю можно измѣрять съ такою же ясностью и манометромъ.

Если же при этомъ опытѣ скорость теченія измѣняется, то очевидно, что чѣмъ теченіе становится быстрѣе, тѣмъ ниже будетъ уровень воды въ стеклянныхъ трубкахъ. Эти уровни воды представляютъ давленіе и, слѣдовательно, чѣмъ быстрѣе теченіе, тѣмъ меньше давленіе.

Изъ конструкціи видно, что вода, протекая черезъ водомѣръ «Вентури», должна пройти черезъ суженное отверстіе, а потому здѣсь она пріобрѣтаетъ наибольшую скорость, а слѣдовательно, и давленіе въ горлѣ будетъ наименьшее.

Чертежъ № 533 иллюстрируетъ явленіе, которое представляетъ собою вода, двигающаяся съ такой большой скоростью, что она проскакиваетъ изъ одной конусной насадки въ другую въ то время, когда сосуды остаются раздвинутыми; — это прямо указываетъ на сильное уменьшеніе давленія въ горлѣ водомѣра «Вентури».

Изъ этихъ опытовъ дѣлается очевиднымъ, что чѣмъ быстрѣе теченіе воды черезъ трубу «Вентури», тѣмъ болѣе, разницы въ давленіи на восходящей струѣ и у горла трубы; чѣмъ же теченіе медленнѣе, тѣмъ менѣе разницы въ давленіи.

На этомъ-то принципѣ и основано дѣйствіе водомѣра и, благодаря измѣняющимся разницамъ въ давленіяхъ, количество протекающей воды показывается самопишущимъ указателемъ, который составляетъ вторую часть водомѣра.

Не слѣдуетъ смѣшивать разницу давленія восходящей струи и горла съ разницею давленія восходящей и нисходящей струй. Первая разница употребляется для приведенія въ дѣйствіе указателя и измѣренія расхода воды, вторая показываетъ потерю давленія во время прохожденія воды черезъ водомѣръ. Первая разница можетъ дойти до 10 футъ, тогда какъ вторая можетъ показать такое количество лишь въ дюймахъ.

Разность давленія воды въ восходящей струѣ и въ горлѣ водомѣра есть функція скорости протеканія воды, а слѣдовательно расходъ, который такимъ образомъ можетъ автоматически регистрироваться особымъ указателемъ или счетчикомъ. Главными факторами, положенными въ основу указателя, являются время и давленіе, которые даютъ въ результатѣ діаграмму, указывающую скорость, съ которою проходитъ вода въ каждую минуту въ продолженіе 24-хъ часовъ, и — затѣмъ счетчикъ, показывающій сумму количества проходящей воды. Эти факторы примѣняются слѣдующимъ образомъ:

Давленіе указывается (см. чертетки 534—536) ртутною трубкою  $U$ , а время — часами. Ртутная трубка  $U$  имѣетъ одно колѣно  $E$ , соединенное съ восходящей струей или выпускной трубой, а другое колѣно  $E'$ , соединенное съ горломъ трубы. По мѣрѣ того, какъ скорость воды въ трубѣ увеличивается, давленіе въ горлѣ уменьшается и вслѣдствіе того же ртуть въ колѣнѣ  $E'$  трубы подымается, а ртуть въ другомъ колѣнѣ падаетъ. Въ каждомъ колѣнѣ на ртути находятся поплавки  $F$  и  $F'$ . Эти поплавки прикрѣплены къ зубчатымъ полосамъ  $G$  и  $G'$ , задѣтымъ за передаточныя колеса  $H$  и  $H'$ , оси которыхъ выходятъ на открытый воздухъ; другіе же концы снабжены маленькими роликами  $O$  и  $O'$ . Къ этимъ роликамъ прикрѣплены проволоки  $I$  и  $I'$ , проходящія вверхъ къ частямъ аппарата, управляемымъ часами. Часовая часть аппа-

рата состоитъ изъ шестерни К, приводимой въ движеніе тяжестью N. Эта тяжесть двигаетъ барабанъ діаграммы L, который дѣлаетъ 1 оборотъ въ 24 часа, и интегрирующій барабанъ M, управляющій счетчикомъ; барабанъ этотъ дѣлаетъ одинъ оборотъ въ 15 минутъ. Скорость этихъ двухъ барабановъ регулируется часами.

Когда вода проходитъ по трубѣ съ извѣстной скоростью, производящей разницу въ давленіи между восходящей струей и горломъ трубы, то вслѣдствіе этой разницы поплавокъ въ колѣнѣ E' трубы U подыметъ, а другой въ другомъ колѣнѣ опустится. Проволока, прикрѣпленная къ блоку въ соединеніи съ колѣномъ E', проходитъ вверхъ падъ блокомъ F вверху барабана діаграммы и прикрѣплена къ карандашу R, который двигается вертикально вверхъ и внизъ по стеклянному пруту S рядомъ съ барабаномъ діаграммы L. Это движеніе поплавокъ заставляетъ карандашъ подняться на столько, что онъ дѣлаетъ отмѣтку на барабанѣ діаграммы, показывающую скорость теченія, соотвѣтствующую разницѣ давленій въ данный моментъ. Проволока, проходящая отъ другого колѣна E трубы U, двигается по тому же направленію и заставляетъ маленькую телѣжку двигаться внизъ около интегрирующаго барабана M. Совокупное движеніе карандаша по ординатамъ, пропорціональнымъ скорости или секундному расходу и барабановъ по абсциссамъ, пропорціональнымъ времени даетъ діаграмму расхода воды въ трубѣ въ теченіе извѣстнаго промежутка времени.

## § 81. Противупожарныя устройства.

Въ главѣ VII, говоря о проведеніи воды, мы указали уже виды приборовъ, служащихъ для пользованія водой съ пожарными цѣлями (§ 56), а также и основанія устройства такъ называемыхъ противупожарныхъ водопроводовъ. По этому здѣсь мы остановимся лишь на нѣкоторыхъ деталяхъ вопроса дающихъ возможность установить потребности противупожарныхъ водопроводныхъ устройствъ, пользуясь въ данномъ случаѣ указаніями американскихъ инженеровъ Фримана и Фаннинга.

Инженеръ Фреешапъ даетъ слѣдующія совершенно ясныя опредѣленія:

1) Нормальная пожарная струя должна изливаться до 250 американических галлоновъ \*) (75 ведеръ) воды въ минуту.

2) Давленіе воды у наконечника брандспойта для полученія такой струи должно быть 40—50 фунтовъ на кв. дюймъ.

3) Число нормальныхъ струй, которое нужно имѣть для борьбы съ пожарами, зависитъ отъ размѣра населенія городовъ, а именно:

при 1000 жителей пужно . . .	2—3 струи
» 1500 » . . .	4—8 »
» 10000 » . . .	6—12 »
» 20000 » . . .	8—15 »
» 40000 » . . .	12—18 »
» 60000 » . . .	15—22 »
» 100000 » . . .	20—30 »
» 200000 » . . .	30—50 »

Греетан рекомендуетъ имѣть 10 нормальныхъ пожарныхъ струй даже и въ самыхъ малыхъ городахъ, если жилища строенія расположены скученно.

4) Пожарное количество воды должно добавляться къ хозяйственному и полученіе его должно быть вполне обезпечено, по крайней мѣрѣ, на 6 часовъ.

5) Разстояніе между пожарными кранами должно быть таково, чтобы каждый рукавъ могъ имѣть длину по возможности не болѣе 400—500 футовъ.

6) Трубы водопроводной сѣти не должны имѣть діаметръ менѣе 6-ти дюймовъ.

7) Сѣть трубъ должна быть предпочтительно замкнутая (круговая) съ болѣе сильными внѣшними магистралями по окраинамъ.

8) Въ видахъ уменьшенія потери напора отъ тренія чугунныя трубы должны быть хорошо асфальтированы.

Ганнингъ обращаетъ особенное вниманіе на то, что весьма важно, чтобы общественное водоснабженіе было бы хорошою и дѣйствительною системой охраны отъ пожаровъ.

«Въ болвшинствѣ большихъ и малыхъ городовъ, говоритъ Ганнингъ, строившихъ на городской счетъ водопроводы, желаніе имѣть

---

\*) Американскій галлонъ = 3,785 литра = 0,8333 англійскаго галлона =  $0,8333 \times 0,36942 = 0,3078$  ведра.

пожара защиту было, вѣроятно, сильнѣйшею побудительною причиною въ пользу займовъ на устройство водопроводовъ».

«Пожаръ, продолжаетъ Fanning, можетъ быть великолѣпнымъ зрѣлищемъ для того, кто не имѣетъ другого личнаго интереса кромѣ наблюденія его величія; онъ можетъ интересовать того, кто изучаетъ планъ борьбы съ нимъ; но онъ является разореніемъ для тѣхъ, кто не получаетъ вознагражденія, онъ наводитъ уныніе, какъ злой рокъ, на пострадавшаго и въ высней степени ужасенъ, когда человѣческія жертвы поглощаются развалинами.

«Всѣ большіе города цивилизованнаго міра передаютъ въ своихъ исторіяхъ рассказы о большихъ опустошительныхъ пожарахъ и сумма убытковъ отъ большихъ пожаровъ однихъ американскихъ городовъ кажется баснословною. Комитетъ Національнаго Страхуванія отъ пожаровъ опредѣляетъ средній ежегодный убытокъ отъ пожаровъ въ Америкѣ за послѣднія 10 лѣтъ болѣе чѣмъ въ сто милліоновъ долларовъ, и заявляетъ, что убытки эти возрастаютъ.

«Бостонъ имѣетъ 5 большихъ историческихъ пожаровъ, Нью-Йоркъ—два, Филадельфія—два, Сень-Луи—три, Питсбургъ, Альбани, Санъ-Франциско, Вашингтонъ, Портлендъ, Чикаго, Линъ и множество мелкихъ городовъ видѣли, какъ злой духъ огня совершилъ свой дерзкій покосъ среди жилищъ.

«Такъ часто повторяющіяся неудачи въ дѣлѣ борьбы съ пожарами не происходятъ ли въ болѣе степеніи отъ недостатка знакомства съ правилами и размѣрами примѣненія хорошей службы пожарнаго крана?» Такъ ставитъ вопросъ Fanning.

Въ богато обставленномъ цифровыми данными изслѣдованіи I. T. Fanning разсматриваетъ послѣдовательно вопросъ о примѣненіи водопровода къ пожарнымъ цѣлямъ, начиная съ силы пожарныхъ струй и кончая проводимою способностью сѣти водопроводныхъ трубъ и приводитъ къ слѣдующимъ выводамъ.

1) Нормальная пожарная струя должна изливаться до 300 галлоновъ (90 ведеръ) въ минуту.

2) Высоты пожарныхъ струй въ разныхъ случаяхъ должны быть отъ 80 до 100 футовъ.

3) Число пожарныхъ струй необходимое для городовъ Fanning ставитъ также, какъ и Freeman, въ зависимость отъ населенія городовъ, а именно при населеніи:

Таблица 26. — Сравнение потерь напора в различных сортах шлангов; при исчислении взять за основание проток воды в 74 ведра в минуту, наковое количество проходит черезъ отверстие наконечника в 1 1/8" діам. и при напоре в 92 фута в конце шланга.

Марка сорта.	О Б Р А З Ц Ы Ш Л А Н Г А.									
	Диаметръ соеди- нения в дюйм.	Средній диаметр шланга в дюйм.	Средняя окрость воды в галлахъ в се- кунду.	Увеличение в длину шланга при орядке в дюйм. в 15 футъ.	Потеря напора отъ трения на каждые 100 футъ. Длины шланга в футахъ.	% приращенія или уменьшенія потерь отъ трения для по- лученія равенства потери, которая со- поставляла бы при длин. шланга в 2 1/2" в 2 1/2" дм.	Потеря напора отъ трения на каждые 100 футовъ длины шланга, которая бы сопоставляла при длин. шланга в 2 1/2" в 2 1/2" дм.			
A	2,52	2,65	13,96	3/4%	23	+ 34%	30,82			
B	2,53	2,60	14,50	1 1/2%	26,5	+ 22%	32,31			
C	2,53	2,47	16,07	4%	34,6	— 6%	32,43			
D	2,47	2,49	15,31	5%	33,35	— 2%	32,66			
E	2,50	2,68	13,65	3 1/2%	25,99	+ 42%	36,9			
F	2,50	2,50	15,69	4 1/2%	33,64	0	38,64			
G	2,51	2,60	14,50	1 3/4%	31,97	+ 22%	39,0			
H	2,51	2,62	14,28	3%	33,12	+ 27%	42,06			
I	2,51	2,69	13,55	2 1/2%	31,5	+ 44%	44,71			
J	2,50	2,80	12,51	2 1/4%	28,06	+ 76%	49,36			
K	2,48	2,53	15,31	5%	55,43	+ 6%	58,75			
L	2,50	2,60	14,50	2 1/2%	62,56	+ 22%	76,32			
	—	—	—	—	—	—	34,04			

Потеря напора отъ трения при тѣхъ же усло-  
віяхъ в нормальной желѣзной 2 1/2" трубѣ,  
покрытой внутри смолой или асфальтомъ . . .

**Таблица 27. — Величины напоровъ въ пожарномъ кранѣ и шприцѣ и дальность дѣйствія струи при наконечникѣ діаметромъ въ  $\frac{7}{8}$  дюйма.**

Напоръ у наконеч- ника въ футахъ.	Средняя выходящая высота вертикальной струи въ фу- тахъ.		Уклонъ бранд- спойта.		Количество воды вырасы- вающей струей въ минуту въ ведряхъ.		Напоръ въ футахъ, долженствующій быть въ пожарномъ кранѣ для поддержанія означен- ныхъ напоровъ въ шприцѣ (наконечникѣ) при различныхъ длинахъ $2\frac{1}{2}$ " шланга.											
	Высота ползвонной струи въ футахъ.	Въ 60°-70°.	Въ 32°.	Горизонтальное раз- стояние исчислите дѣйствіе струи въ футахъ.	20	30	50 фут.		100 фут.		200 фут.		300 фут.		400 фут.		500 фут.	
							Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.	Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.	Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.	Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.	Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.	Цевьковъ шлангъ.	Резиновы прокладочны шлангъ.
23	21	18	21	22	27,6	25,3	30	25,3	36,9	30	41,5	32,3	48,4	34,6	53	36,9		
34 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	31	26	27	27	39,2	39,2	43,8	39,2	53	43,8	62,3	48,4	71,5	50,7	80,7	55,3		
45	41	34	33	31	53	50,7	60	53	71,5	57,7	83	62,3	96,9	69,2	108,4	73,8		
57 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	51	42	38	35	67	62,3	73,8	66,9	90	71,5	103,8	78,4	119,9	85,3	136,1	92,3		
69	61	49	42	38	80	76,1	90	78,4	108,4	87,7	124,5	94,6	143	103,8	161,5	110,7		
80	71	56	46	41	94,5	87,7	103,8	92,3	124,5	101,6	147,6	110,7	168,3	119,9	189,1	129,1		
92 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	81	62	49	44	106,1	99,2	119,9	106,1	143	115,4	168,3	126,8	191,4	136,1	216,8	147,6		
103 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	89	67	52	47	120	113	133,7	117,6	161,5	131,4	189,1	143	216,8	154,5	242,2	166		
115 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	97	71	55	49	133,7	124,5	149,9	131,4	179,9	145,3	209,2	159,1	239,9	170,7	269,8	184,6		
126 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	105	74	58	51	147,6	138,4	163,7	145,3	196	159,1	230,6	173	262,9	189,1	297,5	203		
138 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	112	77	61	54	161,4	149,9	179,9	159,1	214,5	173	251,4	189,1	288,3	205,3	322,9	221,4		
150	118	79	64	56	173	163,7	193,7	170,7	232,9	189,1	272,2	205,3	311,4	221,4	350,6	239,9		
161 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	123	81	66	58	186,8	175,3	207,6	184,5	251,4	203	292,9	221,4	344,4	239,9	378,3	258,3		
173	128	83	68	60	200,6	189,1	223,7	198,3	269,8	216,8	313,7	237,6	359,8	256	403,6	276,8		
184 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	132	85	70	62	214,5	200,6	237,6	209,9	286	232,9	334,4	253,7	382,9	274,5	431,3	295,2		



Таблица 28. — Величины напоровъ въ пожарномъ кранѣ и шприцѣ и дальность дѣйствія струи при наконечникѣ діаметромъ въ 1 дюймъ.

Напоръ у наконеч- ника въ футахъ.	Средняя наивышшая высота вертикальной струи въ фу- тахъ.		Уклонъ бранд- опойта.		Колличество воды вырасы- ваемой струей въ минуту въ ведрахъ.	Напоръ въ футахъ, долженствующій бытъ въ пожарномъ кранѣ для поддержанія означен- ныхъ напоровъ въ шприцѣ при различныхъ діаметрахъ 2 1/2" шланга.											
	60°-70°.		Въ 32°.			50 фут.		100 фут.		200 фут.		300 фут.		400 фут.		500 фут.	
	Высота пожарной струи въ футахъ.	Торональское раз- стояніе коленато дѣйствія струи въ футахъ.	Въ 60°-70°.	Въ 32°.		Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.	Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.	Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.	Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.	Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.	Цевковый шлангъ.	Резиновый прокладочный шлангъ.
23	21	18	21	29	30	27,6	34,6	27,6	46,1	32,3	55,3	36,9	66,9	41,5	76,1	46,1	
34	32	26	30	35	43,8	39,6	53	43,8	66,9	50,7	83	57,7	99,2	64,6	115,4	69,2	
46	43	35	37	41	60	53,0	69,2	57,7	90	69,9	110,7	76,1	131,5	85,3	152,2	94,6	
57	53	43	42	45	73,8	66,9	87,7	71,5	113	83	138,4	94,6	163,8	106,1	191,5	117,7	
69	63	51	47	50	87,7	78,4	103,8	86,3	136,1	99,2	166,1	113	198,4	126,9	228,4	140,7	
80	73	58	51	54	103,8	92,3	122,3	101,6	156,8	117,7	193,8	131,5	230,8	147,6	267,7	163,8	
92	84	64	55	57	117,7	106,1	138,4	115,4	179,9	133,8	221,5	152,2	263,1	168,4	304,6	186,9	
103	92	69	58	61	131,5	120,0	156,8	129,2	203	149,9	249,2	170,7	297,7	191,5	343,8	210	
115	101	73	61	64	147,6	131,5	173	143,0	226,1	166,1	276,9	189,2	330	212,3	383	235,4	
126	109	76	64	67	161,5	145,3	191,5	159,1	249,2	182,2	304,6	207,7	362,3	233,1	420	258,4	
138	117	79	67	70	177,6	159,1	207,7	173,0	270	200,7	333,4	226,1	394,6	253,8	459,2	281,5	
150	124	82	70	73	181,5	173,0	226,1	186,9	293,1	216,9	360	246,9	429,2	274,6	496,2	304,6	
161	130	85	72	76	205,3	184,6	242,3	200,7	316,1	233,1	387,6	255,4	461,6	295,4	535,4	327,7	
173	135	87	74	79	220,5	198,4	260,8	216,9	339,2	249,2	417,7	283,8	493,9	318,5	572,3	350,8	
184	140	89	76	81	235,4	217,3	276,9	230,8	360	265,4	445,4	302,3	528,5	339,2	609,2	371,8	

**Таблица 29.—Величины напоровъ въ пожарномъ кранѣ и шприцѣ и дальность дѣйствія струи при окончаниѣ діаметромъ въ 1 1/8 дюйма.**

Напоръ у окончан- иѣ въ футахъ.	Уклонъ бранд- сполта.		Средняя наивышшая высота нѣрткальной струи въ фу- тахъ.	Высота полезной струи въ футахъ.	Горизонтальное раз- стояніе отъ начала дѣйствія струи въ футахъ.	Колѣчество воды выброшен- наго струей въ минуту въ ведрахъ.	Напоръ въ футахъ, долженствующій быть въ пожарномъ кранѣ для поддержанія означен- ныхъ напоровъ въ шприцѣ при различныхъ длинахъ 2 1/2" планга.											
	Въ 60°-70°.	Въ 62°.					50 фут.		100 фут.		200 фут.		300 фут.		400 фут.		500 фут.	
							Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.	Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.	Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.	Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.	Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.	Пенковъ плантъ.	Резиновыи прокладочныи плантъ.
Слабая струя.	23	18	22	34,6	27,6	41,5	32,3	60	39,2	76,1	46,1	92,3	55,3	110,7	62,3			
	34 1/3	27	31	50,7	43,8	62,3	48,4	87,7	60,0	113,0	71,5	138,4	80,7	163,7	92,3			
	46	36	38	66,9	57,7	83,0	64,6	117,6	78,4	152,2	94,6	184,6	108,4	219,1	124,5			
	57 1/4	44	44	83,0	71,5	103,8	80,7	147,6	99,2	189,1	117,6	232,9	136,1	274,5	154,5			
	69	52	50	101,6	85,3	126,8	96,9	177,6	119,9	228,3	140,7	279,1	163,7	329,8	184,6			
Нормальная струя.	80	59	54	117,6	99,2	147,6	113,0	205,3	138,4	265,2	163,7	325,2	189,1	382,9	216,8			
	92 1/4	65	69	133,7	115,4	168,3	129,1	235,2	159,1	302,1	186,8	371,3	216,8	438,2	246,8			
	103 3/4	70	63	149,9	129,1	189,1	145,3	265,2	177,6	341,4	212,2	417,5	244,6	493,6	276,8			
	115 1/2	75	66	166,0	143,0	209,9	161,5	295,2	198,3	378,3	235,2	463,7	272,2	549,0	309,1			
	126 3/4	80	69	184,6	156,8	230,8	177,6	322,9	219,1	417,5	258,3	502,8	299,8	604,4	339,0			
Высокая напоръ.	138 1/2	83	72	200,6	170,7	251,4	193,7	352,9	237,6	454,4	281,4	559,9	325,2	—	369,0			
	150	86	75	216,8	186,8	272,2	209,9	382,9	258,3	493,6	304,4	602,1	352,9	—	401,3			
	161 1/2	88	77	232,9	200,6	292,9	226,0	412,9	276,8	530,6	329,8	—	380,6	—	431,3			
	173	90	79	251,4	214,5	313,7	242,2	440,5	297,5	567,5	352,9	—	408,3	—	463,6			
184 1/2	92	81	267,5	228,3	334,4	258,3	470,6	318,3	606,7	376,0	—	433,6	—	493,6				

отъ	4000	до	10000	жителей	.	.	.	7—10	струй
»	10000	»	50000	»	.	.	.	10—14	»
»	50000	»	100000	»	.	.	.	14—18	»
»	100000	»	150000	»	.	.	.	18—23	»

4) Пожарное количество воды должно быть прибавляемо къ хозяйственному и на такой соединенный расходъ воды должна рассчитываться проводная способность сѣти трубъ.

5) Вѣтви, подводящія воду къ гидрантамъ, и стойки гидрантовъ должны быть достаточнаго діаметра, а именно не менѣе 6 дюймовъ для 2 струй.

6) Сѣть трубъ должна быть предпочтительно замкнутая (круговая).

7) Слѣдуетъ стремиться къ однообразному сросту пожарныхъ рукавовъ, дабы можно было пользоваться возможно большимъ числомъ ихъ.

«Часто стоимость водопроводныхъ магистралей должнаго для противупожарныхъ цѣлей размѣра составляетъ трудно преодолимое препятствіе къ устройству противупожарнаго водопровода».

«Часто необходимость такихъ магистралей не настолько сознается муниципальными учрежденіями, чтобы получить достаточное ихъ примѣненіе.

«Часто очень мало обращается вниманія на мнѣнія, даже подтвержденныя фактами, что изъ увеличенныхъ затратъ для устройства хорошей сѣти водопроводныхъ трубъ каждая 1.000 долларовъ, вѣроятно спасутъ отъ истребленія огнемъ имущества на крайней мѣрѣ на 100.000 долларовъ.

«Хотя отъ городскихъ пожарныхъ водопроводныхъ магистралей нельзя ожидать, чтобы онѣ справились съ очень большимъ пожаромъ, но никакой муниципалитетъ не долженъ допускать въ устройствѣ своихъ водопроводныхъ магистралей такой несоразмѣрности, чтобы не быть въ состояніи сильно и успѣшно бороться въ первомъ періодѣ его развитія съ однимъ или болѣе пожарами», такъ говоритъ Fanning.

Относительно діаметровъ брандспойтовъ, т. е. гибкихъ рукавовъ, которыми вода проводится отъ пожарнаго крана къ мѣсту пожара и выбрасывается чрезъ шприцъ на огонь, слѣдуетъ отмѣтить важное значеніе увеличенія этого діаметра для увеличенія высоты подни-

мающейся струи. Обыкновенно діаметръ шланговъ— $2\frac{1}{2}$  дюйма, но въ Америкѣ стремятся довести его до  $2\frac{3}{4}$  и даже 3 дюймовъ при діаметрѣ наконечника  $1\frac{1}{8}$ ". Важно также, чтобы для шланговъ выбирался матеріалъ, вызывающій наименьшее сопротивленіе движенію воды, такъ какъ потеря напора можетъ значительно возрасти съ увеличеніемъ шероховатости стѣнокъ. Для уясненія этого обстоятельства можетъ служить таблица 26. Не останавливаясь болѣе здѣсь на вопросѣ о зависимости между напоромъ у наконечника и въ пожарномъ кранѣ, мы отсылаемъ для практическихъ соображеній къ таблицамъ №№ 27—29.

## § 82. Вода городскихъ водоснабженій, какъ источникъ механической работы.

Вода городскихъ водоснабженій, вообще говоря, находится въ условіяхъ неблагопріятныхъ для пользованія ею, какъ источникомъ механической работы.

Причины этого таковы:

1) Давленіе въ городской сѣти не превосходитъ обыкновенно 40—50 метровъ; оно считается чрезмѣрнымъ, если достигаетъ 100 метровъ. Между тѣмъ въ спеціальныхъ устройствахъ, дѣйствующихъ при помощи сжатой воды (портовые краны, стрѣлки ж. д. и пр.), давленіе требуется въ 50 атмосферъ или болѣе 500 метровъ, а иногда примѣняется давленіе значительно большее, причемъ опытъ показываетъ, что экономичность устройствъ возрастаетъ съ увеличеніемъ давленія.

2) Давленіе въ городской сѣти подвержено постояннымъ колебаніямъ въ очень большихъ предѣлахъ, вслѣдствіе неравномѣрности притока и расхода воды, и вслѣдствіе ударовъ воды въ трубахъ. Между тѣмъ гидравлическіе двигатели, дѣйствующіе посредствомъ сжатой воды, требуютъ равномѣрнаго давленія, что въ спеціальныхъ устройствахъ достигается примѣненіемъ аккумуляторовъ.

3) Вода въ городахъ обыкновенно оплачивается по расчету за единицу объема независимо отъ давленія, подъ которымъ получаютъ ее потребители; такимъ образомъ при пользованіи водопроводной водой для механическихъ цѣлей, плата оказывается внѣ всякаго соотношенія съ получаемой энергіей.

4) Водоснабженіе отдѣльныхъ трубъ городской сѣти не рѣдко прерывается на болѣе или менѣе значительное время ради исправленій, новыхъ работъ и пр. даже въ тѣхъ случаяхъ, когда водоснабженіе организовано не въ видѣ періодической, а въ видѣ постоянной подачи воды. Эти перерывы, могущіе не имѣть серьезнаго значенія для прямыхъ цѣлей водоснабженія, въ большинствѣ случаевъ крайне неудобны для цѣли механической, т. е. машины могутъ оказаться въ бездѣйствіи какъ разъ въ то время, когда въ нихъ встрѣтится особая надобность.

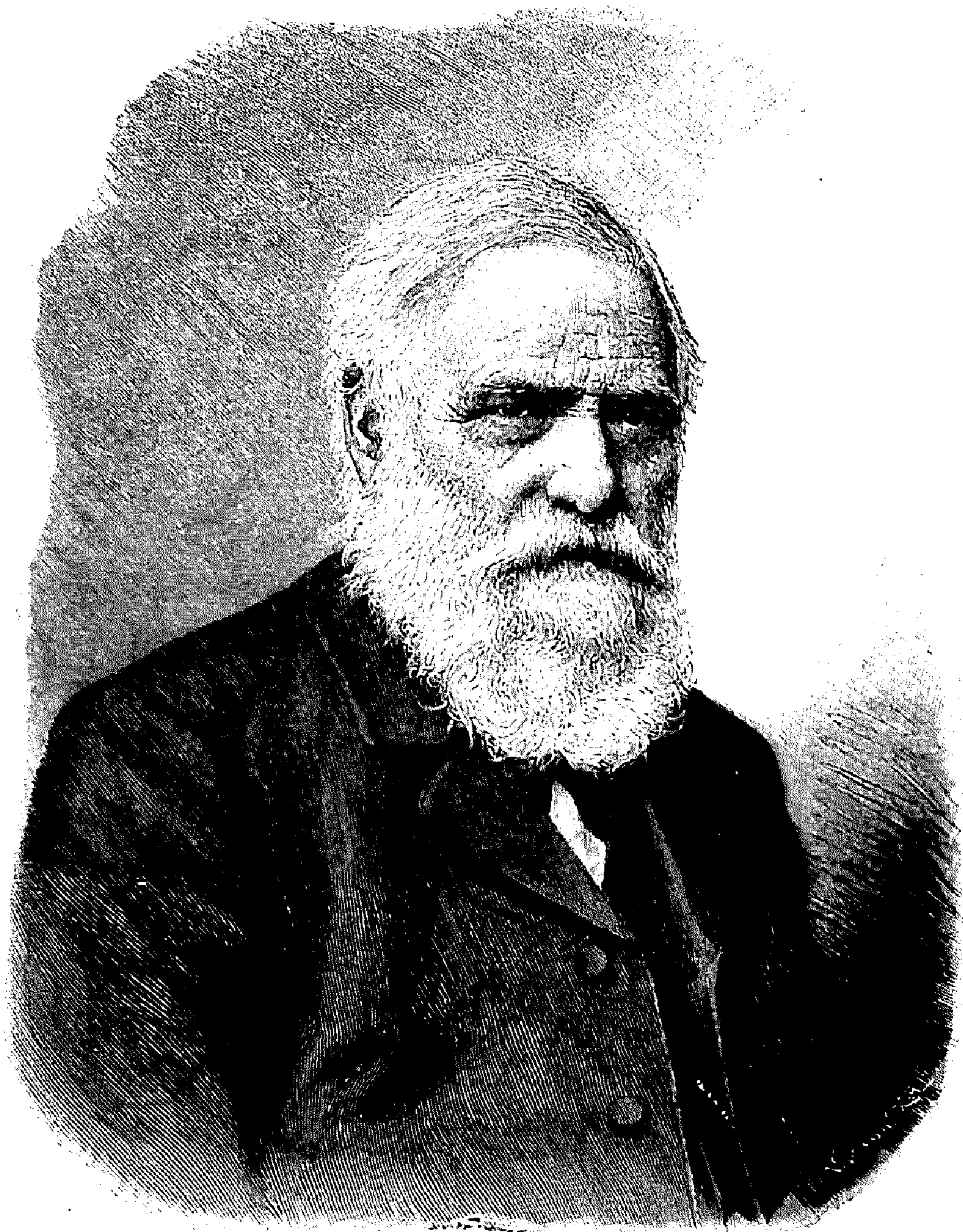
Поэтому, когда въ городѣ ощущается потребность въ значительномъ примѣненіи правильно организованной передачи энергіи водой, рѣшеніе задачи ищутъ внѣ городского водоснабженія и устраиваютъ особую, спеціально предназначенную для механическихъ цѣлей, канализацію воды подъ большимъ давленіемъ. Такъ поступлено напр. въ Лондонѣ.

Но тѣмъ не менѣе, однако, есть много случаевъ, когда и вода городского водоснабженія можетъ быть съ выгодой примѣняема для полученія движущей силы,—когда перечисленные выше недостатки воды городской сѣти въ этомъ отношеніи не имѣютъ серьезнаго значенія.

Таковы, напримѣръ, устройство *подземниковъ* или *элеваторовъ* для вещей и людей въ домахъ и гостинницахъ и на городскихъ крутыхъ спускахъ, устройство маленькихъ турбинныхъ двигателей для вентиляторовъ, мѣшалокъ въ лабораторіяхъ, электрическихъ, швейныхъ и другихъ машинъ.







Максъ фонъ Петтенкоферъ

(1818—1901),

знаменитый гигиенистъ и создатель современной санитарной науки.

Изданіе Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

**В. Е. ТИМОНОВЪ,**

Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.

---

# ВОДОСНАБЖЕНІЕ И ВОДОСТОКИ.

(Курсъ лекцій, читанныхъ студентамъ Института).

~~~~~  
**Выпускъ III.**

**ВОДОСТОКИ (Главы XIII—XXV).**

Программы упражненій и проектовъ по водоснабженію  
и водостокамъ.



**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.**

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

**1901.**



---

Печатапо по распоряженію Института Инженеровъ путей сообщенія  
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

---

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

# ВОДОСТОКИ.

### Указатель литературы.

- Глава XIII. — Количество и составъ сточныхъ водъ.
- Глава XIV. — Системы водостоковъ и главнѣйшія основанія для ихъ проектированія.
- Глава XV. — Поперечныя сѣченія водостоковъ, поверхностныхъ и подземныхъ.
- Глава XVI. — Общесплавная система. — Расположеніе сѣти водостоковъ.
- Глава XVII. — Общесплавная система. — Приемники сточныхъ водъ.
- Глава XVIII. — Общесплавная система. — Уличные водостоки.
- Глава XIX. — Общесплавная система. — Приборы и дополнительные устройства.
- Глава XX. — Общесплавная система. — Промывка, очистка и вентиляція водостоковъ.
- Глава XXI. — Краткое обзорѣніе раздѣльныхъ системъ Ліернура, Бурова, Берліе и Веринга.
- Глава XXII. — Гидропневматическая система Шопа.
- Глава XXIII. — Послѣдствія спуска нечистотъ въ рѣки.
- Глава XXIV. — Очистка сточныхъ водъ искусственнымъ путемъ.
- Глава XXV. — Очистка сточныхъ водъ посредствомъ почвы, растительности и бактерій.

### Приложенія.

## ОГЛАВЛЕНИЕ ВТОРОЙ ЧАСТИ.

|                                                           | СТР. |
|-----------------------------------------------------------|------|
| § 110. Указатель литературы къ третьему выпуску . . . . . | 625  |

### ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

#### Количество и составъ сточныхъ водъ . . . . . —

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 111. Вещества подлежащія удаленію изъ предѣловъ населенныхъ мѣстностей . . . . . | 643 |
| § 112. Свойства поверхностныхъ (уличныхъ) водъ . . . . .                           | 644 |
| § 113. Количество уличныхъ водъ . . . . .                                          | 645 |
| § 114. Свойства домовыхъ водъ . . . . .                                            | 671 |
| § 115. Количество домовыхъ водъ . . . . .                                          | 674 |
| § 116. Фабричныя воды . . . . .                                                    | 677 |
| § 117. Грунтовыя воды . . . . .                                                    | 681 |
| § 118. Составъ сточныхъ водъ . . . . .                                             | 681 |
| § 119. Ливнеотводы и разжиженіе домовыхъ водъ уличными . . . . .                   | 687 |

### ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

#### Системы водостоковъ и главнѣйшія основанія для ихъ проектированія . . . . . 692

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 120. Силы, посредствомъ коихъ удаляются нечистоты . . . . .                                | 692 |
| § 121. Классификація системъ удаленія нечистотъ и общій составъ свѣтл. водостоковъ . . . . . | 694 |
| § 122. Руководящія основанія при составленіи проекта водостоковъ . . . . .                   | 697 |
| § 123. Общій порядокъ расчета свѣтл. водостоковъ . . . . .                                   | 702 |

### ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

#### Поперечныя сѣченія водостоковъ, поверхностныхъ и подземныхъ . . . . . 705

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| § 124. Общія указанія . . . . .         | 705 |
| § 125. Прямоугольное сѣченіе . . . . .  | 708 |
| § 126. Трапецидальное сѣченіе . . . . . | 710 |
| § 127. Круглое сѣченіе . . . . .        | 711 |
| § 128. Овоидальное сѣченіе . . . . .    | 714 |
| § 129. Лотковое сѣченіе . . . . .       | 721 |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 130. Водостоки—туннели съ кюветомъ . . . . .                                          | 721 |
| § 131. Съчненія водосточныхъ трубъ при наличности значительныхъ на-<br>поровъ . . . . . | 721 |
| § 132. Водостоки нераціональныхъ типовъ . . . . .                                       | 722 |

### ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

#### Общесплавная система.—Раеположеніе сѣти водо- стоковъ . . . . . 723

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 133. Непосредственный спускъ нечпототъ въ рѣкн . . . . .                                                           | 723 |
| § 134. Пересѣчная схема . . . . .                                                                                    | 723 |
| § 135. Радіальная схема . . . . .                                                                                    | 724 |
| § 136. Скорость теченія . . . . .                                                                                    | 726 |
| § 137. Уклонъ поверхности воды въ водостокахъ п глубина, на которую<br>должна быть опущена эта поверхность . . . . . | 730 |
| § 138. Уклонъ подошвы водостоковъ . . . . .                                                                          | 734 |

### ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

#### Общесплавная система.—Приемники сточныхъ водъ . 740

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 139. Приемники уличныхъ (поверхностныхъ) водъ . . . . .                                                 | 740 |
| § 140. Приемники дворовыхъ водъ . . . . .                                                                 | 746 |
| § 141. Приемники домовыхъ отбросовъ . . . . .                                                             | 746 |
| § 142. Домовая канализація . . . . .                                                                      | 748 |
| § 143. Гидравлическіе затворы внутри домовъ п приспособленія для<br>осмотра домовой канализаціи . . . . . | 765 |

### ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

#### Общесплавная система.—Уличные водостоки . . . 770

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| § 144. Трубопроводы . . . . .                                  | 770 |
| § 145. Керамиковыя трубы . . . . .                             | 770 |
| § 146. Асфальтовыя, бетонныя п желѣзобетонныя трубы . . . . .  | 782 |
| § 147. Металлическія трубы . . . . .                           | 786 |
| § 148. Кирпичные п каменные водостоки . . . . .                | 788 |
| § 149. Бетонные водостоки . . . . .                            | 795 |
| § 150. Производство работъ по сооруженію водостоковъ . . . . . | 798 |

### ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

#### Общесплавная система.—Приборы и дополнительные устройства . . . . . 806

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| § 151. Патрубки . . . . .                                      | 806 |
| § 152. Соединительные колодцы въ трубопроводахъ . . . . .      | 808 |
| § 153. Соединенія оvoidальныхъ коллекторовъ . . . . .          | 808 |
| § 154. Смотровые колодцы . . . . .                             | 812 |
| § 155. Ливнеотводы . . . . .                                   | 816 |
| § 156. Пересѣченія съ газо- п водопроводными трубами . . . . . | 817 |
| § 157. Дюкеры или сифоны п водопроводные мосты . . . . .       | 820 |
| § 158. Приспособленія для дренажа почвы . . . . .              | 824 |

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ.

СТР.

**Общеплавная система.—Промывка, очистка и вентиляция водосточковъ . . . . . 829**

- § 159. Необходимость мѣръ по поддержанію чистоты въ водосточной сѣти . . . . . 829
- § 160. Промывка водосточковъ малыхъ размѣровъ . . . . . 834
- § 161. Промывка водосточковъ большихъ размѣровъ . . . . . 838
- § 162. Промывка водосточковъ водою рѣкъ и каналовъ и т. п. . . . . 842
- § 163. Расположеніе промывныхъ приборовъ . . . . . 842
- § 164. Сохраненіе чистоты воздуха въ предѣлахъ сѣти . . . . . 846
- § 165. Дезинфекція коллекторнаго воздуха въ мѣстахъ сообщенія съ наружнымъ . . . . . 855

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ.

**Краткое обзорѣніе раздѣльныхъ системъ Льернура, Бурова, Берліе и Беринга . . . . . 858**

- § 166. Общія указанія относительно раздѣльныхъ системъ . . . . . 858
- § 167. Система Льернура . . . . . 860
- § 168. Система Бурова . . . . . 869
- § 169. Система Берліе . . . . . 870
- § 170. Система Беринга . . . . . 876

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ.

**Гидропневматическая система Шопа . . . . . 882**

- § 171. Общее описаніе системы Шопа . . . . . 882
- § 172. Эжекторъ и его дѣйствіе . . . . . 884
- § 173. Эжекторныя станціи . . . . . 889
- § 174. Капализація сжатаго воздуха . . . . . 889
- § 175. Промываніе водосточной сѣти . . . . . 890
- § 176. Примѣненія системы Шопа . . . . . 894

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯ.

**Послѣдствія спуска нечистотъ въ рѣки . . . . . 902**

- § 177. Общее положеніе вопроса о судьбахъ нечистотъ и сточныхъ водъ . . . . . 902
- § 178. Загрязненіе рѣкъ . . . . . 903
- § 179. Мнѣнія объ уменьшеніи опасности загрязненія рѣкъ исключеніемъ изъ сточныхъ водъ изверженій . . . . . 907
- § 180. Самоочищеніе рѣчной воды . . . . . 909
- § 181. Неопредѣленность современной постановки вопроса о пользованіи рѣками для спуска нечистотъ . . . . . 911

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ.

**Очистка сточныхъ водъ искусственнымъ путемъ . . . . . 915**

- § 182. Общія основанія и главные методы искусственной очистки сточныхъ водъ . . . . . 915
- § 183. Очистительные бассейны во Франкфуртѣ на Майнѣ . . . . . 919

|                                                                                                                   | стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| § 184. Способъ Рекперъ-Роте и его примѣненіе въ Эссенѣ . . . . .                                                  | 923  |
| § 185. Торфяной фильтръ Петри и способъ Дегенера . . . . .                                                        | 929  |
| § 186. Условія необходимости очистки сточныхъ (городскихъ и фабричныхъ) водъ предъ спускомъ ихъ въ рѣки . . . . . | 933  |

### ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ.

#### Очистка сточныхъ водъ посредствомъ почвы, растительности и бактерій . . . . .

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 187. Очистительныя свойства почвы, какъ фильтра . . . . .                                                                     | 936 |
| § 188. Практическія затрудненія въ примѣненіи очистки сточныхъ водъ фильтраціей и соединеніи фильтраціи съ орошеніемъ . . . . . | 944 |
| § 189. Основныя черты очистительнаго процесса при орошеніи . . . . .                                                            | 916 |
| § 190. Значеніе состава почвы и отношеніе между количествомъ сточныхъ водъ и орошаемой поверхностью . . . . .                   | 950 |
| § 191. Сооруженія для отвода сточныхъ водъ на поля . . . . .                                                                    | 955 |
| § 192. Поля для орошенія и ихъ устройство . . . . .                                                                             | 959 |
| § 193. Зимнее орошеніе и зимніе бассейны . . . . .                                                                              | 961 |
| § 194. Значеніе орошаемыхъ сточными водами полей въ санитарномъ отношеніи . . . . .                                             | 962 |
| § 195. Вактеріолізъ . . . . .                                                                                                   | 965 |

## Предисловіе къ III выпуску.

---

Третій выпускъ курса лекцій по водоснабженію и водостокамъ посвященъ разсмотрѣнію главныхъ основаній канализации городовъ и представляетъ собою переработанный и дополненный трудъ, изданный въ 1897 году подъ заглавіемъ «Матеріалы для курса водостоковъ».

Къ третьему выпуску приложены: портретъ знаменитаго гигиениста Петтенкофера, примѣры заданій по проектамъ и упражненіямъ по водоснабженію и водостокамъ изъ числа предлагавшихся студентамъ Института и адресъ, поднесенный Институтомъ Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I—Императорской Военно-Медицинской Академіи въ день столѣтняго ея юбилея. Адресъ составленъ по указаніямъ Г. Директора Института М. Н. Герсеванова и устанавливаетъ необходимость солидарности въ дѣйствіяхъ инженеровъ и врачей въ области санитарной гидротехники.

**Составитель.**

# ВОДОСТОКИ.

---

## § 110. Указатель литературы къ третьему выпуску.

Помѣщаемыя здѣсь свѣдѣнія о литературѣ водостоковъ — отнюдь не имѣютъ въ виду представить полный перечень всѣхъ трудовъ, относящихся къ данному предмету, хотя составитель курса и нашелъ нужнымъ дать настоящему обзору большее развитіе, чѣмъ для первой части курса, въ виду меньшей разработанности въ отечественной литературѣ вопросовъ о водостокахъ.

Свѣдѣнія по русской литературѣ взяты, между прочимъ, изъ «Указателя литературы по вопросу объ удаленіи и обезвреживаніи нечистотъ изъ населенныхъ мѣстъ», составленнаго инженеромъ Ю. Н. Эрлихомъ, изъ Каталога Института Инженеровъ Путей Сообщенія, составленнаго Э. О. Радловымъ и другихъ источниковъ.

Данныя для иностранной литературы почерпнуты отчасти изъ сочиненія «Blasius'a и Büsing'a — Die Städtereinigung», отчасти собраны непосредственно.

При этомъ, въ мѣрѣ возможности, въ оба отдѣла помѣщены свѣдѣнія о новѣйшихъ сочиненіяхъ, явившихся въ свѣтъ послѣ напечатанія перечисленныхъ выше источниковъ.

---

## О т д ѣ л ъ I.

### Перечень сочиненій на русскомъ языкѣ.

Балугьянекій, А. М. Очищеніе городовъ посредствомъ сжиганія нечистотъ  
Докладъ Моск. Отд. Р. И. Техн. О. Москва. 1878.  
Баталинъ, О. О различныхъ способахъ осушенія земли. Петербургъ 1874.



- Баталпнъ, Ѳ. Пневматическая канализация А. Штукепберга. Библиографическая статья. Петербургъ 1875.
- Теория пневматической канализации. Петербургъ 1875.
- Безпаловъ, А. П. Водостокъ. Петербургъ 1856.
- Дренажныя трубы. Часть I. Петербургъ 1857.
- Бензенгръ, В. Объ оздоровленіи городовъ. Москва 1884.
- Буровъ, А. и Поллардъ, Э. Объ удаленіи и дезинфекціи нечистотъ въ С.-Петербургѣ. Петербургъ 1874.
- Веденяпшъ, А. А. Докладъ: „О сравнительномъ достоинствѣ различныхъ системъ удаленія нечистотъ изъ городовъ“. 1883.
- Веррго, А. Исслѣдованіе почвы пересыпи по отношенію къ вопросу объ орошеніи нечистотамъ. Одесса 1878.
- Впрховъ, Р. Работы объ очисткѣ и канализации Берлина Москва 1879.
- Водостокъ. Курсъ, читанный въ Институтѣ Гражданскихъ Инженеровъ въ 1883—84 году. С.-Петербургъ.
- Воеводскій. Устройство для полного обезвреживанія всѣхъ больничныхъ нечистотъ. Спб. 1894.
- Уничтоженіе путемъ утилизациі отбросовъ и нечистотъ скотобоенъ и пр. Спб. 1881.
- Гобрехтъ. Пояснительная записка къ проекту канализации Москвы. (Изв. Моск. Гор. Дум. 1882).
- Гомплевскій, В. Г. Оздоровленіе русскихъ городовъ путемъ утилизациі городскихъ нечистотъ для сельскаго хозяйства. Спб. 1887.
- Къ вопросу объ оздоровленіи городовъ утилизаціей нечистотъ въ интересахъ земледѣлія.
- Гренбергъ, К. Краткое описаніе устройства водостоковъ и городского очищенія. Одесса 1868.
- Пояснительная записка къ проекту водостоковъ г. Одессы. Одесса 1869.
- Краткій обзоръ развитія вопроса о канализации г. Одессы и замѣчаніе на докладъ комиссіи Одеск. Отд. Техн. Общ. Одесса.
- Гречъ и Чижовъ. Расчетъ и устройство водостоковъ. Спб. 1891. 141 стр. и 14 табл. черт.
- Добротславнъ, А. Гигіена. Курсъ общественнаго здравоохраненія. Спб. 1882.
- Теория Петтенкофера и примѣненіе ея къ почвѣ Петербурга. Спб.
- Докладъ подкомиссіи для производства опытовъ надъ вентиляціей въ сточныхъ трубахъ Москвы. 1895.
- Домантовичъ, И. Записка по проектамъ объ отводѣ городскихъ нечистотъ, поступившимъ въ учрежденную при С.-Петербургской думѣ комиссію по устройству въ С.-Петербургѣ мостовыхъ и трубъ для отвода нечистотъ. Спб. 1874.
- О введеніи въ 9 незарѣчныхъ частяхъ С.-Петербурга пневматической системы отвода нечистотъ по способу инженеръ-технолога Букова. Спб. 1874.
- Доминиканъ. Пояснительная записка по изысканіямъ, произведеннымъ для избранія лучшихъ направленій коллекторовъ въ Одессѣ. Одесса 1870.
- Пояснительная записка къ проекту коллекторовъ г. Одессы. Одесса 1870.
- Разборъ вычисленій проекта коллекторовъ г. Одессы Компаніи Задлера и Армана. Одесса 1870.
- О свободной и закрытой системахъ очищенія городовъ и отводѣ нечистыхъ водъ на окрестныя поля для орошенія ихъ. Одесса 1874.
- Дурново, В. П. Оздоровленіе Москвы, губернскихъ и уѣздныхъ городовъ. Москва 1893.
- Житкевичъ, Н. Примѣненіе желѣзо-бетона къ канализации и водоснабженію городовъ. Спб. 1899.
- Плоскія желѣзо-бетонныя покрытія и ихъ расчетъ. Спб. 1899.
- Журналы засѣданій комиссіи при участіи гг. членовъ общества охраненія народнаго здравія, по разсмотрѣнію вопросовъ объ очисткѣ городовъ. Проектъ канализации С.-Петербурга, составленный инженеромъ Лидлеемъ. Труды III (санитарнаго) отдѣла Императорскаго русскаго техническаго общества 1881—1886. Спб. 1886.
- Записка, Краткая—по вопросу о выборѣ системы водостоковъ для г. Одессы. Одесса 1868.

- Зуевъ и Діатроповъ. Одесскія поля орошенія. Одесса 1898.
- Карловичъ, В. Санитарно-Инженерные очерки. Воздухъ. — Вода. — Почва. — Удаленіе отбросовъ и проч. (изъ Инженернаго Журнала 1882 г.). Спб. 1882.
- Кастальскій, В. Канализація Москвы по сплавной системѣ.
- Контковскій, Е. В. Вопросы по оздоровленію городовъ на VIII-международномъ гигиеническомъ конгрессѣ въ Будапештѣ въ 1894 г. Спб. 1895 и 1897 гг.
- Котляревскій, П. Н. Замѣтки по канализаціи городовъ въ связи съ вопросомъ объ ассенизаціи большихъ ж. д. станцій. 1886.
- О соединеніи водопроводныхъ трубъ.
- Клебертъ К. Канализація нечистотъ С.-Петербурга по раздѣлительной системѣ Беринга. Спб. 1883.
- Л. Л. Замѣтка къ вопросу о канализаціи и ассенизаціи городовъ. Извлеченіе изъ „Русск Вѣд.“ за Іюнь и Іюль 1876.
- Липдлей В. Проектъ канализаціи и водоснабженія г. Варшавы. Переводъ съ нѣмецкаго. Замѣчанія, сдѣланныя на проектъ канализаціи города Варшавы и объясненія по симъ замѣчаніямъ В. Липдлея. Варшава 1879.
- Водостоки столичнаго города С.-Петербурга, Проектъ на устройство водостоконъ на пространствѣ между р. Большою Невою и Обводнымъ Каналомъ, составленный инженеромъ Липдлеемъ по порученію С.-Петербургской Городской Думы. Изданъ въ русскомъ переводѣ подъ наблюденіемъ Городской Комисіи по изысканію системы для отвода нечистотъ изъ С.-Петербурга.
- Часть I. Докладъ. Спб. 1883.
- II. Главный планъ сѣтн. водостоконъ. Спб. 1884.
- III. Специальные чертежи. Спб. 1882.
- IV. Сметы. Спб. 1882.
- V. Пояснительныя записки. Спб. 1884.
- VI. Пояснительные чертежи. Спб. 1884.
- Описаніе водопроводныхъ и канализаціонныхъ сооруженій г. Варшавы. Варшава 1895.
- Медвѣдевъ, П. И. По вопросу о канализаціи Москвы. (Замѣч. на реф. Э. П. Попова Мед. Общ. 1879. Т. XI. Отд. III.) Москва 1879.
- Мейеръ, Л. X. Системы канализаціи городовъ и способы очистки грязной канализаціонной воды. Кіевъ 1887.
- Мельниковъ, Н. П. Одесскія поля орошенія.
- Объяснительная записка къ вопросу объ удаленіи нечистотъ въ С.-Петербургѣ способомъ инженеръ-технолога Бурова. 1874.
- Описаніе новыхъ скотобоевъ. Спб. 1882.
- Очищеніи, Обь — и канализаціи городовъ. Спб. 1874.
- Пасыпкинъ, Удаленіе нечистотъ пневматическимъ способомъ. Спб. 1884.
- Пель, А. X. Планъ С.-Петербурга съ показаніемъ уровня почвы, почвенной воды и линіи наводненія бывшаго 7 Ноября 1824 года. Спб. 1870.
- Петтенкоферъ. Канализація и вывозъ нечистотъ. Популярныя лекціи. Переводъ съ нѣмецкаго инженеровъ С. Уманскаго и А. Попова. Москва 1877.
- Полярдъ, Э. и Племянниковъ, А. Къ докладу о канализаціи. Спб. 1874.
- Поповъ, М. Къ вопросу о канализаціи С.-Петербурга водостоками. Критическій разборъ системы отвода концентрированныхъ нечистотъ по проекту Г. Бурова. Спб. 1870.
- 2-я записка. Общій очеркъ системы и финансовая операція.
- 3-я записка. Выгребно-отводная система по проекту Бурова и Полларда.
- 4-я записка. Система Попова. Спб. 1873.
- Къ вопросу о канализаціи С.-Петербурга правильными водостоками въ связи съ улучшеніемъ мостовыхъ. Спб. 1870.
- Два проекта удаленія нечистотъ изъ города и двѣ системы извлеченія пользы изъ нечистотъ. Спб. 1873.
- Водостоки и мостовыя. Спб. 1874.
- Санитарныя мѣропріятія. Стоки за границею и въ Россіи. Записки М. Попова. Городскіе и загородные стоки за границею. Городскіе и загородные стоки въ Россіи. Приложение: Табелы устройства водостоконъ. — Домовыя и дворовыя стоки системы М. Попова. Приложение: Цѣны на гончарныя

- трубы и на друія подѣлки потребныя для приспособленія отхожихъ мѣсть по системѣ М. Попова на 1875 г. Спб.
- Проектъ оздоровленія С.-Петербурга удаленіемъ изъ города нечистотъ. Спб. 1882.
- Саблиппъ. Замѣтки по канализаціи городовъ (спст. Шона). Кіевъ 1891. 40 стр. 4 табл. черт.
- Савицкій, М. Записка объ изслѣдованіяхъ относительно мѣстности С.-Петербурга, произведенныхъ по поводу предположеннаго составленія проекта для отвода нечистотъ изъ города и для устройства въ ономъ мостовыхъ. Спб. 1881.
- Саловъ, В. В. Историческій очеркъ Петербургскихъ наводненій и предположеній относительно предохраненія низменныхъ частей г. С.-Петербурга отъ затопленія. Спб. 1898.
- Силнчъ, Л. Матеріалы для вопроса объ изслѣдованіи почвы города С.-Петербурга. Диссертация на степень доктора медицины. Спб. 1879.
- Скворцовъ, Пр. Обзоръ способовъ удаленія нечистотъ изъ населенныхъ мѣсть. Спб. 1875.
- Сооруженіи, О — гранитныхъ мостовыхъ и устройствѣ водосточныхъ трубъ въ Одессѣ. 1864.
- Солодунинъ, Г. А. Пневматическая система канализаціи, какъ лучшей и дешевой способъ очистки городовъ. Спб. 1893.
- Солодунинъ. О примѣненіи пневматической очистки нечистотъ въ Спб. Спб. 1881.
- Тимоновъ, В. Е. Матеріалы для курса водостоковъ. Спб. 1892. 302 стр. 217 черт. — Матеріалы для курса водоснабженія (Врем. изд.). I вып. Спб. 1897. 77 стр. 8 табл. черт. — Матеріалы для курса водоснабженія. Вып. II. 65 стр. 3 табл. чертежей. Спб. 1898. — Водоснабженіе и водостоки (Курсъ лекцій читанныхъ студентамъ Института Инжен. Пут. Сообщ. Императора Александра I). Выпускъ I. Общее введеніе. Водоснабженіе (главы III—VII). Спб. 1899. VIII + 368 стр., 390 черт. въ текстѣ. — Выпускъ II. Водоснабженіе (главы VIII—X и матеріалы для главъ XI и XII). Спб. 1900. XIII + 240 стр., 146 черт. въ текстѣ и 3 табл.
- Труды Высочайше утв. Рус. Общ. Охр. Парод. Здравія.
- Труды русскихъ водопроводныхъ Свѣздовъ (1893, 1895, 1897 и 1899).
- Труды III (санитарнаго) отдѣла Императорскаго русскаго техническаго общества 1880—1884 г. Журналы засѣданій при участіи гг. членовъ общества охраненія народнаго здравія, по разсмотрѣнію вопросовъ объ очисткѣ городовъ. Спб. 1884.
- Федоровъ, Е. Удаленіе нечистотъ изъ городовъ и населенныхъ мѣсть. Читано на Общ. Собр. Каз. Отд. Им. Рус. Техн. Общ. 28 Янв. 1884 года). Казань 1884.
- Флавицкій, И. Отопленіе и оздоровленіе жилыхъ помѣщеній. Спб. 1882.
- Хлопинъ, Г. В. Гигіена и санитарія съ исторической точки зрѣнія. Спб. 1897. — О раздѣльной системѣ сплавной канализаціи городовъ. Москва 1889.
- Штукенбергъ, А. Пневматическая канализація для удаленія домашнихъ нечистотъ изъ городовъ по чугуннымъ трубамъ силою атмосфернаго давленія съ примѣненіемъ къ Петербургу въ техническомъ отношеніи. Спб. 1874. — Пневматическая канализація. Дополненіе къ книгѣ изданной въ 1874 году. Спб. 1875.
- Чиловъ. Водостоки города Парижа. Спб. 1893. 93 стр. 11 табл. чертежей. — Водостоки. Выпускъ I. Спб. 1895. 152 стр. Выпускъ II. Спб. 1896. 148 стр.
- Эрисманъ, Ф. Ф. Различные способы удаленія нечистотъ изъ населенныхъ мѣсть по отношенію къ оздоровленію городовъ. Спб. 1875. — Курсъ Гигіены. т. II. Одежда, отопленіе, освѣщеніе, удаленіе нечистотъ, санитарная статистика. Москва 1887. 402 стр.
- Эрянхъ, Ю. Н. Указатель литературы по вопросу объ удаленіи и обезвреживаніи нечистотъ; разныя системы канализаціи и вывоза. Спб. 1885.
- Яхненко, С. С. Отчетъ о бетонныхъ водостокахъ, построенныхъ хозяйственнымъ способомъ въ 1874, 1875 и 1876 годахъ. Одесса 1877.

## О Т Д Ъ Л Ъ II.

### Перечень сочинений на иностранныхъ язынахъ.

Материалы для историческаго обзора канализации городовъ. — Сочиненія общаго характера, руководства, курсы и описанія канализационныхъ работъ. — Задача овдоровленія городовъ въ ея общемъ значеніи.

Abnahme der Sterblichkeit infolge unterirdischer Entwässerungsanlagen, in den Engineering News (1885)

J. W. Adams, Sewers and drains for populous districts, New York, 1887.

Agthe, Bericht über die Vorarbeiten für die systematische Entwässerung und Reinigung der Stadt Riga, Riga 1886.

— Versuch der Beantwortung einiger Fragen, betr. die systematische Reinigung und Entwässerung der Stadt Riga.

Aird, Ein Rückblick auf die Kanalisation von London, Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege (1887).

Albu, Die öffentliche Gesundheitspflege in Berlin. Berlin, 1877.

Arnould, Eloignement des immondices, Nouveaux élémens d'hygiène. 2 édit. Paris, 1889.

Assainissement de Paris. Des eaux d'égout et des Vidanges. Societé d'études. Paris 1875.

Assainissement des villes et des habitations. Les études parues dans les Annales de la Construction. Assainissement de la ville de Toulon, avec une planche. Livraison d'août 1885.

— Nouveaux types de latrines publiques et privées, avec écoulement direct à l'égout, avec une planche. Livraison de juin 1885.

— Siphon de Clichy-Asnières sous la Seine, avec 4 planches. Livraisons de janvier et de mars 1895.

— Assainissement de la ville de Bizerte, avec 1 planche. Livraison de juin 1895.

— Destruction des gadoues par le feu. Livraison de décembre 1895.

— Construction du nouvel égout collecteur à Paris, entre la place de la Trinité et la porte de Clichy, avec 1 planche. Livraison de mai 1896.

— Le système d'épuration des eaux vannes d'East Molesez (Angleterre), avec une planche. Livraison d'octobre 1896.

— Usine pour la destruction par le feu, des ordures de la ville de Bath (Angleterre), avec une planche. Livraison de décembre 1896.

— Description des égouts de la ville de Buenos-Ayres, avec une planche. Livraison de mars 1897.

— Note sur divers moyens d'augmenter le débit des bouches d'égout. Livraison de juillet 1897.

— Note sur le procédé Arnold employé en Amérique pour le traitement des ordures ménagères. Livraison d'août 1897.

Badois et Bieber. Assainissement comparé de Paris et des grandes villes de l'Europe, Berlin, Amsterdam, La Haye, Bruxelles, Londres. 1 volume grand in-8°.

Bailey Denton, J. Sewage Farming. London 1870.

— The Sewage Question. London 1871.

Barde. Salubrité des habitations et hygiène des villes; humidité, water-closets, drainage, plomberie, cuisines, planchers, dallages, chauffage, ventilation, service, d'eau, égouts, voirie, édilité, assainissement des villes, etc. 1 volume grand in-8° avec 22 figures dans le texte.

Baron im Centralhl. f. allgemeine Gesundheitspflege (1886) über den Einfluss von Kanalisation und Wasserversorgung auf Typhus- und Cholerafrequenz.

Baumeister, Städteerweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung (1876).

Baumeister, Zur Kanalisationsfrage in Mainz, 1879.

- Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, 1890.  
Bazalgette on the Drainage of London. London, 1865.  
Bechmann. Salubrité Urbaine. Distribution d'eau et assainissement. 2-e edition  
2 volumes. Paris 1898—1900.  
Bechmann et Launay. Notice sur les travaux de l'aqueduc et du parc agricole de  
l'Acherès. Paris 1897.  
Becker, Die Kanalisation der Stadt Königsberg; 1890.  
Belgrand, Les travaux souterrains de Paris, 1875—1883.  
Bericht über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat in München  
niedergesetzten Kommission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr,  
München 1876.  
Bericht von Münchener Commission über Canalisations- und Berieselungs-Anlagen  
sowie Liernur-Anlagen. München 1879.  
Bericht über die Allgem. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des  
Rettungswesens in Berlin 1882/83. 3. Bd. (1886).  
Blasius, R. und Büsing, F. W. Städtereinigung. Jena. 1894.  
Bochmann. Die Reinigung und Entwässerung der Städte. Riga 1877.  
Borough of Birmingham. Report of the Sewage inquiry Commitee. London, 1871.  
Brix, Die Kanalisation von Wiesbaden, Wiesbaden 1887.  
— Bd. 1 des Handbuchs von Behring: Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten,  
1894.  
Brix, J. Das Eichen'sche Verfahren zur Reinigung städtischer und industrieller Ab-  
wässer. 1898.  
Brunfaut. Les odeurs de Paris. Assainissement. 1 volume in-12°.  
— Assainissement de la ville de Paris. In-8°.  
Bürkli-Ziegler, Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle und Behandlung der Ab-  
fallstoffe aus Städten, 1866.  
— The cleaning and sewerage of cities; sewerage, sewage disposal and street clean-  
ing, New York 1891.  
Büsing, F. W. Die Städtereinigung. Stuttgart 1897.  
Centralbl. der Bauverwaltung:  
Jahrg. 1884 о канализации Париза;  
1885 " " Berlin'a.  
Centralbl. f. allgemeine Gesundheitspflege соответственныя сообщенія  
почти во всѣ годы.  
Chrétien. Les odeurs de Paris. Étude analitique des causes qui concourent à l'insa-  
lubrité de la ville et des moyens de les combattre. In-8°.  
City of Newton. Annual Report of the City Engineer 1896.  
— " " " " " " 1897.  
— " " " " " " 1898.  
Cresy, Encyclopaedia of Civil Engineering. London 1847.  
Cunz, Kanalisation von Karlsbad, Karlsbad 1807.  
Debauve, A. Distribution d'eau. Egouts. Paris 1897.  
Dempsey, G. D. On the drainage of lands, towns and buildings. London 1890.  
Denfer, J. Plomberie. Eau. Assainissement. Gas. Paris 1897.  
D'Esménard. Congrès d'assainissement. Premier congrès d'assainissement et de sa-  
lubrité (Paris 1895). Compte rendu des travaux. 1 volume grand in-8°, avec 67  
figures dans le texte et 4 planches.  
Deutsche Bauzeitung:  
Jahrg. 1880 о канализации Mainz'a;  
" 1885 " " Bremen'a и London'a;  
" 1887 " " Szegedin'a.  
Dobel, Kanalisation, Anlage und Bau städtischer Abzugskanäle und Hausentwäs-  
serungen, Stuttgart 1866.  
Dörich, Wasserversorgung und Kanalisation von Bunslau (1883).  
Duchesne. Hygiène générale et industrielle; ouvrage rédigé conformément au pro-  
gramme du cours d'hygiène industrielle de l'École centrale. 1 volume grand in-8,  
avec figures dans le texte.  
Dunbar. Die Behandlung städtischer Spüljauche. Deutsches Vierteljahrschrift für  
öffentl. Gesundheit. Bd. XXXI, Heft L.

Durand-Claye, Les travaux de l'assainissement de Danzig, Berlin, Breslau, Revue d'hygiène 1884.

— Assainissement de la Seine. Paris, 1875.

Emmerich, R. und Rocknagel, G. Die Wohnung. Leipzig 1894.

Engineering News 1884 о канализации Boston'a.

Ericksen, J. Zur Frage über die Canalisation und Reinigung von St.-Petersburg. St.-Petersburg 1874.

Erismann in Pettenkofer, Handbubh der Hygiene. 2. Bd. 1. Abt. S. 75.

Eulenberg, Handbuch des öffentl. Gesundheitswesens (1887).

— Gutachten über die Kanalisation der Städte, Berlin 1883.

Festschrift der Stadt Berlin, dargeboten dem 10. internationalen medizinischen Kongress 1890.

Finkelnburg, Die öffentliche Gesundheitspflege Englands (1874).

First Report of the Commissioners appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. London 1870.

Flügge. Beiträge zur Hygiene (1879).

Fischer, F. Die Verwerthung der Städtischen und Industrie Abfallstoffe. Leipzig 1875

Fodor, J. Hygiene des Bodens. Jena 1893.

Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser (1882).

Fonsagrives J. B. Hygiène et Assainissement des villes. Paris, 1874.

Franklin, A. La vie privée d'autrefois L'hygiène. Paris 1890.

Franzius u. Sonne, Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd. 3. Aufl. (1893).

Freycinet, Ch. Traité d'assainissement industriel. Paris 1870.

— Rapport supplémentaire sur l'assainissement industriel. Paris 1868.

— Principes de l'assainissement des villes. Paris 1870.

Friedrich. Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin 1897.

Gesundheitsingenieur:

Jahrg. 1873 о канализации Вреславля;

„ 1889 „ Düsseldorfa;

„ 1889 „ Karlsruhe;

„ 1891 „ Charlottenburg'a;

„ 1893 „ Köln'a.

Gildemeister, Die Städtereinigungsfrage für Bremen.

Gordon, The drainage of continental towns, Leicester 1885. Dresden 1884.

Gordon, Generelles Projekt zur Kanalisation von München 1876.

— The drainage of continental towns, Leicester 1885.

— Kanalisation der Stadt Heilbronn, 1876.

— Erläuterungsbericht zu dem Dispositionsplan über die Anlage von Spülkanälen in Stuttgart, 1876.

Hamburg in naturwissenschaftlicher und medizinischer Beziehung, Festschrift zur 49. Versammlung deutsch. Naturforscher und Aerzte 1876.

Heider, A. Untersuchungen über die Verunreinigung der Donau durch die Abwässer der Stadt Wien. Wien 1893.

Hervieu, J. Traité pratique de la construction des égouts. Paris 1897.

Hitchmann. The Sewage of Towns. Papers by various authors read at a Congress on the Sewage of Towns. London 1866.

Hohrecht, Die Kanalisation von Stettin (1868).

— Beiträge zur Beurteilung des gegenwärtigen Standes der Kanalisations- u. s. w. Frage, 1883.

Hobrecht, Die Kanalisation der Stadt Stettin, 1868.

— Die Kanalisation von Berlin, 1884.

Hueppe im Journal f. Gasbeleuchtung (1887) über denselben Gegenstand.

Hügel. Kanalisation und Abfuhr in Würzburg, 1886.

Installations de bains. Les monographies parues dans les Annales de la Construction. Le Hammam ou bains turco-romains, à Paris, avec 3 planches. Livraisons de juillet et août 1877.

— Bains et lavabos du collège Chaptal, avec une planche. Livraison de mars 1879.

— Etablissement de bains avec piscine pour la natation, à Paris, avec 1 planche. Livraison de décembre 1886.

- Installations. Bains de l'hôpital Saint-Antoine, à Paris, avec 1 planche. Livraison de mars 1887.
- Installations des appareils de bains, avec 2 planches. Livraisons de février et mars 1888.
- Bains d'aspersion, à l'École militaire de Saint-Cyr, avec 1 planche. Livraison de juin 1888.
- Petit établissement de bains, rue Guillaume-Tell, à Paris, avec 1 planche. Livraison de novembre 1891.
- Installation des water-closets. Les études parues dans les Annales de la Construction.
- Installation des water-closets et urinoirs. Etude des principaux systèmes de Doulton, Geneste et Herscher, Flicoteaux, Rogier-Mothes, etc., avec une planche.— Livraisons de novembre et décembre 1886 et de mai 1887.
- Appareil dit «aéro-hydraulique», système Beauvalet, pour l'utilisation des eaux sans pression au lavage de W. C. et la suppression de la congélation des conduites, avec une planche. Livraison de novembre 1896.
- Kaftan, Reinigung und Entwässerung der Städte, 1880.
- Kanalisation von Karlsruhe. Bearbeitet durch das Städtische Wasser- und Strassenbau Amt. Karlsruhe 1880.
- Kast, H. Reinigung und Entwässerung Freiburgs in B. Freiburg in B. 1876.
- Klasen, L. Die Entwässerungsanlagen in ihren Grundzügen. Halle 1874.
- Kiersted, Sewage Disposai. New York 1894.
- Knauff, Allgem. Grundsätze für eine system. Reinig. u. Entwässerung der Städte, Gesundheitsingenieur (1881).
- Die Ableitung des Regenwassers aus Städten, Gesundheitsingenieur (1882).
- Köhn, Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitspflege (1887).
- Koppin, Ueber die Entwässerung der Stadt Hamburg durch unterirdische Kanäle (1851).
- König, G. Ueber die Kanalisation kleiner Städte und Reinigung der Abwässer. Halle 1894.
- König, J. Die Verunreinigung der Gewässer. Zweite Aufl. Berlin 1899.
- Kraft, M. Fabrikhygiene. Wien 1891.
- Kuborn. Aperçu historique de l'hygiène publique en Belgique, depuis 1830. 1 vol. grand in-8°.
- Langsdorff, Die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiet der Städtereinigung, Dresden 1884.
- Latham, Frank. The Sanitation of domestic buildings. London 1898.
- Lavoires et Buanderies. Les études parues dans les Annales de la Construction.
- Installation d'une buanderie, 159 rue de l'Université, à Paris, avec 1 planche. Livraison de septembre 1888.
- Buanderie à l'hospice de Ferrari, à Clamart, avec 1 planche. Livraison de décembre 1892.
- Ateliers-lavoires en ciment et fer, système Monnier, à Boulogne, avec 1 planche. Livraison de janvier 1895.
- Latham-Baldwin, Sanitary Engineering, a guide to the construction of the works of sewerage and house drainage, 2. ed. London & New York 1878.
- Lent, Köln, Festschrift zur 61. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1888.
- Lent, Bericht über den „Generalbericht“ von Virchow über die Arbeiten der Städt. gem. Deputation in Berlin für die Untersuchung der auf Kanalisation bezügl. Fragen, Niederrhein. Korrespondenzbl. (1873).
- Lord Kelvin and A. Barr. The Horsfall Destructor. London.
- Machine à essayer les tuyaux. Avec 1 planche. Ce mémoire a paru dans la livraison de juin 1893 du Portefeuille des machines.
- Manchester Corporation. Report of the Rivers Committee. 1887.
- Menzies, W. A. Treatise on the Sanitary Management & Utilisation of Sewage London 1865.
- Merkel, Zur Geschichte der Technik, Deutsche Bauzeitung (1878).

Merriman, M. Elements of Sanitary Engineering. New-York 1898.

Это сочинение предоставляет особый интересъ по сборникамъ заключающихся въ немъ практическихъ упражненій для учащихся, имѣющихъ цѣлью ознакомиться ихъ съ санитарно-технической литературой).

Michaelis, Gordon u. Marx, Entwässerung der Stadt Dortmund, 1878 u. 1883.

A. Mille, Assainissement des villes pour l'eau, les égouts, les irrigations. Paris 1885. (Интересная исторія ассенизаціи Париза).

Mitgau, Die Kanalisation der Stadt Braunschweig, 1887.

— Bericht über die in Berlin, Amsterdam, Manchester, Croydon und Abingdon eingeführten Systeme der Städtereinigung, 1880.

Mittermaier, Reinigung und Entwässerung der Stadt Heidelberg, 1870.

Mollini, J. Hygiène publique. Lille 1891.

Mollins. Les eaux d'égout industrielles et ménagères. Leur épuration chimique et agricole; dangers des irrigations. 1 vol. in-<sup>o</sup>.

Moore. Sanitary Engineering. London 1898.

Notice sur les champs d'irrigation d'Odessa. Odessa 1894.

Ochwadt. Die Kanalisation mit Berieselung und das Dr. Petrische Verfahren. Berlin 1877.

v. Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr (1876 и 1880).

— in der Viertelj. f. öffentl. Gesundheitspflege 6. Bd.

— Das Kanal- oder Sielsystem in München (1869).

Phillips, J. Draniage & Sewerage of Towns. London 1872.

Pieper, C., Wie steht die Städtereinigungsfrage (Berlin). Dresden, 1873.

P. Pignon, Principes d'assainissement des habitations des villes et de la banlieu. Paris, 1890. I v. et atlas. (Хорошіе чертежи домовыхъ устройствъ.)

Putzeys, F. et E. L'hygiène dans la construction des habitations privées. Emplacement.—Matériaux de construction.—La maison et ses dépendances.—Chauffage.—Ventilation.—Eclairage.—Service des eaux.—Eloignement des immondices. 1 volume in-8<sup>o</sup>, avec 174 figures dans le texte et 6 planches.

Raumer. Das Kanalisiren und Drainiren der Städte. Breslau 1876.

Renier Malherbe, U. De l'assainissement des villes Mons 1870.

Reinigung und Entwässerung Berlins. Verhandlungen und Berichte über mehrere auf Veranlassung des Magistrats angestellte Versuche und Untersuchungen. Berlin 1871—1879.

Jul. Rochard, Encyclopédie d'hygiène, Tome 3, 211 ff.

Rothe, W. Das Röckner-Rothesche Verfahren. Beiuburg 1887.

Sautter, A. u. Dobel, E. Die Abfuhr und die Verwerthung der Fäkalstoffe in Stuttgart. Stuttgart, 1880.

Scherpf, Die Kanalisierung der Stadt Würzburg, 1867.

Schück. Die Schwemmkanalisation in Karlsruhe. 1893.

Schweizerischen Bauzeitung:

Jahrg. 1890 о канализации Winterthur'a.

Sommaruga. Die Städtereinigungs-Systeme in ihrer land- und volkswirtschaftlichen Bedeutung. Halle 1874.

Soyka. Untersuchungen zur Kanalisation (1885).

— Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände (Hygien. Tagesfragen L), München 1889.

The Engineer 1873 о канализации London'a.

Transact. of the Americ. Society of Civ. Engineer. 1889 о канализации Memphis'a.

Ueber die Reinigung der Städte (брошюра безъ автора имѣются въ виду нужды С.-Петербурга). St.-Peterburg 1874.

Van Overbeck de Meyer. Les systemes d'évacuation des eaux. Paris 1880.

Varrentrapp, Ueber Entwässerung der Städte, über Wert oder Unwert der Wasserklosetts und deren angebliche Folgen (1868).

— in der Viertelj. f. öffentl. Gesundheitspflege 12. Bd.

Vierling, Zur Kanalisationsfrage in Mainz, 1879.



Vierteljahrschr. f. ö. Gesundheitspfl.:

Jahrg. 1872 о канализации Bremen'a;

„ 1873 „ Düsseldorf'a и Frankfurt a/M.;

„ 1874 „ Witten'a a. d. R.;

„ 1880 „ Brüssel'a и Познанн;

„ 1883 „ Париза;

„ 1887 u. 1891 о канализации Charlottenburg'a.

Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege (1886).

Virchow, Kanalisation oder Abfuhr? Eine hygienische Studie (1869).

— Reinigung und Entwässerung von Danzig (1865).

— Gutachten über die Kanalisation Berlins (1868).

— Reinigung und Entwässerung Berlins; einleitende Verhandlungen und Berichte (1870 bis 1879) (darin enthalten der „Generalbericht“).

— Typhus und Städtereinigung, Deutsche Mediz. Wochenschrift (1876).

— Ueber die Kanalisation von Berlin. Berlin 1868.

Virchow und Guttstadt, Die Anstalten der Stadt Berlin für die öffentliche Gesundheitspflege, herausgegeben von den städtischen Behörden aus Anlass der 59 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1886.

Vogt, A. Städtereinigung und ein neues System ventilirten Labrinenhäuser. Born 1873.

A. Wazon, Principes techniques d'assainissement des villes et habitations. Paris, 1884.

Th. Weyl, Die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte (1893).

Weyl, Berl. klin. Wochenschrift (1893 und 1894). Dort ausgedehnte Diskussion der Berl. med. Gesellschaft über das eben citirte Werk von Th. Weyl.

Wiehe, Die Reinigung und Entwässerung von Berlin, 1861 u. 1869.

— Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig, unter Mitwirkung von Veit-meyer bearbeitet, Berlin. 1865. 1880.

— Wasserleitung, Kanalisation und Rieselfelder von Danzig, 1877.

— Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems zur Reinigung und Entwässerung von Königsberg. Berlin, 1880.

Winterhalter, Zur Kanalisation in München, München 1880.

Wochenschr. d. österr. Ingen.- u. Archit.-Ver.:

Jahrg. 1886 о канализации Варшавы.

Zeitschr. d. Archit.- u. Ingen.-Ver. f. Hannover:

Jahrg. 1877 о канализации Brüssel'a;

„ 1878, 1887 und 1891 о канализации Hannover'a.

Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen.:

Jahrg. 1891 о канализации Elberfeld'a.

Zeitschr. f. Bauwesen:

Jahrg. 1873' о канализации Witten'a;

„ 1890 „ Königsherg'a;

„ 1892 „ Неаполя.

Многочисленные общія свѣдѣнія о канализационныхъ устройствахъ заклю-  
чаютъ въ себѣ Bd. III des Berichts über die Allgem. deutsche Ausstellg. auf  
dem Gebiete der Hygiene u. s. w. Berlin 1882/83, Breslau 1886.

### Количество и составъ сточныхъ водъ.

Arnould, Nouveaux élémens d'hygiène 2 éd. (1889). Altonaer Nachr. 1861.

Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung (1890).

von Bebber, Die Regenverhältnisse Deutschlands 1877.

Behring, Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Bd. I (1894).

Bürkli-Ziegler, Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugskanälen. Zürich, 1880. Zusammenstellung derselben im Gesundheits-Ingenieur (1882).

Brix, Die Kanalisation von Wiesbaden (1887).

Durand-Claye, Отчеты о междунар. конгр. гигиены и демографии. 1887.

Ebermayer, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden (1873).

— Der Einfluss des Waldes und der Bestanddichte auf die Bodenfeuchtigkeit und

- die Sickerwassermengen, in den „Forschungen aus dem Gebiete der Agrikultur-Physik,“ (1889).
- Fischer, Das Wasser u. s. w. (1891).
- Die menschlichen Abfallstoffe (1892).
- Franzius und Sonne, Handbuch der Ingenieurwissenschaft 3., Bd.
- Gordon, The drainage of continental towns, Leicester 1885.
- Grandke, Die Rieselfelder von Berlin (1892).
- C. Heiden, Die menschlichen Exkremente, Hannover 1882.
- Heiden, Müller und v. Langsdorff, Beiträge zur Schwemmkanalisation (1882).
- Heinzerling, Die Abwasser (1885).
- Hellmann, Ueber Niederschlagsmengen, Zeitschr. des Königl. Preuss. statistischen Bureaus (1884) 251 ff. (auch als Sonderabdruck erschienen).
- Das Klima von Berlin, Abhandlungen des Königl. Preuss. meteorologischen Instituts 1. Bd. № 4.
- Ueber Einrichtung eines Regenfeldes in der Umgebung von Berlin und die Ergebnisse der Beobachtungen. Jahresberichte des Berliner Zweigvereins der Deutschen meteorologischen Gesellschaft von 1884 an.
- Hygienische Rundschau 1893 S. 802, 312, 605.
- Jurisch, Verunreinigung der Gewässer (1889).
- Koch, Desgl. in den Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. I.
- Köhn, Die Entwässerung von Charlottenburg, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege (1887).
- Lent, Köln, Festschrift zur 61. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1888.
- Lueger, Die Wasserversorgung der Städte (1892).
- Miquel, Ueber die Zahl der Mikroben im Wasser, in den Annales de Montsouris (1880).
- Mori, Ueber pathogene Bakterien im Kanalwasser, Zeitschr. f. Hygiene. 4 Bd.
- v. Nägeli, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten 1877.
- Salkowski, Untersuchungen über die Osdorfer Rieselfelder, Deutsch. medicin. Wochenschrift IX (1883).
- Seckendorf, Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. 2. Bd. (1879).
- Uffeimann, Jahresbericht über die Fortschritte der Gesundheitspflege. X. Jahrgang ff. Verwaltungsberichte des Magistrats von Berlin betr. die Verwaltung der Kanalisationswerke, vom Rechnungsjahre 1875 an.

## **Общесплавная система водостоковъ.**

### **а. Общее расположение сѣти водостоковъ.**

- Baumeister, Städtisches Strassenwesen u. Städteentwässerung, 1890.
- Entwässerung der Stadt Szegedin in d. Dtsch. Bauztg. 1887.
- Franzius u. Sonne, Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd.
- Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin, 1884. Centralbl. d. Bauverwltg. 1884.

### **б. Уклонъ каналовъ и скорости теченія.**

- Franzius u. Sonne, Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd.
- Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin, 1884.
- Horton, On flow in Sewers (Proc. Am. Soc. C. E. 1901, January).

### **с. Поперечныя сѣченія водостоковъ.**

- Baumeister, Städtisches Strassenwesen u. Städtereinigung, 1893.
- Bestimmung der Querschn. von Entwässerungskanälen, in der Zeitschr. d. Archit.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1875.
- Die Kanalprofile in der neuen Avenue de l'Opéra in Paris, in Nouv. Annal. de la constr. 1877.

Franzius u. Sonne, Handbuch der Ingen.-Wissensch. 3. Bd.  
Ueber den Querschnitt gemauerter Kanäle im Wochenbl. f. Archit. u. Ingen. 1884.

**d. Матеріалы и устройство водосточныхъ каналовъ.**

- О вліянніи кислотъ на строительные матеріалы водостоковъ см.:  
Bayrisch. Industrie- und Gewerbohl. 1878,  
Deutsch. Bauztg. 1879, 1882, 1883, 1894,  
Thonindustrietzg. 1878, 1893,  
Wochenbl. f. Arch. u. Ingen. 1879,  
Centralbl. d. Bauverwaltung (1884),  
О долговѣчности различныхъ строительныхъ матеріаловъ въ Вѣнскихъ водо-  
стокахъ см. Wochenschr. d. öster. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1879.  
Kanäle aus Betonguss mit Sohlen aus glasiertem Steinzeug, in der Zeitsch. d. öster.  
Ingen.- u. Arch.-Ver. 1877.  
Ueber das Verlegen von Ableitungsrohren aus gebranntem Thon, im Centralbl. der  
Bauverwltg. 1889.  
Renk, Die Kanalgaſe, deren hygien. Bedeutg. u. techn. Behandig., 1882.  
Gerhard, Anlage von Hausentwässerungen, 1889.  
Linse, Ueber Hauskanalisation, 1881.  
См. также Gesundheitsingenieur 1893 u. Hygien. Rundschau 1894.  
Webster & Wagner, On Subway Sewer Construction (Proc. Am. S. C. E. December, 1900.

**e. Глубина заложения каналовъ.**

- Arnould, Nouveaux élémens d'hygiène, 1889.  
Baumeister, Städtisches Strassenwesen u. Städtereinigung.  
Bericht der techn. Kommission des Altonaer Industrie-Ver. in der Beil. № 126 d.  
Altonaer Nachr. 1861.  
Chailly. Anlage und Bau der Abzugskanäle. Wien 1876.  
v. Fodor, im Gesundheitsingenieur 1883.  
— Hygien. Unters. über Luft, Boden u. Wasser, 1882.  
Gesundheitsingenieur 1893.  
M. v. Pettenkofer, Das Kanal- oder Sielsystem in München. Gutachten, abgegeben  
von der durch den Stadtmagistrat gewählten Kommission.  
Raynald Legouëz. Emploi du Bouclier dans la construction des Souterains.  
Paris. Baudry, 1897.  
The sewage flow of Chiswick; Transact. of the Proceedings of the Inst. of Civ. En-  
gineer, London.  
Wibel, in den Abhandl. d. Naturwissensch. Ver. von Hamburg 1883.  
Wolffhügel, in der Zeitschr. f. Biol. 11 Bd. und im Bericht über d. Verhdl. d. vom  
Stadtmagistrat München niedergesetzten Kommission f. Wasserversorgung, Kana-  
lisation und Abfuhr, 1874 u. 1875.  
— Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strassenkanäle und Abortgruben  
1875 Vierteljschr. f. ö. Gesdhtpfl. 1872 u. 1876.

**f. Приемные и смотровые колодцы.**

- Anlage von Strasseneinläufen, The Builder 1881.  
Baumeister, Städtisches Strassenwesen u. Städtereinigung, 1890.  
Einsteigeschächte und Lampenlöcher, im Scientif. American 1884.  
Franzius u. Sonne, Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd.

**g. Пересѣчевія водостоковъ съ текущими водами, трубопроводами,  
ливнеспуски и т. п. устройства.**

- Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, 1890.  
Düker durch die Alte Elbe für die Entwässerung d. Stadt Magdeburg, Dtsch. Bau-  
zeitg. (1893).  
Frankfurt a/M. und seine Bauten, 1886.  
Franzius u. Sonne, Handb. d. Ing.-Wissensch. 3. Bd.; Dtsch. Bauztg. (1893). und  
Gesundheitsingenieur (1893).

Hamburg und seine Bauten, 1890.

Heberleitung zur Entwässerung der Sandinsel in Breslau, Dtsch. Bauztg. (1891).

Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin, 1884.

Seeauslässe für Schwemmkanäle, im Scientific American (1881).

Selbstthätige Auslassschleuse in Salford, in The Engineer (1879).

Steuernagel, Kanalisation der Stadt Cöln, Vierteljschr. f. ö. Gesndhtspfl. (1892 u. 1893).

#### h. Промывка водостокѡвъ.

О большихъ самостоятельныхъ промывныхъ устройствахъ см.:

Centralbl. d. Bauverwaltung (1884),

Gesundheitsingen. (1884, 1886, 1887, 1890, 1892);

Dingler's Polytechn. Journal (1884, 1885), 257 Bd.;

Journal f. Gasbel. u. s. w. (1886);

The Engineer (1885);

Revue industr. (1885);

Génie civil (1886);

Engineering and Building Record (1889).

Устройства для очистки низкихъ каменныхъ каналовъ въ Engineering News (1885).

#### к. Вспяляція водостокѡвъ.

Crimp, Experiments on the movement of sewer air at Wimbledon, in Transact. of Inst. of Civ. Engin. London 1889.

Hesse, Quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen in den Mitt. a. d. Kaiserl. Gesdh.-A. 1884.

— Bemerkungen zur quantitativen Bestimmung der Mikroorganismen der Luft Zeitschr. f. Hyg. (1886) IV.

Lissauer, Ueber das Eindringen von Kanalgasen in die Wohnräume, Vierteljschr. f. ö. Gesundheitspfl. 13. Bd.

Mc Clellan, The sewer gases question, New-York 1890.

Miquel, Les organismes vivants de l'atmosphère, Paris 1883.

— Etude sur les poussières organiques de l'atmosphère, Compt. rend. hehd. de l'académie des sciences 1878 und in den Annales de Montsouris 1879.

— Septième mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et de l'eau, Ann. de Montsouris 1885.

Mori, Ueber pathogene Bakterien im Kanalwasser, Zeitschr. f. Hyg. 4. Bd.

v. Naegeli, Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankh. u. d. Gesundheitspfl. 1878.

— Uebergang von Spaltpilzen in die Luft, Centralbl. f. d. medicin. Wissenschaften, 1882.

Poincarè, Etude sur les circonstances qui peuvent faire varier la richesse des égouts en microbes, Revue d'hygiène 1889.

Soyka, Roszahgyi, Renk, Ueber Kanalgase als Verbreiter epidemischer Krankheiten, Vierteljschr. f. ö. Gesundheitspfl. 14 Bd.

Soyka, Untersuchungen zur Kanalisation, 1885.

Strachan, On sewer ventilation, Tr. Inst. C. Eng. 1886.

Ueber Lüftung von Strassenkanälen, im Gesundheitsingenieur 1880, 1888; Centralbl. d. Bauverwltg. 1882; Wochenbl. f. Bauk. 1886; The Builder 1880; Iron 1888. Scientific American 1873, 1880, 1886, 1889.

Ueber Vergiftungen durch Kanalgase siehe Vierteljschr. f. ger. Mediz. (1893) 3. Folge 5. Bd. 2. H.

Vermeintliche Typhusepidemien durch Kanalgase in Ann. d'hygiène, 21. Bd. 338.

Zuber, Des gaz d'égout et de leur influence sur la santé publique, Revue d'hygiène 1881.

— De l'influence pathogénique des gaz d'égout, Revue d'hygiène 1882.

#### l. Насосныя станціи.

Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung. 1880.

Frankfurt a/M. und seine Bauten, 1886.

Franzius u. Sonne, Handb. der Ing.-Wissensch. 3. Bd.  
Hamburg und seine Bauten, 1890.  
Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin 1884. Dtsch. Bauztg. (Breslauer Heber)  
1893 S. 505.  
Köln und seine Bauten, 1892.  
Vierteljschr. f. ö. Gesdhtspil. (1892).

**Домовая и дворовая канализация въ санитарномъ, техническомъ и  
полицейскомъ отношеніяхъ.**

Assmann, Die Be- und Entwässerung von Grundstücken, 1893.  
Barde, Salubrité des habitations et hygiène des villes, Genf 1891.  
Bargum, Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg, 1892.  
Baumeister. Normale Bauordnung, 1880.  
Bayley-Denton, Handbook of house sanitation, London 1882.  
Beielstein, Die Wasserleitung in Wohngebäuden, 2. Aufl. (1884). Aerzte, 1888.  
Brix, Die Kanalisation von Wiesbaden, 1887.  
Clarke, Plumbing practice, London 1891.  
Die Hausentwässerung unter besonderer Berücksichtigung der für die Stadt Köln  
giltigen Verordnungen, herausgeg. vom Archit.- u. Ingen.-Ver. f. Niederrhein u.  
Westphalen, Köln 1887.  
Dr. R. Emmerich, Wasserklosett-Anlagen, München 1892 (Sonderabdruck aus dem  
Bayr. Industrie- u. Gewerbebl.).  
Gerhard, Anlage von Hausentwässerungen, 1880. en,  
— House drainage and sanitary plumbing, Providence 1882.  
— Drainage and sewerage of dwellings, New York 1884.  
— Sanitary drainage of tenement houses, Hartford 1884.  
— The disposal of household wastes, New York 1891.  
— Die Hauskanalisation in der Deutsch. bautechn. Taschenbibliothek, 1885.  
v. Gruber, Anhaltspunkte f. d. Verfassung neuer Bauordnungen, 1893.  
Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin, 1884.  
v. d. Hude u. Hennicke, Entwässerung des Centralhotels in Berlin in der Zeitschr.  
f. Bauw. (1881).  
Janke, Die Schwemmkanalisation und die Anschlüsse der Grundstücke an dieselbe,  
Berlin 1879.  
Jäschke, Die preussischen Polizeigesetze.  
Koch, Die Be- und Entwässerungsanlagen der Grundstücke von Berlin, Berlin 1878.  
Knauff, Entwurf zu einem Normalstatut für Hausentwässerungen; „Der Rohreger“,  
1880.  
— Die Hauskanalisation in ihrer praktischen Ausführung mit Hinblick auf die für  
Berlin geltenden massgebenden Bestimmungen u. s. w., Berlin 1879.  
— Entwässerung und Reing. d. Gebäude im Handb. d. Archit. (1891) 3. Teil 5 Bd.  
Lent, Köln. Festschr. f. d. Mitglieder und Teilnehmer der 61. Vers. deutscher  
Naturf. u. Aerzte, 1888.  
Linse, Ueber Hauskanalisation, mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in  
Aachen, Aachen 1881.  
Lüftung der Hausleitungen in The Builder (1876); daselbst über Hausentwässerung,  
(1880); Beiträge von Rogers Field u. Corfield; desgl. daselbst über Mängel  
von Hausentwässerungen und ihre Folgen, 1876 u. 1879; über denselben Gegen-  
stand in The Engineer (1879 u. 1880).  
Passavant, Der verbesserte Erdabtritt Frankfurt a. M. 1879.  
Nadein, Neues Sanitär-Ökonomisches Canalisations-System.  
Peters, Die Kanalisationsanlagen des Central-Viehmarktes und -Schlachthofes zu  
Berlin im Wochenbl. f. Arch. u. Ingen. (1881 u. 1882).  
E. Putzeys, L'hygiène dans les constructions des habitations privées, Paris et Liège.  
Regulations of the Town Council of Aberdeen, regarding plans of new buildings and  
the mode of executing the drainage and ventilation of houses, 1893.  
Renk, Die Kanalgase, deren hygien. Bedeut. u. techn. Behdlg., 1889.  
Statut XXXI betr. die Baupolizeiordnung für die Stadtgemeinde Oldenburg, 1890.

- Stevens-Hellyer, Traité pratique de la salubrité des maisons, traduit de l'anglais par Poupard aîné, Paris 1889.  
P. Teale, Lebensgefahr im eigenen Hause; aus dem Englischen übersetzt von I. K. H. der Prinzess Christian v. Schlesw.-Holst., bearb. v. Wansleben, 1886.  
Vogel, Die Anlage der Häusentwässerungen in Hannover, Linden, 1893.  
Waring, The sanitary drainage of houses and towns, Boston 1889.

## Раздѣльныя системы водостокѡвъ.

### А. О раздѣльныхъ системахъ вообще.

- Baumeister, Das Separatsystem der Städtereinigung, Vierteljschr. f. öff. Gesundheitspfl., 15 Bd.  
— Städteerweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung, 1876.  
— Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, 1890.  
Berichte über den internationalen Kongress für Hygiene u. Demographie zu Wien, 1887, inshes. H. IV.  
— Über die Allgem. Deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens zu Berlin 1882/83, 3 Bd., 1886.  
Breyer, J., Die Beisetzung der Abfallstoffe durch das Gas Hochdruck-System. Wien, 1881.  
Clark, The separate system of sewerage, Report of the State Board of Health of Massachusetts, Boston 1881.  
Cöln, Festschrift von Dr. Lent zur 61. Versammlung deutsch. Naturforscher u. Aerzte, 1888.  
Die systemat. Reinigung u. Entwässerung der Städte, Gesundheits-Ingenieur 1881.  
Knauff, Ableitung des Regenwassers aus Städten, Gesundheits-Ingenieur 1882.  
Köhn, Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljschr. f. öff. Ges., 19. Bd.  
Le tout à l'égout; Rapport fait par la commission composée de Mr. A. Dévaux, Dr. en médecine, Inspect. général du service de santé civil et d'hygiène au ministère d'agriculture et de l'industrie et des travaux publics et de Mr. M. F. Putzeys, Dr. en méd., Professeur d'hygiène à l'Université de Liège, 1889.  
Mittermaier, Reinigung und Entwässerung von Heidelberg, 1870.  
Sanders, F., Vidange par la force hydraulique-système Sanders. St -Petersbourg, 1889.  
Staley and Pierson, The separate system, Newyork 1886.

### В. О системѣ Лиернура вообще.

- R. Blasius, Bericht über den 5. internationalen Kongress für Gesundheitspflege in Prag, V. f. öff. Ges. 17. Bd. 237 ff.  
Erismann, Entfernung der Abfallstoffe, in Pettenkofer's Handb. d. Hyg. u. d. Gewerbekrank. (1882) II. Teil I. Abt. 1. Hälfte.  
Glöckner, Die wirkliche Bedeutung der Versuche zur Einführung der pneumatischen Kanalisation zu Prag (1869).  
E. Heiden, A. Müller und K. v. Langsdorff, Die Verwertung der städtischen Fäkalien (1885), 184.  
Laurin, Das Liernur'sche System u. s. w., Prag 1869.  
Liernur, Ueber Strassenreinigung in den Städten, Monatsbl. f. öff. Ges. (1879). 2. Bd. 22.  
Dr. G. H. O. Volger, gen. Senckenberg, Die Schwemmsielfrage angesichts des Liernurschen Abfuhrverfahrens mit Saugsielen, Frankfurt a/M. 1869.  
Zeitschr. f. angew. Chemie (1891) № 10, 294.  
Сверхъ названныхъ см. о системѣ Лиернура нижеслѣдующія работы:

### Ва. Волѣ или менѣ безразлично относящіяся къ системѣ Лиернура.

- H. Eulenberg, Gutachten der Kgl. wissenschaftl. Deputation, betr. das Liernur'sche Reinigungsverfahren in Städten, Vierteljschr. f. Med. u. öff. San.-W. (1884) XL. Supplementheft.

- Knauff und Esser, Bericht über die zu Amsterdam und Leyden angestellten Versuche mit dem Liernur'schen Systeme, Viertelj. f. öff. Ges. (1871) 4 Bd. 316.
- L. Mitgau, Bericht über die in Berlin, Amsterdam etc. eingeführten Systeme der Städtereinigung, Braunschweig 1880.
- C. Wallis, Liernur's Differenseringsystem och fragan om städernas renhållning, Stockholm 1877 (nach Virchow-Hirsch, Jahresber. (1878), 503 eine kritische Darstellung des Liernur'schen Systems etc.).

### Bb. За систему Лиернур.

- Adam Scott, Darlegung und Kritik des Liernur'schen Städtereinigungssystems, Sanitary Record, 21. Nov. 1874.
- Arch. f. rat. Städteentwässerung, herausgegeben von Ch. T. Liernur (1891) 7. Heft, 201.
- E. Bochmann, Die Reinigung und Entwässerung der Städte, Riga, W. F. Hücker, 1877, 35 ff.
- Bornemann, Das Liernur-System Berlin 1892.
- R. Braungart, Der gegenwärtige Standpunkt der Städtereinigungsfrage und die Einführung des Schwemmkanalisationssystems in München, Freising, Dalterer, 1890.
- Die Einführung des pneumatischen Kanalisationssystems zu Prag und deren Resultate, Techn. Bl., V. d. d. Ingen.- u. Arch.-Ver. in Bohmen (1869) I. 1. Heft.
- Die Schwemmkanalisation vor den Berliner Stadtverordneten am 14. Oktober 1880, eine historisch-kritische Studie, Dresden 1881.
- Esser, Gutachten über das Liernur'sche System (für Heidelberg), V. f. öff. Ges. (1872) 4. Bd. 320.
- Ewich, Die Städtereinigungssysteme in Bezug auf Gesundheitspflege, Ackerbau, Nationalökonomie und Rentabilität, Monasschr. f. med. Stat. und öff. Gesundheitspf. (1869) № 7.
- Fr. Gesellius, Kanalisation oder Abfuhr, vom Standpunkte der Parasitentheorie für St. Petersburg, St. Petersburg, A. Münx, 1869. (NB. Kritisch widerlegt von Wasserfuhr, Viertelj. f. öff. Ges. 1. Bd. 204.
- F. C. Krepp, The Sewage Question, London 1867.
- Kanalisation und Abfuhr mit besonderer Beziehung auf Leipzig, vom Sanitätsausschuss des ärztl. Zweigvereins in Leipzig, Leipzig 1869 (kritisch widerlegt von Wasserfuhr, Viertelj. f. öff. Ges. 1. Bd. 270).
- Ch. T. Liernur, Offener Brief an die Teilnehmer der 42. Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Dresden 1888, Prag 1869.
- Die Einführung des pneumatischen Kanalisationssystems in Prag, V. d. d. Ing.- u. Arch.-Ver. in Böhmen, I. Jahrg., 1. Heft.
  - Die pneumatische Kanalisation und ihre Gegner, Frankfurt a/M. 1870.
  - Die Ueberrieselungsfrage und Prof. Dünkelberg in Wiesbaden, Frankfurt a/M., Boselli 1870.
  - Beantwortung der im Schreiben des Magistrats vom 1./3. 1871 vorgelegten Fragen betreffend das Kanalisationsprojekt in Berlin, Berlin 1871.
  - Die pneumatische Kanalisation in der Praxis, Frankfurt a/M. 1873.
  - Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem Wege, im Vergleiche mit dem Schwemmsystem, Vortrag, gehalten in Bern am 11. Jan. 1876, Zürich, Meyer und Zeller, 1876.
  - Ueber die Städtereinigung, Allg. Wiener med. Zeit (1878) № 40—44 u. 47.
  - Vortrag über Städtereinigungssysteme gelegentlich der XX. Wanderversammlung bayrischer Landwirte zu Bayreuth am 4./6. 1878, Berlin u. Leipzig 1878.
  - Die Verunreinigung deutscher Flüsse, Berlin u. Leipzig 1878.
  - Vortrag über „Städtereinigung“ auf der 5. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Cassel (Hyg. Sekt.), V. f. öff. G. (1879) 11. Bd. 295.
  - Ueber das Kanalisieren von Städten auf getrenntem Wege, Vortrag, gehalten in Frankfurt a/M. am 24. Juli 1879, Frankfurt a/M., 1879.
  - Zur Prüfung der Kanalisation auf getrenntem Wege seitens der Münchener Kommission. Frankfurt a. M. 1880.
  - Beantwortung der Fragen der Königl. preussischen wissenschaft. Deputation vom

11. Jan. 1892 inbetreff der Kanalisation auf getrenntem Wege (Differenzier-System) (als Manuskript für Privatgebrauch gedruckt).
- Ch. T. Liernur, Archiv f. ration. Städteentwässerung, Heft 1 (1884)—Heft 9 (1891) — Rationnelle Städteentwässerung. Eine critische Beleuchtung sämtlicher Systeme. Berlin, 1884. 4 тома.
- The Liernur-Sewerage-System judged by Hawksley, Power, Sibson, Southern. Eulenberg, Alexander Müller and the Royal Ministers of the Kingdom of Prussia, Amsterdam 1883. 28 ff. Uebersetzt ins Deutsche in Prager med. Wochschr. 1883 № 33 von Dr. T. Bulova.
- v. Overbeck de Meyer, Les systèmes d' évacuation des eaux et immondices d'une ville, Paris, G. Masson, 1880.
- Palasciano, Vortrag über das Liernur'sche System der Städtereinigung in der hygienischen Sektion des VI. intern. mediz. Kongresses der medizinischen Wissenschaften zu Amsterdam, Referat darüber in V. f. öff. G. (1880) 12. Bd. 487.
- Pieper, Ingenieur, „Schwemmkanäle oder Abfuhr“, Dresden, Bach., 1869.
- Reinhardt und Merbach, Amtlicher Bericht über die auf einer Reise nach Holland inbetreff des Liernur'schen pneumatischen Systems daselbst gesammelten Erfahrungen, Vierteljschr. f. ger. Med. u. öff. Sanitätsw. (1875) N. F. 23. Bd. 189.
- A. Reuss, Offizielle Berichte von Staats- und Stadtbehörden über das Liernur'sche Kanalisationssystem, Heilbronn 1877.
- Schröder und Lorent, Bericht über die vom Capitain Liernur in Amsterdam ausgeführten Einrichtungen für Entfernung der Fäkalstoffe (für Bremen) V. f. öff. Ges. (1872) 4. Bd. 486.
- A. Schultz, Anhaltspunkte zur Beurteilung der Kanalisationsfrage in Berlin, Berlin, Wiegandt, Hempel und Parey, 1880.
- A. Schultz, Zur Städtereinigungsfrage, eine Studie mit besonderer Rücksicht von Berlin, 1881.
- Fr. Thon, Gesundheit und Agrikultur oder die Lösung der Latrinenfrage u. s. w., Cassel und Göttingen 1869.
- Verhandlungen des Internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft. I. Versammlung 1877 in Köln, Berlin und Leipzig 1878. — II. Versammlung 1878 in Cassel, Frankfurt a/M. 1880. — III. Versammlung in Baden-Baden 1879, Frankfurt a/M. 1881.—IV. Versammlung in Mainz 1880, Frankfurt a/M. 1881.
- G. Virchow, Kanalisation oder Abfuhr, Berlin 1869
- R. Zehfuss, Die pneumatische Kanalisation beleuchtet mit Rücksicht auf Gesundheitspflege, Land- und Forstwirtschaft, I. Aht. Frankfurt 1869.

### Вс. Противъ системы Лиернура.

- Das Liernur'sche System für Stuttgart empfohlen; Für und Wider. Obermedizinalrat Reuss und die Schwäbische Chronik, Viertelj. f. öff. G. (1873) 5. Bd. 147.
- W. Gunning in Amsterdam, Vortrag über das Liernur-System auf der 51. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Cassel, Referat darüber in Viertelj. f. öff. G. (1879) 11. Bd. 302.
- Ladislav Hajnis, Historisch-kritische Studien über das Liernur-System, mit besonderer Berücksichtigung des Entwässerungssystems mittels Injektoren; übersetzt aus dem Bohmischen, Prag, 1886.
- Hobrecht, Das Liernur'sche System und seine Anwendung in Prag, Viertelj. f. öff. G. (1869) 1. Bd. 552.
- J. Kaftan, Der gegenwärtige Stand der Fäkalienabfuhr nach dem Differenziersystem, Viertelj. f. öff. G. (1885) 17. Bd. 407.
- Knauff, Gutachten über das Liernur'sche System (für Heidelberg), Viertelj. f. öff. G. (1872) 4. Bd. 323.
- Liernur's System in Amsterdam, redaktionelle Mitteilung einer Notiz von Gosi in Amsterdam, in Medical Times and Gazette vom 8./3. 1873, Viertelj. f. öff. G. 6. Bd. 163.
- H. Marggraff, Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr, München 1879.
- L. Mitgau, Liernur's System der Städtereinigung, Braunschweig 1879.
- Reisebericht der Münchener Kommission über die Besichtigung der Kanalisations-



und Berieselungs-Anlagen in Frankfurt a/DM., Berlin, anzig und Breslau, sowie der Liernur-Anlagen in Amsterdam, Leyden und Dordrecht.

J. Soyka, Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände, München 1880.

Urteile über Versuche mit dem sogen. Liernur'schen Systeme in Hanau, V. f. öff. G. (1871) 3. Bd. 312.

G. Varrentrapp, Das Liernur'sche System und seine neuen offiziellen Beurteiler, Viertelj. f. öff. G. (1877) 9. Bd. 593.

Virchow, Ueber die Verwendung der städtischen Unreinigkeiten, Referat auf der X. Versammlung d. D. V. f. öff. G. in Berlin 1883, Viertelj. f. öff. G. (1883) 15. Bd. 584.

— Reinigung und Entwässerung Berlins, Generalbericht, Berlin 1873, 89 ff.

### **C. O системѣ Берлье.**

Bericht der Gesundheitskommission der Stadt Utrecht, aus dem Holländischen übersetzt von Francis Liernur, Arch. f. rat. Städteentwässerung von Ch. T. Liernur (1890) 6. Heft 1.

Berlier, Sur l'évacuation des vidanges; Bullet. Soc. médicale publique, 1882.

Heiden, Müller u. von Langsdorff, Die Verwertung der städtischen Fäkalien, Hannover 1885 173 ff.

Overbeck de Meyer in Ann. d'Hyg. 1882 № 8 178.—Ero же Les systèmes d'évacuation etc. 99.

E. Ferrand, Vidanges et égouts, Lyon méd. 1886.

Rapport sommaire sur le système des vidanges Berlier, см. Travaux de la commission de l'assainissement de Paris, 1883.

E. O. Schubarth, Berlier's pneumatisches System, ein Beitrag zur Städtereinigungsfrage, Berlin, A. Seydel, 1883.

J. Stübben, Ein neues System der Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe aus den Städten (System Berlier), Centralbl. f. allg. Ges. (1884) 2. Bd. 1.

### **D. O системѣ Веринга.**

Pontzen, Première application à Paris de l'assainissement suivant le système Waring. Paris 1884.

Waring, The sewerage of Memphis, in den Transactions of the Sanitary Inst. of Great Britain, 1880, und in den Transact. of the Americ. Society of Civilengineers, 1851.

— Sewerage and Land draining. Forth Edition. New-Jork, 1897.

White, Drainage of Oxford. 1887.

### **E. O системѣ Шона.**

Knauff, Die Mängel der Schwemmkanalisation gegenüber dem Shone-System, 1883.

— Entwurf zur Kanalisation der Stadt Potsdam, 1885.

Scheme intended for Stansty etc. with exposal for sewerage the same on Isaac Shones sewerage system, London 1880.

### **Ремонтъ, эксплуатація, стоимость водосточныхъ сооружений.**

Baumeister, Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, 1890.

Dobel, Kanalisation, Anlage und Bau städtischer Abzugskanäle und Hausentwässerungen, 1886,

Franzius u. Sonne, Handb. d. Ingenieurwissensch. 5. Aufl. (1893) 3. Bd.

Hohrecht, Die Kanalisation von Berlin, 1884.

Verwaltungsberichte des Magistrats von Berlin von 1875 an.

Bechmann, Salubrité urbaine. Paris, 1899.



## ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

### Количество и составъ сточныхъ водъ.

СОДЕРЖАНИЕ: § 111. Вещества, подлежащія удаленію изъ предѣловъ населенныхъ мѣстностей. — § 112. Свойства поверхностныхъ (уличныхъ) водъ. — § 113. Количество уличныхъ водъ.—§ 114. Свойства домовыхъ водъ.—§ 115. Количество домовыхъ водъ.—§ 116. Фабричныя воды.—§ 117. Грунтовыя воды.—§ 118. Составъ сточныхъ водъ.—§ 119. Ливнеотводы и разжиженіе домовыхъ водъ уличными.

#### § 111. Вещества подлежащія удаленію изъ предѣловъ населенныхъ мѣстностей.

Вещества, подлежащія удаленію изъ предѣловъ населенныхъ мѣстностей, весьма различны по своимъ свойствамъ и своему антисанитарному значенію.

Вообще они суть слѣдующія:

1) *Атмосферныя воды*—отъ дождя и снѣга и пр., которыя могутъ называться въ данномъ случаѣ *поверхностными* или *уличными*.

1) *Отработавшія воды городского водоснабженія*, т. е. помой изъ бань, кухонь, праченныхъ, клозетовъ, боенъ, воды отъ поливки улицъ, фонтановъ и т. д., обыкновенно называемыя *домовыми*, и фабрикъ, заводовъ и пр.—*фабричныя* воды.

3) *Грунтовыя воды*.

4) *Соръ*, *домовый* и *уличный*, и *уличная грязь*.

Для правильнаго проектированія и осуществленія всѣхъ санитарно-техническихъ мѣропріятій въ какомъ-либо городѣ необходимо тщательное и подробное изученіе въ качественномъ и количественномъ отношеніи всѣхъ перечисленныхъ веществъ. Это изученіе должно быть производимо въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ спеціально, такъ какъ разематриваемыя вещества крайне различны и по качеству и по количеству для разныхъ мѣстностей.

Отсылая читателя по этому вопросу къ спеціальнымъ трактатамъ, мы здѣсь рассмотримъ только общія свойства водъ, подлежащихъ удаленію изъ населенныхъ мѣстностей и укажемъ методъ для опредѣленія ихъ количества, имѣя въ виду, что домовый соръ и отчасти уличная грязь удаляются обыкновенно исключительно путемъ вывоза, остальные же вещества (воды) могутъ быть удаляемы посредствомъ водостоковъ.

## § 112. Свойства поверхностныхъ (уличныхъ) водъ.

Составъ и свойство водъ, стекающихъ съ поверхности улицъ и дворовъ, измѣняются въ значительныхъ предѣлахъ, какъ по мѣсту, такъ и по времени. На составъ этихъ водъ имѣетъ вліяніе способъ мощенія улицъ и дворовъ, густота строеній, размѣры и родъ движенія, степень заботливости, съ которою поддерживается чистота на улицахъ, ширина и профиль улицъ, расположеніе ихъ относительно странъ свѣта, присутствіе растительности на улицахъ, относительное количество осадковъ и пр. Составъ уличныхъ водъ измѣняется также въ различные періоды года, и наибольшее вліяніе при этомъ имѣетъ годовое распредѣленіе количества выпадающей влаги. Частые, но слабые дожди значительно загрязняютъ улицы и, наоборотъ, рѣдкіе и обильные дожди производятъ меньшее загрязненіе. Въ нѣкоторыхъ большихъ городахъ, гдѣ на очистку улицъ не обращается должнаго вниманія, стекающія воды слабыхъ дождей могутъ иногда быть больше загрязнены, чѣмъ спускаемые изъ домовъ помой. Но, съ другой стороны, промытая въ первый періодъ сильнаго дождя мостовая при дальнѣйшемъ продолженіи дождя не доставляетъ больше нечистотъ, такъ что вся стекающая во второй періодъ вода отличается сравнительно чистотою состава, и замедленіе при удаленіи ея не можетъ считаться опаснымъ въ санитарномъ отношеніи.

Измѣненія въ составѣ водъ, стекающихъ съ городскихъ улицъ, еще весьма мало изслѣдованы, и имѣющіяся по этому предмету разрозненныя и случайныя данныя не вполне надежны. Особо интереса заслуживаютъ результаты наблюденій французскаго инженера Дуганд-Слау, производившаго многочисленныя анализы сточныхъ водъ въ поверхностныхъ каналахъ парижскихъ улицъ. Въ

одномъ куб. метрѣ этой воды имъ найдено было въ среднемъ 37,7 гр. азотистыхъ веществъ, 822,9 гр. органическихъ и 1007 гр. минеральныхъ веществъ. При этомъ въ одномъ куб. сантиметрѣ найдено имъ въ среднемъ 127.273 микробовъ. Эти количества относятся въ водѣ, стекающей съ улицъ непосредственно передъ началомъ промывки улицъ. Послѣ промывки количество органическихъ веществъ уменьшалось приблизительно въ 10 разъ, а число микробовъ въ 4 раза; количество же азотистыхъ веществъ уменьшалось—въ  $2\frac{1}{2}$  раза.

Въ мѣстностяхъ, гдѣ снѣговой покровъ значителенъ и гдѣ происходитъ ѣзда на саняхъ, за зиму на поверхности улицъ можетъ скопиться очень большое количество отбросовъ всякаго рода, которые попадая при таяніи снѣга въ водостоки, значительно увеличиваютъ загрязненіе сточныхъ водъ. Вообще, снѣгъ можетъ имѣть очень большое вліяніе, какъ на составъ, такъ и на количество сточныхъ водъ, въ особенности при быстрыхъ оттепеляхъ. Замѣтимъ здѣсь, кстати, что въ городѣ, гдѣ снѣжный покровъ не достаточно устойчивъ и мѣшаетъ городскому движенію (напр. Парижъ и др. гг.) прибѣгаютъ для удаленія его къ искусственнымъ приемамъ, помимо вывозки, напр. къ посыпанію снѣга солью, отчего образуется жидкость не замерзающая при  $-9^{\circ}$  С. и могущая стекать въ водостоки.

### § 113. Количество уличныхъ водъ.

При составленіи проекта канализаціи однимъ изъ наиболее важныхъ основныхъ элементовъ являются свѣдѣнія о количествахъ уличныхъ водъ, подлежащихъ удаленію по водостокамъ. Водостокъ долженъ имѣть такіе размѣры поперечнаго сѣченія и уклона, чтобы возможный расходъ воды въ немъ былъ не меньше наибольшаго секунднаго притока воды къ данному сѣченію. Очевидно, слѣдовательно, что для точнаго опредѣленія размѣровъ водостока необходимо знать, сколько именно можетъ къ каждому его сѣченію притекать воды въ секунду при наибольшей интенсивности притока. Задача эта очень сложна, въ особенности по отношенію къ уличнымъ водамъ, и въ настоящее время лишь для немногихъ мѣстностей имѣется достаточно точныхъ данныхъ о количествахъ выпадающаго дождя и снѣга, о той части этого количества, которая можетъ или должна попадать въ водостоки.

При слабыхъ дождяхъ вода большею частью вовсе не попадаетъ въ водостоки, такъ какъ она, не достигая ихъ, теряется черезъ испареніе и просачиваніе въ почву. Поэтому по городскимъ водостокамъ дождевыя воды текутъ не каждый разъ, когда въ городѣ идетъ дождь.

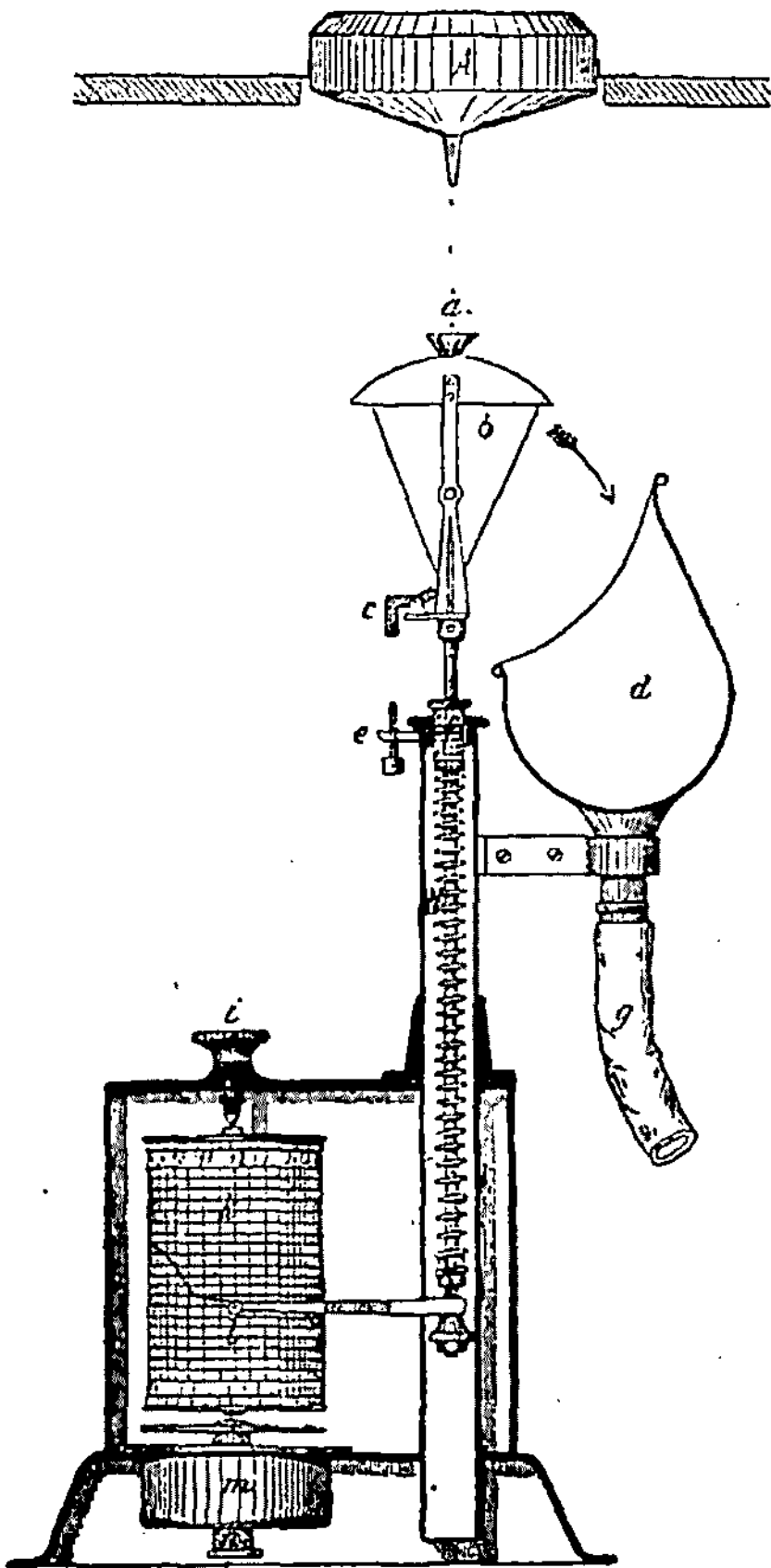
Такъ, напримѣръ, по вычисленіямъ на основаніи сорока-четырехъ лѣтнихъ наблюденій въ Берлинѣ, дождевыя дни въ теченіи года распредѣляются въ зависимости отъ высоты слоя осадковъ слѣдующимъ образомъ (см. табл. 31):

Таблица № 31. Распредѣленіе дождевыхъ дней въ Берлинѣ въ зависимости отъ высоты выпавшихъ осадковъ.

| Число дождевыхъ дней въ году. | Соотвѣтствующая высота слоевъ осадковъ въ миллиметрахъ. |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 13,5                          | 0,0— 0,2                                                |
| 42,5                          | 0,3— 1,0                                                |
| 70,8                          | 1,7— 5,0                                                |
| 25,2                          | 5,1—10,0                                                |
| 7,2                           | 10,1—15,0                                               |
| 2,9                           | 15,1—20,0                                               |
| 1,4                           | 20,1—25,0                                               |
| 0,8                           | 25,1—30,0                                               |
| 0,7                           | больше — 30,0                                           |
| Итого . 165                   |                                                         |

Но такъ какъ при высотѣ суточного слоя осадковъ до двухъ миллиметровъ въ водостоки почти что ничего не попадаетъ и даже при нѣсколько большемъ количествѣ осадковъ въ случаѣ медленнаго дождя вода также не достигаетъ водостоковъ въ сколько-нибудь значительной степени, то можно сказать, что водостоками Берлина отводятся атмосферныя воды, примѣрно, въ теченіе 60 наиболее дождливыхъ дней въ году. Въ теченіе остальной части года водосточными каналами отводятся лишь домовыя воды. Между двумя дождями, доставляющими воду въ канализаціонную сѣть, въ лѣтнее время можетъ такимъ образомъ пройти промежутокъ въ нѣсколько недѣль. Въ зимнее же время при отсутствіи оттепелей періоды перерыва бываютъ еще долѣе.

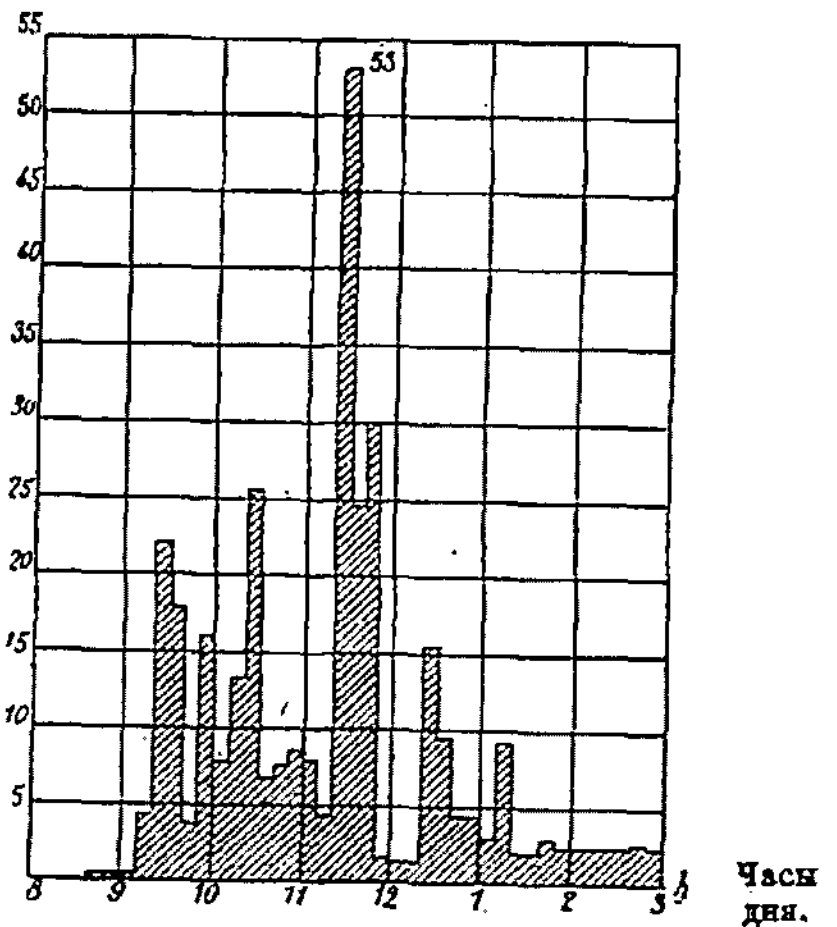
Определение количества дождевых водъ.



Черт. 621.

Дождемѣръ системы Мауэра, исполненный фирмой Hottinger & Co вѣ Цюрихѣ. Изъ пріемника *A* чрезъ *a* дождь понадеаетъ въ сосудъ *b*, который поддерживается стержнемъ съ пружиной *N*. Когда въ *b* попадетъ 500 граммовъ воды пружина сжимается настолько, что *c* упирается въ *e* и сосудъ *b* опоражнивается въ *d*. Карандашъ *b* на подвижномъ часовомъ механизмѣ цилиндрѣ *k* отмѣчаетъ эти моменты опораживанія вертикальной чертой. Дѣля 500 гр. на время между двумя опораживаніями, получаемъ среднюю секундную интенсивность дождя въ этотъ промежутокъ времени. (Die Städtereinigung von Professor F. W. Büsing. Stuttgart, 1897).

литровъ въ секунду на гектаръ.



Черт. 622.

Графическое изображеніе колебаній интенсивности дождя въ г. Цюрихѣ 3 іюня 1878 г.

Различіе въ способахъ отведенія водостоками дождевой воды и воды, получающейся отъ таянія снѣга, заключается въ томъ, что лѣтнія дождевыя воды быстро направляются по сточнымъ капаламъ, между тѣмъ какъ снѣговая вода попадаетъ въ каналы медленно по мѣрѣ таяшя. Съ другой стороны, при таяніи снѣга уменьшеніе количества воды отъ просачиванія въ почву — не происходитъ, испареніе же, вслѣдствіе продолжительнаго таянія, довольно значительно. Поэтому количество воды, теряемой при таяніи снѣга чрезъ одно лишь испареніе, легко можетъ сравниться съ общею потерей дождевыхъ водъ отъ испаренія и просачиванія вмѣстѣ. Вообще же наибольшій притокъ воды въ подземные водосточные каналы можетъ произойти какъ во время ливней, такъ и при быстромъ таяніи значительныхъ количествъ снѣга въ сильныя оттепели, сопровождаемыя большими дождями. Количество воды, которое можетъ получиться при такой оттепели, съ трудомъ поддается расчету. Нѣкоторое примѣрное понятіе получается, если замѣтить, что высота снѣговаго слоя  $x$  соотвѣтствуетъ высотѣ слоя дождя въ  $\frac{x}{15}$  до  $\frac{x}{14}$ , а часть осадковъ, выпадающая въ видѣ снѣга, составляетъ въ средней полосѣ Европы отъ 13 до 16% общаго годового количества осадковъ.

Съ какою бы точностью ни было, однако, опредѣляемо въ каждомъ частномъ случаѣ общее количество атмосферныхъ водъ, выпадающихъ на данную канализуемую площадь, оно совсѣмъ не достаточно для вычисленія размѣровъ водостоковъ. Для расчета размѣровъ водостоковъ, согласно сказанному въ началѣ настоящаго §, имѣетъ значеніе не столько общее, суточное количество выпадающей влаги, сколько наибольшее количество воды, доставляемой непрерывнымъ ливнемъ въ опредѣленный короткій періодъ времени и дающее максимальный притокъ воды въ водостоки. Тѣмъ не менѣе въ нѣкоторыхъ случаяхъ и продолжительные слабые дожди могутъ явиться важными факторами въ расчетѣ сѣти водостоковъ, но не отдѣльныхъ сѣченій каналовъ, а общей объемной вмѣстимости сѣти. Это въ тѣхъ случаяхъ, когда сѣть должна давать возможность временнаго накопленія въ ней извѣстнаго количества водъ, напр. въ случаѣ совпаденія дождей съ поднятіемъ горизонта рѣки до предѣла, при коемъ затопляются устья водосточной сѣти. Въ настоящемъ § мы не имѣемъ въ виду эти исключительные случаи и гово-

Таблица № 32. Количество осадковъ: наибольшее мѣсячное и наибольшее суточное для нѣкоторыхъ городовъ Россіи и Западной Европы.

(Извлечено изъ таблицы, составленной профес. Н. К. Чижевскимъ — см. его „Водостоки“).

| Мѣсто.<br>(цифры, поставленныя въ скобкахъ, показываютъ число лѣтъ наблюденій). | Средняя годовая толщина слоя атмосфер. осадковъ въ миллим. | Средній максимум осадковъ, выпавшій въ теченіе сутокъ. |            | Абсолютный максимум осадковъ, выпавшій въ теченіе сутокъ. |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                 |                                                            | Въ какомъ мѣсяцѣ.                                      | Миллиметр. | Въ какомъ мѣсяцѣ и году.                                  | Миллиметр. |
| Астрахань (33) . . . . .                                                        | 156                                                        | Іюль . . . . .                                         | 18         | Мартъ 1878 . . . . .                                      | 57         |
| Баку (20). . . . .                                                              | 253                                                        | Январь . . . . .                                       | 35         | Январь 1875 . . . . .                                     | 102        |
| Варшава (40) . . . . .                                                          | 569                                                        | Августъ . . . . .                                      | 80         | Іюль 1851 . . . . .                                       | 87         |
| Екатеринбургъ . . . . .                                                         | 356                                                        | Іюль . . . . .                                         | 77         | Іюль 1848 . . . . .                                       | 93         |
| Златоустъ (44) . . . . .                                                        | 469                                                        | Іюль . . . . .                                         | 91         | Іюнь 1865 . . . . .                                       | 88         |
| Кемь (18). . . . .                                                              | 359                                                        | Іюль . . . . .                                         | 49         | Августъ 1869 . . . . .                                    | 46         |
| Кіевъ (23) . . . . .                                                            | 528                                                        | Іюль . . . . .                                         | 77         | Августъ 1858 . . . . .                                    | 104        |
| Кронштадтъ (34) . . . . .                                                       | 515                                                        | Августъ . . . . .                                      | 80         | Іюль 1851. . . . .                                        | 71         |
| Лпбава (21). . . . .                                                            | 584                                                        | Сентябрь . . . . .                                     | 80         | Августъ 1879 . . . . .                                    | 81         |
| Москва (27). . . . .                                                            | 536                                                        | Іюль . . . . .                                         | 71         | Августъ 1870 . . . . .                                    | 44         |
| Нерчинскъ (42). . . . .                                                         | 412                                                        | Августъ . . . . .                                      | 112        | Августъ 1854 . . . . .                                    | 154        |
| Николаевъ (23) . . . . .                                                        | 365                                                        | Іюль . . . . .                                         | 52         | Іюль 1878 . . . . .                                       | 60         |
| Ново-Архангел. (25). . . . .                                                    | 2:154                                                      | Октябрь . . . . .                                      | 307        | Августъ 1859 . . . . .                                    | 110        |
| Оронбургъ (32) . . . . .                                                        | 395                                                        | Іюнь . . . . .                                         | 53         | Май 1860 . . . . .                                        | 44         |
| Рига (30) . . . . .                                                             | 508                                                        | Августъ . . . . .                                      | 63         | Августъ 1876 . . . . .                                    | 43         |
| Севастополь (16) . . . . .                                                      | 385                                                        | Декабрь . . . . .                                      | 52         | Іюль 1875 . . . . .                                       | 54         |
| С.-Петербургъ (44) . . . . .                                                    | 471                                                        | Іюль, Августъ . . . . .                                | 66         | Августъ 1861 . . . . .                                    | 59         |
| Афины (12) . . . . .                                                            | 382                                                        | Ноябрь . . . . .                                       | 80         | ?                                                         | ?          |
| Берлинъ (23) . . . . .                                                          | 597                                                        | Іюль . . . . .                                         | ?          | Іюль 1858 . . . . .                                       | 67         |
| Будапештъ (28). . . . .                                                         | 527                                                        | Май . . . . .                                          | 61         | Іюль 1878 . . . . .                                       | 108        |
| Вѣна (34) . . . . .                                                             | 595                                                        | Августъ . . . . .                                      | 72         | Іюль 1882 . . . . .                                       | 104        |
| Галле на З. (20) . . . . .                                                      | 545                                                        | Іюль . . . . .                                         | ?          | Іюль 1882 . . . . .                                       | 89         |
| Дрезденъ (28). . . . .                                                          | 698                                                        | Іюль . . . . .                                         | 80         | Іюнь 1863 . . . . .                                       | 84         |
| Карсруэ (54) . . . . .                                                          | 723                                                        | Іюль . . . . .                                         | 78         | Сентябрь 1877 . . . . .                                   | 92         |



| МѢСТО.<br>(цифры, поставленныя въ скобкахъ, показываютъ число лѣтъ наблюдений). | Средняя годовая толщина слоя атмосф. осадковъ въ миллим. | Средній максимум осадковъ, выпавшій въ теченіе сутокъ. |            | Абсолютный максимум осадковъ, выпавшій въ теченіе сутокъ. |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                 |                                                          | Въ какомъ мѣсяцѣ.                                      | Миллиметр. | Въ какомъ мѣсяцѣ и году.                                  | Миллиметр. |
| Кельнъ (23) . . . . .                                                           | 596                                                      | Іюль . . . . .                                         | ?          | Августъ 1881 .                                            | 63         |
| Кенигсбергъ (32) . . .                                                          | 611                                                      | Іюль . . . . .                                         | 64         | Сентябрь 1876.                                            | 69         |
| Константинополь (38)                                                            | 718                                                      | Декабрь . . . .                                        | 120        | ?                                                         | ?          |
| Копенгагенъ (20) . . .                                                          | 559                                                      | Іюль . . . . .                                         | 67         | ?                                                         | ?          |
| Мадридъ (20) . . . . .                                                          | 380                                                      | Октябрь . . . . .                                      | 49         | ?                                                         | ?          |
| Миланъ (68) . . . . .                                                           | 967                                                      | Апрѣль . . . . .                                       | 178        | ?                                                         | ?          |
| Нагасаки (6) . . . . .                                                          | 1.970                                                    | Іюнь . . . . .                                         | 301        | ?                                                         | ?          |
| Неаполь (26) . . . . .                                                          | 826                                                      | Ноябрь . . . . .                                       | 120        | ?                                                         | ?          |
| Парижъ (84) . . . . .                                                           | 471                                                      | Іюнь . . . . .                                         | 50         | ?                                                         | ?          |
| Пекинъ (31) . . . . .                                                           | 624                                                      | Іюль . . . . .                                         | 213        | Іюнь 1848 . . .                                           | 251        |
| Римъ (85) . . . . .                                                             | 800                                                      | Октябрь . . . . .                                      | 118        | ?                                                         | ?          |
| Стокгольмъ (36) . . . .                                                         | 434                                                      | Августъ . . . . .                                      | 60         | ?                                                         | ?          |
| Трестъ (28) . . . . .                                                           | 1.093                                                    | Май . . . . .                                          | 101        | Октябрь 1849 .                                            | 140        |
| Штутгартъ (45) . . . .                                                          | 611                                                      | Іюль . . . . .                                         | 77         | Августъ 1851 .                                            | 71         |

рима о свѣдѣніяхъ о ливняхъ, нужныхъ для нормальнаго расчета свѣченій водостоковъ. Такія свѣдѣнія имѣются далеко не для всѣхъ мѣстностей, да и тамъ, гдѣ они собираются, полнота ихъ оставляетъ желать многого. Метеорологическія станціи, если даже и даютъ еще иногда, рядомъ съ данными о суточныхъ высотахъ слоя осадковъ, также количества воды, доставляемыя отдѣльными значительными ливнями, то весьма рѣдко имѣютъ свѣдѣнія о колебаніяхъ въ интенсивности отдѣльнаго ливня въ послѣдовательные моменты времени. А это между тѣмъ очень существенно, такъ какъ хотя болѣе продолжительные и слабые дожди и отличаются равномерностью, зато короткіе и сильные крайне переменчивы въ интенсивности (см. таб. №№ 32 и 33).

Для производства подобныхъ наблюдений необходимо имѣть самозаписывающіе приборы, которые стоятъ дорого и потому наблюденія того рода дѣлаются рѣдко. Первый приборъ такого рода примененъ,

повидному, въ Цюрихѣ. (См. P. Gerhardt — Die selbstzeichnender Regenmesser und ihre Benutzung zur Statistik der starken Niederschläge, insbesondere für Berlin 1884—1880. Zeitschrift f. Bauw. 1890. S. 503). Примѣромъ подобныхъ снарядовъ можетъ служить самозаписывающій дождемѣръ, показанный на черт. 621.

Замѣчено, что болѣе продолжительные дожди отличаются и болѣею равномерностью, тогда какъ интенсивность короткихъ дождей бываетъ довольно переменчива (см. черт. 622). Наблюденіями тоже доказано, что наибольшая интенсивность дождя относится къ средней интенсивности его ( $R$ ), опредѣленной дождемѣромъ и выраженной

**Таблица № 33. Количество осадковъ, выпавшихъ во время наиболѣе сильныхъ ливней.**

Извлечено изъ таблицы, (составленной профес. Н. К. Чижевымъ.— См. его „Водостоки“.)

| М ъ с т о .             | В р е м я .                 | Продолжи-<br>тельность<br>ливня въ<br>минутахъ. | Толщина выпавшаго<br>слоя въ миллиметр. |                          |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
|                         |                             |                                                 | В с е г о .                             | По расчету<br>въ 1 часъ. |
| С.-Петербургъ . . . . . | 10 Мая 1874 . . . . .       | 40                                              | 16,9                                    | 25,3                     |
| Павловскъ . . . . .     | 18 Юля 1893 . . . . .       | —                                               | —                                       | 23,5                     |
| Берлинъ . . . . .       | 6 Октября 1883 . . . . .    | 15                                              | 17                                      | 68                       |
| Бреславль . . . . .     | 6 Августа 1858. — . . . . . | 90                                              | 95                                      | 63                       |
| Будапештъ . . . . .     | 26 Юня 1875 . . . . .       | 60                                              | 66                                      | 66                       |
| Дрезденъ . . . . .      | 13 Юня 1876 . . . . .       | 30                                              | 41                                      | 82                       |
| Женева . . . . .        | 30 Мая 1827 . . . . .       | 180                                             | 162                                     | 54                       |
| Карлсруэ . . . . .      | 29 Юня 1885 . . . . .       | 60                                              | 100                                     | 100                      |
| Кенигсбергъ . . . . .   | 16 Юня 1864 . . . . .       | 45                                              | 55                                      | 69                       |
| Лондонъ . . . . .       | 1 Августа 1846 . . . . .    | 60                                              | 100                                     | 100                      |
| Лугано . . . . .        | 8 Сентября 1873 . . . . .   | 36                                              | 79                                      | 130                      |
| Марсель . . . . .       | 15 Сентября 1872 . . . . .  | 120                                             | 240                                     | 120                      |
| Мюнхенъ . . . . .       | 12 Августа 1873 . . . . .   | 30                                              | 51                                      | 102                      |
| Парижъ . . . . .        | 20 Сентября 1867 . . . . .  | 20                                              | 41                                      | 123                      |
| Цюрихъ . . . . .        | 9 Сентября 1876 . . . . .   | 10                                              | 21                                      | 127                      |
| Штуттгартъ . . . . .    | 23 Юля 1883 . . . . .       | 3                                               | 7,5                                     | 150                      |

въ толщинѣ слоя въ секунду, — различно, но максимумъ этого отношенія ( $k$ ) можетъ значительно колебаться и доходить до 2 и болѣе. Такимъ образомъ рѣдко когда имѣется возможность опредѣлить по даннымъ метеорологическихъ станцій максимумъ секунднаго выпаденія дождя или вообще атмосферныхъ водъ, *чѣмъ еще болѣе увеличивается трудность опредѣленія максимума секунднаго притока атмосферныхъ водъ къ стокамъ.*

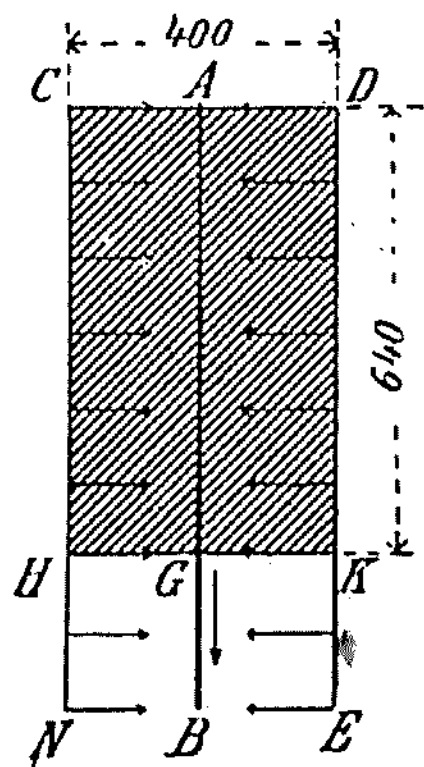
Если допустить однако, что максимумъ секунднаго выпаденія извѣстенъ даже ( $k R$ ), то до опредѣленія нужнаго для расчета водостока количества воды еще очень далеко, такъ какъ необходимо учесть потерю на испареніе и просачиваніе (которую можно выразить дробью  $T/R$  (гдѣ  $T$  — коэффициентъ меньшей единицы) и принять во вниманіе замедленіе стока, о коемъ будетъ сказано дальше.

Величина  $T$  очень переменна во времени и пространствѣ и съ точностью можетъ быть опредѣлена лишь путемъ сложныхъ наблюдений.

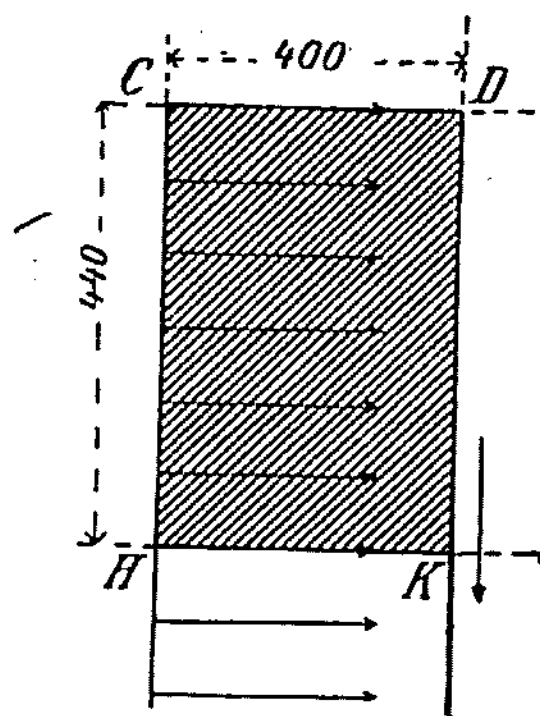
Поэтому для рѣшенія практическихъ вопросовъ нерѣдко прибѣгаютъ къ нѣкоторымъ эмпирическимъ приемамъ. Такъ, на примѣръ, принимаютъ, что изъ всего количества выпадающей воды на площадь какого-нибудь бассейна, одна треть испаряется, треть просачивается въ почву, а остающаяся треть стекаетъ по поверхности, слѣдовательно, должна быть принята водостоками. Что это правило не должно считаться общимъ — ясно уже потому, что вся дождевая вода получается испареніемъ и, слѣдовательно (для всей поверхности земли), количество испаряющейся воды равно количеству выпадающихъ осадковъ. Такимъ образомъ законы, установленные для большихъ бассейновъ не могутъ быть безусловно примѣняемы къ небольшимъ площадямъ, каковыми являются города, гдѣ устраиваются водостоки. Тѣмъ не менѣе при расчетахъ размѣровъ водостоковъ не рѣдко ограничиваются указаннымъ простымъ приближеніемъ, т. е. принимаютъ, что *въ водостоки попадаетъ въ секунду  $1/3$  выпадающаго средняго секунднаго слоя дождя.* Въ тѣхъ случаяхъ, однако, когда желательна большая точность, а именно при расчетѣ главныхъ коллекторовъ, отводящихъ воду съ большихъ площадей, стараются принять въ соображеніе обстоятельства, обуславливающія движеніе по земной поверхности, просачиваніе и испареніе воды, безъ чего размѣры коллекторовъ могли бы получиться недостаточными или же слишкомъ большими.

**Опредѣленіе количества дождевыхъ водъ.**

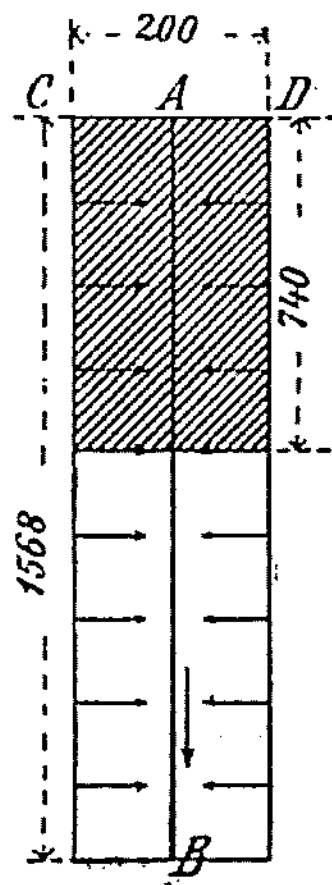
Графическій методъ опредѣленія коэффициента замедленія стока.



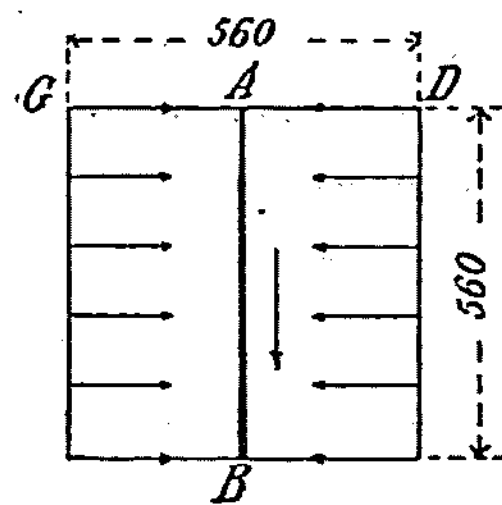
Черт. 623.



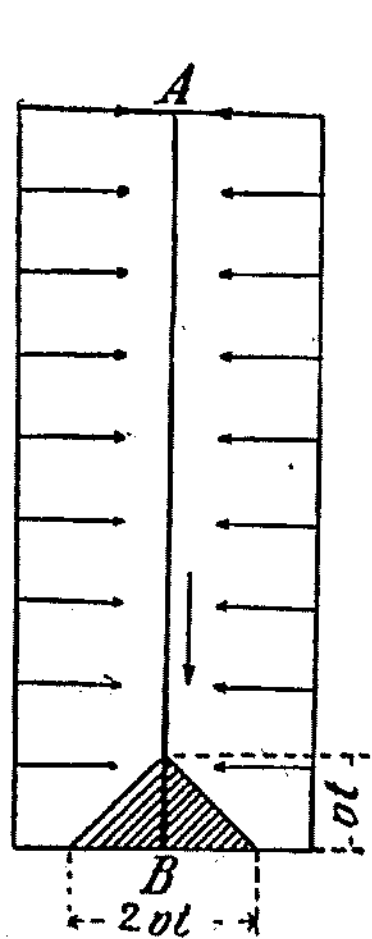
Черт. 624.



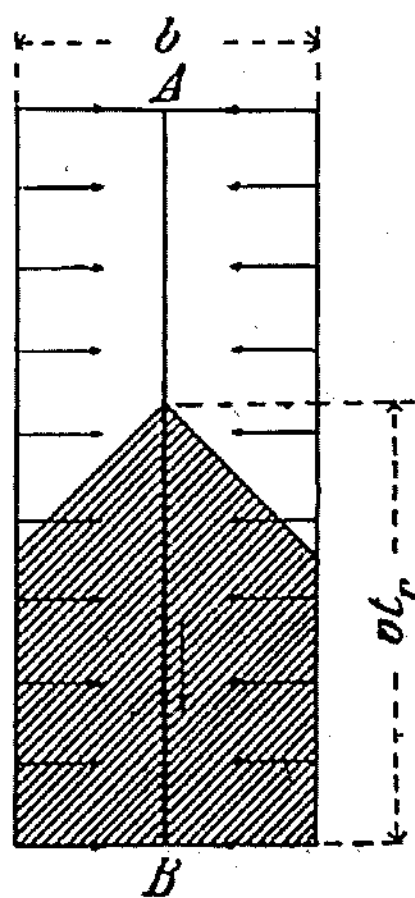
Черт. 625.



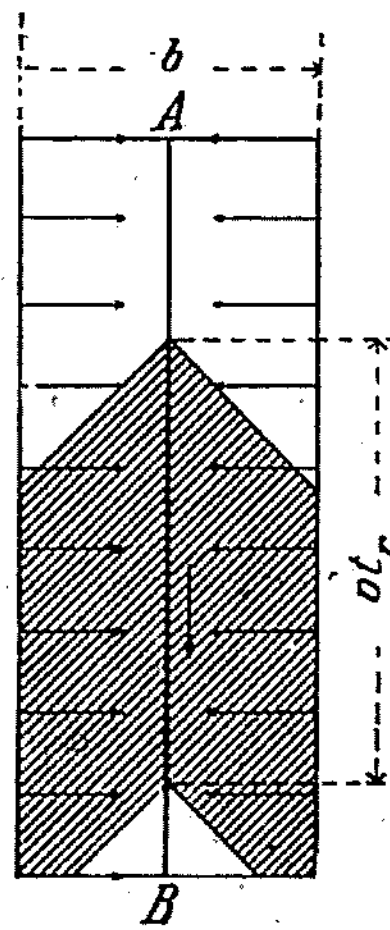
Черт. 626.



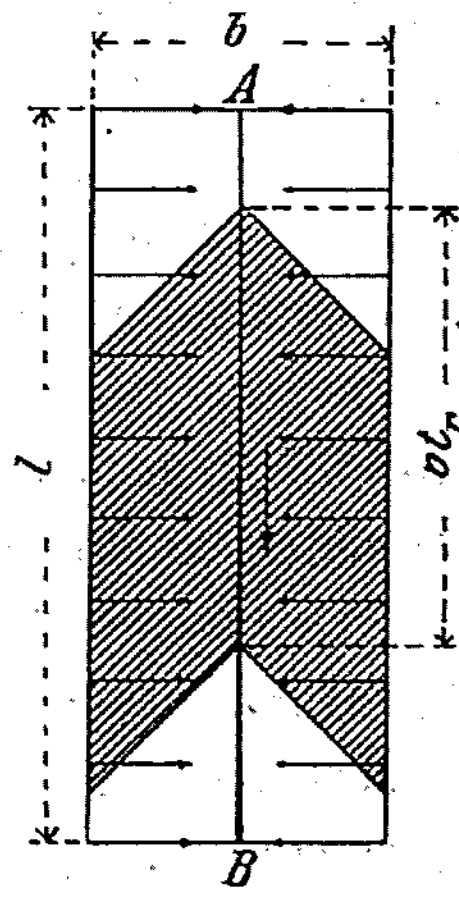
Черт. 627.



Черт. 628.



Черт. 629.



Черт. 630.

Въ тѣхъ же случаяхъ, когда приходится отводить воду съ участковъ, состоящихъ изъ мощеныхъ дворовъ и строеній подъ непроницаемыми кровлями съ крутыми скатами, и притомъ небольшихъ необходимо разсчитывать на отводъ каналами всего количества выпадающей воды безъ всякаго уменьшенія и безъ замедленія времени стока.

Количество просачивающейся воды на городскихъ площадяхъ и улицахъ зависитъ отъ состава грунта, относительнаго количества пространствъ, покрытыхъ растительностью и большей или меньшей проницаемости мостовой. Испареніемъ вообще теряются самые разнообразныя количества выпадающей влаги въ зависимости отъ характера испаряющей поверхности. *Количество воды, теряемой испареніемъ и просачиваніемъ, зависитъ также отъ уклона, размѣра и формы улицъ и отъ бассейна водостока, а слѣдовательно и отъ времени, въ теченіе котораго вода передвигается по поверхности.*

Но при продолжительныхъ дождяхъ верхніе слои почвы и атмосфера скоро насыщаются, и тогда выпадающее дальнѣйшее количество воды полностью должно быть принято водосточными трубами.

Для примѣра приведемъ соотвѣтственные коэффициенты  $T$ , принятые Вриксомъ при составленіи проекта Висбаденскихъ водостоконъ и выражающіе отношеніе количества дѣйствительно стекающей воды къ полному количеству выпавшей влаги, за вычетомъ потери на испареніе и просачиваніе:

- |                                                                                                                                                   |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| а) для густо застроенныхъ площадей . . . . .                                                                                                      | 0,75 |
| б) » рѣдко » » . . . . .                                                                                                                          | 0,55 |
| в) » дачныхъ участковъ, принимая, что $\frac{2}{9}$ площади застроены густо, а $\frac{7}{9}$ находятся подъ растительностью . . . . .             | 0,37 |
| г) для участковъ подъ огородами и пашнями (принимая, что $33\%$ выпадающей влаги просачивается въ почву, а $40\%$ теряется испареніемъ) . . . . . | 0,27 |
| д) для участковъ подъ лѣсомъ и паркомъ . . . . .                                                                                                  | 0,13 |

При большихъ уклонахъ мѣстности коэффициенты  $T$  (выражающей полное количество дождя минусъ потери на испареніе и просачиваніе) въ 0,75, 0,55, 0,37 оказываются слишкомъ малыми и ихъ необходимо нѣсколько увеличить, въ особенности при существованіи непроницаемой мостовой.

*Замедленіе стока атмосферной воды къ коллекторамъ можетъ*

существенно вліять на количество воды, подлежащее отведению въ единицу времени. Вліяніе замедленія выражаютъ обыкновенно при расчетѣ водостокѣ особымъ коэффициентомъ  $S$ , понятіе о коемъ можетъ быть установлено на основаніи слѣдующаго.

Представимъ себѣ опредѣленный пунктъ, чрезъ который должны пройти всѣ воды, падающія на нѣкоторую площадь  $F$ , напримѣръ, верхнее устье или какой-либо другой пунктъ отводяго канала. Для достиженія этого пункта каждая частица воды должна пройти опредѣленный путь и наиболѣе продолжительный путь должны совершать частицы, падающія на окраинахъ разсматриваемой площади. Вмѣсто этихъ неравныхъ путей можно принять для всѣхъ частицъ одну и ту же длину пути, равную среднему изъ разстояній центровъ тяжести отдѣльныхъ площадокъ до разсматриваемаго сборнаго пункта. Отъ длины этого средняго радіуса зависитъ вообще продолжительность времени, необходимаго для стока воды со всей площади  $F$ . Чѣмъ больше этотъ радіусъ, тѣмъ больше времени требуется для стока всѣхъ водъ, выпавшихъ на этой площади, и наоборотъ. Отъ величины и формы площади зависитъ, слѣдовательно, и отношеніе къ количеству выпадающей въ секунду воды того количества ея, которое должно быть въ секунду отведено водостоками. Но кромѣ *величины* площади большое значеніе имѣютъ еще ея уклоны и видъ ея поверхности. Чѣмъ уклоны больше, тѣмъ стеканіе быстрѣе. Равнымъ образомъ, чѣмъ поверхность разсматриваемой площади шероховатѣе, чѣмъ больше на ней растительности, тѣмъ это стеканіе воды медленнѣе.

Отъ такого замедленія стока, происходитъ то, что количество воды протекающей по водостоку возрастаетъ съ иной постепенностью чѣмъ количество воды падающей на данную площадь и, очевидно, при кратковременности ливней, на которые ведется расчетъ водостокѣ, можетъ случиться, что ливень прекратится ранѣе, чѣмъ въ водостокъ начнетъ попадать вода со всего бассейна водостока. Такимъ образомъ водостокъ построенный для площади  $F$  фактически не будетъ одновременно получать воду со всей этой площади, а только съ нѣкоторой ея части  $SF$ .

Для величины *коэффициента замедленія стока* существуютъ эмпирическія указанія.

Такъ, иногда принимаютъ для этого коэффициента ( $S$ ) постоян-

иую величину, беря ее изъ наблюдений, сдѣланныхъ въ городахъ, гдѣ уже существуетъ и дѣйствуетъ канализація. Напримѣръ въ нѣкоторыхъ англійскихъ городахъ было найдено, что время, въ теченіе котораго стекающая по поверхности часть воды притекаетъ къ устьямъ каналовъ, т. е. продолжительность стока, превышаетъ продолжительность дождя въ 3.—4 раза, т. е. въ среднемъ въ 3,5 раза; эта величина и могла бы быть введена въ расчетъ, какъ коэффициентъ замедленія стока. Такой способъ опредѣленія коэффициента замедленія стока ( $S$ ) по аналогіямъ оставляетъ большой просторъ для произвольныхъ соображеній составителя проекта: недостатокъ его заключается главнымъ образомъ въ томъ, что вліяніе переменныхъ величины и характера, площади, съ которой стекаетъ вода, на продолжительность стока выражается постоянной величиной *замедленія стока* (для приведеннаго примѣра—Лондона), приче́мъ не принято во вниманіе даже переменное вліяніе уклоновъ и состояніе поверхности участка. Но для небольшихъ площадей повидимому можно, когда расчетъ не требуетъ точности, пользоваться и такими примѣрными величинами. Дѣйствительно, на практикѣ площади сѣченія каналовъ не дѣлаются менѣе извѣстнаго предѣла, и затѣмъ для обезпеченія пропускной способности каналовъ большаго размѣра имъ обыкновенно придается нѣкоторый запасъ сѣченія, который обыкновенно покрываетъ неопредѣленность принятаго *коэффициента замедленія стока*.

Желая принять во вниманіе величину площади ( $F$ ) и уклоновъ улицъ, можно пользоваться формулой Ваумейстера и ее видоизмѣненіями, предложенными разными лицами. Эта формула, гдѣ  $F$  выражено въ гектарахъ,

$$S = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

Для плоской мѣстности и при малыхъ уклонахъ берутъ

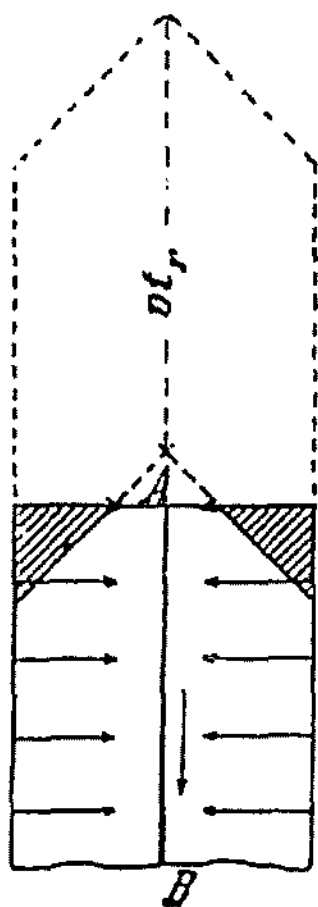
$$S = \frac{1}{\sqrt[4]{F}}, \text{ (такъ называем. форм. Brückli),}$$

а для мѣстностей съ крутыми или весьма крутыми уклонами:

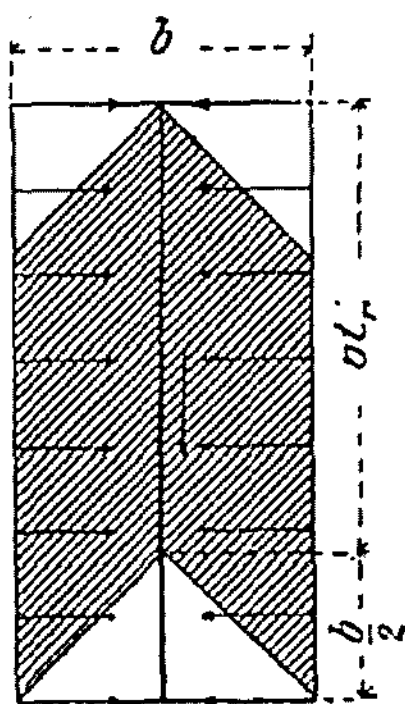
$$S = \frac{1}{\sqrt[5]{F}} \text{ или } S = \frac{1}{\sqrt[6]{F}} \text{ (такъ называем. формула Vrix'a);}$$

Определение количества дождевых водъ.

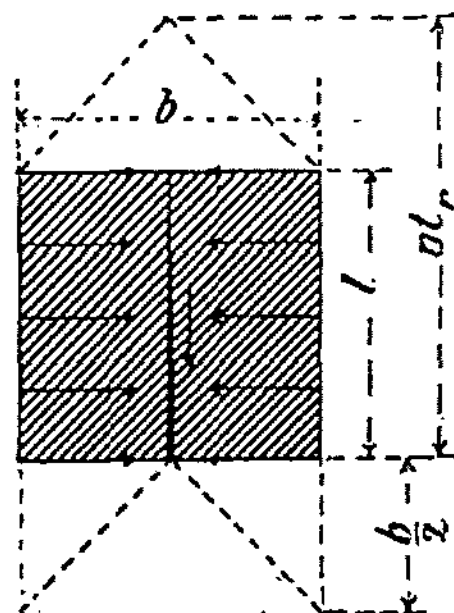
Графическій методъ опредѣленія коэффиціента замедленія стока.



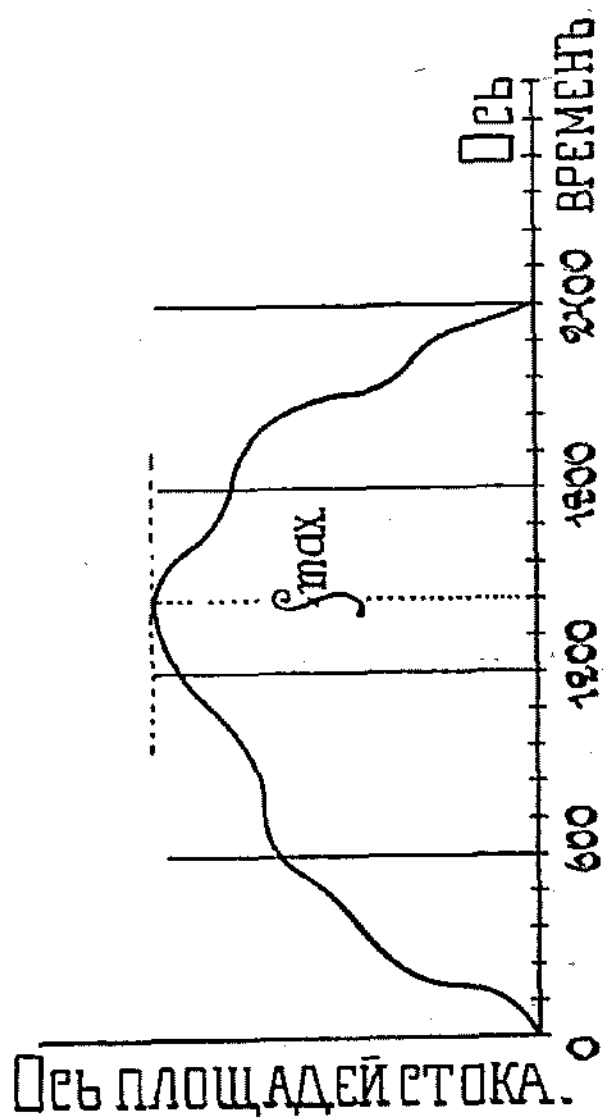
Черт. 631.



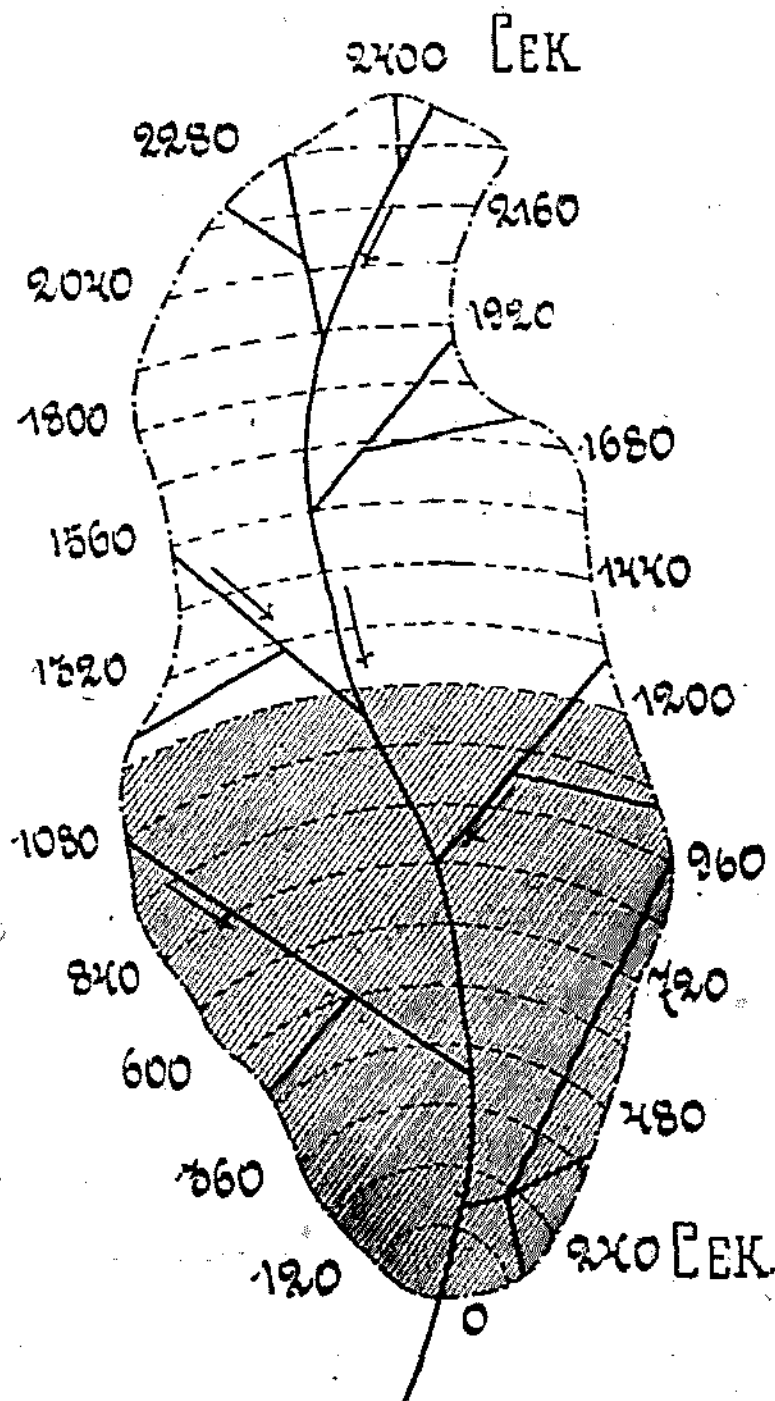
Черт. 632.



Черт. 633.



Черт. 635.



Черт. 634.



первая изъ приведенныхъ формулъ положена была въ основаніе при составленіи проекта водостоковъ для гор. Кенигсберга, а послѣднею пользовались при проектированіи Висбаденскихъ водостоковъ. Формула  $S = \frac{1}{\sqrt{F}}$  даетъ возможность опредѣлить коэффициентъ замедленія стока для каждой точки сѣти водостоковъ. Вычисляя его для различныхъ площадей, получимъ дробь, на которую надо помножить максимальное количество воды, выпадающей въ секунду на единицу этой площади, чтобы опредѣлить долю этого количества, могущаго достигать отводныхъ каналовъ въ теченіе времени выпаденія дождя.

Опредѣленіе коэффициента замедленія стока по указаннымъ выше формуламъ крайне распространено и примѣняется весьма часто, но не можетъ быть признано удовлетворительнымъ. Въ частности противъ этого приѣма можно сдѣлать слѣдующія возраженія.

а) По формуламъ, замедленіе имѣетъ мѣсто для всякихъ площадей, въ томъ числѣ и для малыхъ; между тѣмъ до извѣстнаго предѣла площади замедленія нѣтъ и коэффициентъ  $\varphi = 1$ . Для примѣра возьмемъ площадь стока въ видѣ прямоугольника  $CDEH$  шириной 400 метровъ.  $AB$ —главный коллекторъ, къ которому второстепенные примыкаютъ подъ прямымъ угломъ (черт. 623). Примемъ среднюю скорость движенія воды по каналамъ  $v = 0,7$  метра и (пренебрегая временемъ нужнымъ, чтобы вода попала къ устьямъ уличныхъ колодезевъ) продолжительность ливня  $t_r = 1200$  секундъ. Путь, который вода пройдетъ по каналамъ за время  $t_r$  равенъ

$$t_r v = 1200 \times 0,7 = 840 \text{ метровъ} = CA + AG.$$

Слѣдовательно въ моментъ оконченія предполагаемаго нами ливня, воды со всего прямоугольника  $CDKH$ , имѣющаго площадь  $f = \frac{640 \times 400}{10000} = 25,6$  гектара, будетъ притекать въ водостокъ и только при площадяхъ большихъ явится замедленіе стока.

Для  $CDKH$  и площадей меньшихъ  $S = 1$ , между тѣмъ, какъ по формулѣ Bürkli

$$S = \frac{1}{\sqrt{F}} \text{ онъ равенъ } 0,44,$$

а по формулѣ Brix'a

$$S = \frac{1}{\sqrt[6]{F}} \text{ онъ равенъ } 0,58.$$

б) Второе возраженіе заключается въ томъ, что уклонъ каналовъ не введенъ въ формулы и замедленіе стока является какъ бы не зависящимъ отъ уклона. Уже на пути воды отъ различныхъ мѣстъ поверхности земли, куда она падаетъ изъ атмосферы, — къ водосточнымъ устьямъ, уклоны поверхности земли могутъ имѣть вліяніе на замедленіе стока. Вліяніе это однако мало, такъ какъ пробѣгаемые водой по поверхности земли пути до попаданія въ водостоки вообще незначительны. Но вліяніе уклоновъ самыхъ каналовъ очень велико, такъ какъ вмѣстѣ съ уклонами можетъ значительно измѣняться и скорость теченія воды. Такъ, если въ предшествующемъ примѣрѣ скорость  $v$  составляла бы не 0,7 метр., а 0,5 метра, то точка  $G$  была бы не въ 640 м., а въ 520 м. отъ  $A$  и площадь  $f = 20,8$  гектара. Если же  $v$  равнялось бы 1,00 метру, то  $AG$  было бы равно 1000 метровъ и площадь, для которой  $S = 1$ , была бы 40 гектаровъ.

в) Далѣе въ формулахъ замедленія не принято во вниманіе мѣстоположеніе водостока. Между тѣмъ, если предположить въ примѣрѣ, разсмотрѣнномъ въ пунктѣ  $a$ , что водостокъ проходитъ не по срединѣ участка, а по одному изъ его краевъ, напр.  $DK$ , то при всѣхъ тѣхъ условіяхъ наиболѣе удаленная отъ начала стока  $C$  точка  $K$  будетъ находиться отъ  $D$  въ разстояніи  $DK = 0,7 \times \times 1200 - 400 = 440$  метровъ (черт. 624) и соотвѣтствующая площадь  $f$ , для коей  $S =$  еще 1, будетъ только  $\frac{400 \times 440}{10000} = 17,6$  гект. вмѣсто 25,6, найденныхъ для случая ( $a$ ).

г) Не принято въ соображеніе также и вліяніе формы участка. А оно можетъ быть очень существенно, какъ легко увидѣть изъ сравненія условій стока воды съ двухъ прямоугольныхъ участковъ, (черт. 625 и 626), имѣющихъ одинаковое квадратное содержаніе, но разные линейные размѣры, и снабженныхъ срединнымъ отводнымъ каналомъ. Для участка, представленнаго на черт. 625 вода изъ точки  $C$  попадаетъ въ  $B$  (наибольшій пробѣгъ) въ  $\frac{100+1568}{0,7} = 2383$  секунды, для участка же фигуры 626 въ  $\frac{840}{0,7} = 1200$  секундъ.

При продолжительности ливня въ 1200 секундъ для послѣдняго участка коэффициентъ замедленія для  $D =$  слѣдовательно единицъ ( $S = 1$ ) и каналъ въ  $B$  долженъ быть рассчитанъ такъ, чтобы отводить воду со всей площади  $GADB = \frac{560 \times 560}{10000} = 31,36$  гектара.

Для участка же фигуры 625 къ концу ливня площадь, отвѣчаю-

щая наибольшему возможному пробѣгу воды, будетъ заштрихованная поверхность съ квадратнымъ содержаіемъ  $= \frac{200 \times 740}{10000} = 14,8$  гектара и слѣдовательно для точки  $B$ , коэффициентъ замедленія будетъ уже не 1, а  $\frac{14,8}{31,36} = 0,47$ .

д) Наконецъ, формулы не ставятъ коэффициентъ  $S$  въ зависимость отъ продолжительности ливня, что очевидно необходимо. Въ примѣрѣ пункта (а), если принять продолжительность ливня въ 3000 секундъ вмѣсто 1200, то площадь для которой  $S = 1$  возрастетъ съ 25,6 гектара до 76 гектаровъ.

Какъ же опредѣлить величины коэффициента замедленія такъ, чтобы они соответствовали дѣйствительности? Фрюлиигъ рекомендуетъ для этого (A. Frühling, Entwässerung der Städte, p. 381) графическій приемъ.

Допустимъ снова, что участокъ, для коего отыскивается коэффициентъ  $S$ —прямоугольный и имѣетъ водостокъ по срединѣ черт. 627.

Разсмотримъ затѣмъ послѣдовательно явленія стока воды по такому участку къ конечной точкѣ коллектора  $B$ , пренебрегая движениемъ воды по поверхности земли къ устьямъ водосточныхъ колодезевъ и предполагая, что оно совершается исключительно по каналамъ, нормальнымъ къ главному, съ однообразной скоростью  $v$ .

Вода попадаетъ въ точку  $B$  главнаго коллектора прежде всего изъ ближайшей части сѣти. Черезъ  $t$  секундъ послѣ начала ливня эта часть выразится заштрихованнымъ треугольникомъ, представленнымъ на черт. 627 и имѣющимъ основаніе  $2vt$  и высоту  $vt$ . По мѣрѣ увеличенія величины  $t$  стороны треугольника поднимаются и площадь, изливающая воду въ точку  $B$  принимаетъ форму, показанную на черт. 628. Если вся продолжительность ливня составляетъ  $t_1$  секундъ, то максимальная площадь, одновременно посылающая воду въ  $B$ , въ моментъ прекращенія дождя (черт. 628) будетъ имѣть размѣръ  $= bvt_1 - \frac{b^2}{4}$ .

Съ момента прекращенія дождя площадь дающая воду въ  $B$  будетъ сокращаться внизу, такъ какъ нижніе каналы опорожнившись уже не будутъ получать новыхъ количествъ воды, но зато сверху будетъ присоединяться расходъ изъ каналовъ все болѣе и болѣе удаленныхъ. Сокращеніе снизу выразится сначала треугольникомъ (черт. 629), а затѣмъ, когда стороны треугольника достиг-

нуть край участка, — бѣлой площадью фигуры 630. Съ момента, когда стороны треугольника убыли достигнуть край участка, убыль площади стока снизу и приращеніе сверху уравниваются и площадь эта, выражаясь заштрихованною поверхностью чертежа 630, передвигается снизу вверхъ. Ея величина равна  $f = bvt_r$ .

Когда верхній копецъ площади стока достигнетъ верхняго края участка, размѣръ этой площади постепенно уменьшается, какъ показано на черт. 631, до полного исчезновенія.

Общая продолжительность стока равняется

$$t = \frac{l + \frac{b}{2}}{v} + t_r,$$

а коэффициентъ замедленія для точки  $B$ :

$$S = \frac{f}{F} = \frac{bvt_r}{bl} = \frac{vt_r}{l}.$$

При  $v = 0,7$ ;  $t_r = 1200$ ;  $b = 300$  и  $l = 1400$ .

Находимъ  $t = 3414$  секундъ и  $S = 0,6$ .

Очевидно, пайденная величина  $S$  вѣрна лишь до тѣхъ поръ, пока наибольшая отвѣчающая продолжительности ливня площадь стока помѣщается въ предѣлахъ участка (черт. 632), и не годна напримѣръ для случая, показаннаго на черт. 633.

Разъясненный на частномъ примѣрѣ приемъ нахождения коэффициента замедленія стока воды можетъ быть примененъ къ площадямъ произвольной формы при произвольномъ расположеніи на нихъ сточныхъ каналовъ. Предположимъ, что нужно опредѣлить коэффициентъ замедленія для точки  $B$  канализаціонной сѣти представленной на чертежѣ 634.

Примемъ, что скорость движенія воды въ каналахъ одинакова и равна  $v$  и что наибольшая продолжительность ливня  $t_r$ . Опредѣлимъ на поверхности участка геометрическія мѣста точекъ изъ коихъ вода будетъ притекать къ  $B$  въ одни и тѣ же промежутки времени, напр. 120, 240, 360 и т. д. секундъ.

Для этого отъ точки  $B$  отложимъ по каждой изъ примыкающихъ къ  $B$  линій каналовъ величины  $120v$ ,  $240v$ ,  $360v$  и т. д.

Соединяя между собой точки, отвѣчающія одинаковому пробѣгу

воды, т. е.  $120v$ ,  $240v$  и т. д., мы получимъ на поверхности участка кривыя *равнаго стока*, которыя позволяютъ опредѣлить размѣры послѣдовательныхъ площадей, отправляющихъ воду къ точкѣ *B*. Черезъ 120 секундъ послѣ начала ливня это будетъ площадь ограниченная равносточной кривой  $120v$ , черезъ 240—равносточною кривой  $240v$  и т. д.

При максимальной продолжительности ливня въ 1200 секундъ въ моментъ его прекращенія площадь посылающая воды въ *B* будетъ заключаться между нижнимъ краемъ участка и кривой  $1200v$ .

Затѣмъ далѣе начнется перемѣщеніе площади  $f$ , посылающей воды въ *B* по рассматриваемому участку снизу вверхъ, подобно тому какъ на черт. 631. Только въ данномъ случаѣ при перемѣщеніи площадь будетъ мѣнять и свои размѣры, заключаясь постоянно между двумя равносточными кривыми, отстоящими другъ отъ друга на величину продолжительности ливня  $\times v$ , т. е. на  $t, v$ . Когда верхняя граница площади  $f$  дойдетъ до верхняго края участка, то площадь эта начнетъ убывать до полного исчезновенія.

Коэффициентъ замедленія стока, представляющій собой отношеніе  $f$  къ общей площади участка  $F$ , не будетъ слѣдовательно величиной постоянной, а будетъ непрерывно измѣняться. Для расчета сѣченій водостоковъ важна его наибольшая величина. Чтобы ее найти надо опредѣлить  $f$  шах., т. е. шах. площади участка между равносточными кривыми, отстоящими одна отъ другой на величину  $t, v$ .

Для этого вычислимъ послѣдовательныя величины площадей стока  $f_1, f_2, f_3$  и т. д., сначала возрастающія отъ 0 до  $0 - 1200v$ , затѣмъ заключающіяся между каждыми двумя равносточными кривыми, отстоящими другъ отъ друга на величину продолжительности ливня  $t,$ , т. е. въ нашемъ примѣрѣ площади

$$0 - 1200v, \quad 120v - 1320v, \quad 240 - 1440v \text{ и т. д.}$$

и, наконецъ, убывающія.

Наибольшую изъ этихъ величинъ раздѣлимъ на площадь всего участка. Частное будетъ искомый коэффициентъ замедленія.

Для большей наглядности можно построить графикъ величинъ  $f$ , (черт. 635). Мах.  $f$  въ общемъ случаѣ не отвѣчаетъ условному раздѣленію площади участка равносточными кривыми; онъ отвѣчаетъ нѣкоторымъ предѣламъ лежащимъ между начерченными линіями.

Чтобы найти  $\max. f$  съ большимъ приближеніемъ можно опредѣлить примѣрное положеніе этой площади указаннымъ выше расчетомъ или графикомъ, сгустить въ пужныхъ мѣстахъ равносточныя линіи, дѣлая ихъ на разстояніи въ 5—10 разъ болѣе близкими, чѣмъ на всемъ участкѣ и тѣмъ увеличивая степень точности въ опредѣленіи  $\max. f$  и  $\frac{\max. f}{F}$ .

Для болѣе точныхъ расчетовъ можно также пойти и дальше, принявъ для скорости движенія воды по каналамъ не среднюю величину  $V$ , а найденную вычисленіемъ для каждаго канала величину  $v_1, v_2, v_3$  и т. д. Въ этомъ случаѣ все изложенное выше будетъ лишь первымъ приближеніемъ для опредѣленія коэффиціента замедленія стока и расхода воды въ водостокѣ. По этимъ величинамъ будетъ рассчитанъ водостокъ и его вѣтви и найдены (или приняты) скорости теченія въ каждомъ отдѣльномъ каналѣ. Далѣе по этимъ скоростямъ можно болѣе точно опредѣлить величину замедленія стока и найти новыя величины расходовъ и скоростей.

Не слѣдуетъ, однако, стремиться къ слишкомъ большой точности въ расчетахъ такого рода, въ виду значительнаго числа произвольныхъ допущеній, которыя съ ними связаны; обыкновенно первое, въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ, второе, приближенія достаточны для цѣлей практики.

Такимъ образомъ, согласно изложенному, для исчисленія въ нѣкоторомъ частномъ случаѣ количества воды, подлежащаго удаленію съ площади  $F$  посредствомъ водостоковъ, необходимо опредѣлить, въ соотвѣтствіи съ величиной площади, ея уклонами, степенью и характеромъ застроенности, свойствами грунта и проч. слѣдующія величины:

- 1)  $R$  — среднюю высоту слоя дождя, выпадающаго въ секунду,
- 2)  $k$  — отношеніе наибольшей интенсивности дождя къ средней его интенсивности, опредѣленной дождемѣромъ (коэффиціентъ интенсивности дождя),
- 3)  $T$  — дробь, выражающую долю дождевой воды, дѣйствительно попадающей въ водостоки, за вычетомъ потерь на испареніе и просачиваніе,
- 4)  $S$  — отношеніе продолжительности стока дождевой воды по разематриваемой поверхности къ продолжительности дождя (коэффиціентъ замедленія стока).

Тогда, называя чрезъ:

$A$  — часть максимальнаго секунднаго слоя дождя, подлежащую удаленію чрезъ водостокъ, и

$Q$  — расходъ водостока въ секунду, можно написать:

$$Q = F \times A . . . . . (1)$$

$$A = k \times T \times S \times R . . . . . (2)$$

или  $Q = F \times k \times T \times S \times R . . . . . (3)$

Въ этой формулѣ точно извѣстно  $F$  — по плану мѣстности и, пожалуй,  $R$  изъ данныхъ метеорологическихъ станцій. Остальныя величины  $k$ ,  $T$  и  $S$ , вообще говоря, не извѣстны и при томъ зависятъ отъ весьма большого числа факторовъ. Коэффициентъ интенсивности дождя мѣняется для разныхъ мѣстностей и для одной и той же мѣстности далеко не постоянень; къ тому же, какъ было сказано, метеорологическія станціи его, вообще, не наблюдаютъ. Для нѣкоторыхъ отдѣльныхъ случаевъ величина  $k$  приблизительно извѣстна; такъ для Лондона наблюдался  $\max. k = 2,4$ .

Величина  $T$  зависитъ отъ формы и размѣровъ орошаемой дождемъ площади, ея уклоновъ, состоянія ея поверхности и пр., т. е. является функціей крайней сложной цѣлаго ряда переменныхъ величинъ. Значеніе этой функціи, конечно, неизвѣстно вовсе и опять-таки лишь въ отдѣльныхъ частныхъ случаяхъ имѣются нѣкоторыя практически опредѣленныя величины для  $T$ . Такъ напримѣръ въ нѣкоторыхъ англійскихъ городахъ принимается, что, при существованіи такъ называемой непроницаемой мостовой, въ каналы попадаетъ отъ 53 до 94% всего количества выпавшей влаги.

Наконецъ, величина коэффициента замедленія стока,  $S$  — есть также очень сложная функція средняго радіуса площади, уклоновъ поверхности, ея характера, размѣровъ и устройства самыхъ водостоконъ, такъ какъ вода только вначалѣ течетъ непосредственно по улицамъ, а затѣмъ попадаетъ въ подземные каналы и по нимъ достигаетъ того пункта, для котораго мы ищемъ величину  $Q$ ; напримѣръ для нѣкоторыхъ англійскихъ городовъ  $S$  принимаютъ равнымъ 1 : (3—4).

Если принять приведенныя выше для англійскихъ городовъ значенія разныхъ величинъ, входящихъ въ формулу (3), то ее можно

написать такъ:

$$Q = F \times 2,4 \times \frac{(0,53 \text{ до } 94)}{3,5} \times R = F (0,37—0,65) \times R.$$

Изъ приведеннаго примѣра видно, что даже для вполне опредѣленной страны (Англія) нельзя указать à priori иначе, какъ въ видѣ далекихъ предѣловъ (0,37—0,65) ту долю ( $\alpha$ ) средняго секунднаго выпаденія ливня, на которую должно разчитывать сѣченіе водостоковъ. Тѣмъ менѣе возможно сдѣлать это вообще, при современномъ составѣ наблюдений, дѣлаемыхъ на метеорологическихъ станціяхъ.

Поэтому указавъ выше въ общихъ чертахъ методъ иахожденія названной доли, слѣдуетъ замѣтить, что *въ каждомъ частномъ случаѣ при сооруженіи водостоковъ необходимо пополнять указанія общихъ наблюдений спеціальными непосредственными, возможно продолжительными наблюденьями надъ зависимостью между высотой выпадающей атмосферной влаги, испареніемъ, просачиваніемъ и пр. въ примененіи къ нуждамъ собственно водосточной сети.*

Остается теперь разобрать вопросъ о томъ, для какихъ изъ самыхъ сильныхъ дождей слѣдуетъ разчитывать размѣры водостоковъ или другими словами, какую величину слѣдуетъ брать для  $R$ . Исключительно сильные ливни случаются рѣдко, и если принимать во вниманіе подобные ливни при проектированіи каналовъ, то пришлось бы строить слишкомъ дорогія сооруженія, которыя лишь весьма рѣдко исполняли бы свое назначеніе въ полной мѣрѣ, — подобный образъ дѣйствія былъ бы очевидно весьма невыгоденъ, а во многихъ случаяхъ и не возможенъ. *Поэтому для отвода воды на случай совершенно исключительныхъ по величинѣ ливней устраиваютъ такъ называемые «предохранительные ливнеотводы», т. е. боковые водостоки, направляющіе сточныя воды, являющіяся въ данномъ мѣстѣ въ количествѣ превосходящемъ пропускную способность коллектора, — въ сторону въ рѣку, оврагъ, озеро и т. п. по кратчайшему направленію, причемъ уже не заботятся о послѣдствіяхъ такого ненадлежащаго исключительнаго направленія сточныхъ водъ. Вся же прочія части водостоковъ, проектируемая для дѣйствія въ нормальныхъ условіяхъ, разчитываютъ на тѣ наибольшіе дожди, которыхъ повтореніе чрезъ извѣстные не слиш-*



комъ продолжительные промежутки времени болѣе или менѣе неизбежно. Къ исключительно сильнымъ ливнямъ, которые повторяются очень рѣдко, причисляютъ обыкновенно дожди, доставляющіе въ часъ слой воды толще 75 мм. Наблюдениями также доказано, что дожди, дающіе въ часъ слой воды толще 24 мм., весьма рѣдко продолжаются болѣе 3 часовъ. Вообще же средніе выводы изъ большаго числа наблюдений показываютъ, что сила (густота) дождя и его продолжительность находятся въ обратномъ отношеніи другъ къ другу; необыкновенно сильные почти всегда продолжаются менѣе часа. Для сѣверной части средне-европейской низменности, по статистическимъ выводамъ Гельмана, максимумъ толщины слоя воды въ часъ слѣдуетъ считать въ 60—75 мм. Дождь такой силы даетъ 165—205 литровъ на гектаръ въ секунду, или, принимая во вниманіе испареніе, просачиваніе и замедленіе стоку, требуютъ отъ водосточковъ пропускной способности отъ 60 до 70 литровъ на гектаръ въ секунду. *Разсчитывать подводное стеченіе каналовъ на подобный расходъ при устройствъ большой канализаціонной сѣтки оказывается обыкновенно невозможнымъ, такъ какъ сооруженія обошлись бы при этомъ столь дорого, что пришлось бы отказаться отъ исполненія проекта. Поэтому такой расходъ можетъ быть принятъ во вниманіе лишь при канализаціи небольшихъ площадей, между тѣмъ какъ для большихъ сѣтей приходится уменьшитъ требованія и для отвода воды исключительныхъ по силѣ ливней устраивать, какъ было сказано, особые стучки, направленные въ ближайшіе овраги, озера или рѣчки.*

При этомъ въ ипыхъ случаяхъ даже мирятся съ тѣмъ неудобствомъ, что въ особенно сильные дожди вода поднимается въ приемныхъ и смотровыхъ колодцахъ.

Въ таблицѣ № 34 приведены цифры пропускной способности каналовъ, принятыя при составленіи проектовъ водосточковъ для нѣкоторыхъ городовъ Россіи и западной Европы, прекрасно сгруппированныя и приведенныя къ одинаковымъ отношеніямъ профессоромъ Н. К. Чижовымъ. Цифры эти могутъ служить отчасти указаніями для аналогичныхъ случаевъ. При пользованіи ими необходимо имѣть въ виду, что онѣ опредѣлены строителями канализаціи по различнымъ методамъ. Интересующая насъ доля средняго секунднаго выпаденія ливня, по которой долженъ быть опредѣленъ сред-

**Таблица № 34. Расходъ ливневыхъ водъ, принятый въ основу расчета канализационныхъ устройствъ различныхъ городовъ и выраженный въ куб. футахъ съ 1000 кв. сажень въ секунду.**

(Извлечено изъ таблицы, составленной профес. Н. К. Чижевскимъ).

| Названіе города.                            | Части города.                                        | В ы ш е л и в н е с п у с к о в ь .                             |                                          |                                                                        |                                                                                                             | Количество воды, отводимое водостоками ниже ливне-спусковъ (куб. ф. съ 1000 саж. въ сек.) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             |                                                      | Принятое количество ливневыхъ водъ.<br>Миллиметровъ въ 1 часть. | Куб. фут. въ 1 с. съ 1000 кв. с. въ сек. | Дробь показывающая, на какую долю ливневыхъ водъ рассчитаны водостоки. | Расходъ ливневыхъ водъ, принятый въ основаніе расчета водостоковъ въ куб. фут. съ 1000 кв. саж. въ секунду. |                                                                                           |
| С. - Петербургъ (проектъ Линдлея) . . . . . | Густо заселенн., центральная часть города . . . . .  | —                                                               | —                                        | —                                                                      | 0,284                                                                                                       | 0,024                                                                                     |
| То же . . . . .                             | Вышнія части города                                  | —                                                               | —                                        | —                                                                      | 0,213                                                                                                       | 0,024                                                                                     |
| Варшава. . . . .                            | Внутреннія части города . . . . .                    | —                                                               | —                                        | —                                                                      | 0,213                                                                                                       | 0,012                                                                                     |
| ” . . . . .                                 | Вышнія части города                                  | —                                                               | —                                        | —                                                                      | 0,142                                                                                                       | 0,012                                                                                     |
| Борлинъ . . . . .                           | Центральная часть города . . . . .                   | 23                                                              | 1,028                                    | 1/3                                                                    | 0,343                                                                                                       | —                                                                                         |
| ” . . . . .                                 | Части города съ многочпеленными садами и парками . . | 23                                                              | 1,028                                    | 1/6                                                                    | 0,171                                                                                                       | —                                                                                         |
| ” . . . . .                                 | Среднее для радиальныхъ системъ I-V .                | 23                                                              | 1,028                                    | —                                                                      | 0,314                                                                                                       | 0,043                                                                                     |
| Врауншвейгъ . . .                           | —                                                    | 21                                                              | 0,933                                    | 1/2                                                                    | 0,466                                                                                                       | —                                                                                         |
| Вреславль . . . . .                         | Второстепенные коллектора . . . . .                  | 6,5                                                             | 0,289                                    | 1/3                                                                    | 0,096                                                                                                       | —                                                                                         |
| ” . . . . .                                 | Главные коллектора .                                 | 6,5                                                             | 0,289                                    | 1/6                                                                    | 0,048                                                                                                       | (0,024)                                                                                   |
| ” . . . . .                                 | Вновь построенные коллектора. . . . .                | —                                                               | —                                        | —                                                                      | 0,322 до 0,402                                                                                              | —                                                                                         |
| Висбаденъ . . . . .                         | Густо застроен. части города . . . . .               | 35                                                              | 1,560                                    | } По Бриску.                                                           | отъ 0,338 до 1,190                                                                                          | 0,042                                                                                     |
| ” . . . . .                                 | Рѣдко застроен. части города . . . . .               | 35                                                              | 1,560                                    |                                                                        | отъ 0,257 до 0,868                                                                                          | 0,026                                                                                     |
| ” . . . . .                                 | Части города, застроенныя вилами, окруженн. садами . | 35                                                              | 1,560                                    |                                                                        | отъ 0,177 до 0,579                                                                                          | 0,010                                                                                     |

| Названіе<br>города.                            | Части города.                                                                               | Выше ливне спусковъ.                          |                                                                                    |                                                                                                                                 |                            | Количество<br>воды, отво-<br>димое водо-<br>стоками<br>ниже ливне-<br>спусковъ<br>(куб. ф. съ<br>1000 саж.<br>въ сек.). |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                |                                                                                             | Принятое ко-<br>личество лин-<br>невыхъ водъ. | Дробь показывающая,<br>на какую долю лив-<br>невыхъ водъ расчи-<br>таны водостоки. | Расходъ ливневыхъ<br>водъ, принятый въ<br>основаніе расчета во-<br>достоковъ въ кубич.<br>фут. съ 1000 куб.<br>саж. въ секунду. | Миллиметровъ<br>въ 1 часъ. |                                                                                                                         |
| Куб. фут. въ<br>1 с. съ 1000<br>кв. с. въ сек. |                                                                                             |                                               |                                                                                    |                                                                                                                                 |                            |                                                                                                                         |
| Вѣна . . . . .                                 | Нѣкоторые коллектора<br>(старая норма) . . . . .                                            | 25                                            | 1,126                                                                              | 3/8                                                                                                                             | 0,422                      | —                                                                                                                       |
| ” . . . . .                                    | Главные коллектора<br>(новая норма) . . . . .                                               | 20                                            | 0,884                                                                              | 1/3                                                                                                                             | 0,295                      | 0,045                                                                                                                   |
| Гамбургъ . . . . .                             | —                                                                                           | 28                                            | 1,254                                                                              | 1/2                                                                                                                             | 0,627                      | 0,030                                                                                                                   |
| Данцигъ . . . . .                              | Густо застроенныя<br>старинныя части го-<br>рода . . . . .                                  | 13                                            | 0,579                                                                              | 1/2                                                                                                                             | 0,285                      | 0,024                                                                                                                   |
| ” . . . . .                                    | Рѣдко застроенныя<br>части города . . . . .                                                 | 13                                            | 0,579                                                                              | 1/3                                                                                                                             | 0,193                      | 0,024                                                                                                                   |
| Дортмундъ . . . . .                            | Верхняя коллекторныя<br>вѣтви . . . . .                                                     | 9                                             | 0,402                                                                              | 2/3                                                                                                                             | 0,268                      | —                                                                                                                       |
| ” . . . . .                                    | Средняя коллекторныя<br>вѣтви . . . . .                                                     | 9                                             | 0,402                                                                              | 1/2                                                                                                                             | 0,201                      | —                                                                                                                       |
| ” . . . . .                                    | Нижняя (конечн.) кол-<br>лекторныя вѣтви . . . . .                                          | 9                                             | 0,402                                                                              | 1/3                                                                                                                             | 0,134                      | —                                                                                                                       |
| Дюссельдорфъ . . . . .                         | —                                                                                           | 41                                            | 1,817                                                                              | 1/3                                                                                                                             | 0,606                      | 0,027                                                                                                                   |
| Кельнъ . . . . .                               | Главные коллектора<br>въ густо застроен-<br>ныхъ частяхъ города . . . . .                   | 25                                            | 1,126                                                                              | 3/5                                                                                                                             | 0,676                      | 0,045                                                                                                                   |
| ” . . . . .                                    | Главные коллектора<br>въ рѣдко застроен-<br>ныхъ частяхъ . . . . .                          | 25                                            | 1,126                                                                              | около 1/3                                                                                                                       | 0,402                      | 0,045                                                                                                                   |
| Кельнъ . . . . .                               | Второстепенные кол-<br>лектора въ густо<br>застроенныхъ ча-<br>стяхъ города . . . . .       | 25                                            | 1,126                                                                              | 4/5                                                                                                                             | 0,901                      | —                                                                                                                       |
| ” . . . . .                                    | Второстепенные кол-<br>лектора въ новыхъ,<br>рѣдко застроенныхъ<br>частяхъ города . . . . . | 25                                            | 1,126                                                                              | около 1/2                                                                                                                       | 0,531                      | —                                                                                                                       |
| Кенигсбергъ . . . . .                          | Новый проектъ . . . . .                                                                     | 60                                            | 2,701                                                                              | отъ 0,25<br>до 0,6 по<br>формулѣ:<br>$\frac{1}{5\sqrt{F}}$                                                                      | 0,643<br><br>до 1,608      | 0,170<br><br>—                                                                                                          |

| Названіе<br>города.                | Части города.                                                               | Выше ливнепусковъ.                             |                                                                                    |                                                                                                                                  |                                                                              | Количество<br>воды, отво-<br>димое водо-<br>стоками<br>ниже ливне-<br>пусковъ<br>(куб. ф. съ<br>1000 саж.<br>въ сек.) |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                                             | Приптятое ко-<br>личество лив-<br>невыхъ водъ. | Дробь показывающая,<br>на какую долю лив-<br>невыхъ водъ расчи-<br>таны водостоки. | Расходъ ливневыхъ<br>водъ, принятый въ<br>основаніе расчета бо-<br>достоковъ въ кубич.<br>фут. съ 1000 квад.<br>саж. въ секунду. | Миллиметровъ<br>въ 1 часъ.<br>Куб. фут. въ<br>1 с. съ 1000<br>кв. с. въ сек. |                                                                                                                       |
| Лейпцигъ . . . .                   | —                                                                           | 12                                             | 0,535                                                                              | 1/2                                                                                                                              | 0,268                                                                        | —                                                                                                                     |
| Лондонъ . . . .                    | Смотря по величинѣ<br>площади стока и<br>плотности застрой-<br>ки . . . . . | 25                                             | 1,126                                                                              | отъ 1/3<br>до 1/2                                                                                                                | 0,375—0,563                                                                  | —                                                                                                                     |
| Льезь . . . . .                    | —                                                                           | 22                                             | 0,981                                                                              | 1/3                                                                                                                              | 0,327                                                                        | —                                                                                                                     |
| Манигоймъ . . . .                  | Центральныя, густо<br>застроенныя части<br>города . . . . .                 | 45                                             | 2,010                                                                              | } По Бюркли.                                                                                                                     | max. = 1,351                                                                 | —                                                                                                                     |
| ” . . . . .                        | Части занятыя особ-<br>няками, окружен-<br>ными садами. . . .               | 45                                             | 2,010                                                                              |                                                                                                                                  | max. = 1,013                                                                 | —                                                                                                                     |
| ” . . . . .                        | Рѣдко застроенныя<br>пригородныя части.                                     | 45                                             | 2,010                                                                              |                                                                                                                                  | max. = 0,675                                                                 | —                                                                                                                     |
| Майнцъ . . . . .                   | —                                                                           | 40                                             | 1,785                                                                              | 1/2                                                                                                                              | 0,482                                                                        | —                                                                                                                     |
| Мюльгаузенъ . . .                  | Центральныя части<br>города . . . . .                                       | 18                                             | 0,804                                                                              | 0,6                                                                                                                              | 0,482                                                                        | —                                                                                                                     |
| ” . . . . .                        | Рабочіе кварталы и<br>пригородъ . . . . .                                   | 18                                             | 0,804                                                                              | 0,4                                                                                                                              | 0,322                                                                        | —                                                                                                                     |
| Мюнхенъ . . . . .                  | Рѣдко застроенныя<br>части города. . . .                                    | 16                                             | 0,724                                                                              | отъ 1/5<br>до 1/2                                                                                                                | 0,145—0,362                                                                  | —                                                                                                                     |
| Мювхенъ . . . . .                  | Главный отводной<br>коллекторъ четы-<br>рехъ сточныхъ си-<br>стемъ. . . . . | 16                                             | 0,724                                                                              | около 1/3                                                                                                                        | 0,265                                                                        | 0,024 до 0,129                                                                                                        |
| Нюримбергъ . . . .                 | Смотря по величинѣ<br>площади стока . . .                                   | 13                                             | 0,579                                                                              | отъ 1/3<br>до 1/2                                                                                                                | 0,193—0,290                                                                  | —                                                                                                                     |
| Парижъ . . . . .                   | Главные коллектора.                                                         | 45                                             | 2,010                                                                              | 1/3                                                                                                                              | 0,670                                                                        | —                                                                                                                     |
| Пештъ . . . . .                    | Главные коллектора,<br>смотря по густотѣ<br>застройки города . .            | 25                                             | 1,126                                                                              | отъ 0,15<br>до 0,3                                                                                                               | 0,169—0,338                                                                  | —                                                                                                                     |
| Фрейбургъ (въ<br>Бадонѣ) . . . . . | Густо застроенныя<br>части города . . . .                                   | —                                              | —                                                                                  | —                                                                                                                                | 0,643—0,804                                                                  | —                                                                                                                     |
| Тоже . . . . .                     | Рѣдко застроенныя<br>части города . . . .                                   | —                                              | —                                                                                  | —                                                                                                                                | 0,322                                                                        | —                                                                                                                     |

| Названіе<br>города.                  | Части города.                                                  | Выше ливнепусковъ.                            |       |                                                                                  |                                                                                                                                   | Количество<br>воды, отво-<br>димое водо-<br>стоками<br>ниже ливне-<br>пусковъ<br>(куб. фут. съ<br>1.00 саж. въ<br>секунду. |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                                                | Принятое ко-<br>личество лив-<br>невыхъ водъ. |       | Дробь показывающая,<br>на какую долю ливне-<br>выхъ водъ расчитаны<br>водостоки. | Расходъ ливневыхъ<br>водъ, принятый въ<br>ооночаніе раочага во-<br>достоковъ въ кубич.<br>фунт. съ 1000 квад.<br>саж. въ секунду. |                                                                                                                            |
| Миллиметровъ<br>въ 1 часъ.           | Куб. фут. въ<br>1 с. съ 1000<br>кв. с. въ сек.                 |                                               |       |                                                                                  |                                                                                                                                   |                                                                                                                            |
| Тоже . . . . .                       | Вновь проложенныо<br>коллектора . . . .                        | 65                                            | 2,894 | По Манку.<br>(Deutsche<br>Bauzeit.<br>1884).                                     | max. = 1,737                                                                                                                      | —                                                                                                                          |
| Хемницъ . . . . .                    | Смотря по густотѣ<br>застройки и уклону<br>поверхности земли . | 25                                            | 1,126 | По Манку.                                                                        | 0,273 до 0,804                                                                                                                    | 0,032—0,056                                                                                                                |
| Штеттинъ . . . . .                   | —                                                              | 13                                            | 0,579 | 1/2                                                                              | 0,290                                                                                                                             | —                                                                                                                          |
| ” . . . . .                          | Вновь построенные<br>коллектора . . . .                        | —                                             | —     | По Бриксу.                                                                       | max. = 0,804                                                                                                                      | —                                                                                                                          |
| Штутгартъ . . . . .                  | Второстепенные кол-<br>лектора . . . . .                       | —                                             | —     | —                                                                                | 0,193 до 0,273                                                                                                                    | —                                                                                                                          |
| ” . . . . .                          | Главный водоспускъ .                                           | —                                             | —     | —                                                                                | —                                                                                                                                 | 0,054                                                                                                                      |
| Многіе города Ан-<br>глии и Америки. | —                                                              | 25                                            | 1,125 | 1/2                                                                              | 0,563                                                                                                                             | —                                                                                                                          |

ній секундный расходъ водостока ( $\alpha$ ) не есть во всѣхъ приве-  
денныхъ въ таблицѣ № 34 случаяхъ та величина, какую имѣютъ  
въ виду изложенныя нами выше соображенія, т. е.  $\alpha$  не равно  $kTS$ .  
Иногда это только  $S$  и вообще въ большинствѣ случаевъ величины,  
меньшія дѣйствительнаго значенія  $\alpha$ .

Большое различіе этихъ чиселъ объясняется нѣкоторымъ обра-  
зомъ приведенными выше соображеніями о различныхъ условіяхъ,  
впѣяющихъ на количество воды, которое попадаетъ въ каналы. Но  
необходимо имѣть въ виду, что при установленіи нормъ для раз-  
счета потребнаго сѣченія каналовъ, въ нѣкоторыхъ изъ упомянутыхъ  
городовъ оказалось возможнымъ по мѣстнымъ обстоятельствамъ вы-  
пускать излишнюю воду отъ большихъ проливныхъ дождей помощью  
предохранительныхъ выпусковъ прямо въ рѣку; въ нѣкоторыхъ же  
изъ этихъ городовъ каналы по экономическимъ соображеніямъ сдѣ-  
ланы были недостаточныхъ размѣровъ и это неудобство сейчасъ же  
оказалось въ первые годы эксплуатаціи. Послѣдствія этой неумѣст-

ной бережливости даютъ себя чувствовать при сильныхъ ливняхъ появленіемъ воды на поверхности улицъ и затопленіемъ подваловъ въ низменныхъ частяхъ города:

Изъ изложеннаго въ послѣдней части настоящаго § видно, что прямого отвѣта на вопросъ, что въ каждомъ частномъ случаѣ слѣдуетъ принимать за величину наибольшаго секунднаго слоя ливня подлежащаго введенію въ расчетъ водостоковъ ( $\alpha R$ ), дано быть не можетъ. Нужно искать эту величину путемъ спеціальныхъ наблюденій, брать ее возможно большей въ каждомъ случаѣ въ зависимости отъ тѣхъ средствъ, коими можно располагать для постройки сѣти водостоковъ, а для предохраненія водосточной сѣти отъ поврежденій и города отъ затопленія устраивать гдѣ возможно ливнеотводы. Основанія для расчета ливнеотводовъ и опредѣленія ихъ вліянія на дѣйствіе сѣти изложены ниже.

#### § 114. Свойства домовыхъ водъ.

По качествамъ своимъ домовыя воды бываютъ крайне разнообразны и переменчивы. Свойства водъ, выпускаемыхъ изъ домовъ, зависятъ не только отъ количества потребленія воды жителями, но также отъ системы удаленія нечистотъ, принятыхъ въ городѣ способовъ спуска воды изъ домовъ и многихъ другихъ обстоятельствъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ раковины, предназначенныхъ для спуска помоевъ, попадаетъ также безъ умысла или съ умысломъ со стороны хозяевъ большое количество изверженій; въ другихъ, наоборотъ, пользуются даже и при сплавной системѣ водостоковъ открытыми канавами, площадями, огородами, дворами, ямами, бочками и т. д., какъ легко доступными мѣстами, для свалки гніющихъ веществъ.

Въ городахъ съ вывозомъ нечистотъ умышленный спускъ нечистотъ въ каналы водостоковъ, предназначенныхъ только для помоевъ и дождевыхъ водъ, можетъ достигнуть весьма значительныхъ размѣровъ, но точное количество спускаемыхъ подобнымъ образомъ нечистотъ едвали можетъ быть опредѣлено даже для частнаго случая при знаніи всѣхъ мѣстныхъ обстоятельствъ. Въ городахъ со сплавной системой при существованіи удобныхъ ваннъ, хорошихъ ватерклозетовъ и писсуаровъ и вообще при соблюденіи большой

чистоты въ домахъ, спускаемыя воды поступаютъ въ водостоки въ весьма разжиженномъ состояніи; въ такихъ же городахъ, если чистота жилищъ стоитъ на болѣе низкомъ уровнѣ, домовыя воды являются въ болѣе или менѣе загрязненномъ видѣ.

Повсюду, — слѣдовательно и тамъ, гдѣ содержимое ватерклозетовъ отдѣлено отъ сообщенія съ домовыми водами, — вмѣстѣ съ послѣдними удаляется значительное количество остатковъ мяса и зелени, мусоръ, нѣкоторыя количества животныхъ изверженій и другіе продукты гніенія, въ числѣ которыхъ преобладаютъ иногда вещества животного происхожденія, иногда же растительные отбросы.

Поэтому вопросъ о томъ, насколько исключеніе человѣческихъ изверженій изъ водостоковъ способствуютъ чистотѣ протекающей по нимъ воды и загрязнится ли значительно болѣе отводимая водостоками вода, если всѣ нечистоты изъ отхожихъ мѣстъ будутъ прямо спускаться въ сѣтъ водостоковъ, при достаточномъ, конечно, разжиженіи — пока остается открытымъ. Во всякомъ случаѣ, едвали можно признавать большой вредъ за спускомъ изверженій прямо въ водостоки, такъ какъ и въ настоящее время невозможно предотвратить спускъ въ нихъ нѣкоторой части изверженій, даже при существованіи на это запрещенія.

Количество человѣческихъ изверженій характеризуется слѣдующими общими данными.

Петтенкоферъ даетъ, какъ среднее число: 34 килогр. твердыхъ и 439 килогр. жидкихъ изверженій, а слѣдовательно всего 472 килогр. на человѣка въ годъ. Съ этими данными вполне согласуются числа, приводимыя Вольфомъ и Леманомъ, которые для группы въ 1.000 человѣкъ, состоявшей изъ 376 мужчинъ, 346 женщинъ, 141 мальчика и 137 дѣвочекъ, считаютъ въ годъ 33.170 килогр. твердыхъ и 428.100 килогр. жидкихъ нечистотъ. Подробности этого разчета приведены въ таблицѣ № 35.

Изъ чиселъ этой таблицы видно, что въ составѣ изверженій находится мочи въ 12,9 разъ больше по вѣсу, нежели кала, причемъ въ послѣднемъ содержится азотистыхъ веществъ немногимъ, какъ извѣстно, менѣе полутора процентовъ, а въ мочѣ ихъ заключается нѣсколько менѣе одного процента. Количество азотистыхъ веществъ, содержащихся въ экскрементахъ, считается мѣрою заключающихся въ нихъ матеріаловъ, способныхъ къ гніенію, и одновременно съ

Таблица № 35.—Количество и составъ человѣческихъ изверженій, по возрастамъ, для 1.000 лицъ обоего пола.

|           |                      | К а л а .        |                                   |                      | М о ч и .        |                                   |                      | На одного чело-<br>вѣка въ годъ: |        |
|-----------|----------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------|
|           |                      | Всего<br>килогр. | Въ томъ числѣ:                    |                      | Всего<br>килогр. | Въ томъ числѣ:                    |                      | Кала.                            | Мочи.  |
|           |                      |                  | Азотистыхъ<br>веществъ<br>килогр. | Фосфатовъ<br>килогр. |                  | Азотистыхъ<br>веществъ<br>килогр. | Фосфатовъ<br>килогр. |                                  |        |
| Взрослыхъ | мужчинъ<br>(376)     | 20.585           | 238,8                             | 449,3                | 205.850          | 2.058,5                           | 834,7                | 54,75                            | 547,50 |
|           | женщинъ<br>(346)     | 5.675            | 128,0                             | 136,7                | 160.410          | 1.371,9                           | 690,3                | 16,40                            | 492,50 |
| Дѣтей     | мальчиковъ.<br>(141) | 5.660            | 93,8                              | 83,2                 | 29.340           | 243,2                             | 111,4                | 40,15                            | 208,05 |
|           | дѣвочекъ.<br>(137)   | 1.250            | 28,8                              | 18,5                 | 22.506           | 184,3                             | 87,7                 | 9,125                            | 104,25 |
| 1.000 =   |                      | 33.170           | 489,4                             | 687,7                | 428.100          | 3.857,9                           | 1.724,1              | —                                | —      |

этимъ приблизительнонымъ масштабомъ для оцѣнки ихъ достоинства въ качествѣ удобренія. Подобное же значеніе придаютъ фосфатамъ. Такъ какъ извергаемая людьми моча содержитъ въ 7—9 разъ больше азота и въ два съ половиною раза больше фосфатовъ, чѣмъ калъ, то въ названныхъ отношеніяхъ первая имѣетъ несравненно большее значеніе, чѣмъ второй.

Калъ содержитъ въ среднемъ 75 процентовъ воды, а моча въ среднемъ 94,5 процента. Удѣльный вѣсъ кала 1.067, а мочи 1,027, а потому при отношеніи смѣси 1 : 12,9,—удѣльный вѣсъ содержаемаго выгребовъ долженъ быть  $(1.067 + 12,9 \cdot 1,027) : 13,9 = 1,03$ ; но такъ какъ часть жидкости испаряется, то удѣльный вѣсъ смѣси обыкновенно ближе къ удѣльному вѣсу кала, т. е. въ среднемъ около 1,05. Поэтому въ стоячей водѣ человѣческія изверженія обыкновенно падаютъ на дно.

Всѣ приведенныя выше данныя относятся къ свѣжимъ изверженіямъ, но составъ ихъ очень скоро измѣняется вслѣдствіе образованія большого количества газовъ. Такъ какъ процессъ разложенія экскрементовъ совершается въ теченіе довольно продолжительнаго времени, то данныя о составѣ содержаемаго выгребовъ не могутъ имѣть общаго значенія и вообще весьма между собою разнятся.



Такимъ же переменамъ подверженъ составъ домовыхъ водъ вообще, поэтому указанія относительно состава этихъ водъ слѣдуетъ принимать лишь въ относительномъ смыслѣ. Въ составѣ помоевъ замѣчаются нѣкоторыя правильныя колебанія въ зависимости отъ времени года, дней недѣли и періодовъ сутокъ, а также въ зависимости отъ количества потребляемой воды, образа жизни обывателей и пр. Съ увеличеніемъ количества потребляемой жителями воды увеличивается и количество спускаемыхъ домовыхъ водъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и уменьшается загрязненіе этихъ водъ нечистотами. Поэтому наибольшее загрязненіе способными гнить веществами происходитъ въ теченіе тѣхъ часовъ, когда потребленіе воды бываетъ наименьшее, обыкновенно это бываетъ въ средніе предобѣденные часы. Среднее загрязненіе вообще совпадаетъ съ періодомъ средняго потребленія воды, а именно, въ послѣ-обѣденные и ранніе вечерніе часы.

### § 115. Количество домовыхъ водъ.

Количество домовыхъ водъ, подлежащихъ удаленію по водостокамъ принимается равнымъ количеству воды, потребляемой жителями.

Количество же потребляемой въ городахъ воды измѣняется въ зависимости отъ различныхъ обстоятельствъ, преимущественно же въ зависимости отъ привычекъ различныхъ классовъ населенія. Количество потребляемой воды на одного жителя возрастаетъ, кромѣ того, съ величиною города и въ особенности съ густотою населенія. Въ частяхъ города, обитаемыхъ богатымъ классомъ, потребленіе воды на одного жителя можетъ превышать въ 10 и до 20 разъ количество воды, потребляемой населеніемъ бѣдныхъ кварталовъ. Потребность этихъ послѣднихъ удовлетворяется вполнѣ 10 литрами въ день на человѣка, между тѣмъ какъ для людей достаточныхъ иногда требуется болѣе 150 литровъ на человѣка въ сутки (подробности см. въ I части курса «Водоснабженіе» §§ 26—33.

Потребленіе воды, какъ было уже указано, колеблется также весьма сильно въ разныя времена года и части сутокъ. Это въ особенности касается небольшихъ городовъ, гдѣ лѣтомъ расходуется много воды на поливку садиновъ и дворовъ, такъ что потребленіе увеличивается отъ 3 до 5 разъ сравнительно съ зимнимъ временемъ,

оставаясь притомъ безъ замѣтнаго вліянія на количество водъ спускаемыхъ въ каналы водостоковъ.

Принимая среднее годовое количество потребляемой въ одинъ день воды равнымъ единицѣ, получимъ, что въ дни наибольшаго расхода изъ водопроводовъ (какъ показываетъ опытъ, это бываетъ въ августъ или въ сентябрь) потребление выражается напр. по Фрюлингу (см. I ч. курса стр. 138) цифрою 1,5. Среднее потребление въ часъ будетъ  $\frac{1}{24} \times 1,5$ ; наибольшее часовое потребление, обыкновенно приходящееся на послѣ-обѣденные часы, бываетъ, въ отношеніи къ среднему часовому потребленію, по Фрюлингу 6,5%. Поэтому наибольшее количество потребляемой въ часъ воды, отнесенное къ среднему годовому количеству потребляемой воды въ сутки, будетъ, согласно этому расчету, приблизительно около 10%; напримеръ, при 100 литрахъ средняго суточнаго потребленія наибольшее часовое потребление будетъ около 10 литровъ.

По другимъ даннымъ наибольшее часовое истребленіе составляетъ  $\frac{1}{16}$  до  $\frac{1}{9}$  части суточнаго.

Меньше всего расходуется воды въ ночные и самые ранніе утреніе часы, когда количество потребляемой воды въ часъ уменьшается до  $\frac{1}{50}$  части и даже ниже — суточнаго количества, такъ что при среднемъ потребленіи въ сутки 100 литровъ въ эти часы расходуется изъ водопровода 1,5—3 литра и даже меньше. *При расчетѣ количества притекающихъ въ каналы водостоковъ домовыхъ водъ обыкновенно принимается для запаса наибольшее количество потребляемой воды въ часъ, безъ вычета на испареніе, утечку и другія потери, которыя, смотря по роду потребленія, могутъ однако доходить въ нѣкоторыхъ случаяхъ до 50 проц.*

Затѣмъ необходимо принять также во вниманіе, подобно тому, какъ это дѣлается при расчетѣ водопроводовъ (см. § 32); что въ послѣдствіи, съ увеличеніемъ народонаселенія, количество потребляемой воды и абсолютное, и относительное на человѣка можетъ также увеличиться. Количество домовыхъ водъ должно быть отнесено, какъ и количество дождевыхъ водъ, къ единицѣ площади города. Для этого необходимо знать густоту населенія, а именно не только существующую въ настоящее время, но и наибольшую, которую можно ожидать въ будущемъ по соображенію съ вѣроятнымъ развитіемъ

города, согласно даннымъ статистики движенія населенія въ данномъ городѣ. Въ видѣ примѣра можно привести, что при составленіи проекта берлинскихъ водостоковъ въ III-мъ участкѣ системы считалось 232 жителя на площади 1 гектара, но для осторожности при опредѣленіи количества потребляемой воды принято было вмѣсто этого числа—732, т. е. въ 3,18 раза больше.

Обозначая среднее количество потребляемой воды въ сутки черезъ  $r$ , число жителей на гектаръ черезъ  $n$ , получимъ наибольшее количество домовыхъ водъ, которое можетъ попасть въ водостоки съ площади одного гектара въ секунду:

$$b = \left( \frac{1}{16} \text{ до } \frac{1}{9} \right) \frac{nr}{3600} \text{ литровъ въ секунду.}$$

Количество домовыхъ водъ, попадающее въ водостоки въ городахъ, наиболѣе обильно снабженныхъ водою, какъ показываетъ расчетъ, составляетъ не больше 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> количества дождевыхъ водъ, на которое должны быть рассчитаны водосточные каналы. Обыкновенно же это количество еще меньше и не превосходитъ 1,5—2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Изъ этого слѣдуетъ, что въ случаѣ удаленія домашнихъ и дождевыхъ водъ по однимъ и тѣмъ же стокамъ количество домовыхъ водъ *имѣетъ весьма малое вліяніе на необходимую площадь сѣченія водосточныхъ каналовъ*. Въ виду того, что всегда вводится нѣкоторый запасъ площади для обезпеченія пропускной способности сѣти противъ всякихъ случайностей и въ предупрежденіе послѣдствій неточности расчета, — опредѣленіе необходимой площади подводнаго сѣченія капаловъ дѣлается въ названномъ случаѣ совмѣстнаго удаленія дождевыхъ и домовыхъ водъ лишь по количеству дождевыхъ водъ. Другими словами—стоимость устройства водостоковъ, которымъ приданы достаточные размѣры для отвода дождевыхъ водъ, не измѣняется отъ того, будемъ ли впускать въ нихъ домовыя воды, или нѣтъ. Присутствіе въ сточныхъ водахъ большаго или меньшаго количества домовыхъ водъ имѣетъ, однако, вліяніе на стоимость устройства приспособленій для очистки сточныхъ водъ, промывки и т. п., а равно на стоимость эксплуатаціи сѣти. (См. также табл. № 36).

Необходимо, однако, имѣть въ виду, что годовое количество домовыхъ водъ, спускаемыхъ съ площади одного гектара, можетъ сравниться, а нерѣдко и превыситъ годовое количество дождевыхъ

водъ, стекающее съ той же площади; отношеніе этихъ величинъ зависитъ отъ густоты населенія и размѣра потребленія воды. При числѣ населенія отъ 124 до 150 человекъ на гектаръ и нормальномъ потребленіи воды годовое количество домовыхъ и дождевыхъ водъ для климатическихъ условій средней Европы приблизительно равны. Это обстоятельство имѣетъ *очень важное значеніе при рѣшеніи вопроса объ отводѣ городскихъ водъ на ирригаціонныя или фильтраціонныя поля.* Въ этомъ случаѣ общее количество домовыхъ водъ играетъ важную роль, тѣмъ болѣе, что по вреднымъ свойствамъ своимъ эти воды имѣютъ также доминирующее значеніе.

Что касается собственно до содержанія въ домовыхъ водахъ изверженій людей, то принимая данныя Петтенкоффера для количества изверженій въ годъ на одного жителя (462 килограмма), получимъ количество изверженій въ секунду, получаемое съ площади одного гектара, выраженное въ литрахъ:

$$e = \frac{462 n}{1,05 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{1,20 n}{86\,400},$$

гдѣ 1,05 удѣльный вѣсъ изверженій.

### § 116. Фабричныя воды.

Составъ грязныхъ водъ, спускаемыхъ съ фабрикъ и заводовъ, сильно измѣняется для заведеній различнаго рода, а количество этихъ водъ можетъ быть опредѣлено лишь на основаніи особыхъ изслѣдованій въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Но даже въ тѣхъ случаяхъ, когда эти изслѣдованія можно произвести вполне точно, нѣтъ возможности съ такою же точностью рассчитать позднѣйшія измѣненія въ количествѣ спускаемыхъ водъ, — измѣненія, которыя могутъ произойти съ возрастаніемъ народонаселенія. Въ этомъ случаѣ приходится довольствоваться цифрами, основанными лишь на приблизительныхъ соображеніяхъ. Въ качествѣ примѣровъ рѣзкаго отличія въ цифрахъ, выражающихъ количество фабричныхъ водъ, можно привести слѣдующіе случаи. Для весьма промышленнаго города Мюльгаузена количество сточныхъ водъ, выпускаемыхъ изъ фабрикъ и заводовъ, опредѣлилось на основаніи специальныхъ изысканій цифрою, превышающею въ 4 раза количество домовыхъ водъ. Въ нѣ-

Таблица № 36.—Расходъ домовыхъ сточныхъ водъ въ канализацияхъ нѣкоторыхъ городовъ.

(Извлечено изъ таблицы, составленной проф. Н. К. Чижовымъ).

| НАЗВАНІЕ<br>ГОРОДА.                                 | Части города.                                                        | Число жителей<br>на 100 кв. саж.                           |                                     | Число ведеръ домовыхъ<br>водъ на одного жителя<br>въ сутки. | Число часовъ, въ теченіи<br>которыхъ расходуется<br>1/2 всего количества до-<br>мовыхъ водъ. | Расходъ домовыхъ<br>водъ въ кубич. фут.<br>съ 1000 кв. саж. пло-<br>щади города. |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                                      | Среднее суще-<br>ствующее во<br>время проек-<br>тирования. | Принятое въ<br>основу про-<br>екта. |                                                             |                                                                                              |                                                                                  |
| С. - Петербургъ<br>(проектъ Линд-<br>лея) . . . . . | Центральныя части города<br>(между Пеною и Фон-<br>танкою) . . . . . | 14,3                                                       | 20                                  | 11,5                                                        | 9                                                                                            | 0,0170                                                                           |
| Т о ж е . . . . .                                   | Внѣшнія части города . .                                             | 8,6                                                        | 15                                  | 11,5                                                        | 9                                                                                            | 0,0128                                                                           |
| Варшава . . . . .                                   | —                                                                    | —                                                          | 17                                  | 18,4                                                        | 8                                                                                            | 0,0236                                                                           |
| Москва . . . . .                                    | Центральныя части города<br>(въ чертѣ Садовой ул.) .                 | —                                                          | 20                                  | 7                                                           | 9                                                                                            | 0,0094*)                                                                         |
| „ . . . . .                                         | Внѣшнія части города . .                                             | —                                                          | 10                                  | 7                                                           | 9                                                                                            | 0,0047*)                                                                         |
| Кіевъ . . . . .                                     | —                                                                    | 5                                                          | 10                                  | 7                                                           | 7 1/2                                                                                        | 0,0056                                                                           |
| Казань (проектъ<br>Н. Ч.) . . . . .                 | Центральн. части города .                                            | 8                                                          | 16                                  | 6                                                           | 9                                                                                            | 0,0064                                                                           |
| Т о ж е . . . . .                                   | Внѣшнія части города . .                                             | 4                                                          | 8                                   | 6                                                           | 9                                                                                            | 0,0032                                                                           |
| Берлинъ . . . . .                                   | Центральн. части города .                                            |                                                            | 36                                  | 10,4                                                        | 9                                                                                            | 0,0251                                                                           |
| „ . . . . .                                         | Участки, занятые особ-<br>няками, окруженные<br>садами . . . . .     | отъ 9<br>до 23                                             | 18                                  | 10,4                                                        | 9                                                                                            | 0,0126                                                                           |
| Бреславль . . . . .                                 | —                                                                    | —                                                          | 11                                  | 10                                                          | 8                                                                                            | 0,0083                                                                           |
| Бисбаденъ . . . . .                                 | Густо застроенныя части<br>города . . . . .                          | —                                                          | 18                                  | 8,1                                                         | 9                                                                                            | 0,0098                                                                           |
| „ . . . . .                                         | Рѣдко застроенныя части<br>города . . . . .                          | —                                                          | 11,4                                | 8,1                                                         | 9                                                                                            | 0,0062                                                                           |
| „ . . . . .                                         | Участки, занятые бога-<br>тами вилами . . . . .                      | —                                                          | 3,4                                 | 8,1                                                         | 9                                                                                            | 0,0018                                                                           |
| Данцигъ . . . . .                                   | Центральныя, старинныя<br>части города . . . . .                     | 22                                                         | 24                                  | 7,3                                                         | 8                                                                                            | 0,0132                                                                           |

\*) Кроме того вся сѣть принимаетъ 6.000.000 ведеръ фабричныхъ водъ, расходуемыхъ равномерно въ теченіи сутокъ.

| НАЗВАНИЕ<br>ГОРОДА.    | Части города.                                          | Число жителей<br>на 100 кв. саж.                             |                                     |                                                             |                                                                                            |                                                                                  |
|------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                        |                                                        | Среднее суще-<br>ствовавшее во<br>время проек-<br>тированія. | Принятое въ<br>основу про-<br>екта. | Число водеръ домовыхъ<br>водъ на одного жителя<br>въ сутки. | Число часовъ, въ течен<br>которыхъ расходуется<br>1/2 всего количества до-<br>мовыхъ водъ. | Расходъ домовыхъ<br>водъ въ кубич. фут.<br>съ 1000 кв. саж. пло-<br>щади города. |
| Данцигъ . . . . .      | Нижнія, болѣе рѣдко за-<br>селенныя части города.      | 8                                                            | 16                                  | 7,3                                                         | 8                                                                                          | 0,0081                                                                           |
| Дортмундъ . . . . .    | —                                                      | 3                                                            | 4,3                                 | 11                                                          | 8                                                                                          | 0,0036                                                                           |
| Дюссельдорфъ . . . . . | Старинныя густо заселен-<br>ныя части города . . . . . | 27,3                                                         | 45,5                                | 10,4                                                        | 9                                                                                          | 0,0317                                                                           |
| „ . . . . .            | Вѣшнія части города . . . . .                          | 7<br>до 11,4                                                 | 18                                  | 10,4                                                        | 9                                                                                          | 0,0126                                                                           |
| Кельнъ . . . . .       | Старинныя густо заселен-<br>ныя части города . . . . . | 18                                                           | —                                   | 11,4                                                        | 6                                                                                          | —                                                                                |
| „ . . . . .            | Новыя части города . . . . .                           | 11,4                                                         | —                                   | 11,4                                                        | 6                                                                                          | —                                                                                |
| Кенингсбергъ . . . . . | —                                                      | до 22                                                        | 34,5                                | 12,2                                                        | 8                                                                                          | 0,0318                                                                           |
| Лондонъ . . . . .      | Часть канализацион. сѣти.                              | 4,5<br>до 19,5                                               | —                                   | 11,4                                                        | 6                                                                                          | —                                                                                |
| Маннгеймъ . . . . .    | Центральн. части города . . . . .                      | 14                                                           | 18                                  | 13                                                          | 9                                                                                          | 0,0157                                                                           |
| „ . . . . .            | Пригородъ . . . . .                                    | —                                                            | 12                                  | 8,1                                                         | 9                                                                                          | 0,0065                                                                           |
| Мюльгаузенъ . . . . .  | Центральн. части города . . . . .                      | —                                                            | 23                                  | 8,1                                                         | 9                                                                                          | 0,0125                                                                           |
| „ . . . . .            | Рабочіе кварталы . . . . .                             | отъ 0,2<br>до 16,6                                           | 18                                  | 8,1                                                         | 9                                                                                          | 0,0098                                                                           |
| „ . . . . .            | Пригородъ . . . . .                                    | —                                                            | 4,5<br>до 14                        | 8,1                                                         | 9                                                                                          | отъ 0,0024<br>до 0,0076                                                          |
| Мюнхенъ . . . . .      | —                                                      | 2,5<br>до 22                                                 | 3,6<br>до 32                        | 12,2                                                        | 8                                                                                          | отъ 0,0033<br>до 0,0295                                                          |
| Нюрнбергъ . . . . .    | Часть канализацион. сѣти . . . . .                     | —                                                            | 24,6                                | 7,3                                                         | 8                                                                                          | 0,0136                                                                           |
| Пештъ . . . . .        | Т о ж е . . . . .                                      | —                                                            | 23                                  | 12,8                                                        | 10                                                                                         | 0,0178                                                                           |
| Хемницъ . . . . .      | —                                                      | 11,4<br>до 23                                                | —                                   | 8,1                                                         | 9                                                                                          | —                                                                                |

которыхъ другихъ фабричныхъ городахъ Германіи и Швейцаріи количество фабричныхъ водъ оказалось отъ 30 до 103 литровъ на голову населенія въ сутки. Въ Бирмингамѣ приходится на одного жителя въ сутки 222 литра фабричныхъ водъ, въ Глазго 363 литра, а въ Реймсѣ (большія льнопрядильни) даже 406 литровъ.

По Шлессингу и Дюранъ-Клэ, количество грязныхъ водъ, спускаемыхъ изъ фабрикъ въ промышленныхъ городахъ, должно считать въ 200—300 литроовъ на человѣка въ сутки, т. е. приблизи-тельно вдвое противъ количества воды, потребляемой для домаш-нихъ цѣлей въ городахъ не промышленныхъ.

Въ виду этого, количество фабричныхъ водъ можетъ имѣть уже нѣкоторое значеніе при расчетѣ размѣровъ водосточной сѣти. Такимъ образомъ, замѣчающееся нынѣ въ западной Европѣ стремленіе къ недопущенію этой категоріи водъ въ общую сѣть водостоковъ, со спускомъ ихъ по возможности непосредственно въ рѣку, но съ *предварительной* химической очисткой за счетъ фабрикъ — имѣетъ оправданіе и съ точки зрѣнія экономіи въ *общественныхъ* расходахъ на сооруженіе водостоковъ. Но главная причина, почему стараются исключить фабричныя воды изъ обращенія въ водосточной сѣти, заключается въ ихъ составѣ, который во многихъ отношеніяхъ представляется вреднымъ.

Рядомъ съ различными безвредными примѣсями, въ грязной водѣ, выпускаемой съ фабрикъ, содержатся нѣкоторыя ядовитыя вещества, а также вещества способствующія развитію микроскопическихъ организмовъ и размноженію водорослей въ открытыхъ каналахъ. Менѣе вредною представляется конденсаціонная вода паровыхъ машинъ, если она не загрязнена другими примѣсями, кромѣ жировъ, происходящихъ отъ смазочныхъ матеріаловъ и пр. Но обыкновенно конденсаціонная вода паровыхъ машинъ не допускается въ сѣть водостоковъ, такъ какъ растворенныя въ ней или содержащіяся въ нерастворенномъ видѣ вещества покрываютъ дно и стѣнки каналовъ слоемъ липкой грязи, которую трудно бываетъ удалить, и, кромѣ того, теплая конденсаціонная вода способствуетъ гніенію. Если же вода этого рода допускается въ каналы, то обыкновенно ставится условіемъ, что она предварительно должна быть охлаждаема до 35° Ц. или ниже. При большомъ количествѣ такихъ водъ для нихъ устраиваются особые каналы, по которымъ охлажденная предварительно и, если требуется, очищенная отъ жирныхъ примѣсей вода отводится къ ближайшей рѣкѣ.

Сточные воды химическихъ фабрикъ и заводовъ (содовыхъ, солеваренныхъ, красильныхъ и пр.), а также фабрикъ, на которыхъ выдѣлываются шелковые, шерстяные и хлопчатобумажные товары, содержатъ большее или меньшее количество кислотъ и минеральныхъ ядовъ. Изъ красильныхъ, ситценабивныхъ и бѣлильныхъ фабрикъ спускаются воды, содержащія большія количества хлора и сѣрной кислоты. Особенно богаты азотистыми примѣсями сточныя воды кожевенныхъ заводовъ, растительными веществами — воды писчебумажныхъ и хлопчатобумажныхъ фабрикъ. Громоздныя количества

органическихъ веществъ, въ особенности растительныхъ, содержатся въ грязныхъ водахъ, спускаемыхъ на сахарныхъ заводахъ, которые, однако, почти всегда расположены внѣ городовъ, а потому не играютъ роли при составленіи проекта водосточной сѣти.

### § 117. Грунтовая вода.

Одною изъ важныхъ санитарныхъ мѣръ признается сохраненіе постоянства уровня грунтовыхъ водъ, для чего въ городахъ нужно обыкновенно при устройствѣ водостоковъ озаботиться надлежащимъ дренажемъ почвы). Но грунтовая вода не должна при этомъ имѣть прямое сообщеніе съ водостоками, такъ какъ при допущеніи такого сообщенія и водосточная вода могла бы при извѣстныхъ обстоятельствахъ вытекать въ грунтъ.

Водосточныя трубы и галлерей должны поэтому имѣть возможно непроницаемыя для воды стѣнки. Тѣмъ не менѣе необходимо предвидѣть въ тѣхъ случаяхъ, когда коллекторы приходится помѣщать ниже уровня грунтовыхъ водъ, возможность прониканія этихъ водъ въ коллекторы чрезъ неплотности въ кладкѣ, швы, щели и пр. Количество водъ, которыя могутъ проникать такимъ образомъ въ коллекторъ, увеличивая расходъ въ немъ и требуя для себя части живаго сѣченія, не можетъ быть опредѣлено а priori. Для С.-Петербурга Линдлей принялъ его въ  $\frac{1}{2}$  куб. фут. въ минуту съ каждаго милліона кв. футовъ площади города.

Съ теченіемъ времени при плохомъ устройствѣ галлерей въ нихъ могутъ происходить разстройства и притокъ грунтовыхъ водъ можетъ значительно возрасти противъ первоначальныхъ предположеній. Тогда становятся необходимыми работы по сдѣланію болѣе непроницаемыми стѣнокъ коллектора. Здѣсь большую пользу слѣдуетъ ожидать въ соотвѣтственныхъ случаяхъ отъ примѣненія способа Neukirch'a — образованія на мѣстѣ въ мокромъ песчаномъ грунтѣ бетона вдуваніемъ нементнаго порошка (См. Transactions of the Am. Soc. of Civ. Eng., а также An. P. Ch. 1895).

### § 118. Составъ сточныхъ водъ.

а) *Содержаніе изверженій и въ частности азотистыхъ веществъ.* Согласно наблюденіямъ, для средней полосы Европы,



можно принять, что дождевая вода течет по водостокамъ одинъ день изъ шести. Такимъ образомъ въ теченіе  $\frac{5}{6}$  всего количества дней въ году въ водостоки попадаютъ лишь домовыя воды и человѣческія изверженія, а потому даже и при совмѣстиомъ удаленіи дождевыхъ и домовыхъ водъ средній составъ сточныхъ водъ зависитъ преимущественно отъ домовыхъ водъ и изверженій, если не считать фабричныхъ водъ, имѣющихъ значеніе въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ. Но такъ какъ данныя о количествѣ и составѣ домовыхъ водъ весьма неопредѣленны, то путемъ расчета возможно составить себѣ лишь приблизительное понятіе о количествѣ изверженій, содержащихся въ каналахъ водостоковъ. Эти свѣдѣнія имѣютъ между тѣмъ нѣкоторое значеніе при разсмотрѣніи различныхъ системъ канализаціи.

Изъ приведенныхъ выше формулъ, опредѣляющихъ количества домовыхъ водъ и изверженій въ каналахъ (§ 115), получаемъ:

При наиболѣе разбавленномъ состояніи сточныхъ водъ:

$$\alpha_1 = \frac{\text{объемъ изверженій}}{\text{объемъ домовыхъ водъ}} = \frac{1,20 \text{ л}}{24 \times 3600} \cdot \frac{m}{9 \times 3600} = \frac{0,45}{r}.$$

При наиболѣе концентрированномъ состояніи:

$$\alpha_2 = \frac{\text{объемъ изверженій}}{\text{объемъ домовыхъ водъ}} = \frac{1,20 \text{ л}}{24 \times 3600} \cdot \frac{m}{50 \times 3600} = \frac{2,52}{r}.$$

Въ среднемъ получается:

$$\alpha_m = \frac{\text{объемъ изверженій}}{\text{объемъ домовыхъ водъ}} = \frac{1,20 \text{ л}}{24 \times 3600} \cdot \frac{m}{24 \times 3600} = \frac{1,20}{r}.$$

Такимъ образомъ въ зависимости отъ средняго количества потребляемой воды въ сутки опредѣляется процентное отношеніе содержащихся въ сточной водѣ изверженій. Напримѣръ, при 25 литрахъ воды на человѣка въ сутки содержаніе измѣняется отъ 1,8 до 10,8%, при 150 литрахъ эти величины будутъ 0,3 и 1,8%. Конечно, эти числа могутъ служить лишь для приблизительной характеристики разжиженія изверженій. Процентное содержаніе изверженій будетъ колебаться около указанныхъ величинъ, такъ какъ между потребленіемъ воды и впускомъ экскрементовъ въ каналы существуетъ извѣстная зависимость. По утрамъ какъ одно, такъ и другое совершается въ возвышенномъ количествѣ; затѣмъ впродол-

жепіи дня параллельность потребленія воды и впуска изверженій нарушается, но это неравенство компенсируется тѣмъ, что стокъ воды въ каналахъ нѣсколько замедляется, а потому принимаютъ, что крайніе предѣлы отношеній будутъ существовать лишь по временамъ въ видѣ исключеній, вообще же составъ воды въ каналахъ будетъ немногимъ отличаться отъ опредѣленной выше средней величины.

Въ таблицѣ № 37, сообщенной Баумейстеромъ (Baumeister—

Таблица № 37. — Данныя для сужденія о сравнительномъ составѣ сточныхъ водъ въ разныхъ городахъ.

| Названіе городовъ.                                                                   | Относительно количество изверженій. | Количество сточныхъ водъ на 1 человека въ сутки въ литрахъ. | Количество примѣсей въ миллигр. въ 1 литрѣ = = грамъ въ 1 куб. метрѣ. |                |                  |                | ВСЕГО. | Азотистыя вещества миллигр. въ 1 литрѣ = = грамъ. въ 1 куб. метрѣ. |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------|--------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                                                                                      |                                     |                                                             | Въ иждъ мутн.                                                         |                | Въ растворѣ.     |                |        | Въ 1 куб. метрѣ.                                                   | На 1 человека въ сутки. |
|                                                                                      |                                     |                                                             | Неорганическихъ.                                                      | Органическихъ. | Неорганическихъ. | Органическихъ. |        |                                                                    |                         |
| Среднее для 16-ти англійскихъ городовъ, имѣющихъ ватер-клозеты (средн. годов.) . . . | 1                                   | 180                                                         | 242                                                                   | 205            | 722              | 1.169          | 85     | 15                                                                 |                         |
| Лондонъ (средн. годов.) . . .                                                        | 1                                   | 200                                                         | 354                                                                   | 258            | 645              | 1.257          | 80     | 16                                                                 |                         |
| Лондонъ при большихъ ливняхъ . . . . .                                               | 1                                   | —                                                           | 1.828                                                                 | 514            | 631              | 2.973          | 74     | —                                                                  |                         |
| Берлинъ (средн. годов.) . . .                                                        | 1                                   | 100                                                         | 217                                                                   | 453            | 506              | 249            | 1.425  | 70                                                                 | 7                       |
| Данцигъ (средн. годов.) . . .                                                        | 1                                   | 180                                                         | 216                                                                   | 379            | 499              | 171            | 1.265  | 65                                                                 | 12                      |
| Франкфуртъ на Майнѣ въ сухую погоду . . . . .                                        | 0,7                                 | 100                                                         | 76                                                                    | 72             | 573              | 285            | 1.006  | 47                                                                 | 5                       |
| Франкфуртъ на Майнѣ въ оттепель . . . . .                                            | 0,7                                 | 320                                                         | 797                                                                   | 203            | 238              | 250            | 1.488  | 67                                                                 | 21                      |
| Франкфуртъ на Майнѣ у водоочистит. бассейна (ср. год.) .                             | 0,7                                 | 180                                                         | 377                                                                   | 919            | 364              | 581            | 2.241  | 115                                                                | 21                      |
| Цюрихъ . . . . .                                                                     | 0,8                                 | 400                                                         | 36                                                                    | 92             | 298              | 182            | 608    | 114                                                                | 45                      |
| Парижъ (ср. годов.) . . . . .                                                        | 0,3                                 | 150                                                         | 1.050                                                                 | 515            | 572              | 258            | 2.395  | 45                                                                 | 7                       |
| Висбаденъ . . . . .                                                                  | 0,2                                 | 345                                                         | 40                                                                    | 34             | 1.780            | 93             | 1.947  | 23                                                                 | 8                       |
| Мюнхенъ . . . . .                                                                    | 0,2                                 | 465                                                         | 40                                                                    | 80             | 361              | 190            | 671    | —                                                                  | —                       |
| Бременъ . . . . .                                                                    | 0                                   | —                                                           | 571                                                                   | —              | 1.109            | —              | 60     | —                                                                  | —                       |
| Эссенъ . . . . .                                                                     | 0                                   | 190                                                         | 105                                                                   | 213            | 613              | 230            | 1.161  | 106                                                                | 20                      |
| Галло . . . . .                                                                      | 0                                   | 90                                                          | 600                                                                   | 500            | 1.200            | 700            | 3.000  | 140                                                                | 13                      |

Staedtisches Strassenwesen und Städtereinigung.—1890), приведены анализы сточныхъ водъ различныхъ иностранныхъ городовъ.

Въ первомъ столбцѣ таблицы числа въ видѣ дроби выражаютъ, какая часть населенія пользуется правомъ спускать изверженія непосредственно въ водостоки; число 1 такимъ образомъ показываетъ, что въ данномъ городѣ всѣ изверженія спускаются въ водостоки. Изъ этой таблицы между прочимъ видно, что количество азота, содержащееся въ одномъ куб. метрѣ сточныхъ водъ, не зависитъ прямо отъ количества сточныхъ водъ, приходящагося на одного человѣка въ день. Затѣмъ количество азота весьма колеблется какъ въ одну, такъ и въ другую сторону отъ средней величины (11—13 гр. на человѣка въ день). Замѣчательно, что въ нѣкоторыхъ городахъ, гдѣ спускъ изверженій въ каналы вовсе воспрещенъ, количество азота превосходитъ среднюю величину, между тѣмъ какъ въ другихъ городахъ, гдѣ спускъ изверженій разрѣшается всѣмъ, количество азота уменьшается почти до половины.

Содержаніе азота въ Лилльскихъ водостокахъ составляетъ 20 миллиграммовъ, въ Рубе 71 миллигр.; въ обоихъ этихъ городахъ нечистоты собираются въ выгребяхъ и слѣдовательно сточныя воды не загрязняются открыто изверженіями.

Кромѣ азота, который заключается въ сточной водѣ всегда въ значительныхъ количествахъ, въ видѣ органическихъ и неорганиче-

Таблица № 38. — Средній составъ сточныхъ водъ въ колленто-  
рахъ Парижа.

| О п р е д ѣ л е н і я .                    |                               | Коллекторъ<br>Asnières. | Коллекторъ<br>Nord. |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Гидротиметрическій градусъ общій . . . . . |                               | 38°                     | 50°                 |
| " " постоянный . . . . .                   |                               | 16°                     | 26°                 |
| На литръ воды<br>миллиграммовъ.            | извести . . . . .             | 178                     | 226                 |
|                                            | хлора . . . . .               | 60                      | 91                  |
|                                            | сѣрной кислоты . . . . .      | 115                     | 203                 |
|                                            | азота органическаго . . . . . | 5,5                     | 7,2                 |
|                                            | " амміачнаго . . . . .        | 18,2                    | 25,5                |
| " минеральнаго . . . . .                   | 3,9                           | 3,4                     |                     |

скихъ соединеній (см. таб. № 38), въ составъ примѣсей входятъ:

Фосфорная кислота въ малыхъ дозахъ,

Углекислый калий » » »

Хлоръ—въ видѣ хлористаго натра,

Сѣра,

Известь,

Сѣриая кислота,

Сѣроводородъ,

Углеводороды и пр.

б) *Количество микробовъ.* Содержимое водостоковъ иногда можетъ быть весьма богато микроорганизмами, но на дѣлѣ это не всегда бываетъ. Въ коллекторѣ парижскихъ водостоковъ, по мнѣнію Микеля, въ среднемъ находится до 18 милліоновъ зародышей въ одномъ куб. сантиметрѣ сточной воды. Въ сточныхъ водахъ Галле найдено было 12, 108 и 257 милліоновъ, въ Потсдамѣ 108—258 милліоновъ въ куб. сантиметрѣ. Но извѣстно, что даже въ рѣкахъ находятъ иногда десятки тысячъ микробовъ на куб. сантиметрѣ. Необходимо имѣть въ виду, что число микробовъ вообще не имѣетъ большого значенія; важно лишь, чтобы среди ихъ не было болѣзнетворныхъ. При большомъ числѣ микробовъ, принадлежащихъ лишь къ нѣкоторымъ безвреднымъ видамъ, нѣтъ никакой опасности, но если существуетъ множество микробовъ разнообразнаго вида, то можно опасаться, что между ними найдутся и болѣзнетворные. Въ прежнее время полагали, что въ сточной водѣ содержатся непременно вредные микробы, но въ настоящее время выяснено, что случаи нахожденія этихъ микробовъ въ водостокахъ являются исключеніемъ. Точно также распространенное прежде мнѣніе, что микробы могутъ легко переходить изъ воды въ атмосферу, въ последнее время повидимому отвергнуто. Не останавливаясь на этомъ предметѣ, приведемъ лишь отзывъ одного изъ новѣйшихъ гигиенистовъ Арну (Arnould, Nouveaux éléments d'hygiène, 2. éd. (1889)):

«Безусловно вѣрно, что въ содержимомъ водостоковъ заключаются милліоны бактерій. Но главный вопросъ состоитъ въ томъ, имѣютъ ли эти бактеріи въ сточной водѣ дѣйствительно благопріятную среду для своего размноженія. Скорѣе можно сказать противное. Къ этому надо добавить, что болѣзнетворныя бактеріи сточныхъ водъ, не отличающихся особою стремительностью теченія, не могутъ оставить эту среду и распространиться въ атмосферу».

в) *Муть*. Количество мути, которое содержится въ сточныхъ водахъ, измѣняется въ весьма широкихъ предѣлахъ. Если исключить числа крайнія и данныя для водостоконъ, въ каналы которыхъ попадаетъ огромное количество уличной грязи, то для общаго количества органическихъ и неорганическихъ веществъ, содержащихся въ сточной водѣ въ видѣ мути получимъ отъ 200 до 600 миллиграммовъ въ 1 литрѣ или граммовъ въ одномъ куб. метрѣ, а въ среднемъ — 444 грамма. Принимая удѣльный вѣсъ мути въ 1,1, получимъ объемъ ея 400 куб. сантиметровъ, и слѣдовательно отношеніе количества мути къ количеству воды будетъ = отношенію 400 къ 1.00.000 = 1 : 2.500.

Въ Англіи при употребленіи ѣдкой извести для осажденія мути сточныхъ водъ считаютъ за норму отношеніе  $\frac{1}{4000}$ . Для берлинскихъ водостоконъ получено среднее отношеніе  $\frac{1}{1200}$ . Вообще же можно считать, что нормальное содержаніе мути въ сточныхъ водахъ городской канализаціонной сѣти колеблется между предѣлами  $\frac{1}{1000}$  и  $\frac{1}{3500}$ , причемъ оно обыкновенно скорѣе приближается къ первому, нежели ко второму предѣлу, составляя  $\frac{1}{1000} - \frac{1}{1500}$ . Въ составъ этой мути входитъ отчасти песокъ, который треніемъ своимъ механически разрушаетъ стѣнки трубъ. Песокъ, а также прочія болѣе тяжелыя составныя части мути, держатся ближе ко дну трубъ, образуя постепенно накапливающіеся осадки, удаленіе которыхъ должно быть предусмотрено соответственными устройствами при составленіи проекта водосточной сѣти.

г) *Газы*. Легко понять, что въ столь сложной жидкости, какой являются сточныя воды, должны происходить многочисленныя химическія реакціи, при которыхъ происходитъ перегруппировка составныхъ элементовъ жидкости и могутъ образоваться осадки, а также выдѣляться газы. Изъ всѣхъ такихъ реакцій особенное вниманіе должно быть обращено на тѣ, что могутъ давать газы дурно пахнущіе или опасные для вдыханія, или легковоспламеняющіеся, т. е. амміачные, сѣроводородные и пр. Скопленіе въ водостокахъ въ большихъ количествахъ такихъ газовъ можетъ вызвать заболѣваніе и смерть рабочихъ или взрывъ при случайномъ соприкосновеніи съ огнемъ.

Образованію въ атмосферѣ водостоконъ столь нежелательныхъ

элементовъ много способствуетъ гнилостное броженіе содержамаго сточныхъ водъ. Поэтому нужно стремиться къ быстрому удаленію этихъ водъ изъ предѣловъ жилыхъ помѣщеній, не давая имъ нигдѣ застаиваться и озабочиваясь, чтобы движеніе ихъ совершалось при условіи хорошей вентиляціи стоковъ. вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо, однако, принимать всѣ мѣры къ тому, чтобы воздухъ изъ водосточной сѣти не попадалъ въ жилыя помѣщенія.

### § 119. Ливнеотводы и разжиженіе домовыхъ водъ уличными.

Если въ предѣлахъ канализованнаго города проходить рѣка, каналъ и т. п., то для уменьшенія сѣченій коллекторовъ полезно устроить въ нѣкоторыхъ пунктахъ сѣти выпускъ водъ ливней прямо въ естественные протоки.

Для этой цѣли служатъ предохранительные ливнеотводы. О нихъ уже было упомянуто выше. Не входя въ описаніе ихъ конструкціи, которой будетъ отведено надлежащее мѣсто впоследствии, мы рассмотримъ здѣсь только общій характеръ ихъ дѣйствія и вліяніе ихъ на размѣры водостоковъ.

Разсмотримъ сначала прямоугольный участокъ (черт. 636) шириной  $b$  съ коллекторомъ  $AB$  по срединѣ. Пусть  $BN$  будетъ предохранительный ливнеспускъ, начинающій дѣйствовать, когда расходъ воды въ коллекторѣ въ точкѣ  $B$  достигнетъ нѣкоторой определенной величины.

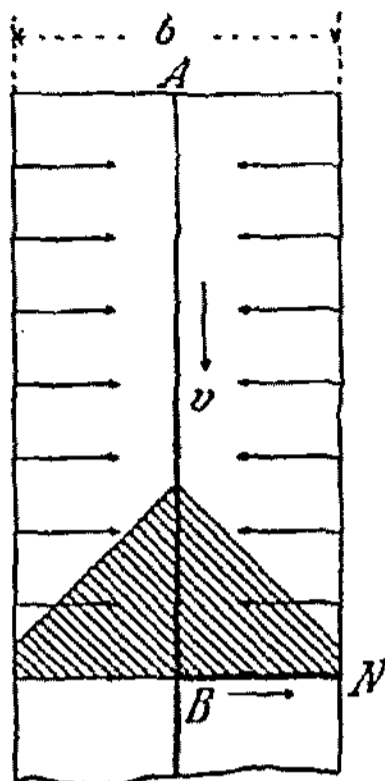
Въ сухую погоду въ  $B$  притекаетъ нѣкоторый объемъ домовыхъ водъ равный  $AB \times b \times q_h = Fq_h$ , гдѣ  $q_h$  есть расходъ домовыхъ водъ, выраженныхъ напримѣръ въ литрахъ на гектаръ въ секунду.

Какъ только начипаетъ идти дождь, расходъ въ  $B$  возрастаетъ на величину притекающей сюда дождевой воды, количество коей постепенно увеличивается, достигая максимума въ моментъ, когда къ  $B$  будетъ доходить одновременно вода съ наибольшей площади, т. е. чрезъ  $t_r + \frac{b}{2v}$  секундъ послѣ начала ливня (гдѣ  $t_r$  — продолжительность ливня, а  $v$  средняя скорость движенія воды въ коллекторахъ—см. § 113).

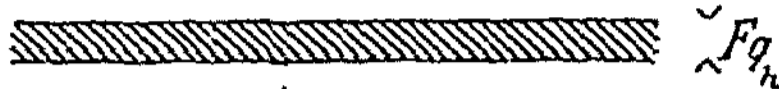
Если изобразить графически зависимость между расходомъ воды въ  $B$  и временемъ, то для однихъ домовыхъ водъ, оставивъ въ сторонѣ колебанія ихъ расхода въ теченіе дня, мы получимъ линію,

Определение количества дождевых водъ.

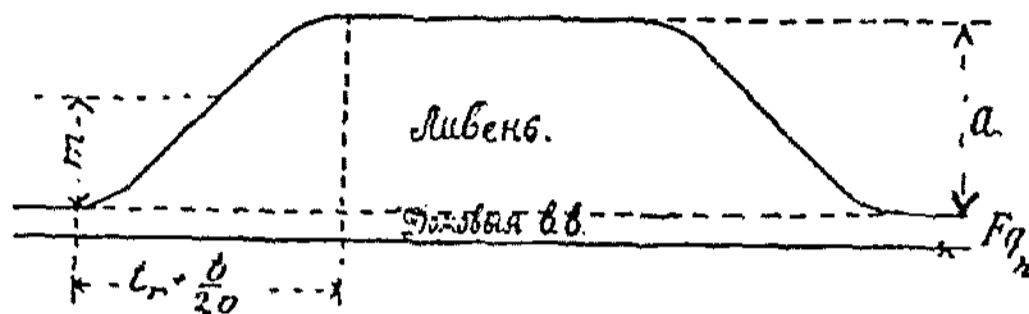
Л И В Н О Т В О Д Ы.



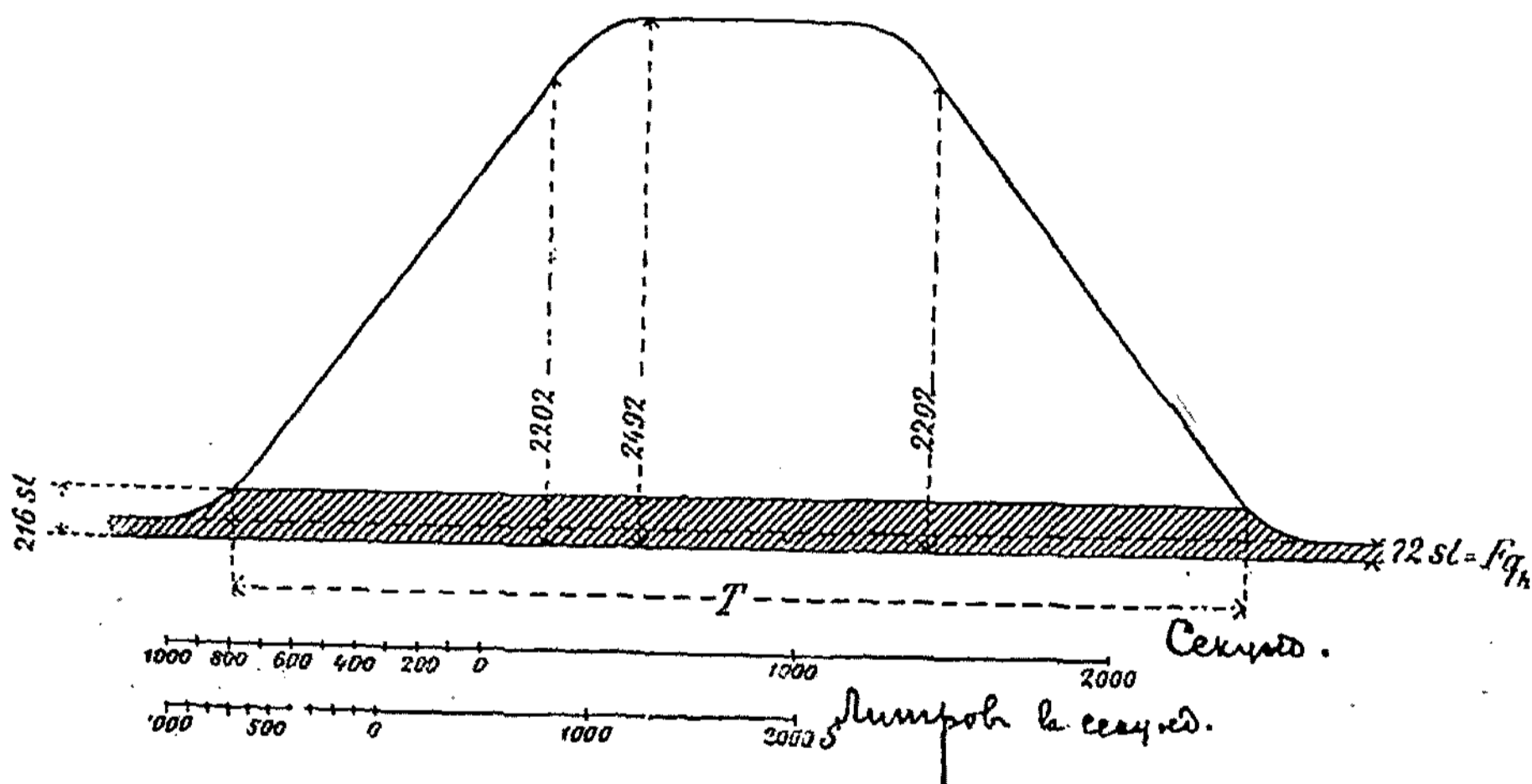
Черт. 636.



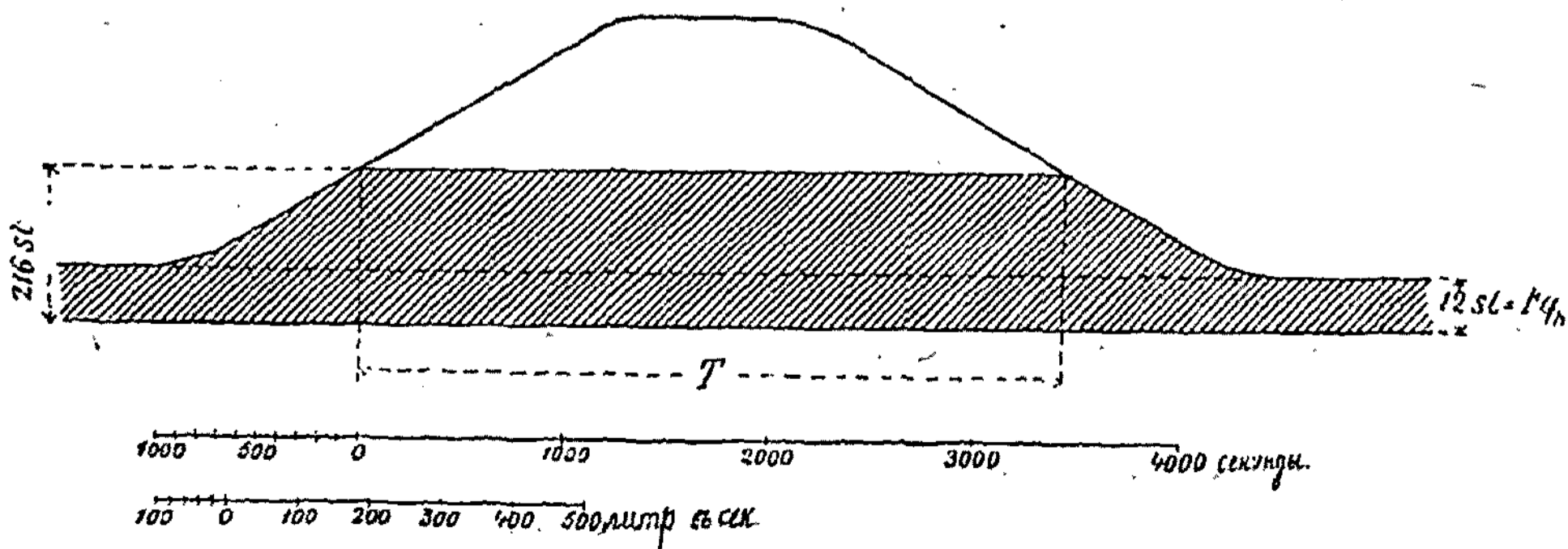
Черт. 637.



Черт. 638.



Черт. 639.



Черт. 640.

параллельную оси времени (черт. 637), а для домовых съ ливневыми фигуру, представленную на черт. 638, гдѣ въ теченіе времени  $t_r + \frac{b}{2v}$  расходъ отъ величины домового достигаетъ до максимума  $a + Fq_h$  и затѣмъ, оставшись постояннымъ нѣкоторое время, снова падаетъ до величины домового.

Величина  $a$  при достаточныхъ размѣрахъ участка  $= \alpha Rbv t_r$ , гдѣ  $\alpha = kIS$  (см. § 113).

Отношеніе  $\frac{Fq_h}{a} = m$  есть степень разжиженія домовыхъ водъ ливневыми у ливнеотвода.

Эта величина не должна быть менѣе извѣстнаго предѣла для того, чтобы выпускъ ливневыхъ водъ въ городскіе рѣки или протоки могъ быть допущенъ.

Размѣръ всей площади, соотвѣтствующей избранному мѣсту для ливнеотвода, имѣетъ непосредственное вліяніе на количество домовыхъ водъ, оставаясь безъ вліянія при томъ же ливнѣ, на притокъ ливневыхъ водъ, откуда значительная разница въ величинѣ коэффициентовъ разжиженія. Напр. въ разсмотрѣнномъ выше случаѣ прямоугольнаго участка, если  $AB = 1500$  метровъ,  $b = 400$  метровъ,  $q_h = 1,2$  литра въ секунду на гектаръ,  $R = 120$  литровъ въ секунду на гектаръ,  $t_r = 1200$  секундъ,  $v = 0,7$  метровъ и  $\alpha = 0,6$ , то

$$m = \frac{1500 \times 400 \times 1,2}{10000} : \frac{0,6 \times 120 \times 400 \times 0,7 \times 1200}{10000} =$$

$$= \frac{72}{2420} = \frac{1}{33,6}$$

При всѣхъ тѣхъ же условіяхъ, но при  $AB = 2500$  метровъ,  $m = \frac{120}{2420} = \frac{1}{20,1}$ . Въ обоихъ случаяхъ наибольшее разжиженіе наступаетъ чрезъ  $1200 + \frac{400}{1,4} = 1486$  секундъ послѣ начала ливня.

Гораздо ранѣе этого времени можетъ начаться дѣйствіе ливнеотвода, такъ какъ при  $m$  равномъ 5, 4, 3; а иногда и меньшихъ величинахъ признается возможнымъ спускать водосточную воду въ городскіе протоки (см. таблицу № 39).

Если принять въ разсмотрѣнномъ выше примѣрѣ  $m = 3$ , то очевидно, что коллекторъ въ  $B$  передъ ливнеотводомъ долженъ бу-



деть имѣть сѣченіе способное пропустить расходъ  $Fq_n + \alpha Rbvt_r = 72 + 2420 = 2492$  литровъ въ секунду, а за ливнеотводомъ — только  $72 \times 3 = 216$  литровъ въ секунду, т. е. площадь живого сѣченія коллектора уменьшится въ 11 съ лишнимъ разъ; это даетъ ясное понятіе о значеніи ливнеотводовъ въ дѣлѣ удешевленія стоимости водосточной сѣти. Самъ ливнеотводъ  $BN$  долженъ будетъ отводить въ секунду при данномъ дождѣ —  $2492 - 216 = 2276$  литровъ, но за то при незначительной длинѣ сооруженія и большнхъ уклонахъ противъ уклоновъ коллекторовъ.

*Ливнеотводы слѣдуетъ рассчитывать съ большимъ запасомъ, чтобы они могли отводить большія противъ принимаемыхъ при расчетѣ коллекторовъ количества дождевыхъ водъ.* (См. § 123).

Кривая расходовъ воды для изучаемаго частнаго случая представлена на черт. 639. Заштрихованная часть площади расходовъ представляетъ собой общее количество воды  $Q_k$ , которое протечетъ во время ливня по коллектору ниже  $B$ , а верхняя бѣлая часть фигуры — общее количество воды  $Q_n$ , которое во время дѣйствія ливнеотвода  $T$  (см. чертежъ) пройдетъ черезъ ливнеотводъ. Расчетъ и чертежъ показываютъ, что для даннаго случая

|                                          |         |                                                  |
|------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------|
| при $m = 2$                              |         | $\frac{Q_n}{Q_k + Q_n} = 90\%$ ; $T = 3340$ сек. |
| » $m = 3$ ; $Q_k = 743$ ; $Q_n = 4702$ ; | куб. м. | куб. м.                                          |
| » $m = 4$                                |         | » $= 86\%$ ; $T = 3260$ »                        |
| » $m = 5$                                |         | » $= 83\%$ ; $T = 3120$ »                        |
|                                          |         | » $= 79\%$ ; $T = 3050$ »                        |

Загрязненіе протока, куда выливаются воды изъ ливнеотвода, зависитъ отъ абсолютнаго количества домовыхъ водъ, которыя попадутъ въ ливнеспускъ вмѣстѣ съ ливневыми, т. е. отъ величины  $T$ . Въ данномъ случаѣ, разсмотрѣнномъ выше, т. е. случаѣ весьма сильнаго ливня, видно, что коэффициентъ разжиженія не имѣетъ особеннаго вліянія на величину  $T$ . При измѣненіи  $m$  отъ 2 до 5  $T$  колеблется отъ 3050 до 3340 секундъ.

Если же дождь, наоборотъ не сильный, но продолжительный, то вліяніе разжиженія на загрязненіе протоковъ водами ливнеотводовъ значительно возрастаетъ, какъ показываетъ примѣръ, разсмотрѣнный на чертежѣ 640 — при  $q_r = 10$  литровъ въ секунду вмѣсто 120,  $t_r = 3000$  секундамъ, вмѣсто 1200 перваго примѣра.

При этомъ получимъ:

$$\begin{aligned}
 m = 2; & \quad \frac{Q_n}{Q_h + Q_n} = 30\%; & T = 4230 \text{ сек.} \\
 m = 3; & \quad \text{»} & = 3430 \text{ »} \\
 m = 4; & \quad \text{»} = 14,7\%; & \text{»} = 2590 \text{ »}
 \end{aligned}$$

Какъ слѣдствіе изъ изложеннаго вліянія абсолютной продолжительности дѣйствія ливнеотводовъ ( $T$ ) на засореніе городскихъ протоковъ вытекаетъ цѣлесообразность уменьшенія района дѣйствія каждаго ливнеотвода и увеличенія ихъ числа.

Таблица № 39. — Величины степени разжиженія домовыхъ водъ уличными въ канализаціяхъ нѣсколькихъ городовъ.

| Название города.            | Коэффици-<br>ціентъ<br>$m$ | Название города.             | Коэффици-<br>ціентъ<br>$m$ |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| С.-Петербургъ (пр. Ливдея). | 1,5—2                      | Дюссельдорфъ . . . . .       | 1—2                        |
| Варшава . . . . .           | 0,5                        | Кельнъ (проектъ) . . . . .   | 2—3,5                      |
| Берлинъ . . . . .           | 6,4                        | Кеннигсбергъ . . . . .       | 4,5                        |
| Бреславль . . . . .         | 3                          | Мюнхенъ . . . . .            | 4—7                        |
| Висбаденъ . . . . .         | 4—5                        | Франкфуртъ на М. . . . .     | 4                          |
| Гамбургъ . . . . .          | 3—4                        | Фрейбургъ (Баденъ) . . . . . | 3,5                        |
| Данцигъ . . . . .           | 2—3                        | Штеттинъ . . . . .           | 9,5                        |

## ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

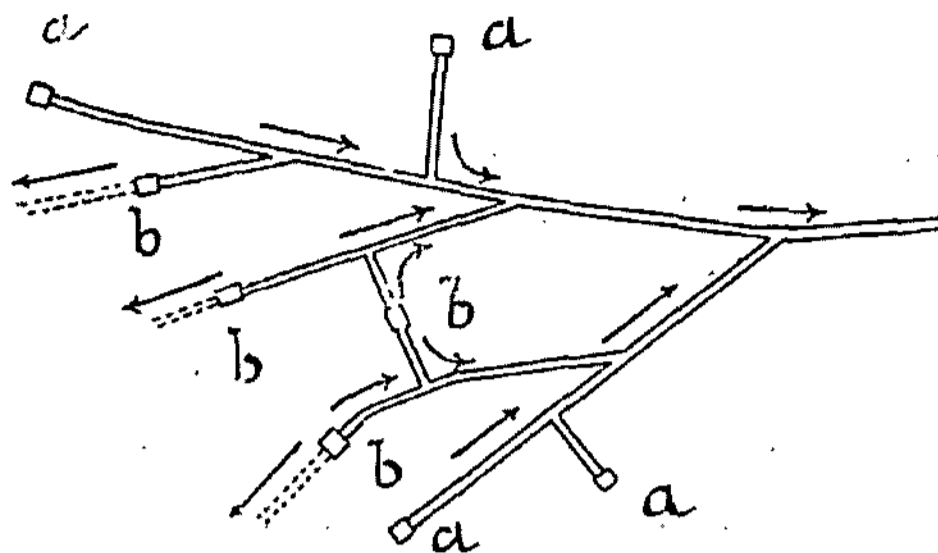
### Системы водостоковъ и главнѣйшія основанія для ихъ проектированія.

СОДЕРЖАНІЕ. § 120. Силы, посредствомъ коихъ удаляются нечистоты. — § 121. Классификація системъ удаленія нечистотъ и общій составъ сѣти водостоковъ. — § 122. Руководящія основанія при составленіи проекта водостоковъ. — § 123. Общій порядокъ расчета сѣти водостоковъ.

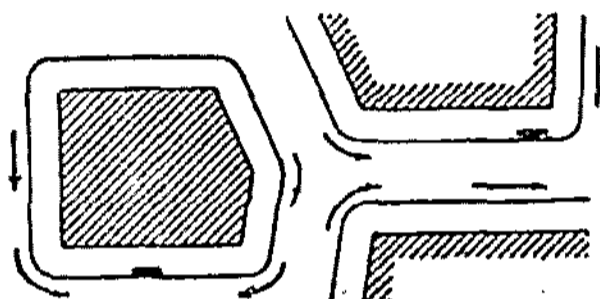
#### § 120. Силы, посредствомъ коихъ удаляются нечистоты.

Въ предшествующей главѣ были разсмотрѣны въ качественномъ и количественномъ отношеніи вещества, которыя въ интересахъ общественной гигіены должны быть удаляемы изъ предѣловъ жилыхъ помѣщеній и затѣмъ изъ предѣловъ населенныхъ мѣстъ. Вначалѣ такое удаленіе совершалось каждымъ домохозяиномъ независимо отъ другихъ, т. е. примѣнялись *индивидуальные* способы. По мѣрѣ развитія гражданственности и общественныхъ денежныхъ средствъ индивидуальные способы стали замѣняться *коллективными*, т. е. такими, при коихъ для всѣхъ или многихъ жителей города устраивались общія сооруженія для удаленія грязныхъ водъ. Индивидуальные способы состоятъ для атмосферныхъ водъ въ устройствѣ напр. поглощающихъ колодцевъ, для домовыхъ водъ — въ устройствѣ помойныхъ ямъ, для ватерклозетовъ — въ устройствѣ выгребовъ или переносныхъ баковъ и пр. (см. подробности Beschmann — Salubrité Urb. II и др., напр. по отношенію къ поглощающимъ колодцамъ статью магистра Жолцинскаго — «Вліявіе поглощающихъ колодцевъ на санитарное состояніе почвы и грунтовая вода» — Журн. Общ. Охр. Нар. Здр. 1900 № 8). Эти способы продолжаютъ существовать и понынѣ. Для отдѣльныхъ небольшихъ поселеній они неиз-

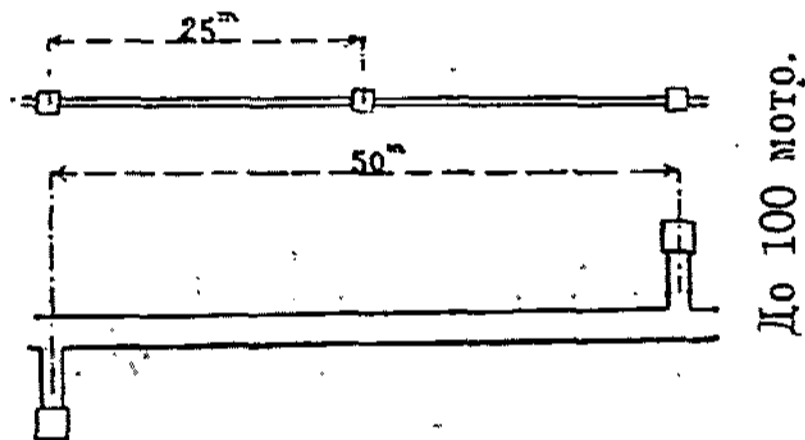
**Расположеніе водостоконъ сплавной системы.**



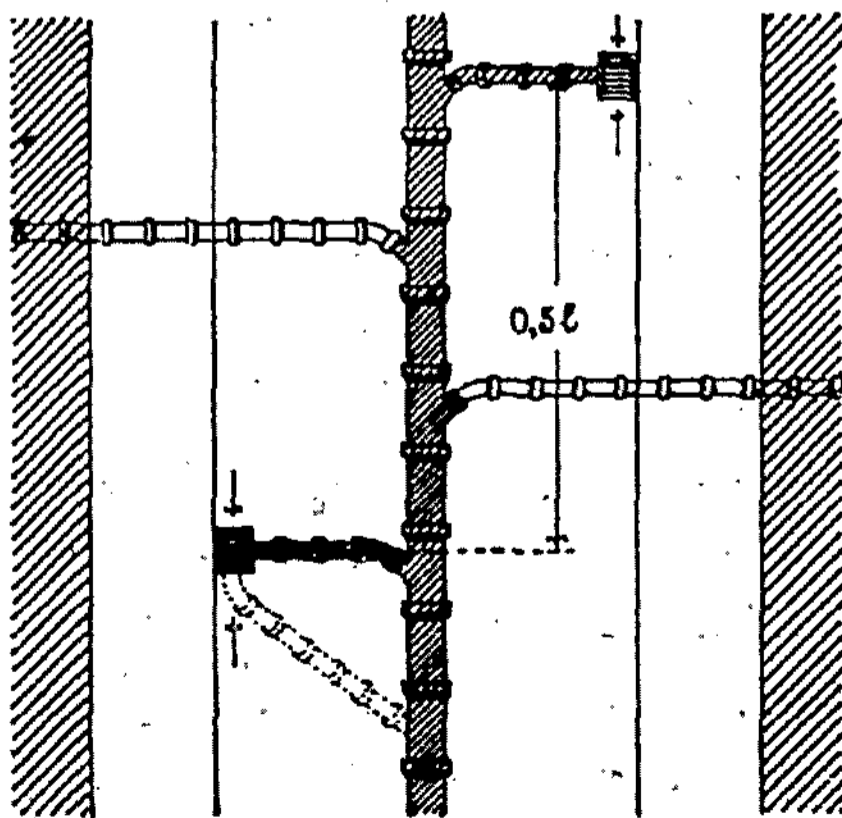
Черт. 641.—Сѣтъ водостоконъ сплавной системы, гдѣ жидкость перемѣщается дѣйствиємъ тяжести, не должна быть замкнутая. Въ ней есть тупые концы *a*, а въ точкахъ водораздѣла *b* повышенныя мѣста, откуда вода движется въ противоположныя стороны. Въ *a* и *b* помѣщаются промывныя приспособленія.



Черт. 642.—Схема расположенія приемниковъ улчныхъ водъ, показывающая, что мостовыя должны быть устроены съ такими скатами, чтобы приемникъ находился въ наиболѣе пониженной точкѣ.



Черт. 643 и 644.—Схемы расположенія смотровыхъ колодцевъ при малыхъ и большыхъ водостокахъ.



Черт. 645.—Планъ улицы съ показаніемъ водостока, улчныхъ приемниковъ съ приводными трубами, и главныхъ домовыхъ водостоконъ.

(Черт. 645—Н. К. Чяжовъ. Водостоки).

бѣжны. Для значительныхъ поселеній и городовъ они обязательно должны быть замѣнены болѣе совершенными коллективными, но прогрессъ въ этой области крайне медлененъ, особенно у насъ въ Россіи, гдѣ на первомъ планѣ по санитарному неблагоустройству стоитъ столица—С.-Петербургъ.

Настоящій курсъ имѣетъ цѣлью разсмотрѣніе лишь коллективныхъ способовъ удаленія городскихъ водъ, которые требуютъ устройства системы сооружений, общей для всего города или значительной его части, причемъ удаленіе это совершается не при помощи силы людей и животныхъ, какъ въ индивидуальныхъ способахъ, а при помощи одной или нѣсколькихъ изъ слѣдующихъ силъ:

- 1) силы тяжести,
- 2) силы пара,
- 3) силы падающей или текущей воды,
- 4) атмосфернаго давленія,
- 5) упругости сжатого воздуха.

## § 121. Классификація системъ удаленія нечистотъ и общій составъ сѣти водостоковъ.

Классификація системъ удаленія нечистотъ можетъ быть сдѣлана по отношенію къ различію въ удаляемыхъ веществахъ или по отношенію къ способамъ ихъ удаленія. Существующія названія системъ далеко не отвѣчаютъ, однако, какой-либо вполне строгой и рациональной классификаціи. Это объясняется различными причинами и, между прочимъ, тѣмъ, что всеобъемлющихъ системъ удаленія нечистотъ пока еще нѣтъ, такъ что при самомъ широкомъ развитіи канализаціи остается, на примѣръ, вывозъ сора лошадьми и т. п. Выдѣляя изъ общей классификаціи вывозъ сора, можно для способовъ удаленія изверженія людей установить слѣдующія подраздѣленія:

*Вывозъ или удаленіе сухимъ путемъ.* Сюда относятся: сточныя ямы, бочки съ дѣлителями и безъ нихъ, дезодорирующіе и дезинфицирующіе клозеты съ золой, землей, торфомъ и пр. и пр.

*Удаленіе изверженій по особымъ трубамъ* безъ домашнихъ или иныхъ водъ.

*Удаленіе изверженій по трубамъ или каналамъ (водостокамъ)* въ смѣси съ домашними водами или въ смѣси и съ атмосферными водами.

По отношенію къ *водамъ домашнимъ* основаніями классификаціи можетъ быть принято удаленіе ихъ отдѣльно отъ атмосферныхъ и совмѣстно съ ними.

Такимъ образомъ, если оставить еще разъ въ сторонѣ выходящей за предѣлы настоящаго курса *вывозъ* изверженій людей, то по отношенію собственно къ *водосточкамъ* можно допустить двѣ основныя системы:

А. *Общесплавную, сплавную, открытую или англійскую*, при которой всѣ жидкости, подлежащія удаленію изъ предѣловъ города, т. е. атмосферныя, домашнія и др. воды, отводятся вмѣстѣ съ изверженіями людей одной общей сѣтью подземныхъ трубъ или галлерей, и

В. *Раздѣльныя или закрытыя* системы, при которыхъ устраивается не менѣе двухъ сѣтей стоковъ: одна для атмосферныхъ водъ, другая для домовыхъ водъ и изверженій людей, или даже только для изверженій.

Въ системѣ общесплавной перемѣщеніе нечистотъ совершается преимущественно силой тяжести и лишь въ исключительныхъ случаяхъ силой, напримѣръ, пара—насосами.

Въ раздѣльныхъ системахъ тяжесть утилизуется для сѣти каналовъ, отводящихъ атмосферныя воды.

Для собственно же нечистой сѣти обыкновенно приходится сверхъ дѣйствія силы тяжести прибѣгать къ другимъ силамъ, каковы напр. атмосферное давленіе и упругость сжатого воздуха.

Въ общесплавной системѣ водосточная сѣть образуется подземными трубами болѣе или менѣе значительныхъ сѣченій. Вода по нимъ течетъ обыкновенно не заполняя всего сѣченія, какъ въ открытыхъ каналахъ. Только въ видѣ исключенія въ тѣхъ частяхъ сѣти, гдѣ нужна сила пара для передвиженія сточныхъ водъ насосами, каналы уступаютъ мѣсто настоящимъ трубамъ, способнымъ выдерживать сильное внутреннее давленіе.

Въ системахъ раздѣльныхъ для нечистой сѣти, напротивъ, трубы такого рода являются преимущественными элементами (см. главу XXI и XXII).

При очень большомъ различіи въ деталяхъ устройства, способахъ перемѣщенія водъ, санитарномъ значеніи и пр. всѣ системы удаленія нечистотъ при посредствѣ водосточковъ требуютъ устройства слѣдующихъ главнѣйшихъ сооружений:

1) сѣти уличныхъ водостоковъ, по которой притекающія изъ домовъ грязныя воды вмѣстѣ съ уличными (или отдѣльно) могли бы удаляться за предѣлы города;

2) сѣти домовыхъ водостоковъ, по которой отбросы ежедневной жизни (помои и изверженія людей и животныхъ) могли бы удаляться за предѣлы дома;

3) приемниковъ домовыхъ, дворовыхъ и уличныхъ, чрезъ которыя нечистотныя воды могли бы попадать въ водосточную сѣть;

4) приспособленій для осмотра сѣти поддержанія ея въ чистотѣ и вентиляціи ея;

5) устройствъ для обезвреживанія вытекающихъ изъ города нечистотныхъ водъ.

Уличные водостоки представляютъ собой открытыя канавы и подземныя трубы или галлерей, проложенныя по направленію улицъ. Устройство открытыхъ канавъ не должно быть, вообще, говоря, допускаемо.

Водостоки укладываются обыкновенно по оси улицъ. Если же улица широка, то иногда дѣлаютъ два водостока (черт. 645, 646 и 649) по сторонамъ. При раздѣльныхъ системахъ, когда атмосферныя воды отводятся отдѣльно отъ домовыхъ, два водостока не пзбѣжны. Ихъ помѣщаютъ или одинъ надъ другимъ въ одной траншеѣ или отдѣльно. Въ послѣднемъ случаѣ слѣдуетъ по возможности помѣщать по оси улицы водостокъ для домовыхъ водъ, чтобы домовладѣльцы обѣихъ сторонъ были въ одинаковыхъ условіяхъ по отношенію къ проводкѣ ихъ домовыхъ трубъ къ водостоку, что дѣлается обыкновенно за счетъ домовладѣльцевъ. Водостокъ же для атмосферныхъ водъ можетъ проходить и сбоку.

Сѣть уличныхъ водостоковъ располагается такъ, чтобы по возможности отвѣчать естественнымъ бассейнамъ мѣстности. Оно состоитъ изъ главныхъ стволовъ постепенно развѣтвляющихся въ болѣе тонкія вѣтви (черт. 641). Вѣтви эти оканчиваются обыкновенно тупиками у водораздѣльныхъ линій. Если же съ двухъ сторонъ къ такой линіи подходятъ вѣтви въ такихъ условіяхъ, что соединеніе ихъ возможно безъ особенныхъ затратъ, то иногда такое соединеніе дѣлается въ интересахъ болѣе удобнаго осмотра и вентиляціи посредствомъ *сухой* галлерей, т. е. никогда не пропускающей воды. Такія устройства имѣются напр. въ Парижѣ (черт. 647, 648).

## § 122. Руководящія основанія при составленіи проекта водостоковъ.

Для составленія общей схемы водостоковъ, планъ города удобнѣе имѣть въ масштабѣ 50 — 75 саж. въ дюймѣ. На этомъ планѣ должны быть показаны застроенные и не застроенные участки города, улицы, площади, сады, общественные фонтаны, заводы и т. п., рѣки, рѣчки, каналы и пр.

Кромѣ ситуаци, на планѣ должны быть точно обозначены относительныя высоты поверхности улицъ и вообще конфигурація мѣстности, что удобнѣе всего достигается нанесеніемъ горизонталей.

Наибольшая и наименьшая высоты стоянія воды въ рѣкахъ и каналахъ должны быть также указаны, такъ какъ горизонтомъ высокихъ водъ, въ большинствѣ случаевъ, опредѣляется наибольшая глубина заложенія коллекторовъ вдоль набережныхъ и на мѣстахъ пересѣченія каналовъ водосточными трубами, какъ будетъ объяснено ниже.

Далѣе необходимо имѣть данныя:

о геологическомъ строеніи почвы,

о горизонтѣ и колебаніи грунтовыхъ водъ

и о температурѣ почвы въ зимнее время, такъ какъ водосточныя трубы и галереи должны непременно находиться ниже глубины промерзанія грунта.

*Количество водъ*, стекающихъ въ коллекторы изъ жилыхъ домовъ, зависитъ, какъ указано выше, отъ густоты населенія и отъ расхода воды жителями. При составленіи проекта городской водосточной сѣти слѣдуетъ всегда имѣть въ виду, что эта сѣть должна удовлетворять не только всѣмъ потребностямъ удобнаго и быстрого сплава нечистотъ въ данное время, но и въ будущемъ, при болѣе густомъ населеніи. На этомъ основаніи, какъ было упомянуто, въ расчетъ принимается та цифра плотности населенія, которая, въ данномъ случаѣ, соотвѣтствуетъ крайнему предѣлу населенности. Этотъ предѣлъ зависитъ отъ характера построекъ и въ многолюдныхъ столицахъ, гдѣ цѣнность земли высока и дома строятся въ 5 и болѣе этажей, при наименьшихъ, допускаемыхъ закономъ, размѣрахъ дворовъ, — выражается большою цифрою, нежели въ губернскихъ или уѣздныхъ городахъ, гдѣ имѣется возможность распространить постройки въ ширину, а не въ высоту.



Дѣйствительная густота населенія опредѣляется изъ статистическихъ таблицъ; наиболѣе населенный кварталъ иногда можетъ быть принятъ за норму, превышеніе коей въ будущемъ не предвидится. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказывается умѣстнымъ для пригорода, или для тѣхъ кварталовъ, въ которыхъ живутъ преимущественно люди состоятельные въ обширныхъ домахъ съ садами и просторными дворами, вводить въ расчетъ цифру меньше наивысшей нормы, въ виду того, что эта норма, въ зависимости отъ условій жизни, въ такихъ участкахъ города въ дѣйствительности никогда не можетъ быть достигнута.

Для Берлина, Гобрехтомъ принята въ расчетъ населенность въ 7,8332 жителя на аръ (100 кв. метровъ), что соотвѣтствуетъ 36 жителямъ на 100 кв. сажень, причемъ поверхность улицъ не принята въ расчетъ. Эта цифра соотвѣтствуетъ дѣйствительной наибольшей населенности въ самымъ многолюдныхъ кварталахъ, и въ общей сложности превышаетъ населенность всей столицы въ  $2\frac{1}{2}$  раза.

Для Варшавы, Линдлей, на основаніи статистическихъ данныхъ, предположилъ населенность въ 3.500 жителей на 1 милліонъ квадр. футовъ, или 17 жителей на 100 квадр. сажень.

Для Петербурга, наибольшая часть населенія коего (Казанская часть), по переписи 1869 года, составляла 3.793 человекъ на 1 милл. кв. футовъ, а наименьшая (Александровская) 477 человекъ, въ основаніе расчетовъ Линдлей принялъ:

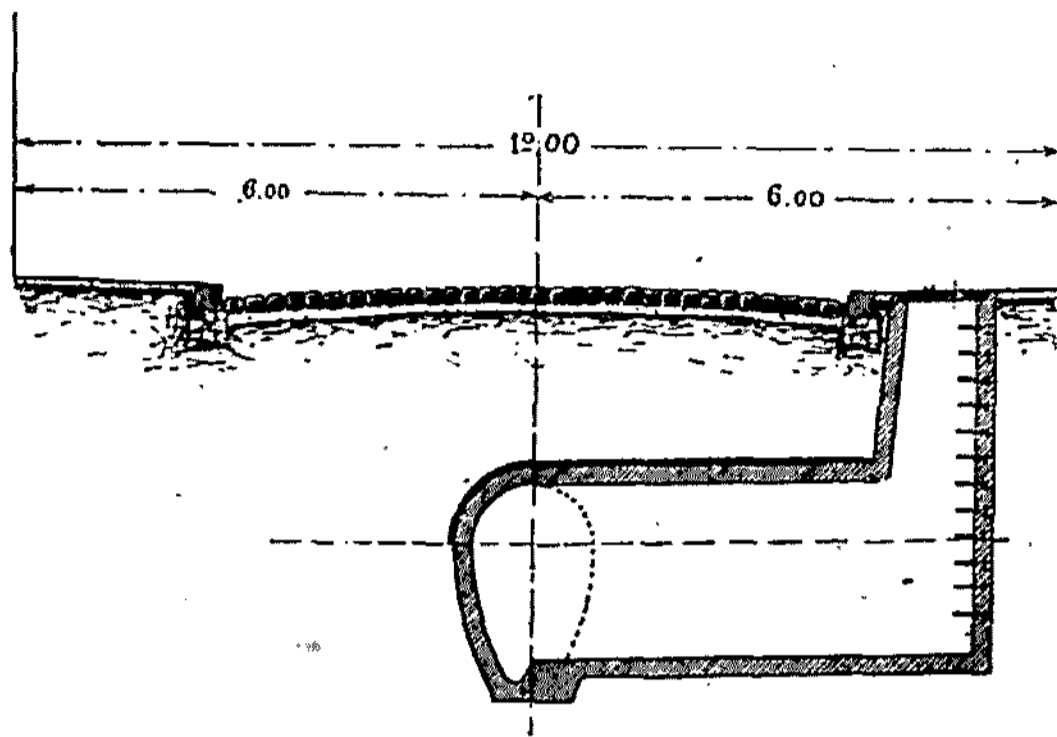
для внутренняго города, между Большою Невою и Фонтанкою: 4.000 жителей на 1 милл. кв. футовъ, или 20 человекъ на 100 кв. сажень, при чемъ получался, въ общей сложности, запасъ 37%,

а для внѣшнихъ частей города—3.000 жителей на 1 милл. кв. футовъ, или 15 человекъ на 100 кв. сажень.

Когда собраны всѣ топографическія, статистическія, метеорологическія и др. данныя, необходимыя для составленія проекта водостоковъ опредѣленнаго города, когда избрана по соображенію со средствами города система водостоковъ (общесплавная или раздѣльная), когда, однимъ словомъ, составитель проекта имѣетъ предъ собою всѣ главные элементы для рѣшенія поставленной ему задачи, благополучное рѣшеніе ея еще далеко не близко. Главное затрудненіе заключается здѣсь въ томъ, что нужно найти вполне удовлетворительное расположеніе водостоковъ въ планѣ и профили, правильно опредѣлить ихъ размѣры и пр., такъ какъ исправленіе строительныхъ ошибокъ здѣсь крайне затруднительно. При устройствѣ водопроводовъ,

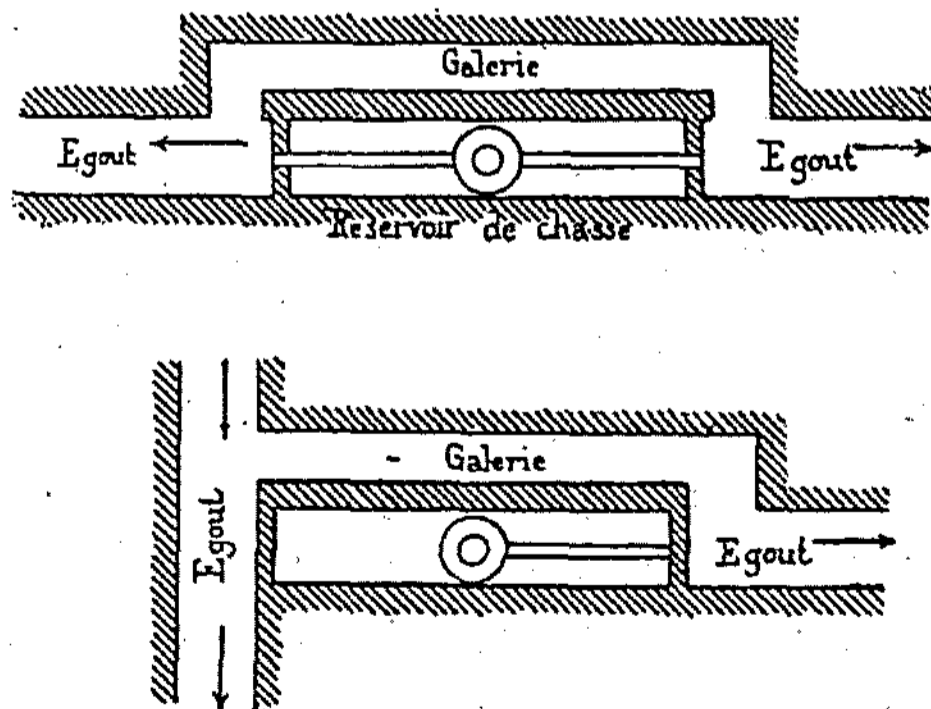
**Расположеніе водостоковъ сплавной системы.**

**Канализація города Парижа.**



Черт. 646.

Поперечный разрѣзъ Парижской улицы—шириной не болѣе 20 метровъ. Водостокъ помѣщенъ посрединѣ улицы и смотровые колодцы открываются подъ троттуарами, соединяясь съ водостокомъ боковымъ ходомъ. (J. Hervieu — Construction des égouts).



Черт. 647 и 648.

Для удобства осмотра водостоковъ въ Парижѣ въ водораздѣльныхъ точкахъ соединяють водостоки (égout) разныхъ направленій *сухими* галереями (Galerie) въ обходъ промывныхъ резервуаровъ (réservoir de chasse).

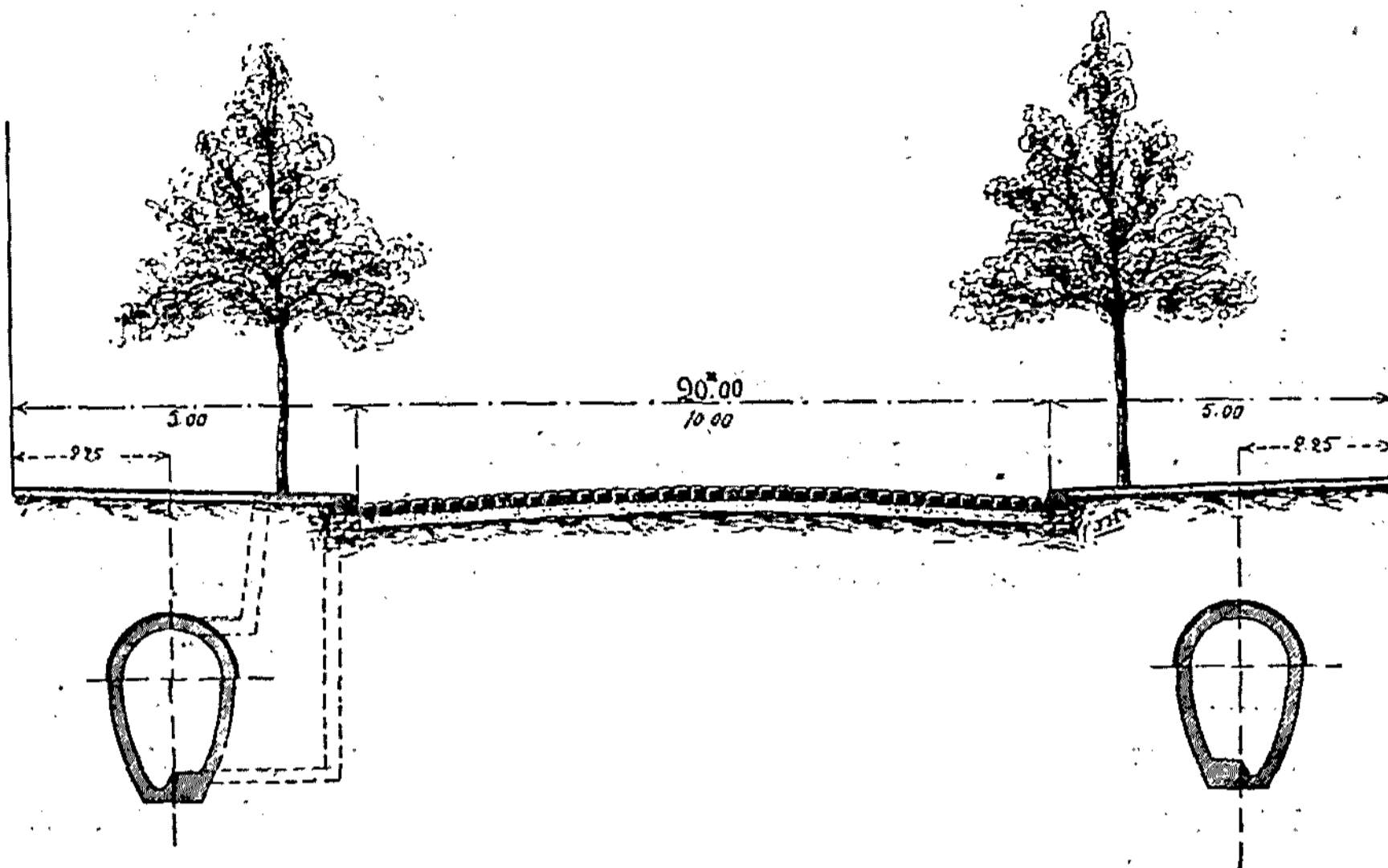
Гдѣ вода движется по трубамъ подъ значительнымъ искусственнымъ давленіемъ, поднимаясь вездѣ на высоту, опредѣленную съ большимъ запасомъ, легко и послѣ укладки трубъ измѣнять ихъ положеніе, соединять ихъ между собою, дѣлать отвѣтвленія: вода при наличности значительнаго запаса напора и расхода пройдетъ куда нужно и поднимется на должную высоту въ должномъ количествѣ. Не то въ водостокахъ. Механическая сила примѣняется здѣсь въ видѣ исключенія и въ возможно малой мѣрѣ. Перемѣщеніе водъ совершается по преимуществу силой тяжести по каналамъ съ очень малыми уклонами. И дѣйствительно ничего нѣтъ труднѣе, какъ согласовать въ послѣдствіи дѣйствіе стоковъ, построенныхъ безъ точнаго, заранѣе выработаннаго, проекта, какъ перестроить существующія водосточныя сооруженія во время ихъ дѣйствія и т. п.

Необходимость такого проекта настоятельна. Онъ однако не можетъ быть составленъ сразу. Каждый отдѣльный водостокъ долженъ удовлетворять цѣлой массѣ частныхъ условій мѣстности, по которой онъ пролегаетъ и въ то же время быть согласованъ съ общимъ порядкомъ расположенія и дѣйствія сѣти. Достигнуть этого можно только путемъ ряда попытокъ, составляя нѣсколько вариантовъ и сравнивая ихъ между собой. Время, затраченное на такое предварительное изученіе вопроса въ мельчайшихъ деталяхъ, окупается съ избыткомъ быстротою и увѣренностью въ успѣхѣ работъ.

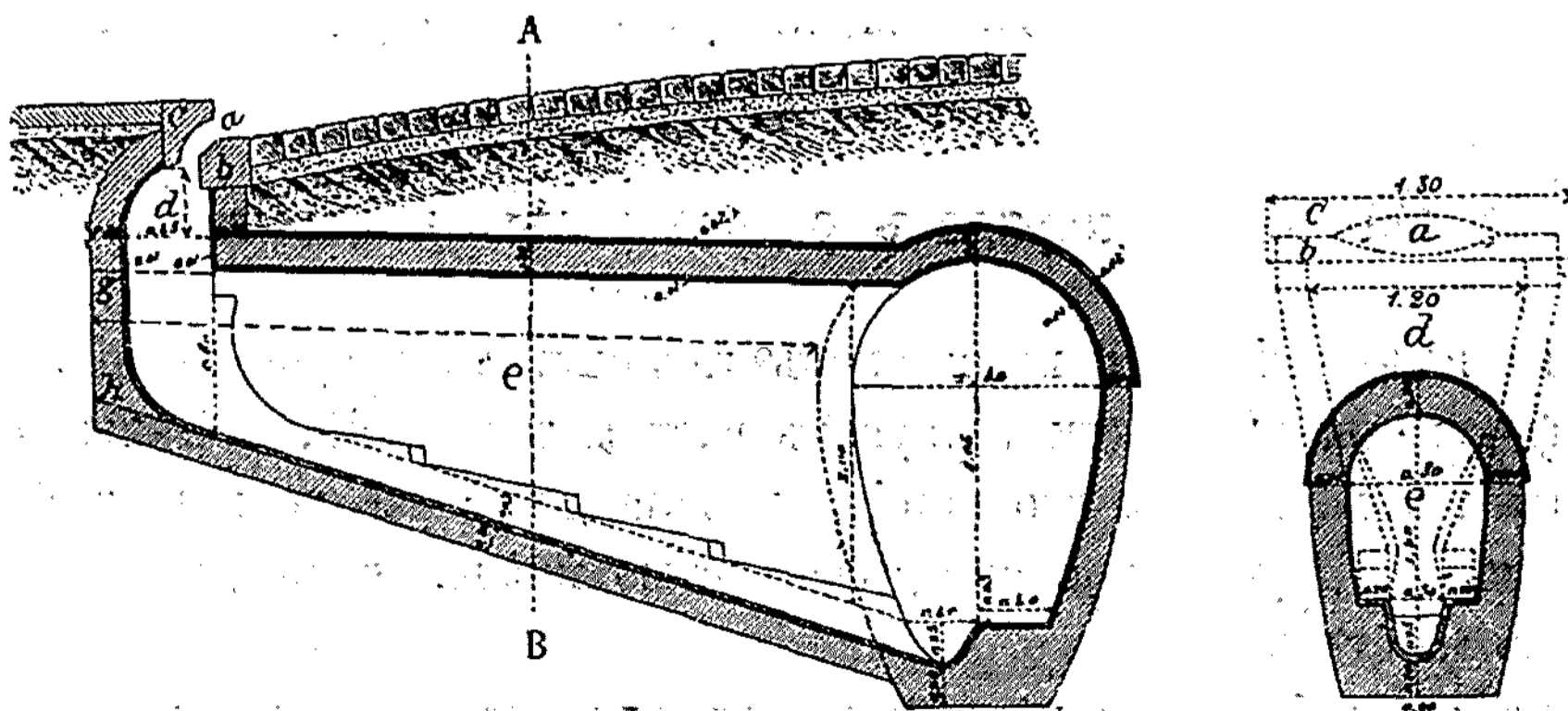
Прежде всего должны быть *точно опредѣлены мѣста отвода* сточныхъ водъ и соотвѣтственно имъ назначены и направленія *главныхъ* коллекторовъ. Такими мѣстами въ разныхъ случаяхъ будутъ: рѣка, озеро, море, фильтраціонныя или ирригаціонныя поля, наконецъ, станція для предварительной очистки воды. Иногда, при раздѣленіи города на нѣсколько *участковъ, зонъ поясовъ*, представляющихъ топографическія или др. особенности, а въ случаѣ устройства раздѣльной системы всегда, сточныя жидкости будутъ направлены въ нѣсколько различныхъ мѣстъ. Но какое бы рѣшеніе ни было принято, *необходимо* ясно впередъ поставить *конечную итьль*, къ которой должно стремиться при перемѣщеніи городскихъ водъ. Иначе могутъ быть созданы серіозныя затрудненія въ функціонированіи и дальнѣйшемъ развитіи сѣти. Возможность и даже необходимость такого дальнѣйшаго развитія ни въ какомъ случаѣ не должны упускаться изъ вида. Городъ, какъ живой организмъ, никогда не можетъ считаться принявшимъ окончательныя формы и размѣры.

Расположеніе водостоновъ сплавной системы.

Канализація города Парижа.



Черт. 649.—Поперечный разрѣзь Парижской улицы шириной не менѣе 20 метровъ.—Водостоконъ два—по одному съ каждой стороны.



Черт. 650 и 651.—Продольный и поперечный разрѣзь устья для уличныхъ водъ при расположеніи водостока на серединѣ улицы (J. Hergieu).

Когда окончательныя мѣста стока установлены, главныя дѣленія города на участки сдѣланы, можно приступить къ болѣе точному опредѣленію направленія главныхъ коллекторовъ; при рѣшеніи этой задачи особенно важное значеніе имѣетъ способъ удаленія жидкости. Въ сплавныхъ системахъ это дѣло гораздо сложнее, чѣмъ въ раздѣльныхъ, применяющихъ механическія силы для подъема воды.

Исполнительный проектъ водосточной сѣти наносится на планъ въ возможно большемъ масштабѣ. На немъ должны быть обозначены границы владѣній и указаны мѣста, гдѣ находятся ворота, подъ которыми обыкновенно проводится отводящая труба домашнихъ стоковъ, впадающая въ уличпый коллекторъ, съ подробнымъ обозначеніемъ №№ домовъ пли участковъ владѣній.

На исполнительномъ планѣ направленіе водостоковъ должно быть обозначено окончательно и вполне точно, съ показаніемъ всѣхъ подробностей: размѣровъ коллекторовъ, уклона подошвы, глубины заложенія, радіусовъ закругленія, мѣсть нахождения смотровыхъ, вентиляціонныхъ, дождевыхъ и другихъ колодезей, а также тѣхъ мѣсть, гдѣ въ коллекторы задѣланы впускные боковые патрубкі, для примыканія домовыхъ стоковъ, обыкновенно устраиваемыхъ впоследствии, т. е. послѣ окончанія постройки главной сѣти уличпыхъ водостоковъ.

Исполнительный проектъ для Берлина составленъ Гобрехтомъ въ масштабѣ 1 : 2000, а для проекта водостоковъ С.-Петербурга Линдлей избралъ масштабъ 50 саж. въ дюймѣ, или 1 : 4200.

Количества водъ, подлежащихъ удаленію, опредѣляются, какъ указано выше.

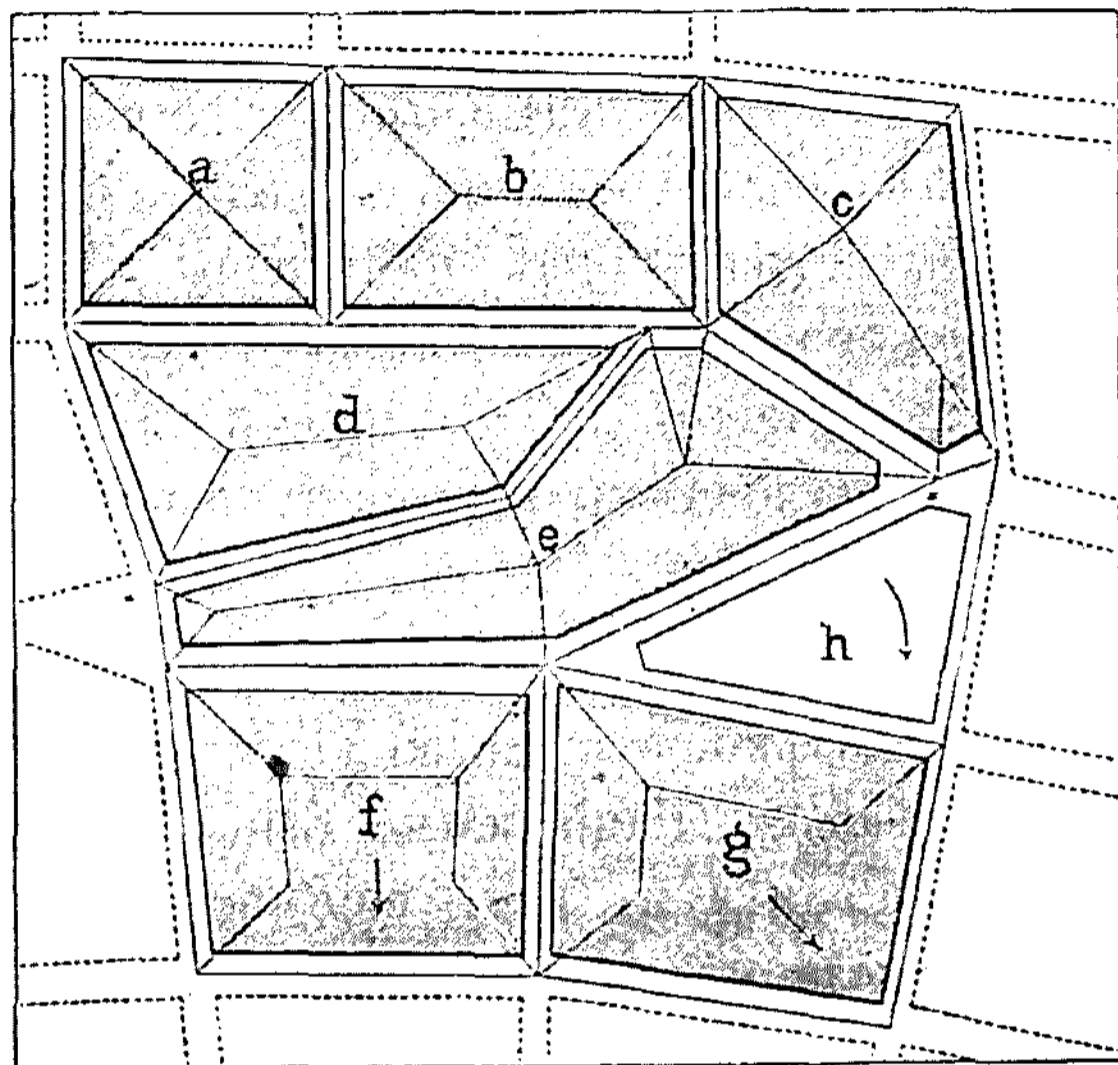
### § 123. Общій порядокъ разчета сѣти водостоковъ.

Расположеніе сѣти водостоковъ зависитъ такъ существенно отъ конфигураціи мѣстности и другихъ частныхъ условій, а также отъ системы водостоковъ, что общія правила для него не могутъ быть указаны съ достаточной опредѣленностью иначе, какъ для каждой системы отдѣльно.

Въ главѣ XVI мы приводимъ ихъ для сплавной системы.

Когда такъ или иначе сѣть нанесена на планъ и точно выяснено направленіе стока жидкости въ каждой ея точкѣ, расходъ водъ можетъ быть опредѣленъ въ каждой точки сѣти въ зависимости отъ площади, съ которой воды притекають къ этой точкѣ.

## Расположеніе сѣти водостоконъ.



Черт. 652.

Способы раздѣленія кварталовъ города на участки, соотвѣтствующіе отдѣльнымъ водостоконъ (Нобгеcht, стр. 92).

### Примѣчаніе къ черт. 652.

a и b — правильные участки на горизонтальной мѣстности;

c, d и e — участки неправильной формы на горизонтальной мѣстности;

f и g — участки на мѣстности, имѣющіе уклоны въ разныя стороны. (Направленіе стока указано стрѣлками).

Площадь эта исчисляется на основаніи условнаго раздѣленія кварталовъ города на участки, соотвѣтствующіе отдѣльнымъ водостокамъ (см. черт. 652). По площади, соотвѣтствующей каждой точкѣ водостока и плотности населенія, количеству потребляемой воды и высотамъ дождя и ливня, можно найти, согласно изложенному выше:

шах. количества домашнихъ водъ въ 1" —  $Q_1$

шах. » ливневыхъ » » 1" —  $Q_2$

подлежащія удаленію каждымъ отдѣльнымъ участкомъ водостока.

Въ общемъ случаѣ, если водостокъ служить для отвода всѣхъ водъ, то его размѣры должны быть достаточны для пропуска съ высшей предѣльной допускаемой скоростью  $V$  (§ 136) расхода  $Q_2$ .

Если сѣтъ имѣеть ливнеотводы, что при значительныхъ ливняхъ необходимо, то водостокъ долженъ пропускать непосредственно ниже мѣста отвѣтвленія ливнеотвода

$$Q_1 \times m < Q_2,$$

гдѣ  $m$  — принятый коэффициентъ разжиженія; ливнеотводъ же — по крайней мѣрѣ  $Q_2 - mQ_1$ . Рационально, однако, давать ливнеотводамъ большіе размѣры, имѣя въ виду еще болѣе сильныя ливни, чѣмъ тѣ, на которые ведется расчетъ сѣти. (См. § 119).

Когда найдено сѣченіе водостока, отвѣчающее наибольшему расходу и наибольшей скорости, необходимо убѣдиться, что при малыхъ расходахъ, напр. однихъ домашнихъ водъ, вода будетъ двигаться со скоростью  $v$ , не меньшей нѣкотораго нисшаго предѣла (§ 136), при которомъ еще возможно передвиженіе грязи и мути.

Расчетъ размѣровъ водостоковъ производится по общеизвѣстнымъ формуламъ гидравлики для движенія воды въ каналахъ и трубахъ. Слѣдуетъ замѣтить, однако, что формулы эти, вообще, далеко не вполне отвѣчаютъ дѣйствительнымъ условіямъ движенія жидкости и тѣмъ болѣе отъ нихъ отклоняются, чѣмъ жидкость содержитъ больше наносовъ. Дѣйствительно названныя формулы выведены для наблюденія надъ теченіемъ чистой воды, кореннымъ образомъ отличающагося отъ движенія воды, содержащей наносы.

Уже по этому одному при сооруженіи водостоковъ нельзя упускать изъ вида необходимость мѣрѣ для промывки и очистки каналовъ и трубъ.

## ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

### Поперечныя сѣченія водостоковъ, поверхностныхъ и подземныхъ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 124. Общія указанія.—§ 125. Прямоугольное сѣченіе—§ 126. Трапециoidalное сѣченіе.—§ 127. Круглое сѣченіе.—§ 128. Овоидальное сѣченіе.—§ 129. Лотковое сѣченіе.—§ 130. Водостоки-туннели съ кюветомъ.—§ 131. Сѣченіе водосточныхъ трубъ при наличности значительныхъ напоровъ.—§ 132. Водостоки нераціональныхъ типовъ.

#### § 124. Общія указанія.

Отведеніе сточныхъ водъ на поверхности земли открытыми каналами или канавками встрѣчается въ благоустроенныхъ городахъ, вообще, рѣдко и не должно совершенно быть допускаемо при общесплавной системѣ. При раздѣльныхъ системахъ такимъ способомъ, въ умѣренномъ климатѣ, отводятся иногда дождевыя воды (канализація города Карлсруэ). Чистая вода, доставляемая какимъ либо источникомъ за городомъ, необходимая для промывки водосточныхъ галлерей, иногда также проводится въ городъ открытымъ, вырытымъ въ землѣ, каналомъ. Въ проектѣ водостоковъ С.-Петербурга, инженеръ Линдлей предполагалъ напр. пользоваться водою б. Лиговскаго канала для промывки верхней сѣти водостоковъ, занимающей часть города къ югу отъ Фонтанки, между Невою и Забалканскимъ проспектомъ. Поэтому, говоря о сѣченіяхъ водостоковъ вообще, приходится упомянуть и о водостокахъ поверхностныхъ.

Имъ придается поперечное сѣченіе формы трапецеидальной, прямоугольной или полукруглой, смотря по тому, будутъ ли стѣнки и дно канала укрѣплены или нѣтъ. Русло трапециoidalныхъ каналовъ оставляется или безъ всякой отдѣлки, или обкладывается дерномъ, или же въ зависимости отъ скорости теченія воды вымашивается кам-



немъ на мхѣ. Каналы прямоугольнаго сѣченія состоятъ обыкновенно изъ врытыхъ въ землю, пластинчатыхъ стѣнокъ и дна, связанныхъ шпонками и распорками, а русла круглаго сѣченія выводятся изъ кирпичной или каменной кладки, или изъ бетона. Въ этихъ указа- ніяхъ, впрочемъ, нѣтъ ничего абсолютнаго.

Галлерей, зарытыя въ землю, подвергаются сдавливающему уси- лію грунта снаружи, а потому каменные или цементныя подземныя галлерей выгодно дѣлать со сводчатыми стѣнками. Но для упроще- нія работы, въ тѣхъ мѣстностяхъ гдѣ строительный матеріалъ де- шевъ, руслу подземныхъ галлерей даютъ и прямоугольную форму, съ плоскимъ дномъ и съ вертикальными стѣнками, перекрытыми пли- тою или сводомъ. Очевидно, что такія галлерей требуютъ сравни- тельно большаго расхода матеріала, нежели, напримѣръ, галлерей круглаго сѣченія, но зато производство кладки можетъ быть пору- чено простымъ каменщикамъ. Прямоугольное сѣченіе тоже примѣ- няется къ пластинчатымъ подземнымъ галлереймъ. Большой недоста- токъ прямоугольнаго сѣченія—малыя скорости при протеканіи воды тонкимъ слоемъ, и относительно болѣе легкое засореніе и болѣе трудная очистка.

Въ подземныхъ водосточныхъ галлерейхъ вода наполняетъ обык- новенно только часть поперечнаго сѣченія, остальное же, не занятое водою, пространство должно находиться въ свободномъ сообщеніи съ наружнымъ воздухомъ, а потому очевидно, что движеніе воды въ этихъ галлерейхъ опредѣляется тѣми же законами, какъ и для каналовъ на поверхности земли.

Изъ общей формулы:

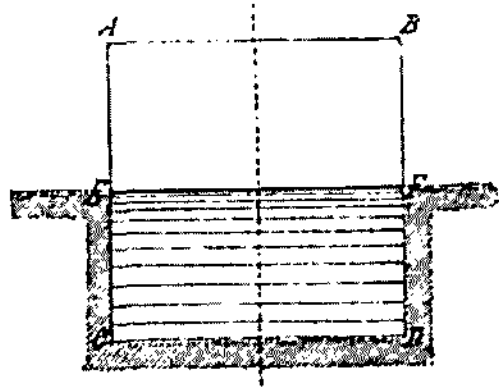
$$Q = cF \sqrt{RI} \dots \dots \dots (1)$$

или

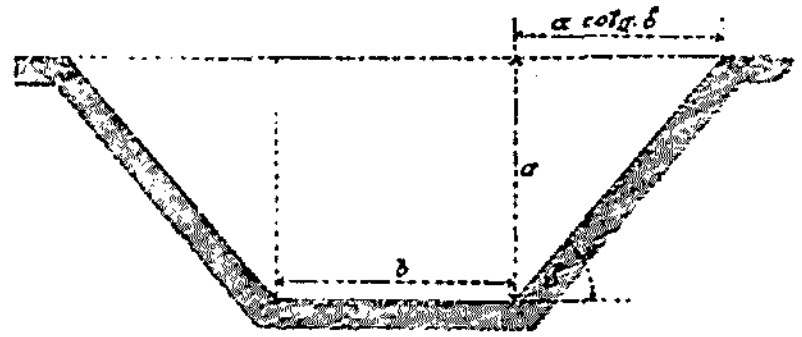
$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \sqrt{\frac{F^3}{R}} \dots \dots \dots (2)$$

очевидно, что при данной площади  $F$  живаго сѣченія и опредѣлен- номъ уклонѣ  $I$ , то очертаніе поперечнаго сѣченія будетъ наивыгод- нѣйшее, при которомъ получается наибольшій расходъ  $Q$ . Но при данныхъ величинахъ  $c$ ,  $F$  и  $I$ , расходъ  $Q$  будетъ наибольшій при томъ поперечномъ сѣченіи, которому соотвѣтствуетъ наибольшая ве- личина  $R = \frac{F^3}{R}$ , средней гидравлической глубины, независимо отъ вида поперечнаго сѣченія.

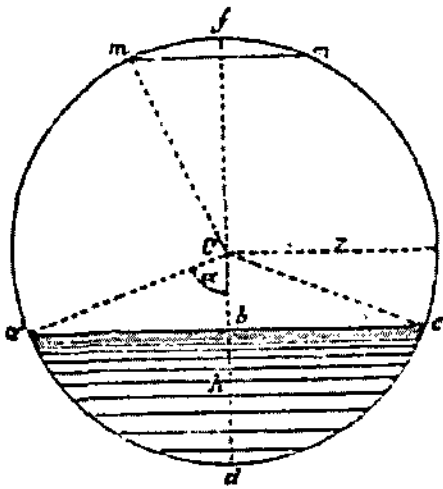
**С ѣ ч е н і я в о д о с т о к о в ѣ .**



Черт. 654.

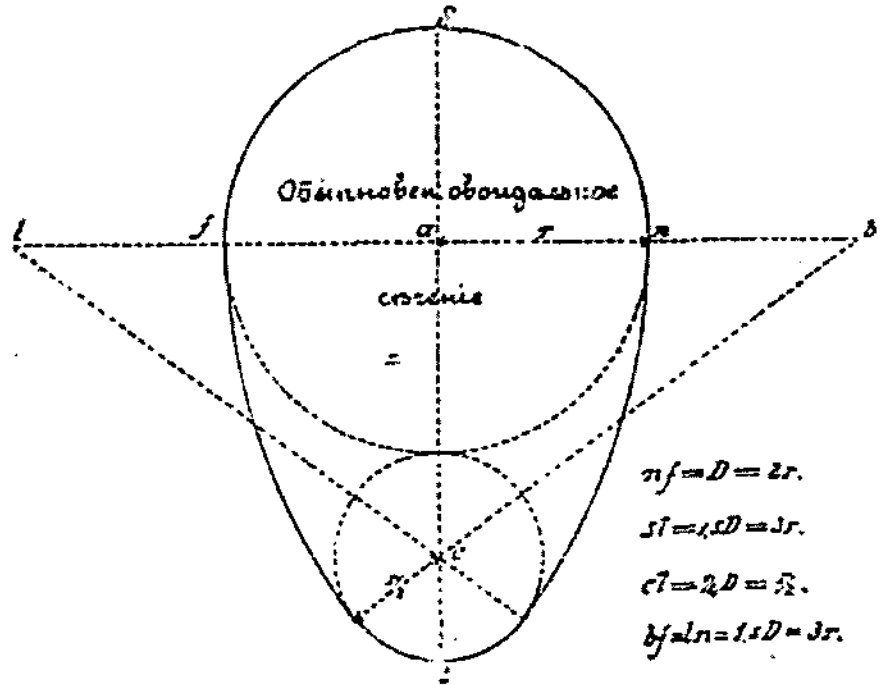


Черт. 653.

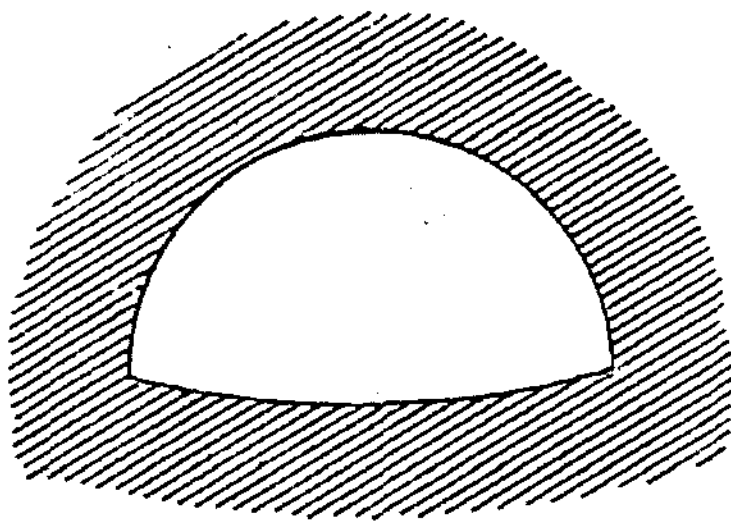


Черт. 655.

Черт. 657.



Черт. 660.—Характеристика желательных наименьших размеров коллекторов овального типа.



Черт. 656.

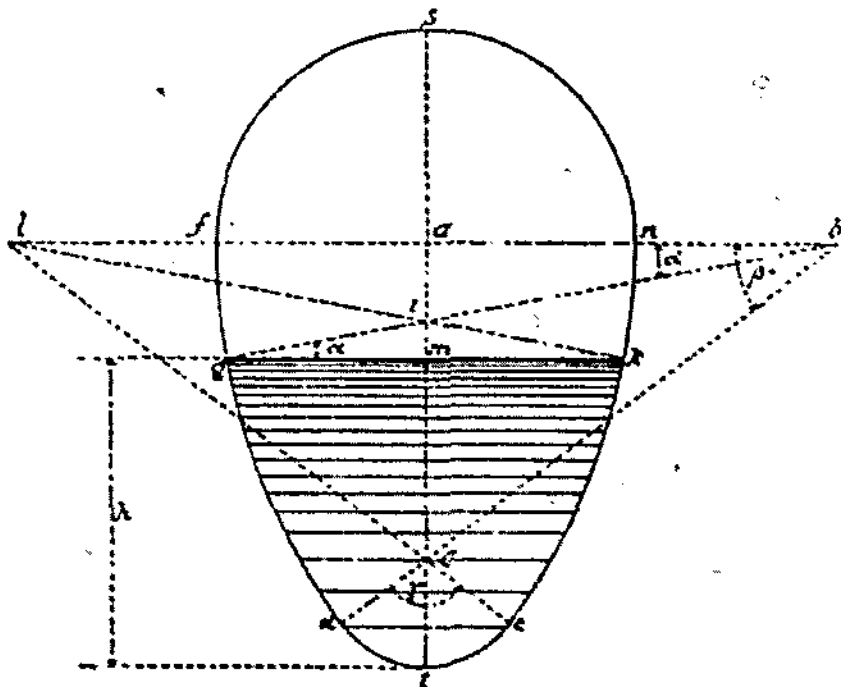
Черт. 653.— Прямоугольное сечение.

„ 654.— Трапециальное сечение.

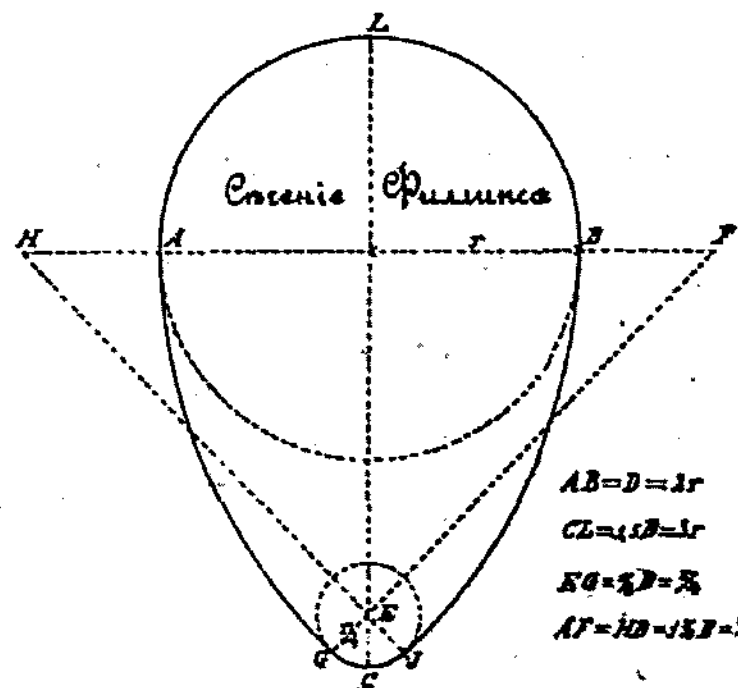
„ 655.— Круглое сечение.

„ 656.— Лотковое сечение.

„ 657—660.— Овальное сечение.



Черт. 658.— Овальное сечение.



Черт. 659.— Овальное сечение Филиппса.

Не слѣдуетъ, однако, думать, что форма и размѣры водостоковъ могутъ быть опредѣлены исключительно на основаніи законовъ гидравлики. Здѣсь необходимо имѣть въ виду и соображенія относительно легкости ихъ осмотра и очистки. Строго говоря, слѣдовало бы дѣлать только двѣ категоріи водостоковъ: недоступные для движенія воды—трубчатые и доступные—овоидальные высотой не менѣе 1,70 метра и шириной не менѣе 0,60 метра (черт. 660). Трубчатые стоки дешевы, прочны, легко промываются, по ихъ примѣненію ограничено предѣлами фабрикаціи трубъ (см. главу XVIII) и потому они могутъ служить для незначительныхъ расходовъ воды. Галлерей же, допускающія проходъ людей, могутъ пропустить и огромныя количества воды. Между тѣмъ, если признать, что меньшихъ галлерей строить нельзя, то приходится отъ трубы наибольшаго діаметра, напр. въ 36" переходить сразу къ галлереймъ 1,70 метра, что сопряжено съ крайне значительными расходами и далеко не для всѣхъ городовъ доступно. Поэтому приведенное выше указаніе не слѣдуетъ принимать за абсолютное, а нужно въ каждомъ частномъ случаѣ, въ зависимости отъ средствъ, которыми располагаютъ для канализаціи, искать наилучшее рѣшеніе, помня только, что водостоки должны удовлетворять, кромѣ законовъ гидравлики, еще и другимъ очень важнымъ требованіямъ, указаннымъ выше.

Разсмотримъ нѣкоторыя свойства и особенности различныхъ сѣченій водостоковъ, встрѣчающихся въ практикѣ.

### § 125. Прямоугольное сѣченіе.

Изъ всѣхъ прямоугольныхъ данной площади  $f$ , квадрату соответствуетъ наименьшій периметръ. Въ самомъ дѣлѣ, пусть  $f$  будетъ площадь,  $p$  окружность,  $a$  и  $b$  стороны прямоугольника, то, положивъ  $b = na$ , имѣемъ;

$$f = ab = na^2; \quad p = 2(a + b) = 2a(1 + n); \quad a = \frac{p}{2(1 + n)}$$

или

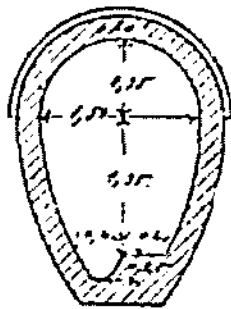
$$f = \frac{np^2}{4(1 + n)^2}.$$

Первая производная будетъ:

$$\frac{df}{dn} = \frac{4(1 + n)^2 p^2 - np^2 \cdot 8(1 + n)}{16(1 + n)^4} = \frac{p^2(1 - n)}{4(1 + n)^3}.$$

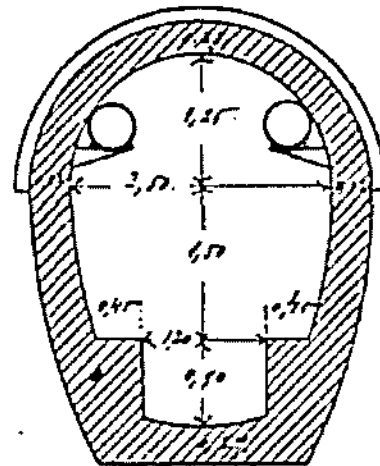
С ѣ ч е н і я в о д о с т о к о в ѣ .

Водостоки Парижа.



Черт. 661.

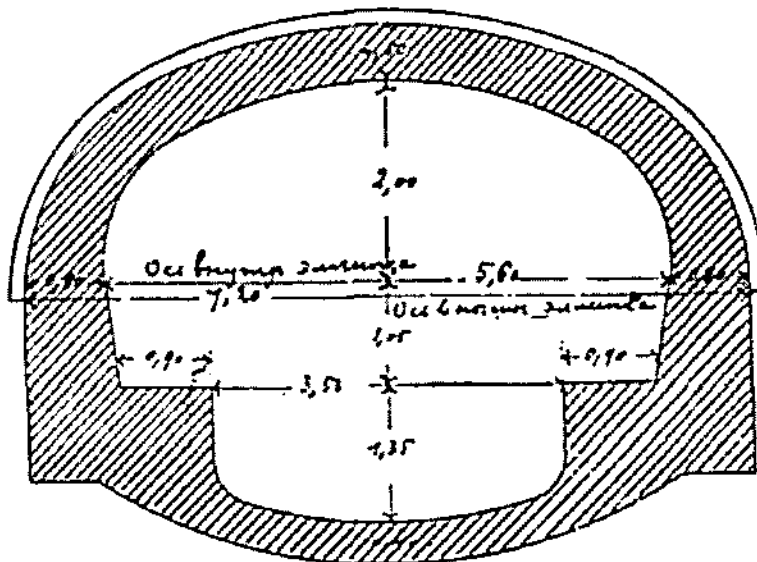
Овоидальный водостокъ съ кюветомъ и тротуаромъ.



Черт. 662.

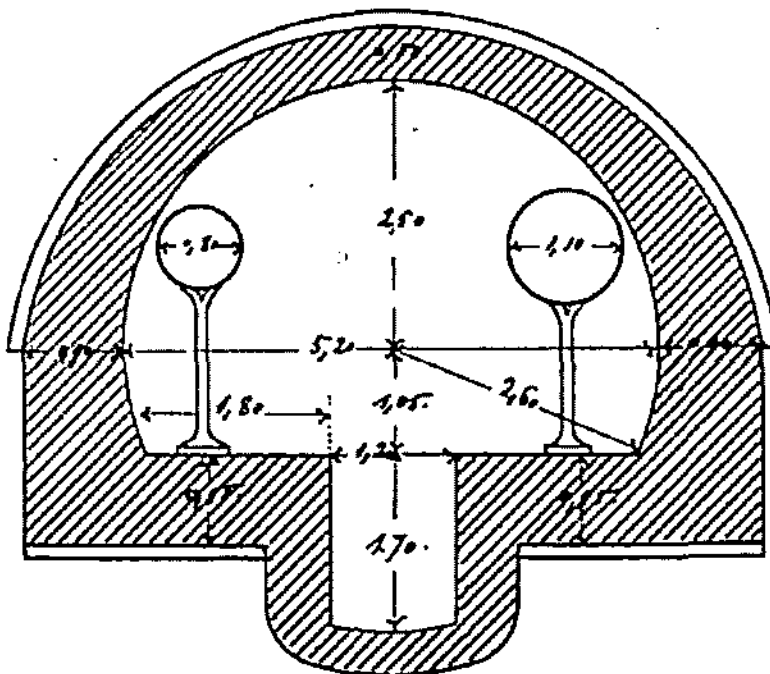
Туннельный коллекторъ (главный водостокъ) съ овоидальнымъ сводомъ, 2 тротуарами, кюветомъ и водопроводными трубами .

Черт. 663.



Туннельный коллекторъ наибольшаго сѣченія

Черт. 664.



Туннельный коллекторъ съ почти круговымъ сводомъ, 2 тротуарами, прямоугольнымъ кюветомъ и пр.

Примѣчаніе. Всѣ размѣры въ метрахъ.— Черт. 661—664—изъ соч. Чиждва—«Водост. Парижа».

Это выражение обращается въ нуль при  $n = 1$ , т. е.:  $a = b$ ; слѣдовательно, данной величинѣ периметра  $p$  соотвѣтствуетъ наибольшая площадь  $f$ , если стороны  $a$  и  $b$  равны между собою, т. е. если прямоугольникъ имѣетъ видъ квадрата, а потому очевидно, что изъ всѣхъ многоугольниковъ площадью  $f$ , квадрату соотвѣтствуетъ наименьшій периметръ. Но такъ какъ линия  $EF$  (черт. 653) дѣлитъ пополамъ не только площадь, но и периметръ квадрата  $ABCD$ , то очевидно, что это свойство квадрата остается въ силѣ и для половины его, изъ чего выводимъ заключеніе, что для прямоугольнаго открытаго русла наивыгоднѣйшее живое сѣченіе будетъ и то, въ которомъ ширина русла равняется двойной глубинѣ его (черт. 653).

### § 126. Трапециoidalное сѣченіе.

Уклонъ откоса вырытыхъ въ землѣ каналовъ зависитъ отъ свойства почвы. Пусть  $a$  обозначаетъ глубину живаго сѣченія,  $b$  ширину русла по низу,  $\delta$  уголъ наклоненія откосовъ (черт. 654); площадь живаго сѣченія будетъ:

$$f = a (b + a \cotg \delta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3),$$

а смачиваемый периметръ:

$$p = b + \frac{2a}{\sin \delta}.$$

Чтобы найти наивыгоднѣйшее отношеніе  $a$  къ  $b$ , при опредѣленномъ, углѣ наклоненія откоса  $\delta$ , приравняемъ нулю первую производную величины  $R$ , замѣтивъ, что

$$R = \frac{f}{p} = \frac{f \sin \delta}{b \sin \delta + 2a}.$$

Подставляя изъ уравненія (3):

$$b = \frac{f}{a} - a \cotg \delta,$$

получимъ:

$$R = \frac{f a \sin \delta}{f \sin \delta + a^2 (2 - \cos \delta)}$$

$$F'(R) = \frac{\{f \sin \delta + a^2 (2 - \cos \delta)\} f \sin \delta - 2a^2 f \sin \delta (2 - \cos \delta)}{\{f \sin \delta + a^2 (2 - \cos \delta)\}^2} = 0,$$

откуда

$$a^2 (2 - \cos \delta) = (f \sin \delta),$$

$$a = \sqrt{\frac{f \sin \delta}{2 - \cos \delta}},$$

а ширина по дну:

$$b = \frac{f}{a} \cotg \delta.$$

Если  $\delta = 90^\circ$ , то  $\sin \delta = 1$ ,  $\cos \delta = 0$  и получается найденное выше значение для прямоугольного русла, при коемъ

$$2 a^2 = f, f = ab$$

или

$$a = \frac{b}{c}.$$

Уклонъ боковыхъ откосовъ принимается:

- |                                                     |                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------|
| 1. Для каналовъ въ легкой землѣ, пескѣ и т. п.      | $\cotg \delta = 2$   |
| 2. » » » твердой почвѣ                              | $\cotg \delta = 1,5$ |
| 3. » » » » съ отдѣлкою русла<br>дерпомъ или камнемъ | $\cotg \delta = 1,0$ |
| 4. для каналовъ изъ каменной кладки                 | $\cotg \delta = 0,5$ |

### § 127. Круглое сѣченіе.

Если въ кругломъ сѣченіи  $a d e f$  (черт. 655) протекающая вода занимаетъ часть площади круга  $a b e d$ , которому соотвѣтствуетъ глубина струи  $h$ , то, обозначая чрезъ  $r$  радіусъ сѣченія, чрезъ  $2 \alpha$  уголь при центрѣ, соотвѣтствующій наполненію  $h$ , находимъ:

$$\text{периметръ } p = a d e = \frac{2 \pi \cdot 2 \alpha}{360} r = \frac{2 \pi \alpha}{180} r;$$

далѣе:

$$b d = h = r (1 - \cos \alpha);$$

слѣдовательно:

$$\cos \alpha = \frac{r - h}{r}.$$

Помощью этой формулы не трудно, въ данномъ случаѣ, найти величину угла  $\alpha$  или  $2 \alpha$ , соотвѣтствующаго высотѣ  $h$  наполненія сѣченія.

Далѣ имѣемъ:

$$\text{Площадь } F = \text{Сект. } adec - \triangle eac$$

$$\text{Сект. } adec = p \frac{r}{2} = \frac{\pi a}{180} r^2$$

$$\triangle eac = ac \frac{bc}{2} = 2r \sin a \frac{r \cos a}{2} = r^2 \sin a \cos a = \frac{r^2}{2} \sin 2a;$$

$$F = r^2 \left( \frac{\pi a}{180} - \frac{1}{2} \sin 2a \right) \dots \dots \dots (4)$$

Подставляя найденныя выраженія для  $F$  и  $p$  въ формулу

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \sqrt{\frac{F^3}{p}}$$

находимъ:

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \sqrt{\frac{\left[ \frac{\pi a}{180} - \frac{1}{2} \sin 2a \right]^3}{\pi a}} 90 r^5 \dots \dots \dots (5)$$

Это выраженіе принимаетъ наибольшее значеніе для  $2a = 308^\circ$ , т. е. наибольшій расходъ воды при круговомъ сѣченіи получается при наполненіи его до линіи  $mn$ , черт. 655.

Помощью вышеприведенныхъ формулъ находимъ:

Для полного сѣченія,  $\alpha = 360^\circ$ .

$$F = \pi r^2; p = 2 \pi r; R = \frac{F}{p} = \frac{r}{2}; \frac{F^3}{p} = \frac{\pi^2 r^5}{2}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \cdot \pi \sqrt{\frac{p^5}{2}} = 2,22 c \sqrt{r^5} \dots \dots \dots (6)$$

Для наивыгодивѣйшаго наполненія  $h$ , соотвѣтствующаго угла  $2\alpha = 308^\circ$

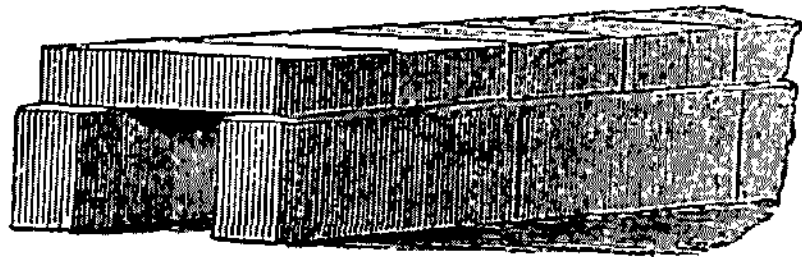
$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = 2,2362 c \sqrt{r^5} \dots \dots \dots (7)$$

Для половиннаго наполненія:

$$F = \frac{\pi r^2}{2}; p = \pi r; R = \frac{F}{p} = \frac{r}{2}; \frac{F^3}{p} = \frac{\pi^2 r^5}{8}$$

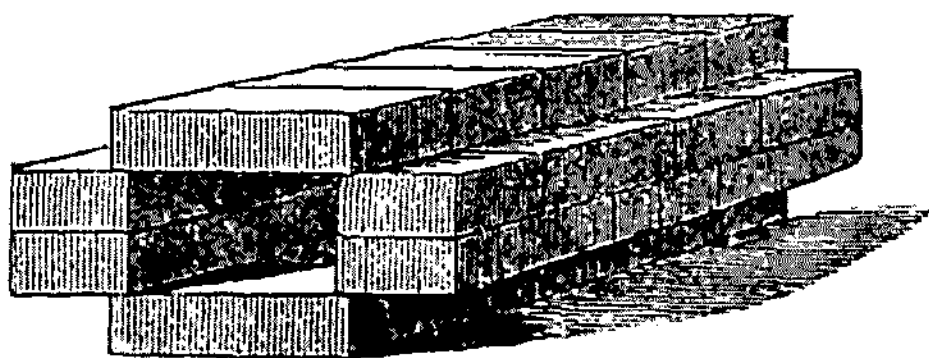
$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \pi \sqrt{\frac{r^5}{8}} = 1,11 \sqrt{r^5} \dots \dots \dots (8)$$

**Водостоки нераціонального устройства.**



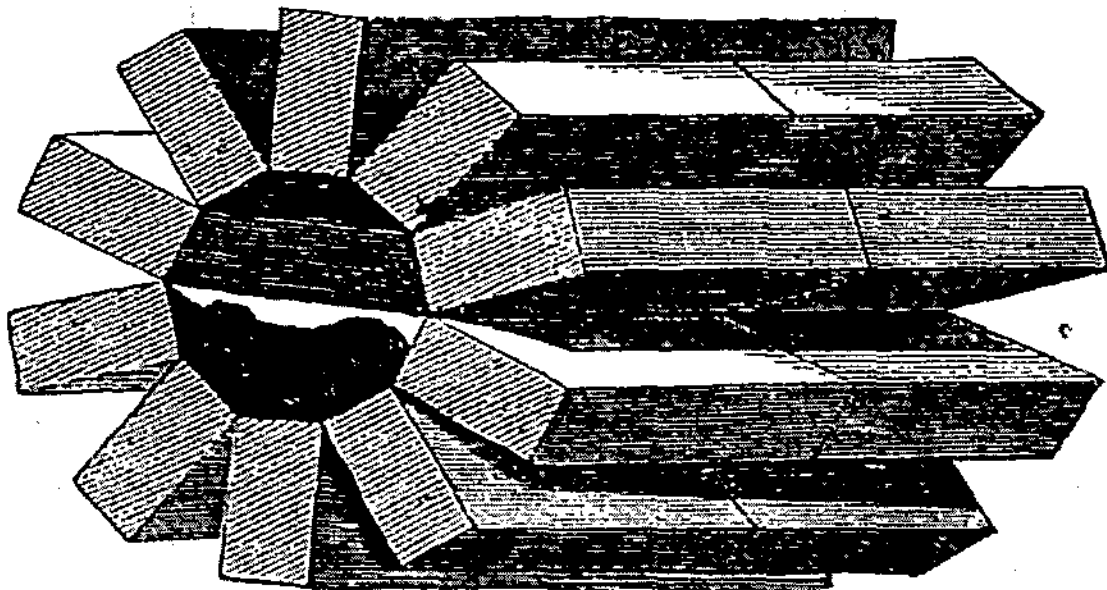
Черт. 665.

Домовой водостокъ прямоугольнаго сѣчепія  
изъ кирпичей — безъ основанія.



Черт. 666.

Домовой водостокъ прямоугольнаго сѣченія  
изъ кирпичей — съ основаніемъ.



Черт. 667.

Водостокъ малаго діаметра изъ обыкновенныхъ  
кирпичей. (В. Latham).



Круглое сѣченіе менѣе часто примѣняется къ устройству большихъ водопроводныхъ галлерей. Въ водостокахъ оно встрѣчается въ особенно обширномъ примѣненіи въ домовой канализаціи, водостокахъ верхнихъ частей сѣти и вообще для трубъ, протяженіе коихъ нерѣдко составляетъ до 75% длины всей водосточной сѣти.

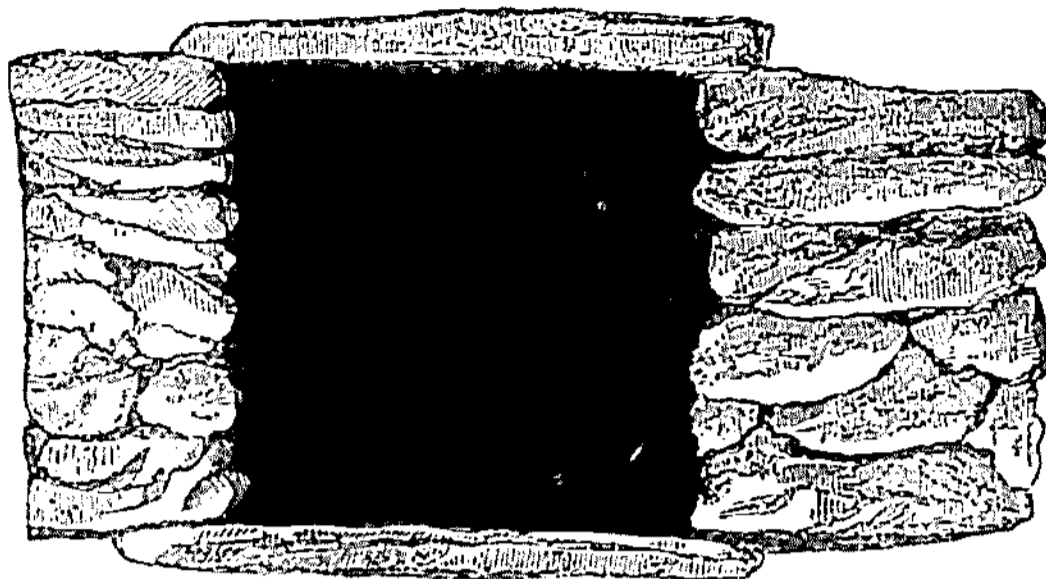
Преимущества круглаго сѣченія передъ другими заключаются въ томъ, что и при полномъ, и при половинномъ наполненіи, ему соответствуетъ наивыгоднѣйшее отношеніе площади къ орошаемой окружности, т. е. наименьшая затрата матеріала, а равно въ лучшей сопротивляемости давленію окружающаго грунта. Круглое сѣченіе, однако, не вполне уместно въ тѣхъ случаяхъ, когда расходъ воды въ стокѣ измѣняется въ большихъ предѣлахъ. Это условіе имѣетъ мѣсто въ водостокахъ сплавной системы. Какъ было показано, количество сточныхъ водъ, поступающихъ въ нихъ, колеблется дѣйствительно между весьма большими предѣлами. Вслѣдствіе этого, водосточныя галлерей большихъ размѣровъ обыкновенно не дѣлаются круглаго сѣченія, которое, зато какъ было упомянуто, примѣняется почти исключительно къ домашнимъ и къ второстепеннымъ улучшеннымъ стокамъ, состоящимъ изъ чугунныхъ, гончарныхъ, бетонныхъ или асфальтовыхъ трубъ, діаметромъ отъ 8" до 24".

### § 128. Овоидальное сѣченіе.

Овоидальное сѣченіе примѣнено впервые англійскимъ инженеромъ Филлипсомъ въ 1846 г. Преимущество его передъ круговымъ сѣченіемъ для водостоковъ заключается въ томъ, что даже при маломъ наполненіи коллектора получается еще сжатый потокъ, между тѣмъ какъ въ круговомъ сѣченіи, при томъ же незначительномъ расходѣ воды, образовался бы плоскій, небольшой глубины потокъ, съ весьма малой величиной  $R$ , и незначительной скоростью теченія, при которой на днѣ осаждаются тяжелыя частицы, неизбежно попадающія въ водостоки изъ домовъ и съ поверхности улицъ. Поэтому овоидальное сѣченіе, при незначительномъ притокѣ сточныхъ водъ, представляетъ гораздо менѣе опасности засоренія, нежели круглое; сверхъ того оно хорошо сопротивляется сжимающему усилію окружающаго грунта, а постройка овоидальныхъ коллекторовъ легче, нежели по-

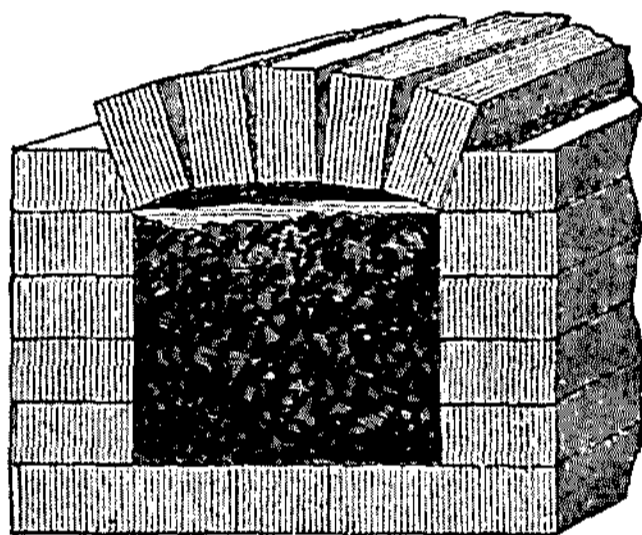
**Водостоки нераціональнаго устройства.**

Черт. 668.

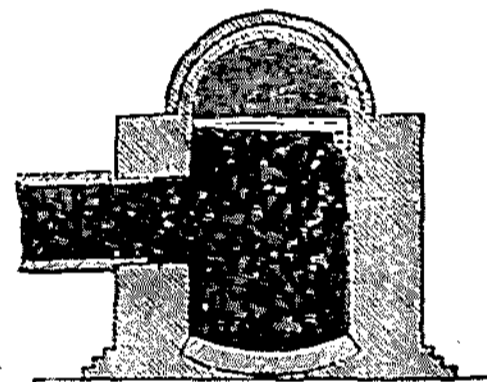


Уличный водостокъ прямоугольнаго сѣченія изъ бутовой кладки.

Черт.  
669.

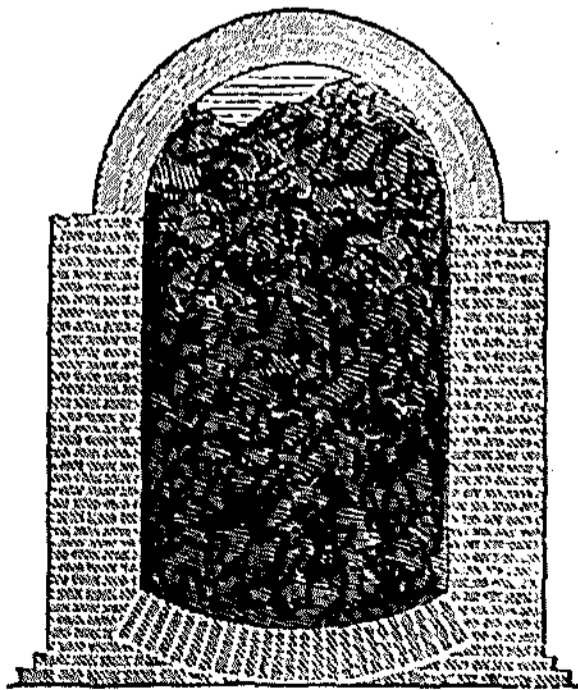


Уличный кирпичный водостокъ  
съ плоскимъ дномъ.



Черт. 670.

Соединеніе уличнаго водо-  
стока съ домовымъ.



Черт. 671. — Уличный кирпичный  
водостокъ съ сводчатымъ дномъ.

**Примѣчаніе.**

На черт. 668—671 показаны примѣры засоренія водостоковъ нечистотами, явившагося слѣдствіемъ нераціональнаго ихъ устройства. Примѣры собраны англійскимъ Санитарнымъ Управленіемъ (General Board of Health) и почерпнуты изъ соч. В. Latham.

стройка круглыхъ; при этомъ первые, вслѣдствіе значительной своей высоты, удобнѣе для осмотра людьми, чѣмъ послѣдніе.

Вслѣдствіе этихъ преимуществъ, водосточныя галлерей большихъ размѣровъ въ настоящее время дѣлаются чаще всего овоидальнаго сѣченія.

Овоидальное сѣченіе, первоначально предложенное Филлипсомъ, примѣняемое къ водостокамъ въ большинствѣ случаевъ (обыкновенное овоидальное сѣченіе), изображено (черт. 657 и 658). Діаметръ верхняго свода  $fn = 2r$ , а діаметръ нижняго закругленія = полу-діаметру верхняго свода. Центры  $b$  и  $l$  боковыхъ закругленій отстоятъ отъ центра  $a$  на величину діаметра  $2r$ . Высота сѣченія, отъ подошвы до вершины,  $= r = 1\frac{1}{2} D$ , ширина  $fn = 2r = D$ . Что линія  $fd$  должна быть дуга круга, описаннаго изъ центра  $b$ , очевидно изъ геометрическаго построенія, такъ какъ въ прямоугольномъ треугольникѣ  $abc$ , линія  $ab = 4\frac{r}{2}$ , а линія  $ac = \frac{r}{3}$ , слѣдовательно гипотенуза

$$bc = \sqrt{ab^2 + ac^2} = 5\frac{r}{2},$$

а потому

$$\text{линія } bd = bc + cd = 6\frac{r}{2} = bf.$$

Площадь сѣченія фигуры 657 или 658 опредѣляется слѣдующимъ разчетомъ:

1. До пять верхняго свода:

$$F_1 = 2 (\text{сект. } bfd - \Delta abc) + \text{сек. } dcc;$$

$$tg \beta = \frac{3}{4}; \beta = 36^\circ 52' 11,5''$$

$$\gamma = 180^\circ - 2\beta = 106^\circ 15' 37''$$

$$\text{секторъ } bfd = \frac{2\pi\beta}{360} \frac{9r^2}{2} = 9r^2 \frac{\pi\beta}{360}$$

$$\text{секторъ } dcc = \frac{2\pi\gamma}{360} \frac{r^2}{8} = \frac{r^2}{4} \frac{\pi\gamma}{360}$$

$$\Delta abc = r \frac{1,5r}{2} = 1,5r^2,$$

подставляя получимъ:

$$F_1 = 3,02332 r^2 \dots \dots \dots (9)$$

Периметръ

$$p_1 = \frac{2\pi\beta}{260} 6r + \frac{2\pi\gamma}{360} \frac{r}{2} = 4,7883 r \dots \dots \dots (10)$$

Средняя гидравлическая глубина

$$R_1 = \frac{F_1}{p_1} = \frac{3,023}{4,788} r = 0,631 r \dots \dots \dots (11)$$

2, Полное сѣченіе получается прибавленіемъ къ вышенайденному площади полукруга *f n o*:

$$F_0 = F_1 + \pi \frac{r^2}{2} = (3,02332 + 1,5708) r^2 = 4,5941 r^2 (12)$$

$$p_0 = p_1 + \pi r = 7,9299 r \dots \dots \dots (13)$$

$$R_0 = \frac{F_0}{p_0} = \frac{4,59}{7,93} r = 0,5793 r \dots \dots \dots (14)$$

При рѣшеніи задачъ, относящихся къ водостокамъ, часто встрѣчается необходимость въ опредѣленіи площади сѣченія овоидальной фигуры, отъ подошвы до произвольнаго горизонта *gk*, черт. 658, отстоящаго отъ подошвы на величину *h*.

Этотъ расчетъ ведется удобнѣе всего слѣдующимъ образомъ: изъ площади сѣченія *f n e d*, опредѣляемой формулой (9), вычитается площадь фигуры *f n k g*, и получается искомая площадь *g k e d*, соответствующая высотѣ наполненія *h*.

Обозначимъ чрезъ  $\alpha$  уголь *a b g*; изъ черт. 658, находимъ:

$$h = 2r - 3r \sin \alpha = r(2 - 3 \sin \alpha) \dots \dots \dots (15)$$

или

$$\sin \alpha = \frac{2r - h}{3r} \dots \dots \dots (16)$$

Площадь *f n k g* = 2 (сект. *b f g* —  $\Delta a b i$ ) +  $\Delta g i k$

$$2. \text{ Сект. } bfg = 2 \frac{2\pi\alpha}{360} 3r^2 \frac{3}{2} = 9r^2 \frac{2\pi\alpha}{360}$$

$$2 \Delta abi = \Delta lbi = 4 \frac{rai}{2}$$

$$ai = 2rtg\alpha$$

$$\Delta lbi = 4r^2 tg\alpha.$$

Далѣ имѣемъ:

$$\Delta gik = gm \cdot mi; \quad mi = a m - ai = 3r \sin\alpha - 2rtg\alpha =$$

$$= r(3 \sin\alpha - 2tg\alpha); \quad gm = \frac{mi}{tg\alpha} = r \frac{2 \sin\alpha - tg\alpha}{tg\alpha}.$$

Слѣдовательно

$$\Delta gik = r^2 \frac{(3 \sin\alpha - 2tg\alpha)^2}{tg\alpha}$$

$$\text{пл.}: fnkg = 9r^2 \frac{2\pi a}{360} - 4r^2 tg\alpha + \pi^2 \frac{(3 \sin\alpha - 2tg\alpha)^2}{tg\alpha}$$

$$\text{пл.}: fnkg = r^2 \left( \frac{\pi a}{20} + \frac{9}{2} \sin 2\alpha - 12 \sin\alpha \right),$$

а искомая площадь  $F_1$  фигуры  $gked$ :

$$F_1 = 3,02332 r^2 - \text{пл.} \quad fnkg$$

$$F_1 = r^2 \left( 3,02332 + 12 \sin\alpha - 4,5 \sin 2\alpha - \frac{\pi a}{20} \right) \quad (17)$$

Периметръ  $kedg$  получается вычетомъ изъ опредѣленнаго формулою (10) периметра  $nkedgf$ , дугъ  $nk$  и  $fg$ :

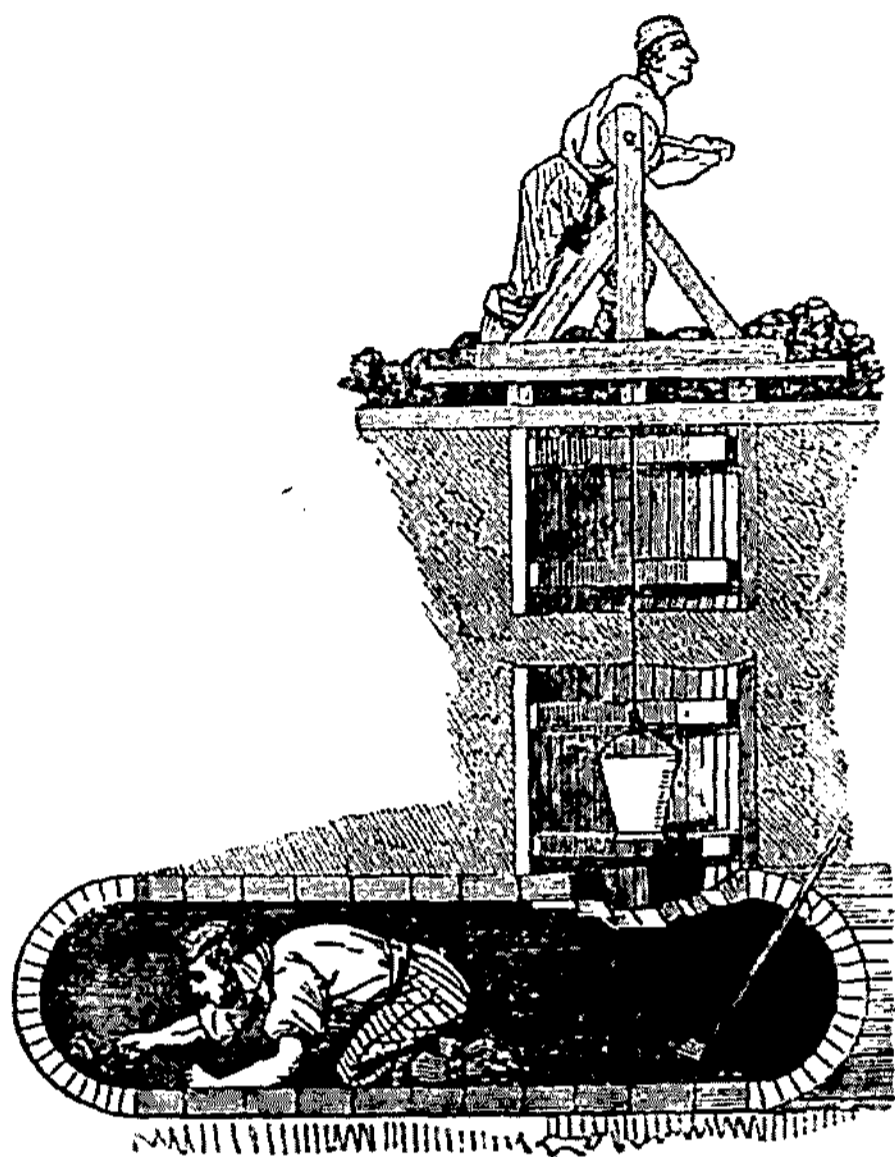
$$p = p_1 - 2 \frac{2\pi a}{360} 3r$$

или

$$p = r \left( 4,7883 - \frac{\pi a}{30} \right) \quad (18)$$

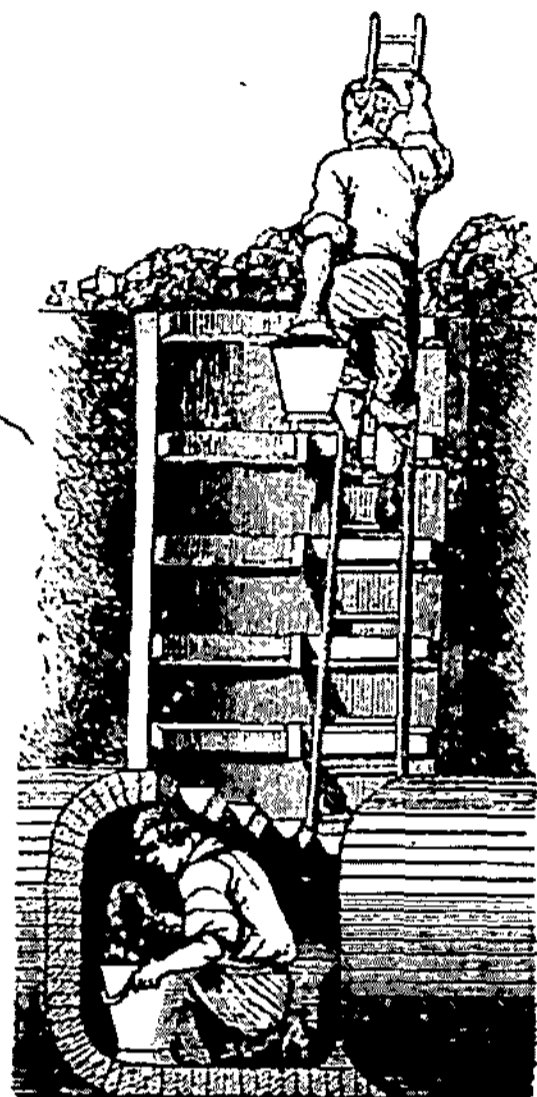
Овоидальное сѣченіе, изображенное на черт. 659, англійскими инженерами принято обозначать названіемъ сѣченіе Филлипса. Оно примѣнено Филлипсомъ въ 1873 году. Высота  $CD$  = полтора діаметрамъ  $AB$ ; радіусъ закругленія боковыхъ стѣенокъ  $FG$  или  $FA$  = одному съ третью діаметра  $AB$ ; радіусъ нижняго закругленія  $EG$  одной восьмой части діаметра  $AB$ . Это сѣченіе имѣеть нѣкоторыя

**Водостоки нераціонального устройства.**



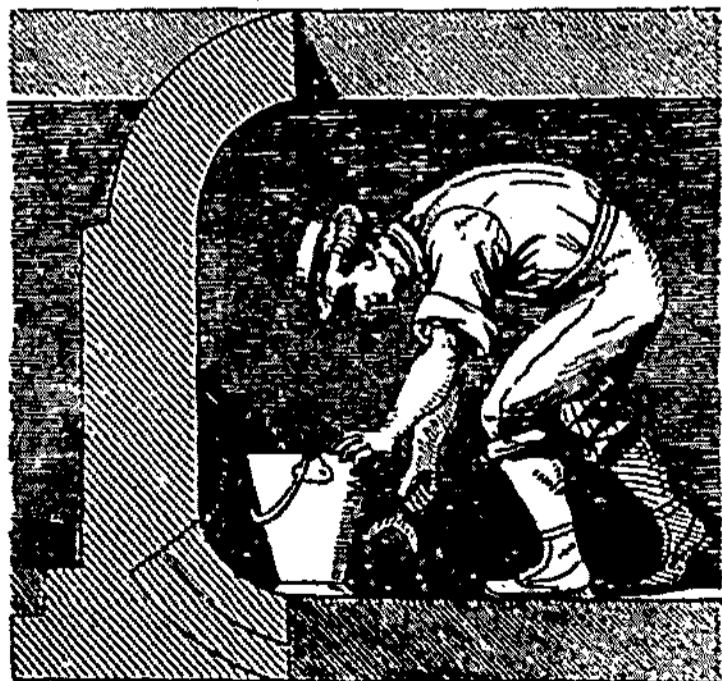
Черт. 672.

Водостокъ діаметромъ въ 2 фута.



Черт. 673.

Водостокъ высотой въ 3—3½ фута.



Черт. 674.

Водостокъ высотой въ 4—6 ф.

Черт. 672 — 674. — Старые английскіе водостоки, носившіе названіе «Sewers of deposit» — стоки съ складываніемъ отбросовъ. Они строились въ предположеніи, что водостокъ долженъ рано или поздно наполняться грязью и ихъ устраивали такъ, чтобы очистка ихъ руками рабочихъ была возможна. На рисункахъ видно какъ легка была работа очистки (изъ соч. В. Latham).

преимущества предъ обыкновеннымъ овоидальнымъ сѣченіемъ въ тѣхъ случаяхъ, когда расходъ воды колеблется между большими предѣлами и можетъ поижаться до незначительной цифры. Филлипсъ нашелъ также, что измѣненное сѣченіе обезпечиваетъ лучше сопротивление водостока давленію грунта, нежели старое овоидальное сѣченіе (В. Latham, Sanitary Engineering, p. 180).

Повторяя для сѣченія Филлипса расчетъ изложенный выше для обыкновеннаго овоидальнаго сѣченія, находимъ:

1) при наполненіи до пять верхняго свода:

$$\left. \begin{aligned} \text{площадь } F_1 &= 2,830 r^2 = 0,7075 d^2 \\ \text{периметръ } p_1 &= 4,6994 r = 2,3497 d \\ \text{средняя гидравлическая глубина} \\ R_1 &= \frac{F}{p} = 0,6148 r = 0,3074 d \end{aligned} \right\} \dots \dots (19)$$

2) для полнаго сѣченія:

$$\left. \begin{aligned} F_0 &= 4,50 r^2 = 1,125 d^2 \\ p_0 &= 7,841 r = 3,9205 d \\ R_0 &= 0,5688 r = 0,2814 d \end{aligned} \right\} \dots \dots (20)$$

3) для наполненія до произвольной высоты  $h$ , ниже линіи  $AB$ :

$$\left. \begin{aligned} F &= \frac{r^2}{9} \left[ 25,47 + 80 \sin \alpha - 32 \sin 2\alpha - \frac{32}{90} \pi \alpha \right] \\ p &= r \left[ 4,6994 - \frac{8 \pi \alpha}{270} \right] \\ h &= 2r \left[ 1 - \frac{4}{3} \sin \alpha \right] \end{aligned} \right\} \dots \dots (21)$$

Кромѣ разсмотрѣнныхъ выше двухъ овоидальныхъ сѣченій, въ водостокахъ встрѣчается множество другихъ подобныхъ сѣченій, отличающихся преимущественно тѣмъ, что высота коллекторовъ составляетъ болѣе полутора діаметра, т. е. сѣченія приближаются къ круговому. Эти отступленія вызываются частью необходимостью уменьшенія высоты коллекторовъ при недостаточной глубинѣ зало-

женія подошвы ихъ, частью зависятъ отъ невыясненныхъ вкусовъ составителей проектовъ. (См. примѣры приведенные въ сочиненіи В. Latham, Sanitary Engineering, p. 180 и посл.).

### § 129 Лотковое сѣченіе.

Когда нужно, чтобы при небольшихъ подъемахъ горизонта воды значительно увеличивалась пропускная способность стока, прибѣгаютъ къ сѣченію лотковаго типа. Оно составляется, подобно овоидальному, изъ нѣсколькихъ сопряженныхъ между собой кривыхъ, съ той разницей, что длинная ось сѣченія здѣсь горизонтальна, а не вертикальна, какъ въ овоидальномъ. Иногда даже при очень большомъ сжатіи сѣченія очертанія верхней и нижней части не сопрягаются между собой плавными кривыми, а дѣлаются пересѣкающимися. Примѣръ такого сѣченія показанъ на черт. 656.

Лотковыя сѣченія примѣняются преимущественно для ливнеотводовъ. Расчетъ ихъ вполне аналогиченъ съ приведеннымъ выше для сѣченій овоидальныхъ.

### § 130. Водостоки — туннели съ кюветомъ.

Верхняя часть водосточныхъ качаловъ значительныхъ размѣровъ, оставаясь постоянно свободной отъ воды, такъ какъ протеканіе ея полиымъ сѣченіемъ не допускается принципиально въ цѣляхъ прочности сооруженія, — являлось очень удобнымъ мѣстомъ для укладки разнаго рода проводовъ. Такъ здѣсь можно было помѣщать водопроводныя трубы, трубы для канализаціи сжатого воздуха, телефонныя, телеграфныя, электросвѣтовые и др. проводы. Хорошо укрытые отъ поврежденій всякаго рода, всѣ эти проводы являлись вмѣстѣ съ тѣмъ легко доступными для осмотра и исправленій.

Подъ вліяніемъ преимущественно такого рода цѣлей развились особые типы водостоковъ, имѣющіе видъ туннелей-галлерей очень значительныхъ размѣровъ съ кюветомъ по срединѣ для стока воды и тротуарами. Примѣрами ихъ могутъ служить водостоки Парижа (черт. 661—664). Геометрическія и гидродинамическія свойства кювета зависятъ отъ его очертанія и легко могутъ быть выведены на основаніи примѣровъ, разобранныхъ въ предшествующихъ §§.



### § 131. Сѣченіе водосточныхъ трубъ при наличности значительныхъ напоровъ.

Въ предшествующихъ §§ настоящей главы рассмотрѣны формы сѣченій, канавъ, каналовъ и галлерей, служащихъ для отвода сточныхъ водъ подѣ дѣйствіемъ силы тяжести, т. е. сѣченія собственно водостоковъ. Вода здѣсь перемѣщается съ незначительными скоростями подѣ малыми напорами и вообще не заполняетъ всего сѣченія стока.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда движущею силой является паръ или сжатый воздухъ, обстоятельства измѣняются и водостоки приобрѣтаютъ характеръ водопроводовъ. Для нихъ нужны уже сѣченія, преимущественно отвѣчающія внутреннимъ разрывающимъ усиліямъ, часто значительнымъ. Кругъ является здѣсь существенно цѣлесообразной формой (см. главу XVIII).

### § 132. Водостоки нераціональныхъ типовъ.

Въ заключеніе настоящаго обзора наиболее употребительныхъ сѣченій водостоковъ полезно остановитъ вниманіе на примѣрахъ водостоковъ нераціональныхъ типовъ, собранныхъ на черт. 665—674. Чтобы водостоки дѣйствовали правильно, необходимо, чтобы вода двигалась по нимъ со скоростью, не меньшей нѣкоторой указываемой опытомъ величины. А для этого должно быть въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ строгое соотвѣтствіе между факторами, управляющими движеніемъ воды:—уклономъ, площадью сѣченія, смоченнымъ периметромъ. Кромѣ формы сѣченія важно еще и надлежащее исполненіе водостока. По водостоку самой цѣлесообразной формы вода течь не будетъ и въ немъ будутъ накапливаться наносы, если стѣнки водостока пропускаютъ воду въ землю. Чертежи 665—674 въ достаточной степени поясняютъ эти соображенія.

## ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

### Общесплавная система водостоковъ. — Расположеніе сѣти водостоковъ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 133. Непосредственный спускъ нечистотъ въ рѣки.—§ 134. Пересѣчная схема.—§ 135. Радіальная схема.—§ 136. Скорость теченія.—§ 137. Уклонъ поверхности воды въ водостокахъ и глубина, на которую должна быть опущена эта поверхность.—§ 138. Уклонъ подошвы водостоковъ.

#### § 133. Непосредственный спускъ нечистотъ въ рѣки.

Въ первое время, когда еще не сознавались вредныя послѣдствія загрязненія рѣчныхъ водъ сточными водами, водостоки проводились по ближайшему пути къ рѣкѣ. Схематическое расположеніе такихъ водостоковъ показано на черт. 675. При сплавной системѣ этотъ способъ удаленія нечистотъ имѣетъ послѣдствіемъ загрязненіе и зараженіе рѣчныхъ водъ даже въ предѣлахъ самаго города. Схема, изображенная на черт. 675, поэтому, для сплавной системы не должна быть примѣняема; она допускается, однако, при раздѣльныхъ системахъ для тѣхъ водостоковъ, которыми отводятся по кратчайшему пути въ рѣку однѣ дождевыя воды, содержащія лишь органическія вещества, неизбежно смываемыя дождемъ съ поверхностей дворовъ и улицъ.

#### § 134. Пересѣчная схема.

Впослѣдствіи, когда оказалось необходимымъ удалять сточныя воды за предѣлы города до выпуска въ рѣку, къ существовавшей сѣти водостоковъ присоединили рядъ коллекторовъ, проведенныхъ параллельно рѣкѣ и пересѣкающихъ всѣ стоки, перпендикулярные къ ней. Этими коллекторами сточныя воды отводятся за предѣлы

города въ мѣста рѣкп, лежащія ниже по теченію, какъ показано на черт. 676.

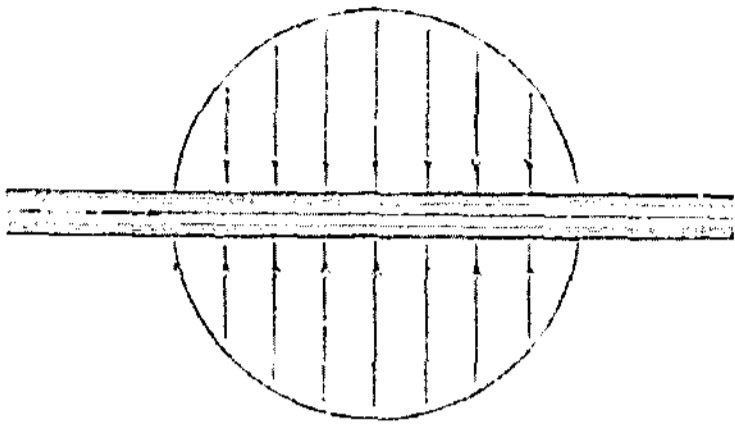
Такой способъ устройства сѣти находитъ въ настоящее время обширное примѣненіе, причемъ сточныя воды, до выпуска ихъ въ рѣку, подвергаются иногда освѣтленію и отчасти обезвреживанію. Устройство водостоконъ, показанное на схемѣ черт. 676, примѣненное между прочимъ въ Лондонѣ, представляетъ то удобство, что первоначальныя выпускныя отверстія, расположенныя въ предѣлахъ города, сохраняются и служатъ для выпуска въ рѣку водъ ливней. Вслѣдствіе этого, пересѣкающіе коллекторы получаютъ сравнительно небольшіе размѣры.

Въ водостокахъ расположенныхъ по схемамъ черт. 675 и 676, галереи направлены съ окружности города къ центру. Поэтому, при устройствѣ ихъ, должна быть принята въ расчетъ возможность увеличенія города за предѣлы сооружаемой водосточной сѣти и главнымъ коллекторамъ должны быть даны такіе размѣры, чтобы они были въ состояніи отводить и то добавочное количество сточныхъ водъ, которое предвидится въ будущемъ. Но опредѣленіе этого количества заранѣе является весьма гадательнымъ, такъ что коллекторы получаютъ иногда излишне большіе размѣры, а въ другихъ случаяхъ не удовлетворяютъ своему назначенію, т. е. оказываются построенными слишкомъ малыхъ размѣровъ. Перестройка же существующей сѣти водостоконъ всегда сопряжена съ большими неудобствами и расходами, иногда значительно превышающими первоначальную стоимость постройки.

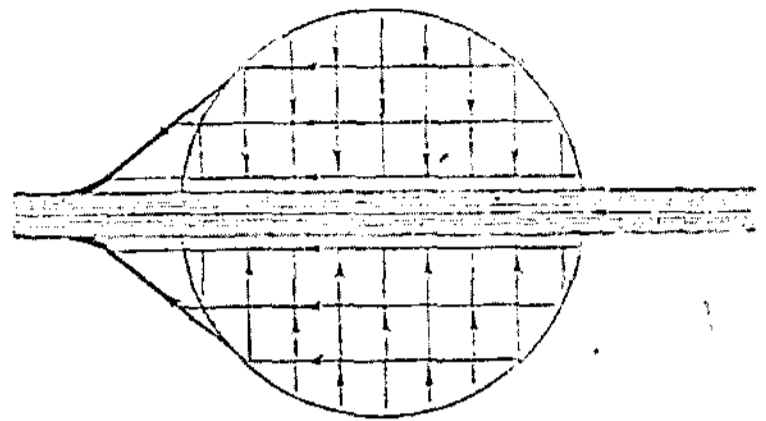
### § 135. Радіальная схема.

Съ примѣненіемъ къ водостокамъ способа удаленія скопленныхъ въ одно мѣсто нечистотъ посредствомъ перекачиванія паровыми или другими двигателями, явилась возможность расположенія водостоконъ по радіальной системѣ, изображенной схематически на черт. 677—681. Такое расположеніе очевидно возможно даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда городъ находится на ровной мѣстности, не имѣющей естественныхъ скатовъ въ сторону отвода водъ, и имѣетъ важныя преимущества передъ другими способами расположенія сѣти. Въ центрѣ города, въ наиболѣе застроенныхъ участкахъ, гдѣ прира-

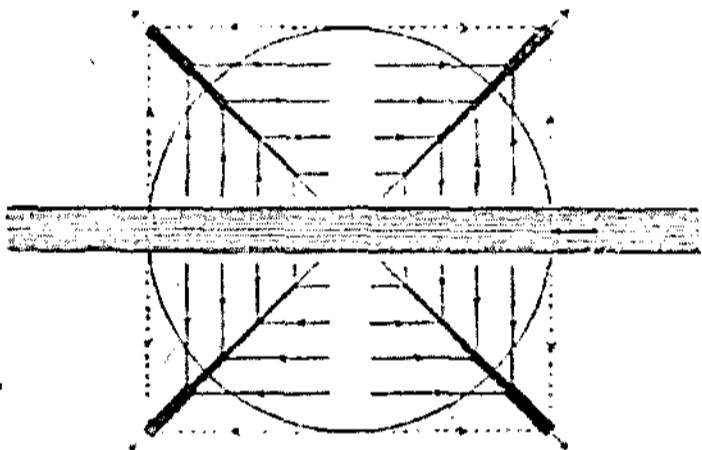
П л а н ь с ѣ т и в о д о с т о к о в ъ .



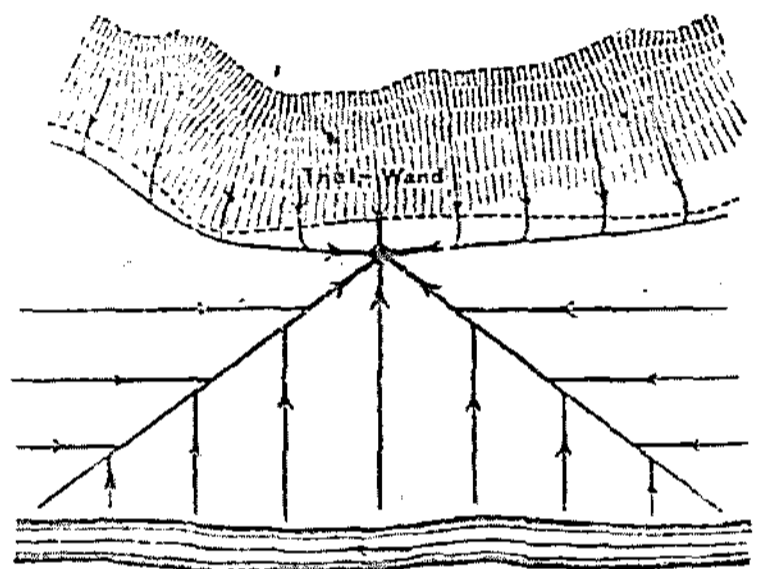
Черт. 675. — Скатная схема съ непосредственнымъ спускомъ нечистотъ въ рѣку.



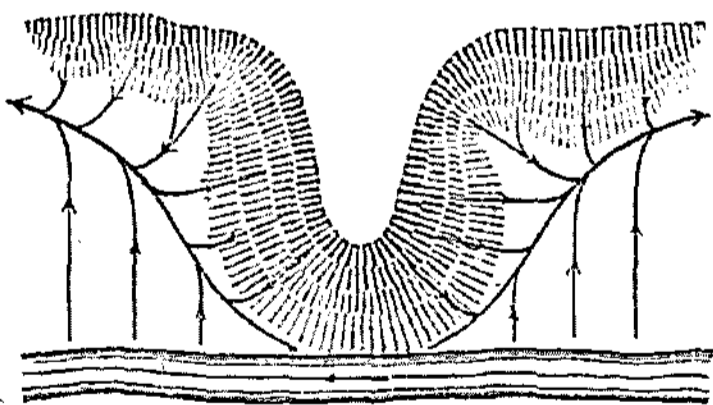
Черт. 676. — Пересѣчная схема съ спускомъ нечистотъ въ рѣву ниже города.



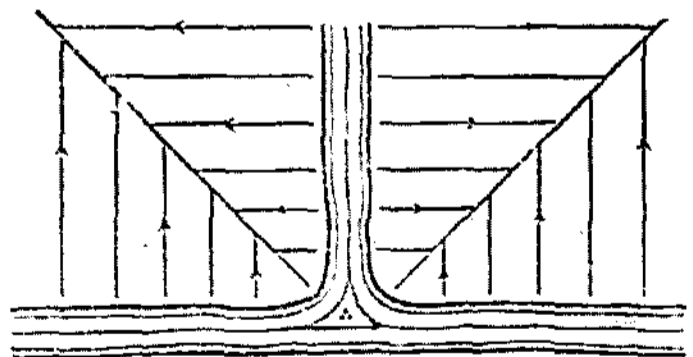
Черт. 677. — Радиальная схема съ отводомъ нечистотъ на поля.



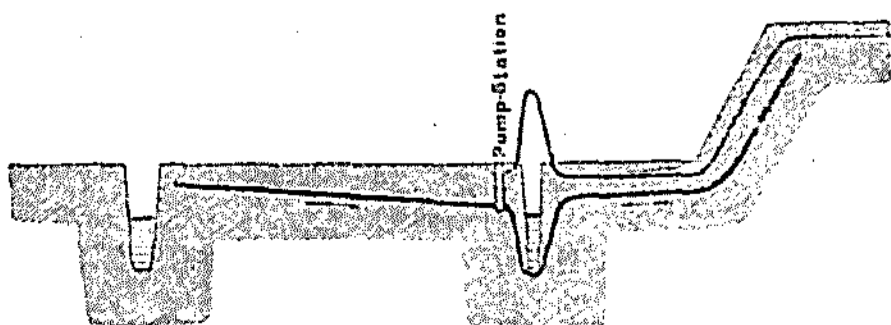
Черт. 678. — Примѣненіе радиальной схемы въ случаѣ крутого берега долины, параллельнаго рѣкѣ.



Черт. 679. — Примѣненіе радиальной схемы въ случаѣ расположенія города на мысѣ.



Черт. 680. — Примѣненіе радиальной схемы въ случаѣ существованія у рѣки значительныхъ притоковъ.



Черт. 681. — Примѣненіе радиальной схемы въ случаѣ существованія параллельнаго рѣкѣ ручья или канала: два сифона — одинъ приводящій въ насосной станціи воды возвышенной части города, другой отводящій веѣ воды на поля. (Hobrecht).

щеніе населенія возможно лишь въ узкихъ предѣлахъ, расположены начальныя точки сѣти; главные водостоки доводятся до окраинъ города, а въ случаѣ развитія города за эту черту, главные водостоки удлиняются, при чемъ имъ придаютъ размѣры соотвѣтствующіе дѣйствительной потребности. Такъ какъ внутреннія части города вполнѣ застроены, то въ увеличеніи размѣровъ водостоковъ въ этихъ частяхъ не можетъ оказаться серьезной нужды, а увеличеніе коллектора можетъ только явиться необходимымъ въ его коицевыхъ частяхъ, что потребуетъ относительно малыхъ затратъ, и легко выполнимо.

Примѣромъ устройства водостоковъ сплавной системы при радиальномъ расположеніи коллекторовъ, могутъ служить Берлинскіе водостоки, построенные Гобрехтомъ, подробное описаніе коихъ находится въ сочиненіи Гобрехта («Die Canalisation von Berlin». Berlin 1884). Городъ раздѣленъ на 12 участковъ, имѣющихъ каждый свою самостоятельную сѣть водостоковъ. Сточныя воды перекачиваются паровыми машинами съ наносныхъ станцій на поля, приобретенныя городомъ для цѣлей орошенія (черт. 682).

### § 136. Скорость теченія.

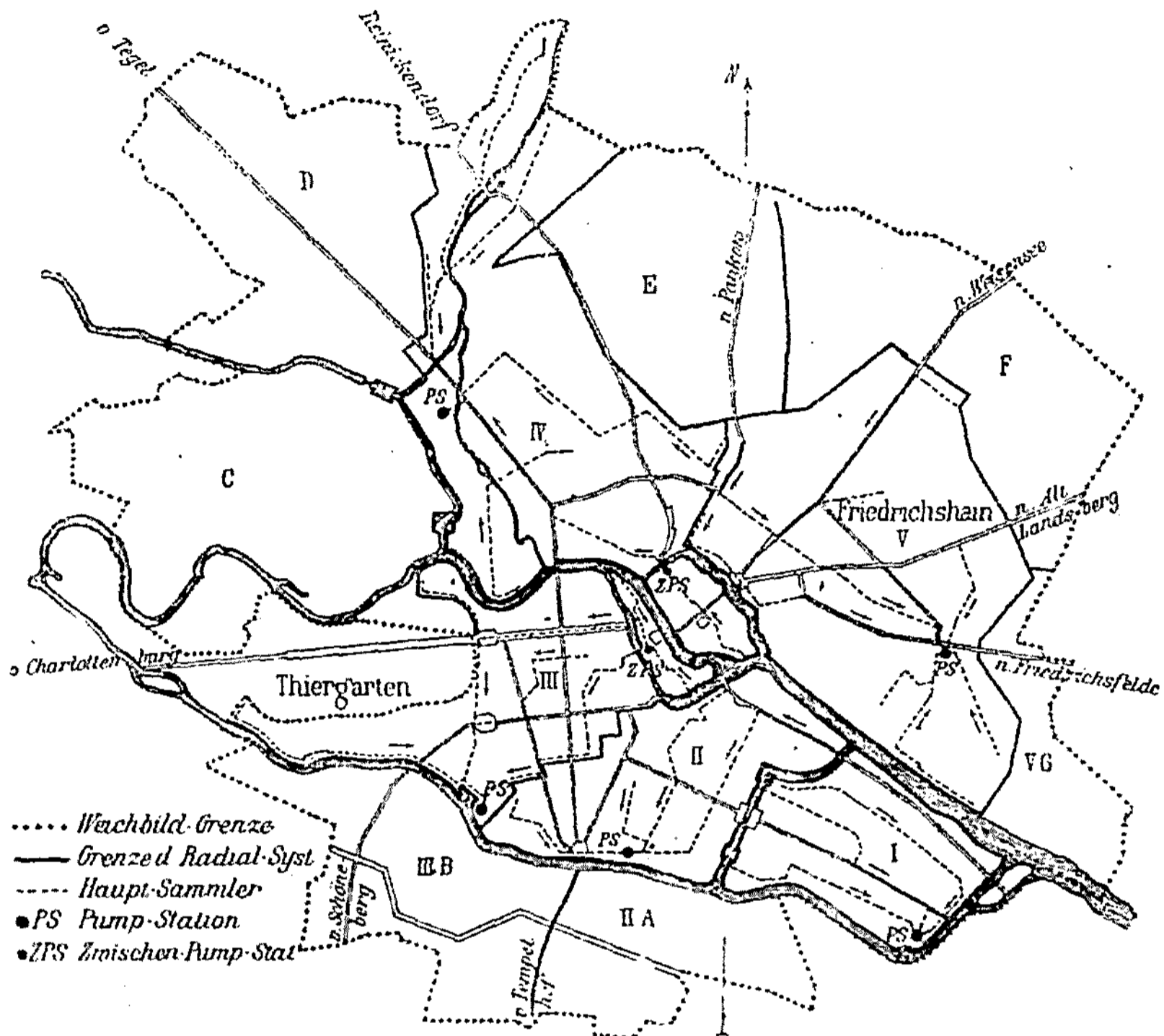
Одно изъ первыхъ условій правильнаго дѣйствія водосточной сѣти сплавной системы заключается въ возможномъ самоочищеніи галлерей. Для этого необходимо, чтобы скорость теченія сточныхъ водъ была на столько значительна, чтобы ими уносились тяжелыя твердыя частицы, неизбежно попадающіе въ водостоки и могущія, при меньшей скорости, образовать осадки.

По опытамъ произведеннымъ въ лондонскихъ водостокахъ найдено, что:

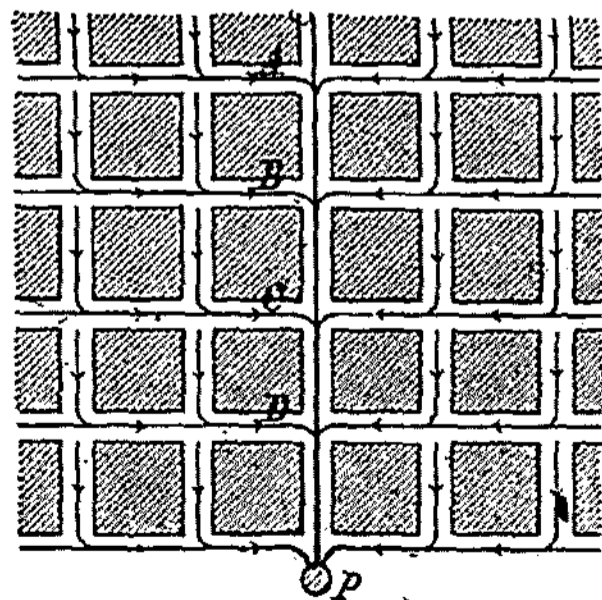
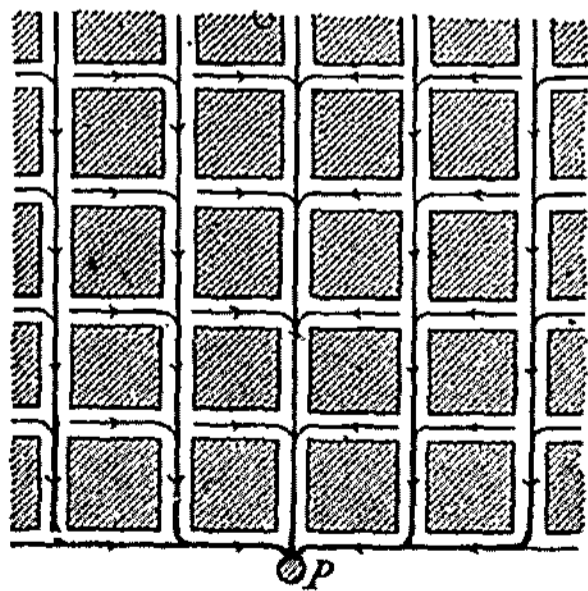
|                                                     |   |            |         |
|-----------------------------------------------------|---|------------|---------|
| глина сплавляется водою при средн. скорости теченія | = | 0,25 ф.    | въ сек. |
| мелкій песокъ » » » » » »                           | = | 0,5 » » »  |         |
| крупный песокъ » » » » » »                          | = | 0,67 » » » |         |
| хрящъ, мелкій гравій » » » » » »                    | = | 1 » » »    |         |
| крупн. гравій, велич. въ 1 дм. » » » » » »          | = | 2 » » »    |         |
| щебень, величин. съ яйцо. » » » » » »               | = | 3 » » »    |         |

По англійскимъ же изслѣдованіямъ оказалось, что для сплава твердыхъ веществъ, попадающихъ въ водостоки вообще, достаточна

П л а н ъ с ѣ т и в о д о с т о к о в ъ .



Черт. 682. — Общій планъ радіальной канализаціонной сѣти Берлина съ отводомъ нечистотъ на поля. (PS—насосная станція ZPS—промежуточная насосная станція).



Чертежи  
683 и 684.

Примѣры расположенія сѣти водостоковъ въ предѣлахъ небольшого участка города. На черт. 683 показанъ случай, когда проектируется рядъ длинныхъ каналовъ одинаковаго сѣченія. На черт. 684 — другой случай, когда одному водостоку (коллектору) придаются значительные размѣры, а другимъ короткимъ много меньшіе. Второй типъ сѣти, обыкновенно, экономичнѣе перваго.

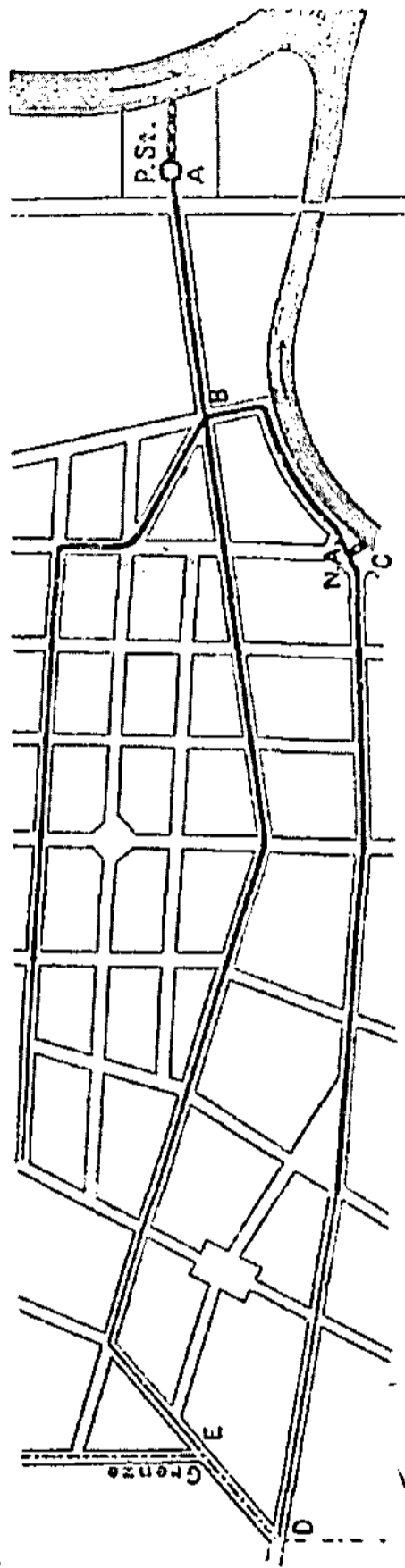
средняя скорость течения въ 2—2,5 фута въ секунду. Эта цифра обыкновенно и принимается теперь при расчетѣ сѣти водостоковъ, причемъ стремятся, чтобы скорости течения во всѣхъ галлерейхъ не сильно отклонялись отъ указанной нормы. Въ небольшихъ коллекторахъ (верховьяхъ сѣти), въ которыхъ теченіе сточной воды можетъ по временамъ, особенно ночью въ сухую погоду, прерываться, средняя скорость протока должна быть однако нѣсколько повышена, и принимается отъ 2,5—3,5 фута въ секунду. Наконецъ, въ сточныхъ трубахъ, идущихъ со дворовыхъ участковъ (домовые проводы) въ уличную канализацію, гдѣ перерывы стока могутъ случаться еще чаще, средняя скорость течения принимается отъ 3,5—4,5 фута въ секунду.

Принимая въ основаніе расчетовъ указанные цифры не слѣдуетъ упускать изъ вида, что скорость течения зависитъ отъ уклона русла, отъ формы поперечнаго сѣченія его и отъ расхода воды, т. е. отъ степени наполненія коллектора. Но такъ какъ количество сточныхъ водъ попадающее въ водостоки весьма различно и мѣняется съ каждымъ часомъ, то очевидно, что и скорость течения въ нихъ не будетъ однообразна, а будетъ измѣняться въ зависимости отъ степени наполненія коллектора.

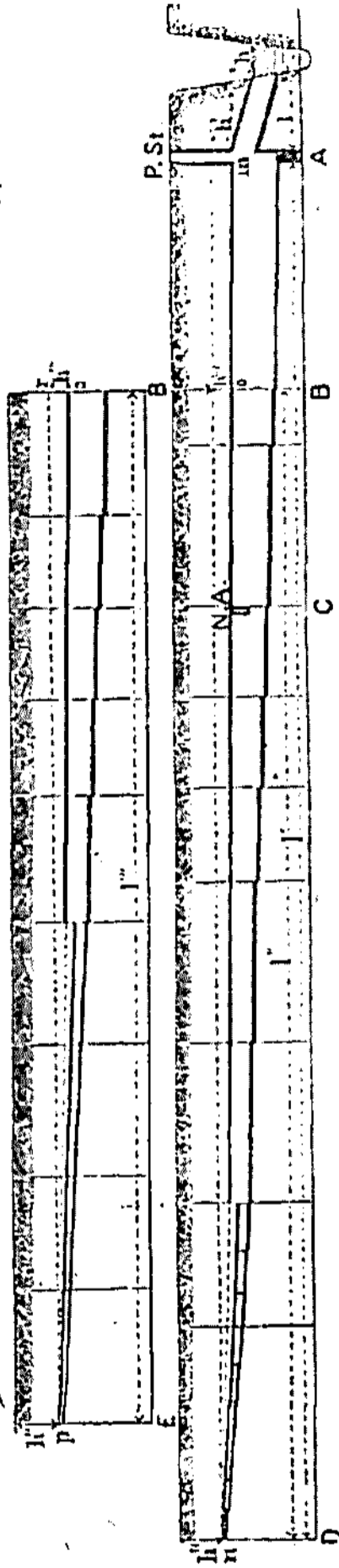
Наибольшая опасность засоренія представляется очевидно, при наименьшей скорости, т. е. при наименьшемъ стокѣ домашнихъ водъ въ сухую погоду. *Для расчета, однако, при проверкѣ скоростей въ сухую погоду, принимаютъ цифры наибольшаго или, въ крайнемъ случаѣ средняго стока домашнихъ водъ, — въ томъ предположеніи, что осадки, могущіе образоваться на днѣ коллекторовъ въ ночное время, уносятся сточными водами поступающими въ значительно большемъ количествѣ въ обѣденное время.* Если же по мѣстнымъ условіямъ не оказывается возможнымъ дать величинѣ *средней скорости домашнихъ водъ* указанные выше значенія, то для очистки коллекторовъ должны быть принимаемы особыя мѣры, состоящія въ устройствѣ щитовыхъ и другихъ затворовъ или во впускѣ промывныхъ водъ, о чемъ будетъ сказано ниже.

Принимая, что для сплавленія осадковъ средняя скорость течения домашнихъ водъ должна быть не меньше указанныхъ предѣловъ, необходимо имѣть въ виду, что и наибольшая скорость течения воды въ водостокѣ при ливняхъ не должна превышать  $6\frac{1}{2}$  фута, чтобы не вызывать поврежденій въ кладкѣ коллекторовъ.

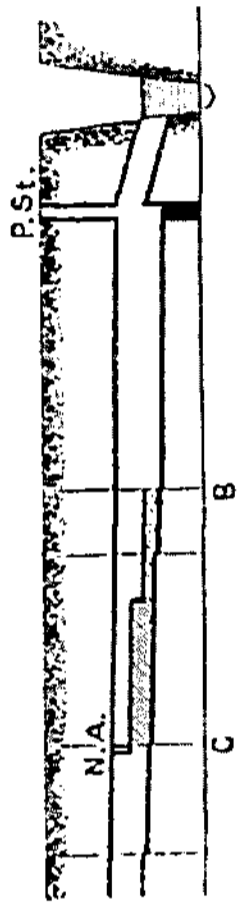
УКЛОНЫ ВОДОСТОКОВЪ.



Черт. 685. — Планъ плоской части города съ показаніемъ коллекторов (DCBA — самый длинный), насосной станціи (P St) и ливнеотвода (NA=Noth-Auslass).



Черт. 686 и 687. — Продольныя профили коллекторовъ EB и DCBA.



Черт. 688.

Примѣчаніе къ черт. 685—688. — Для установленія уклоновъ водостоконъ выбирается длиннѣйшая водосточная линія сѣти (DCBA). Горизонтъ воды въ A (m) долженъ позволить выгускать черезъ линейную насосной станціи (имѣющей въ данномъ частномъ примѣрѣ) наибольшій расходъ Q при самомъ высокомъ горизонтѣ въ рѣкѣ, т. е. *максимумъ* h. Горизонтъ въ коллекторѣ въ D (n) опредѣляется необходимой глубиной заложения для правильнаго дѣйствія домовой канализаціи и глубиной промерзання. Средній уклонъ воды въ коллекторѣ DCBA =  $\frac{h'}{l'}$  — минимальный изъ всѣхъ среднихъ уклоновъ сѣти.



**§ 137. Уклонъ поверхности воды въ водостокахъ и глубина на которую должна быть опущена эта поверхность.**

Скорость теченія воды въ коллекторахъ опредѣляется главнымъ образомъ уклономъ ея поверхности, а потому правильное дѣйствіе водосточной сѣти зависитъ преимущественно отъ цѣлесообразнаго распредѣленія уклоновъ.

Изъ общей формулы:

$$v = c \sqrt{RI}$$

очевидно, что для достиженія заданной средней скорости теченія  $v$ , уклонъ  $I$  поверхности воды долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ меньше средній гидравлическій радіусъ  $R$ , чѣмъ и объясняется общее правило: главнымъ коллекторамъ давать относительно меньшіе уклоны, а малымъ коллекторамъ, — большіе, стремясь, конечно, въ общемъ къ возможно большимъ абсолютнымъ величинамъ уклоновъ.

Изъ многочисленныхъ примѣровъ существующихъ водостоковъ выведены слѣдующія желательныя среднія цифры уклоновъ:

- а) для домовыхъ стоковъ, т. е. для сточныхъ трубъ проводящихъ нечистоты изъ дворовъ въ уличный коллекторъ,  
не менѣе . . . . . 1 : 50
- б) для круглыхъ коллекторовъ діаметромъ до  $12''$  —  $1/100$  —  $1/200$   
» » » »  $12$  —  $24''$  —  $1/200$  —  $1/500$
- в) для овоидальныхъ коллекторовъ не доступныхъ  
осмотру не менѣе . . . . . 1 : 800
- г) для коллекторовъ доступныхъ осмотру и для ко-  
ренныхъ коллекторовъ, смотря по мѣстнымъ условіямъ,  
но по возможности не мѣнѣе . . . . . 1 : 3000

Въ каждомъ частномъ случаѣ величину наименьшаго допустимаго уклона нужно вычислить по формуламъ гидравлики при условіи, чтобы при нѣкоторой степени наполненія коллектора, продолжающейся ежедневно въ теченіи нѣсколькихъ часовъ, скорость теченія была въ вышеуказанныхъ предѣлахъ. Такъ напр., при проектированіи водостоковъ въ г. Висбаденѣ инж. Вріх положилъ въ основу разсчета, чтобы уклоны проводовъ удовлетворяли условно скорости теченія = 2 футамъ при глубинѣ протока =  $3/4$  дюйма; инж. Кпафф

при расчетѣ уклона дворовыхъ сточныхъ трубъ предлагаетъ принимать, что при наполненіи трубъ до  $\frac{1}{4}$  всей высоты сѣченія скорость теченія должна быть  $= 2\frac{1}{3}$  фута и т. п.

Распредѣленіе уклоновъ отдѣльныхъ коллекторовъ въ зависимости отъ ихъ длины и имѣющагося въ распоряженіи общаго паденія должно производиться руководствуясь вышеизложенными соображеніями, т. е. такимъ образомъ, чтобы скорость теченія была по возможности не менѣе нѣкоторой предѣльной величины, для чего надо знать, кромѣ количества протекающей воды, еще и размѣры коллекторовъ. Между тѣмъ первоначальное распредѣленіе уклоновъ производится до расчета размѣровъ коллекторовъ и слѣдовательно первоначальное распредѣленіе уклоновъ можетъ производиться лишь примѣрно. По этимъ первоначально намѣченнымъ уклонамъ и имѣющимся расходамъ воды подсчитываются приближительные размѣры водостоковъ, послѣ чего можетъ быть произведено вторичное болѣе правильное распредѣленіе уклоновъ и вновь рассчитаны размѣры каналовъ.

Наименьшая глубина, на которой долженъ находиться горизонтъ водъ въ уличномъ коллекторѣ въ высшей точкѣ, опредѣляется условіемъ возможности осушенія подваловъ въ дворовыхъ флигеляхъ зданій, при уклонѣ отводящей трубы въ 1:50, причемъ, кромѣ того, эта труба должна во всякомъ случаѣ быть уложена ниже горизонта промерзанія почвы, т. е. въ нашемъ климатѣ не менѣе 6 футъ (см. черт. 685—688).

Также должно быть обращено вниманіе на глубину подваловъ построекъ, примыкающихъ къ улицѣ, такъ какъ желательно, чтобы сточныя трубы проходили ниже ихъ пола. Наконецъ желательно имѣть возможность не только отвести домовыя воды изъ подваловъ всѣхъ строеній, но, что крайне важно въ гигиеническомъ отношеніи, избавить ихъ отъ излишней грунтовой влаги. При опредѣленіи глубины заложенія уличнаго коллектора можно, а въ иныхъ случаяхъ и должно, не принимать во вниманіе нѣкоторые исключительно глубокіе подвалы, которые въ такомъ случаѣ должны быть сдѣланы непроницаемыми для грунтовой воды, или имѣть приспособленія для ея откачки, хотя при этомъ не слѣдуетъ упускать изъ виду и того, что весьма часто подвалами тѣмъ болѣе пользуются для домашнихъ и промышленныхъ цѣлей, чѣмъ они глубже.

Обозначая чрез  $h$  глубину, не меньшую глубины промерзания грунта (для Петербурга  $h$  можетъ быть, какъ было упомянуто, принято = 6 футовъ); принимая для возможности самоочищенія уклонъ дворовой трубы = 1:50 и полагая глубину двороваго участка =  $L$  и ширину улицъ =  $l$ , получимъ для глубины  $H$  заложения коллектора или выражаясь точнѣе для глубины, на которой должна быть поверхность воды въ этомъ коллекторѣ въ данномъ мѣстѣ, если онъ идетъ по срединѣ улицы:

$$H = h + \frac{1}{50} \left( L + \frac{l}{2} \right)$$

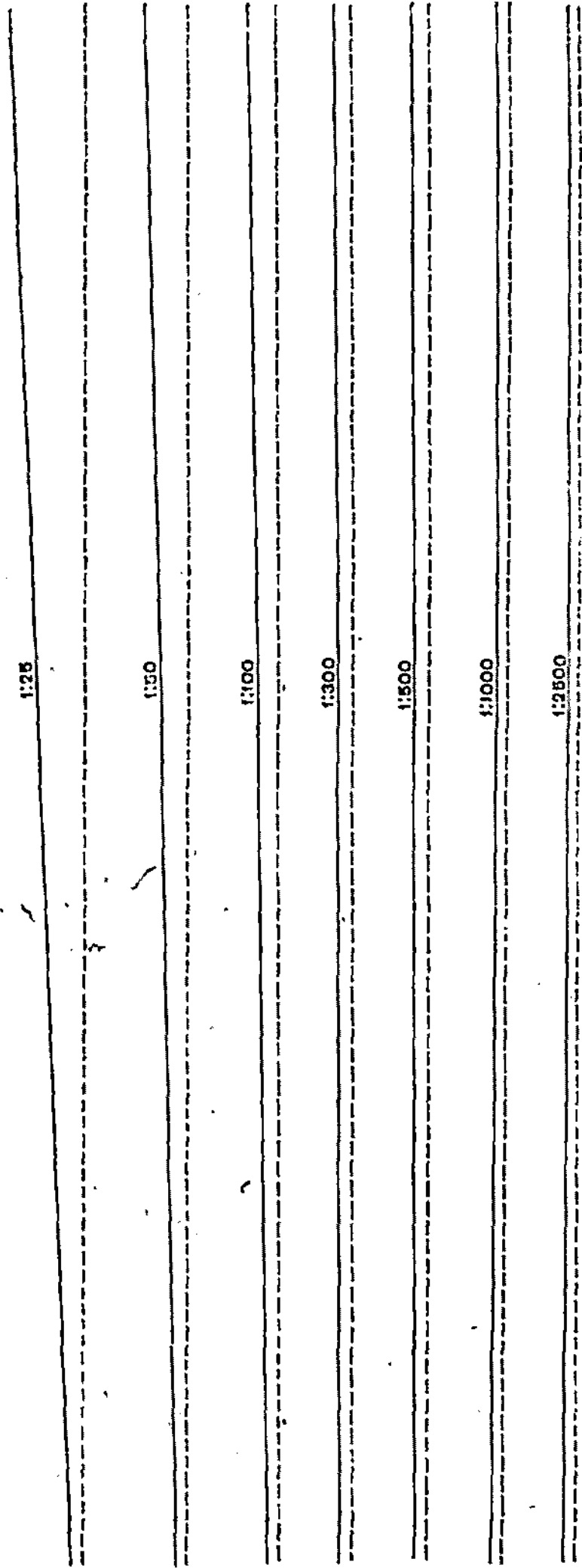
Если надо осушить подвалы, полъ которыхъ лежитъ глубже  $h$ , то вмѣсто  $h$  въ формулу слѣдуетъ подставить ихъ глубину. Если дворовые участки не горизонтальны, а имѣютъ скатъ къ улицѣ или отъ нея (послѣдній случай самый невыгодный въ смыслѣ большой глубины заложения уличнаго коллектора), а также при очень значительной ширинѣ улицы, часто оказывается иногда болѣе выгоднымъ вмѣсто одного коллектора, проходящаго по срединѣ ея, укладывать два съ боковъ: этимъ уменьшается глубина заложения; въ большинствѣ случаевъ одинъ изъ коллекторовъ, расположенный глубже, представляетъ собою основной водостокъ большого сѣчешя, а другой — боковой, менынаго сѣчешя, причемъ изъ этого послѣдняго его сточныя воды отводными трубами переводятся, черезъ извѣстныя разстояшя, въ основной каналъ.

Если въ продольномъ профилѣ улицы, по которой проходитъ коллекторъ, уклоны поверхности мостовой постоянно измѣняются, то коллекторъ, имѣя однообразный уклонъ, конечно, не можетъ быть уложенъ на одной постоянной глубинѣ и эта послѣдняя въ иныхъ неблагоприятныхъ случаяхъ можетъ доходить до пяти и болѣе сажень, причемъ приходится примѣнять туннельный способъ постройки, или же, при волнообразной мѣстности, — способъ перевода сточныхъ водъ черезъ возвышенность помощью сифона.

Въ очень крутыхъ улицахъ, уклонъ которыхъ болѣе самыхъ крутыхъ уклоновъ, возможныхъ для укладки коллекторовъ, послѣдніе располагаютъ ступенчатой линіей и ставятъ въ пунктахъ перепадовъ по колодцу.

Такимъ образомъ изъ вышеизложеннаго видно, что наименьшая глубина заложения поверхности воды уличныхъ водостоконъ можетъ

**У К Л О Н Ы   В О Д О С Т О К О В Ъ .**



Черт. 689—696.

Графики показывающие действительныя величины уклоновъ, придаваемыхъ водосточамъ, въ пределахъ  $\frac{1}{25}$  до  $\frac{1}{2500}$ .

(G. E. Waring Jr. — Sewerage and Land — Drainage; London. 1896).

быть точно опредѣлена для всѣхъ коллекторовъ сѣти лишь путемъ изученія всѣхъ мѣстныхъ условій, при посредствѣ точнаго плана города въ большомъ масштабѣ съ обозначеніемъ гипсометріи мѣстности помощью горизонталей, съ показаніемъ обычныхъ и наибольшихъ глубинъ существующихъ подваловъ, глубины уровня грунтовыхъ водъ и водъ рѣчныхъ протоковъ, — послѣднее для опредѣленія наибольшей возможной глубины заложенія коллекторовъ, имѣющихъ истоки въ водные протоки и т. д.

### § 138. Уклонъ подошвы водостоковъ.

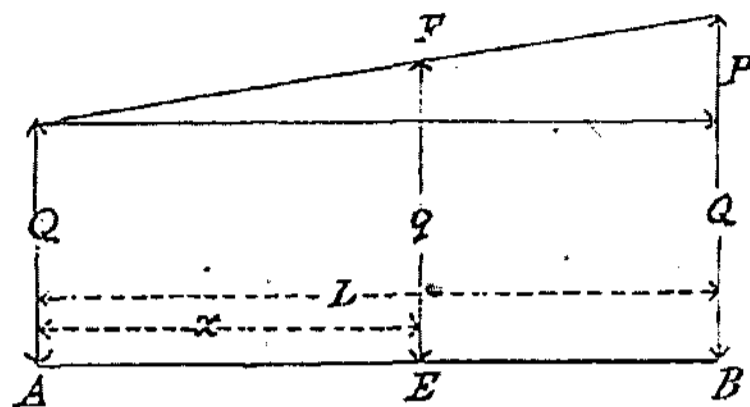
Въ предшествующемъ § мы говорили объ уклонѣ поверхности воды въ коллекторѣ.

Если количество воды, протекающее черезъ коллекторъ, остается постояннымъ на участкѣ длиною  $L$ , то поверхность воды будетъ параллельна подошвѣ коллектора на всемъ протяженіи этого участка. Если же сточныя воды поступаютъ въ коллекторъ черезъ большое число отверстій, расположенныхъ по всей длинѣ  $L$  разсматриваемаго участка, что въ дѣйствительности всегда имѣетъ мѣсто, то очевидно, черезъ начальное поперечное сѣченіе будетъ протекать меньше сточныхъ водъ, нежели черезъ конечное, а потому при условіи, что сѣченіе коллектора не измѣнится, или уклонъ подошвы придется увеличить къ устью, сохраняя на всемъ протяженіи одинаковую степень наполненія, или допустить при постоянномъ уклонѣ подошвы возрастаціе степени наполненія коллектора къ устью. Разсмотримъ, какъ опредѣляется уклонъ подошвы въ этихъ обоихъ случаяхъ.

Для случая однообразнаго наполненія коллектора, уклонъ дна можетъ опредѣляться слѣдующими соображеніями.

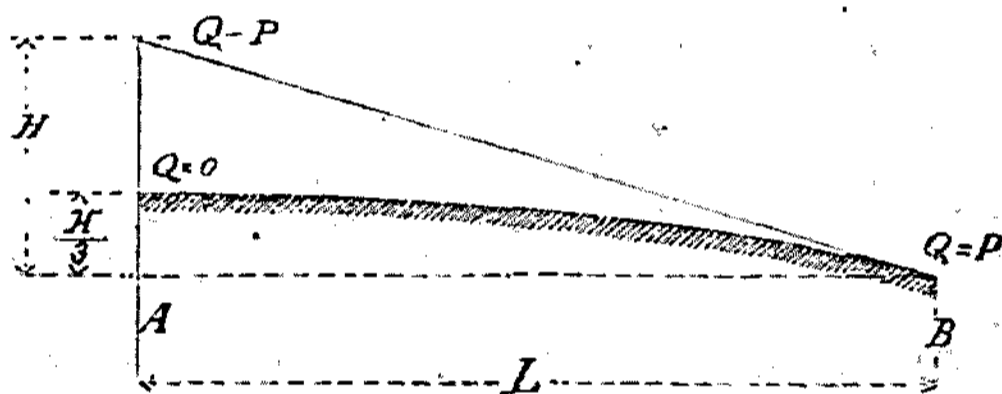
Положимъ, что въ началѣ  $A$  коллектора, черт. 697, въ него поступаетъ  $Q$  куб. футъ воды въ секунду, а въ концѣ  $B$  выступаетъ  $Q + P$  куб. футъ, причемъ количество  $P$  воды вводится внутрь коллектора равномерно по всей длинѣ  $L$  разсматриваемаго участка. Примемъ линію  $AB$  за ось абсциссъ и нанесемъ въ  $A$  ординату  $AC$ , пропорціонально расходу  $Q$ , а въ  $B$  величину  $BD$ , пропорціонально числу  $Q + P$ , и соединимъ точку  $C$  съ  $D$ ; количество воды  $q$ , протекающее черезъ какое нибудь сѣченіе коллектора на разстояніи  $x$  отъ начальной точки  $A$ , будетъ пропорціо-

**Уклоны водостокѣвъ.**



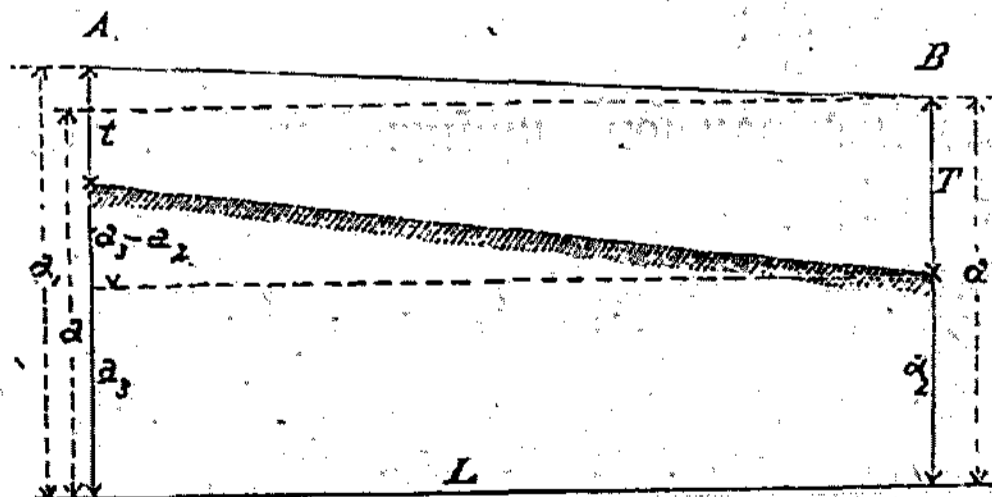
Черт. 697.

Графическое изображеніе закона равномернаго возрастанія расхода воды въ водостокѣ.



Черт. 698.

Схематическое изображеніе профили поверхности воды въ водостокѣ съ постояннымъ наполненіемъ.



Черт. 699.

Схематическое изображеніе профили поверхности воды въ водостокѣ съ возрастающимъ къ устью наполненіемъ.

нально соответствующей ординатѣ  $EF$  и опредѣлится уравненіемъ:

$$q = Q + \frac{P}{L} x$$

Для опредѣленія величины уклона  $I$ , пользуемся общею формулою

$$R \cdot I = kv^2 = k \frac{q^2}{\omega^2}$$

гдѣ  $\omega$  обозначаетъ живое сѣченіе струи. Отсюда находимъ.

$$I = \frac{k}{\omega^2 R} q^2 = \frac{k}{\omega^2 R} \left( Q + \frac{P}{L} X \right)^2.$$

Если мы обозначимъ черезъ  $dh$  величину пониженія русла, соответствующую длинѣ  $dx$ , то уклонъ русла въ точкѣ, соответствующей абсциссѣ  $x$ , выразится чрезъ  $\frac{dh}{dx}$ , а потому, для разсматриваемаго сѣченія  $EF$ , на бесконечно малой длинѣ  $dx$  коллектора, можетъ имѣть мѣсто уравненіе:

$$\frac{dh}{dx} = \frac{k}{\omega^2 R} \left( Q + \frac{P}{L} X \right)^2 = \frac{k}{\omega^2 R} \left( Q^2 + \left( \frac{P}{L} \right)^2 x^2 + 2 \frac{PQ}{L} x \right);$$

распространяя это уравненіе на всю длину  $x$ , получимъ:

$$\int_0^h dh = \frac{k}{\omega^2 R} \int_0^x \left( Q^2 + \left( \frac{P}{L} \right)^2 x^2 + 2 \frac{PQ}{L} x \right) dx$$

или

$$h = \frac{k}{\omega^2 R} \left\{ Q^2 x + \left( \frac{P}{L} \right)^2 \frac{x^3}{3} + \frac{PQ}{L} x^2 \right\}.$$

Это уравненіе изображаетъ кривую, по которой въ данномъ случаѣ должна быть выведена подошва коллектора.

Подставляя въ эту формулу  $P = 0$ , получимъ:

$$h = \frac{k}{\omega^2 R} Q^2 x,$$

а для  $x = L$ , полную высоту паденія при постоянномъ расходѣ  $Q$  во всѣхъ сѣченіяхъ коллектора:

$$h = \frac{k}{\omega^2 R} Q^2 L. \quad \dots \dots \dots (a)$$

Если  $Q = 0$ , т. е. если въ разсматриваемый коллекторъ въ началѣ  $A$  не поступаетъ нечистотъ отъ выше лежащихъ участковъ, а все количество  $P$ , протекающее чрезъ конечное сѣченіе  $B$ , накапливается равномерно на всей длинѣ  $L$ , то:

$$h = \frac{k}{\omega R} \left( \frac{P}{L} \right)^2 \frac{x^3}{3}.$$

Кривая, изображаемая этимъ уравненіемъ, есть кубическая парабола.

Подставляя въ это уравненіе  $x = L$ , получимъ всю высоту паденія подонивы коллектора по длинѣ  $L$ :

$$h = \frac{k}{\omega^2 R} P^2 \frac{L}{3}. \quad (б)$$

или

$$RI = \frac{1}{3} k \left( \frac{P}{\omega} \right)^2.$$

Сравнивая формулу (б) съ предыдущею (а), мы видимъ, что высота  $h$  общаго паденія во второмъ случаѣ составляетъ  $\frac{1}{3}$  высоты паденія при постоянномъ, на всей длинѣ  $L$ , расходѣ нечистотъ.

Изъ уравненія дающаго величину  $\frac{dh}{dx}$  въ зависимости отъ  $x$  получается, подставляя  $x = L$  и по очередно  $Q = 0$  и  $P = 0$ :  
если  $Q = 0$ :

$$\frac{dh}{dx} = \frac{k}{\omega^2 R} P^2$$

а если  $P = 0$ :

$$\frac{dh}{dx} = \frac{k}{\omega^2 R} Q^2,$$

т. е. одинаковыя значенія уклона въ концѣ  $A$ , какъ при постоянномъ расходѣ во всѣхъ сѣченіяхъ отъ  $A$  до  $B$ , такъ и при равномерно возрастающемъ по всей длинѣ  $L$  расходѣ нечистотъ. Эти зависимости изображены графически на черт. 698.

Для изслѣдованія второго случая — возрастающаго наполненія коллектора — положимъ, что подошва коллектора на некоторомъ участкѣ длиною  $L$  имѣетъ постоянный однообразный уклонъ и что въ началѣ  $A$  (черт. 699) въ коллекторъ поступаетъ некоторое ко-



личество  $Q$  нечистотъ изъ выше лежащихъ участковъ, а по всей длинѣ  $L$  въ него поступаетъ равномерно распределенное количество  $P$  нечистотъ. Предполагая, что коллекторъ имѣетъ однообразное сѣченіе на всемъ участкѣ  $L$ , необходимо допустить, что въ сѣченіи  $B$ , гдѣ будетъ протекать  $P + Q$  единицъ жидкости въ секунду, глубина протекающей струи будетъ большая, нежели въ сѣченіи  $A$ , чрезъ которое проходитъ лишь  $Q$  единицъ въ секунду; слѣдовательно, уклонъ подошвы долженъ быть больше уклона уровня воды.

Скорость теченія не будетъ одинаковая въ началѣ и въ концѣ участка, такъ какъ большому наполненію коллектора соотвѣтствуетъ большое численное значеніе средней гидравлической глубины  $R$ , а слѣдовательно, и большая средняя скорость  $v$ .

Въ разсматриваемомъ случаѣ должны быть извѣстны: количества сточныхъ водъ  $Q$  и  $P$ , уклонъ поверхности воды  $I$  и поперечное сѣченіе коллектора. Требуется опредѣлить уклонъ подошвы, для чего достаточно знать величины  $T$  и  $t$  наполненія въ концѣ и въ началѣ, такъ какъ уклонъ поверхности воды опредѣленъ заданіемъ.

Для опредѣленія глубины наполненія можетъ служить формула 2 (§ 124).

$$\frac{Q}{\sqrt{I}} = c \sqrt{\frac{F^3}{p}}$$

въ которой лѣвая сторона извѣстна, а правая сторона содержитъ величину живого сѣченія  $F$ , слѣдовательно, и искомую величину глубины протока  $T$ .

Непосредственное опредѣленіе неизвѣстной  $T$  изъ вышеприведенной формулы, однако, не оказывается возможнымъ, вслѣдствіе сложности аналитическаго выраженія для  $\frac{F^3}{p}$  при коллекторахъ съ криволинейными очертаніями сѣченій, въ особенности же овоидальныхъ. Задача рѣшается однако весьма просто и съ достаточною для практики степени приближенія, слѣдующимъ приемомъ: предполагаютъ для даннаго поперечнаго сѣченія разныя высоты наполненія и рассчитываютъ помощью формулъ указанныхъ въ главѣ XV или графическимъ путемъ, соотвѣтствующія величины  $c \sqrt{\frac{F^3}{p}}$ ; изъ полученныхъ численныхъ величинъ выбираютъ два значенія, между которыми заключается число  $\frac{Q}{\sqrt{I}}$ , и находятъ искомую глубину  $T$ , помощью интерполяціи.

Зная величины  $T$  и  $t$ , не трудно опредѣлить уклонъ подошвы. Пусть  $a$ , черт. 699, обозначаетъ отмѣтку горизонта воды въ сѣченіи  $B$ ; отмѣтка воды въ  $A$  будетъ:

$$a_1 = a + LI.$$

Далѣе имѣемъ изъ чертежа:

$$a_2 = a_1 - T$$

$$a_3 = a_1 - t = a + LI - t$$

слѣдовательно, искомый уклонъ подошвы коллектора:

$$I = \frac{a_3 - a_2}{L}.$$

Этотъ способъ расчета примѣненъ между прочимъ Гобрехтомъ при составленіи имъ проекта Берлинскихъ водостоковъ, причемъ для коэффиціента  $s$  принималась постоянная величина (въ метрахъ),  $s = 50$ . Но примѣненіе выраженія для  $s$ , найденнаго Куттеромъ или Базеномъ, въ настоящемъ случаѣ, не усложняя значительно расчетовъ, даетъ, повидимому болѣе вѣрные результаты.

---

## ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

### Общесплавная система.—Пріемники сточныхъ водъ.

СОДЕРЖАНІЕ: § 139. Пріемники уличныхъ (поверхностныхъ) водъ.—§ 140. Пріемники дворовыхъ водъ.—§ 141. Пріемники дворовыхъ отбросовъ.—§ 142. Домовая канализація.—§ 143. Гидравлическіе затворы внутри домовъ и приспособленія для осмотра домовой канализаціи.

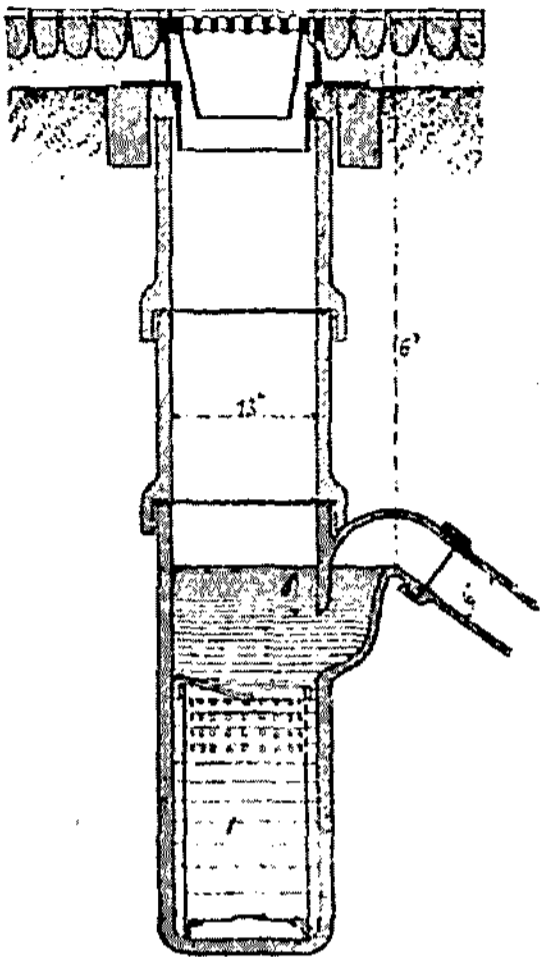
#### § 139. Пріемники уличныхъ (поверхностныхъ) водъ.

Въ прежнее время дождевыя и снѣговыя воды съ поверхности улицъ и площадей отводились въ канализаціонную сѣть посредствомъ простыхъ колодцевъ — шахтъ, которыя упирались въ коллекторы сверху или сбоку, открывая свободное сообщеніе между воздухомъ въ каналахъ и наружнымъ. Увлекаемая вмѣстѣ съ дождевою водою грязь садилась тутъ же на дно каналовъ и, засоряя ихъ, задерживала теченіе сточныхъ водъ. Этому засоренію старались препятствовать, задерживая грязь у самаго входа въ шахты при помощи ящичковъ и ведеръ, снабженныхъ отверстиями. Подобнаго рода пріемники уличныхъ поверхностныхъ водъ существуютъ еще до сихъ поръ въ нѣкоторыхъ городахъ Европы.

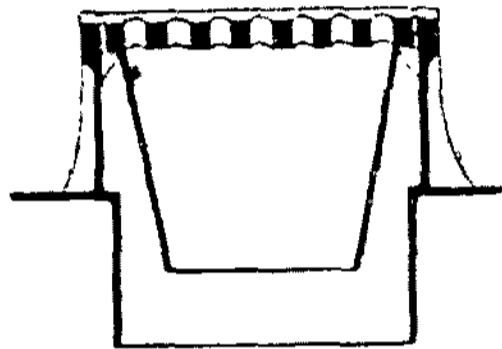
Несовершенство такихъ шахтъ вызвало стремленіе къ изобрѣтенію особаго рода уличныхъ пріемниковъ, которые при конструкціи, возможно простой, прочной и не допускающей легкой порчи, удовлетворяли бы слѣдующимъ условіямъ:

- 1) давать свободный стокъ дождевыхъ водъ въ коллекторъ,
- 2) задерживать по возможности всѣ осадки (песокъ, грязь и т. д.),
- 3) задерживать выходъ наружу коллекторныхъ газовъ
- и 4) давать возможность быстро и легко, не стѣсняя уличнаго движенія, очищать и удалять всю грязь, осѣвшую на днѣ колодца.

Уличные приемники и ихъ очистка.

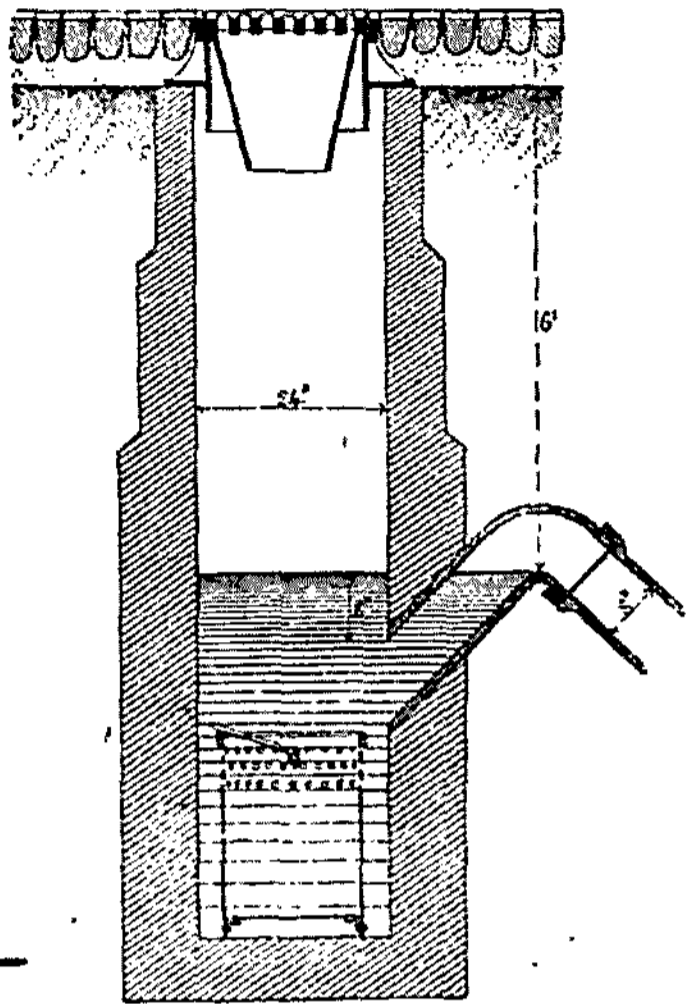


Черт. 700.  
Уличный приемникъ изъ гончарныхъ трубъ.

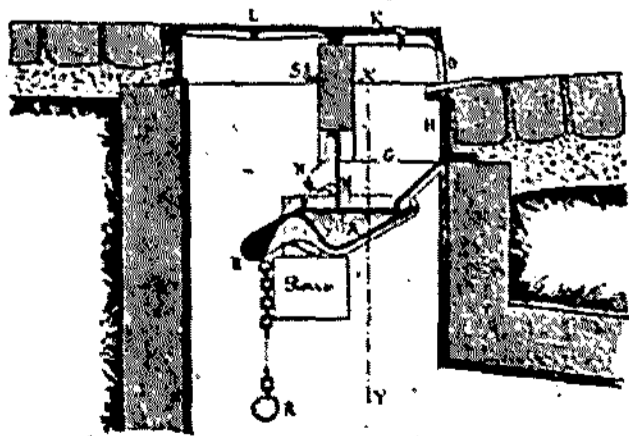
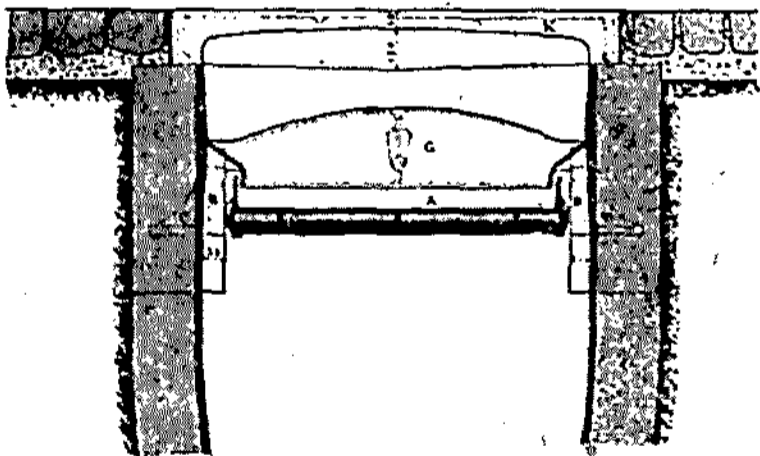


Черт. 702.

Детали рѣшетки уличнаго приемника поверхности водъ.



Черт. 701.  
Уличный приемникъ изъ кирпичной кладки.



Черт. 703 и 704.

Уличный приемникъ съ гидравлическимъ затворомъ системы Langlet, безъ собирателя грязи (примѣняется въ числѣ другихъ устройствъ въ Парижѣ). Затворъ на шарнирѣ съ противовѣсомъ и при перегрузкѣ самъ открывается, сбрасывая внизъ накопившуюся грязь, послѣ чего снова автоматически закрывается.

(Не годенъ для нашихъ климатическихъ условий).

При выборѣ системы пріемниковъ уличныхъ водъ, нужно имѣть въ виду, что число ихъ можетъ въ значительныхъ городахъ достигать огромныхъ цыфръ: въ Парижѣ около 10.000, въ Берлинѣ около 8.000, во Франкфуртѣ около 6.000 и т. д. Отсюда большое вліяніе стоимости пріемниковъ на общую стоимость канализаціи и необходимость при выборѣ системы пріемниковъ отдавать предпочтеніе конструкціямъ, которыя, обеспечивая правильное дѣйствіе приборовъ, возможно прочны и дешевы.

Въ настоящее время имѣется большее количество типовъ пріемниковъ уличныхъ водъ. Въ большинствѣ этихъ типовъ изолировка находящагося въ каналахъ воздуха отъ наружнаго достигается помощью водяныхъ затворовъ, которые для предупрежденія замерзанія должны лежать немного ниже глубины промерзанія грунта, т. е. въ нашемъ климатѣ не менѣе 6 футовъ.

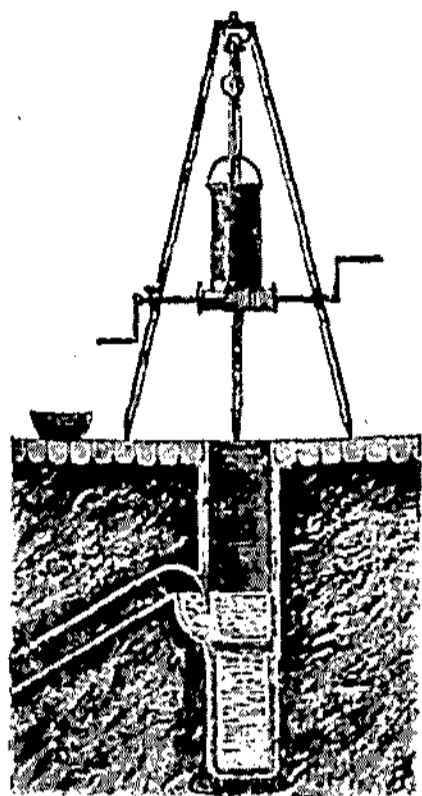
Одни изъ наиболѣе удачныхъ современныхъ водяныхъ затворовъ показаны на черт. 700 и 701, изображающихъ хорошіе примѣры уличныхъ водопріемниковъ изъ гончарныхъ трубъ и изъ каменной кладки.

Замѣтимъ, что образовать постоянный гидравлическій затворъ совсѣмъ не такъ легко, какъ можетъ казаться съ перваго взгляда. Во время продолжительныхъ засухъ вода въ колодцѣ сильно испаряется, уровень ея падаетъ и вслѣдствіе этого можетъ явиться прямое сообщеніе коллекторнаго воздуха съ атмосфернымъ. Кромѣ того, при малой глубинѣ затвора во время внезапныхъ сильныхъ ливней воздухъ въ коллекторахъ, сжатый отъ быстрого повышенія уровня сточныхъ водъ, можетъ прорывать водяные затворы, особенно при плохой вентиляціи каналовъ. Вслѣдствіе этого въ настоящее время стали значительно увеличивать глубину водяного затвора, дѣлая его не менѣе 5" и даже 6", а въ нѣкоторыхъ типахъ доводя до 8—10—12 дюймовъ. Въ случаѣ же сильной засухи колодцы наполняются водою изъ водопроводной сѣти при помощи пожарныхъ рукавовъ, служащихъ для поливки улицъ.

Въ общемъ, хорошій гидравлическій затворъ уличнаго дождевого колодца долженъ:

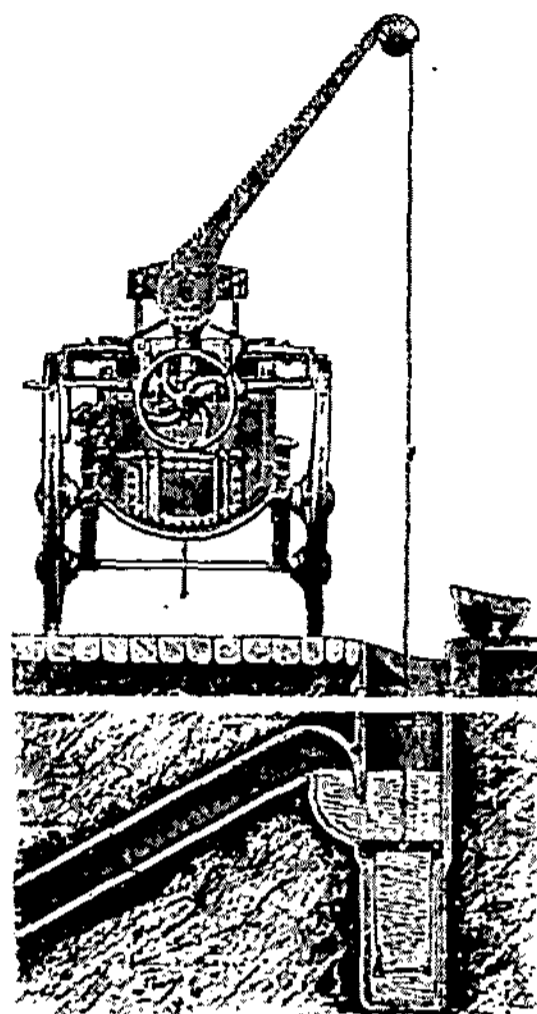
- 1) препятствовать выходу газовъ изъ каналовъ на улицу,
- 2) задерживать плавающие предметы, попавшіе сквозь рѣшетку въ колодезь и такимъ образомъ предохранять каналы отъ засоренія

**Уличные приемники; ихъ очистка.**

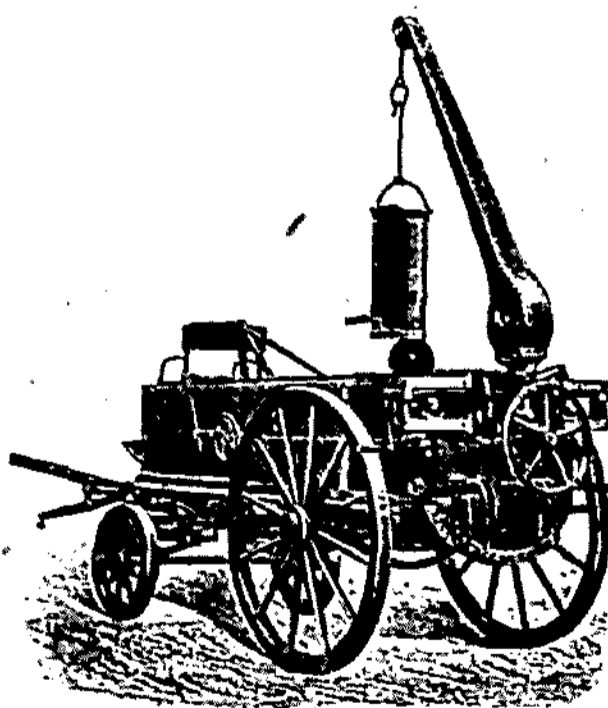


Черт. 705.

Ручной переносный станокъ для  
извлечения ведра съ грязью.



Черт. 706. — Катучій резервуаръ съ  
краномъ для удаленія грязи изъ улич-  
ныхъ приемниковъ (процессъ извлече-  
нiя ведра).



Черт. 707.

Катучій резервуаръ съ краномъ для удаленія грязи изъ уличныхъ приемни-  
ковъ (процессъ опораживанiя ведра).

(Изъ соч. Н. К. Чижова — Водостоки).

и 3) заставлять вытекающую изъ колодца воду двигаться передъ выходомъ изъ послѣдняго нѣкоторое время вверхъ, чѣмъ значительно ускоряется отложеніе нерастворенныхъ (висящихъ въ водѣ) осадковъ.

Каждый дождевой пріемникъ для удобства быстрого и легкаго удаленія изъ него осѣвшей на дно грязи долженъ быть снабженъ ведромъ, поставленнымъ на его дно, какъ это и показано на черт. 701, 702, 705 и 706. Подвѣска ведеръ подъ воронку, которая служитъ для направленія стекающей воды къ центру колодца, въ нашемъ климатѣ не можетъ быть рекомендована въ виду намерзанія на ведро грязи и даже, какъ это наблюдалось въ Берлинѣ, примерзанія ведра къ стѣнамъ колодца. Ведро дѣлаютъ обыкновенно изъ оцинкованнаго желѣза въ 1—2 миллиметра толщиною и снабжаютъ его стѣнкиотверстіями діаметромъ отъ  $\frac{3}{16}$ " до  $\frac{3}{8}$ " на взаимномъ разстояніи около 2—2 $\frac{1}{2}$  дюймовъ. Эти отверстія необходимы для удобнаго подъема и опусканія ведра въ колодезь, наполненный водою, но при вынутіи ведра черезъ нихъ и вытекаютъ частицы грязи, пачкая тротуаръ и мостовую. Ширина и форма ведра дѣлается по возможности ближе подходящей къ ширинѣ и формѣ самаго колодца, чтобы уменьшить зазоры между ведромъ и стѣнами колодца, въ которые забивается грязь. Вышина ведра обуславливается тѣмъ, какою рабочей силой располагаютъ для подъема:—двумя, тремя или болѣе людьми, или же краномъ, причемъ принимаютъ, что 1 куб. футъ грязи вѣситъ въ среднемъ 2,5 пуда. (См. черт. 705, 706 и 707).

Стѣнки уличныхъ пріемниковъ должны быть по возможности непроницаемы для воды; въ противномъ случаѣ грязная вода просачиваясь сквозь стѣны колодца заразить окружающую почву причемъ можетъ быть даже нарушенъ гидравлическій затворъ, и воздухъ коллектора начнетъ выходить на улицу.

Въ нѣкоторыхъ городахъ (Парижѣ), кромѣ дождевыхъ колодцевъ, расположенныхъ по сторонамъ улицы, дѣлаютъ еще по срединѣ надъ самыми коллекторами *енгловыя*, въ которые бросаютъ собираемый съ улицъ снѣгъ. Сточныя воды, имѣющія вообще высокую температуру, растапливаютъ его и уносятъ такимъ образомъ изъ города. Такой пріемъ удаленія снѣга возможенъ лишь при небольшомъ его количествѣ и въ коллекторахъ съ большимъ расходомъ воды.

Толщина стѣнокъ  $\delta$  въ кирпичныхъ колодцахъ (въ планѣ обыкновенно квадратныхъ или круглыхъ до 1 аршина въ діаметрѣ) дѣлается въ 1 кирпичъ. Въ гончарныхъ или штейнгутовыхъ (круглыхъ до  $1\frac{1}{2}'$ )  $\delta =$  отъ  $1''$  до  $1\frac{1}{2}''$ . Въ бетонныхъ  $\delta =$  отъ  $1\frac{1}{2}'$  до  $2\frac{1}{2}''$ .

При гончарныхъ дождевыхъ колодцахъ надо наблюдать, чтобы ниже затвора по возможности не было стыковъ, такъ какъ иначе, при появленіи въ нихъ хотя бы малѣйшей скважины, вода въ колодцѣ, уходя черезъ нее, станетъ обнажать затворъ.

Что касается до мѣстъ расположенія уличныхъ пріемниковъ, то при выпуклой профили улицъ ихъ помѣщаютъ въ лоткахъ между тротуаромъ и мостовой другъ противъ друга, или чаще въ шахматномъ порядкѣ, но всегда въ пониженной относительной прилегающихъ частей улицы точекъ (см. черт. 642 и 645). При вогнутой профили, которая, однако, не должна допускаться, ихъ приходится помѣщать по срединѣ улицъ, хотя подобное расположеніе очень неудобно при очисткѣ, такъ какъ стѣсняетъ движеніе экипажей.

Разстояніе между двумя смежными, лежащими по одну сторону улицы, колодцами зависитъ отъ ширины улицы, ея профили размѣровъ уличнаго движенія и матеріала мостовой. Оно измѣняется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 15 до 25 и не должно быть болѣе 40 саж. На практикѣ кромѣ этихъ цифръ придерживаются правила, чтобы площадь стока въ каждый колодезь не была меньше 50 и больше 200 кв. саж., иричемъ во всякомъ случаѣ діаметръ отводной трубы (изъ колодца) долженъ быть не менѣе 6 дюймовъ. Такимъ образомъ, представляется возможнымъ опредѣлить разстоянія между пріемниками въ каждомъ частномъ случаѣ въ зависимости отъ ширины улицы.

Соединеніе пріемниковъ съ уличнымъ коллекторомъ устраивается большей частью (черт. 645) по нормальному къ послѣднему направленно съ небольшимъ изгибомъ близъ самаго коллектора, имѣющимъ цѣлью плавное сопряженіе струй. Иногда встрѣчаются и иныя расположенія, напр. показанное пунктиромъ на черт. 645.

Относительно деталей устройства уличныхъ пріемниковъ можно замѣтить слѣдующее. Всѣ пріемники должны быть снабжены съемными чугунными или желѣзными рѣшетками для задержки крупныхъ частей отбросовъ. Одинъ изъ удачныхъ типовъ такой рѣшетки



системы Линдлея (Франкфуртъ, Петербургъ, Варшава) показанъ на черт. 702. Для того, чтобы вода черезъ рѣшетку могла проходить достаточно быстро, общая площадь прорѣзовъ, число которыхъ обыкновенно дѣлаютъ не менѣе 7—8, должна быть отъ  $\frac{3}{4}$  до 1 квадрат. фута. Чтобы рѣшетка съ одной стороны не мѣшала пропиканію въ колодезь мелкихъ частицъ грязи, съ другой же, чтобы она задерживала крупныя частицы, отдѣльные прорѣзы должны быть отъ 1" до  $1\frac{1}{4}$ " и не болѣе  $1\frac{1}{2}$  дюймовъ ширины. Удары экипажей и лошадей о рѣшетку не должны передаваться стѣнками колодца, особенно гончарнаго; въ этихъ видахъ рѣшетку слѣдуетъ помѣщать на особый фундаментъ, какъ показано на черт. 700. Подобное устройство даетъ возможность при осадкѣ мостовой осѣдать рѣшеткѣ независимо отъ колодца.

#### § 140. Приѣмники дворовыхъ водъ.

Дворовые приѣмники атмосферныхъ водъ такъ же, какъ и уличные, должны задерживать отъ попаданія въ водостоки песокъ и грязь, увлекаемые водой съ поверхности дворовыхъ участковъ города; поэтому и устройство дворовыхъ приѣмниковъ часто мало разнится отъ устройства уличныхъ: примѣняется тотъ же типъ, лишь съ уменьшенными размѣрами. Если между типами дворовыхъ приѣмниковъ, которыхъ также было придумано очень много, и уличныхъ существуетъ иногда серьезная разница, то лишь когда дворовые приѣмники служатъ одновременно для принятія и атмосферныхъ, и домашнихъ водъ, что едвали можетъ быть рекомендовано.

Линдлей для Петербурга предложилъ дворовой приѣмникъ въ общемъ такой же конструкціи, какой представленъ на черт. 700.

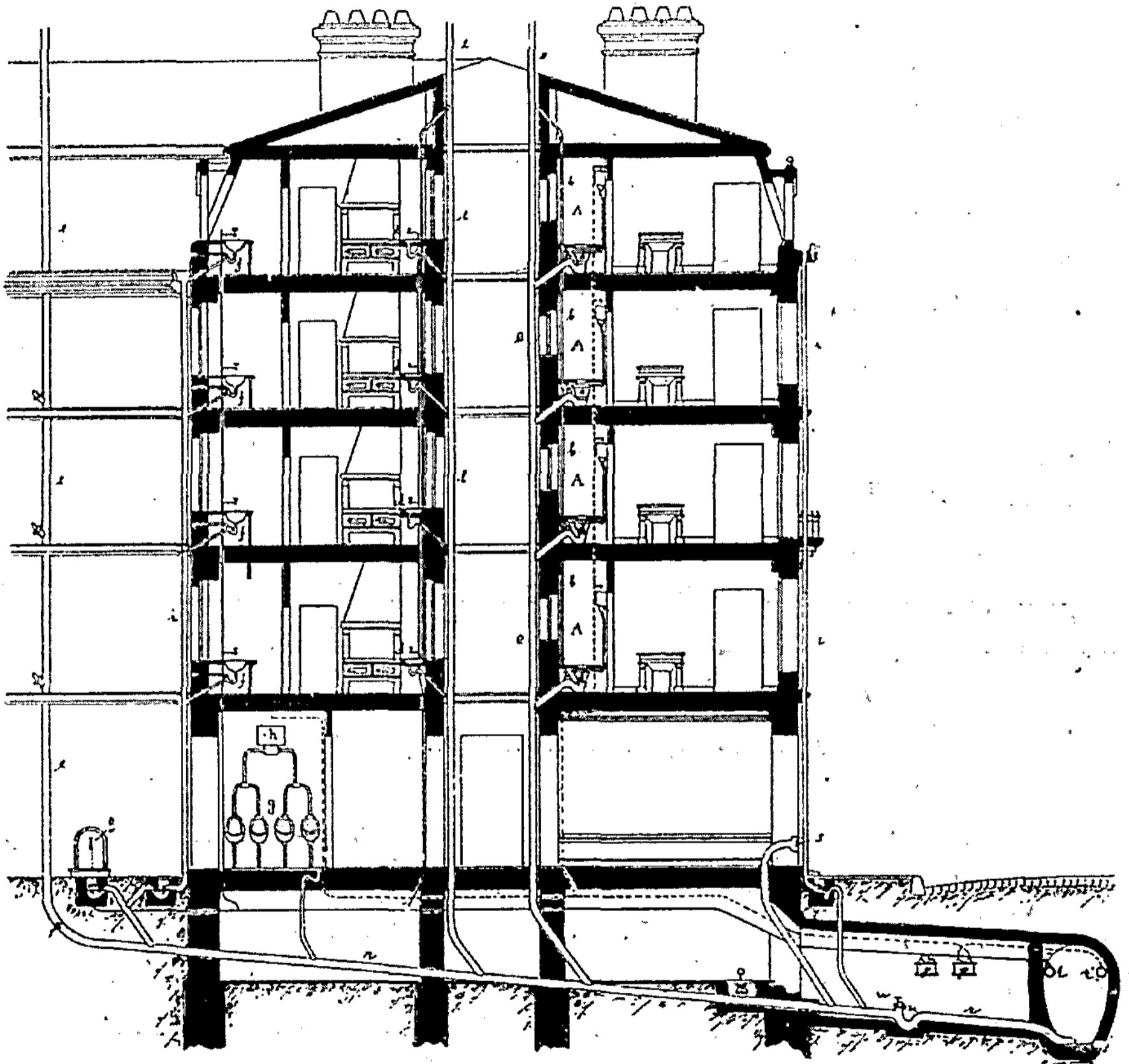
#### § 141. Приѣмники домовыхъ отбросовъ.

Приѣмники домовыхъ отбросовъ ежедневной жизни составляютъ предметъ особаго изученія въ курсѣ гражданской архитектуры и потому мы ограничиваемся разсмотрѣніемъ лишь устройства домовой канализаціи (§ 142) и гидравлическихъ затворовъ внутри домовъ (§ 143).

Здѣсь же замѣтимъ только, что при устройствѣ домовой канализаціи ею никакъ не слѣдуетъ увлекаться слишкомъ сильно и въ

## Д о м о в а я к а н а л и з а ц и я .

Схема домовой канализации въ Парижѣ при общесплавной системѣ съ помѣщенными на наружныхъ стѣнахъ дома фановыми трубами (расположеніе, непримѣнимое въ нашемъ климатѣ).



Черт. 708.

*t*—водопровод. для питья;  
*t'*—водопровод. для хозяйствен. потребностей;  
*A*—ватерклозеты;  
*a*—пріемники нечистотъ въ ватерклозетахъ;  
*b*—вентиляціонныя трубы ватерклозетовъ;  
*c, e*—фанов., откр. сверху, трубы ватеркл. и кухонь;  
*d*—кухонныя раковины;  
*f*—умывальн., спускающіе воду въ дожд. трубу;  
*g*—общіе писсуары;

*h*—промывной резервуаръ писсуаровъ;  
*i*—дождевыя трубы;  
*k*—гидравлическій затворъ дождевой трубы;  
*l*—дворовый крань;  
*m*—дворовый пріемникъ;  
*n*—гидр. затворъ главнаго домового водостока;  
*o*—смотров. отквр. его-же;  
*p*—водомѣръ;  
*r*—главный домовый стокъ;  
*w*—врочистой лазъ гидр. затвора.  
 (Изъ соч. инж. Чакова—водостоки гор. Парижа).

каждой квартирѣ помѣщать излишнее число связанныхъ съ нею приборовъ, такъ какъ они, будучи почти совсѣмъ безъ употребленія, не только бесполезны, но могутъ быть и опасны, открывая сообщеніе съ водосточными трубами. Къ такимъ излишнимъ приборамъ слѣдуетъ отнести связанные съ общей канализаціей: умывальники въ номерахъ отелей, часто стоящіе долгое время безъ употребленія, уборныя и ванныя въ богатыхъ домахъ, устроенныя спеціально для гостей и т. п. устройства, которыя, по свидѣтельству многихъ врачей, могутъ служить причиною появленія различныхъ заболѣваній.

При устройствѣ канализаціи во вновь строящемся домѣ города, снабженнаго водосточною сѣтью, группировка и правильное размѣщеніе всѣхъ ватерклозетовъ, писсуаровъ, ваннъ, раковинъ и проч. по отдѣльнымъ этажамъ зависитъ вполнѣ отъ лица, составляющаго проектъ; поэтому составитель проекта долженъ обратить вниманіе на то, чтобы располагая приборы по возможности другъ надъ другомъ, уменьшить число сточныхъ трубъ и длину развѣтвленій, что, упрощая конструкцію, даетъ еще и денежное сбереженіе.

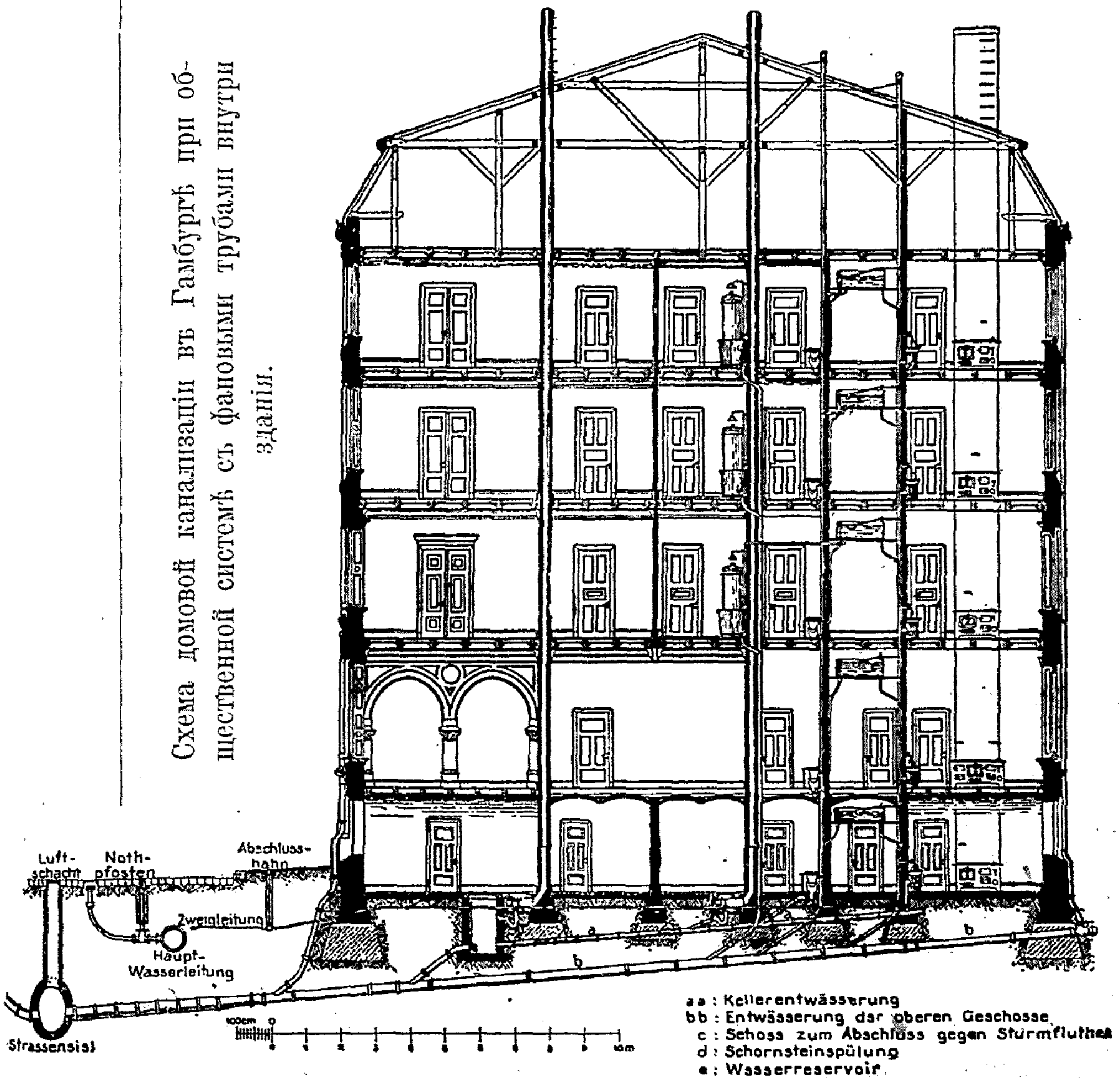
Къ домовой канализаціи должны быть отнесены и общественныя писсуары, ватерклозеты, туалеты и пр., устраиваемые на улицахъ въ культурныхъ городахъ. (См. черт. 724—727).

### § 142. Домовая канализація.

Всѣ домовыя сточныя воды отводятся въ уличный коллекторъ при помощи трубъ, идущихъ внутри домовъ отъ ватерклозетовъ, кухонныхъ раковинъ, ваннъ и т. п. Соединяясь между собою посредствомъ двойниковъ и тройниковъ по возможности подъ острыми углами, трубы эти въ предѣлахъ двора впадаютъ обыкновенно въ одну общую отводную трубу. Къ послѣдней примыкаетъ и дворовый дождевой приѣмникъ. Главная дворовая труба, проходя подъ воротами дома по кратчайшему (безъ крутыхъ изгибовъ), пути впадаетъ въ свою очередь въ уличный коллекторъ, еще при его постройкѣ снабженный въ соотвѣтственномъ мѣстѣ патрубками того діаметра, который желаютъ дать главной дворовой сточной трубѣ. Для устраненія возможности проникновенія газовъ въ жилы помѣщенія всѣ домовыя приборы снабжаются водяными затворами, о которыхъ будетъ сказано подробнѣе далѣе.

Домовая канализация.

Схема домовой канализации в Гамбурге при общественной системе с фановыми трубами внутри здания.



aa : Kellerentwässerung  
 bb : Entwässerung der oberen Geschosse  
 c : Schoss zum Abschluss gegen Sturmfluthen  
 d : Schornsteinspülung  
 e : Wasserreservoir.

Черт. 709.

aa — канализация погребов;  
 bb — канализация верхних этажей;  
 c — затворы отъ высокихъ приливовъ;  
 d — приспособленія для удаленія сажн  
 изъ дымовыхъ трубъ въ водостоки;  
 e — водяные резервуары;  
 Strassensiel — уличный водостокъ;

Luftschacht — воздушный колодезь;  
 Hauptwasserleitung — главная водопро-  
 водная труба;  
 Zweigleitung — отвлѣтленіе водопровод-  
 ной трубы;  
 Nothpfosten — пожарный кранъ;  
 Abschluss-hahn — запорный кранъ.

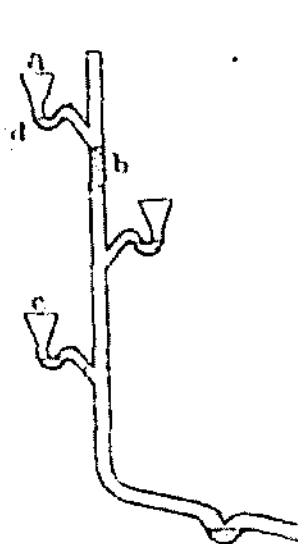
Примѣчаніе. Черт. 709 изъ соч. Blasius'a в Büsing'a.

Главныя дворовыя сточныя трубы дѣлаются діаметромъ отъ 4 до 8 дюймовъ и лишь въ очень большихъ домахъ и фабрикахъ доходятъ до 10—12 дюймовъ. Ихъ уклонъ для предупрежденія образованія осадковъ долженъ быть не менѣе 1 : 50. Въ случаѣ меньшаго уклопа (1 : 60—1 : 80) сточныя трубы должны быть снабжены сильными промывными приборами (см. ниже — главу XX). Діаметръ трубъ, идущихъ вертикально отъ кухонныхъ раковинъ, ваннъ и т. п. приборовъ, называемыхъ фановыми дѣлается не уже 3—4 дюймовъ; отъ ватерклозетовъ 5—6 дюймовъ; для горизонтальныхъ же вѣтвей въ первомъ случаѣ не менѣе 4, во второмъ — 6 дюймовъ. Отвѣтвленія, идущія къ отдѣльнымъ домовымъ приборамъ, могутъ быть отъ 1½ до 3 дюймовъ въ діаметръ, смотря по тому, насколько загрязнена вода, каково ея количество и каковъ уклонъ трубы. Относительно уклоновъ всякихъ развѣтвленій слѣдуетъ замѣтить, что они должны быть по возможности близки къ вертикали: пологіе уклоны внутри домовъ не должны допускаться.

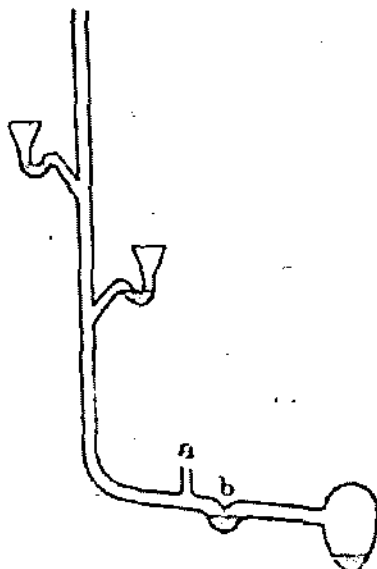
Главная дворовая сточная труба, идущая подъ улицей, и всѣ ея развѣтвленія, идущія по двору не подъ застроенными частями дворовыхъ участковъ, должны быть заложены на глубину не меньшую глубины промерзанія грунта (въ нашемъ климатѣ 6 футъ) и могутъ быть сдѣланы изъ цементныхъ или керамиковыхъ трубъ (см. главу XVIII). Всѣ соединенія вертикально идущихъ трубъ (напр. трубъ отводящихъ дождевую воду съ крышъ домовъ) съ горизонтальными вѣтвями для большей прочности дѣлаются часто посредствомъ чугунныхъ вставокъ.

Всѣ сточныя трубы, идущія въ предѣлахъ домовъ, должны быть чугунныя, асфальтированныя или эмальированныя внутри. Въ мѣстахъ пересѣченія съ фундаментами и стѣнами зданій слѣдуетъ заботиться, чтобы эти послѣднія не давили на проводы. Прямые и изогнутыя колѣна чугунныхъ трубъ для уменьшенія числа стыковъ должны быть по возможности длиннѣе: прямые не короче 9 футъ, изогнутыя не менѣе 3 футъ. Соединеніе ихъ между собою производится при помощи муфтъ съ зачекаикою ихъ свинцомъ. Для проводовъ внутри домовъ можно допускать также и свинцовыя цѣлотянутыя трубы (если онѣ не соприкасаются съ свѣжей кирпичной кладкой) тщательно спаянныя и проведенныя въ мѣстахъ доступныхъ осмотру, но защищенныя отъ случайной порчи. Подобныя

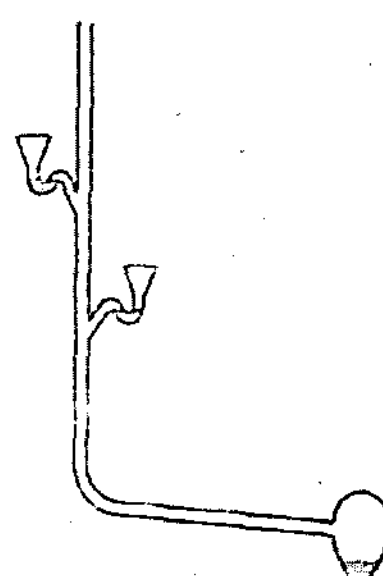
**Д о м о в а я к а н а л и з а ц и я .**



Черт. 710.



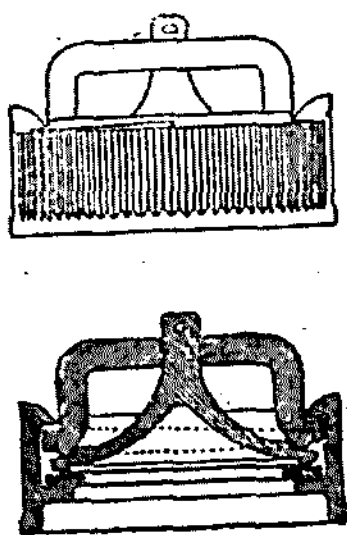
Черт. 711.



Черт. 712.

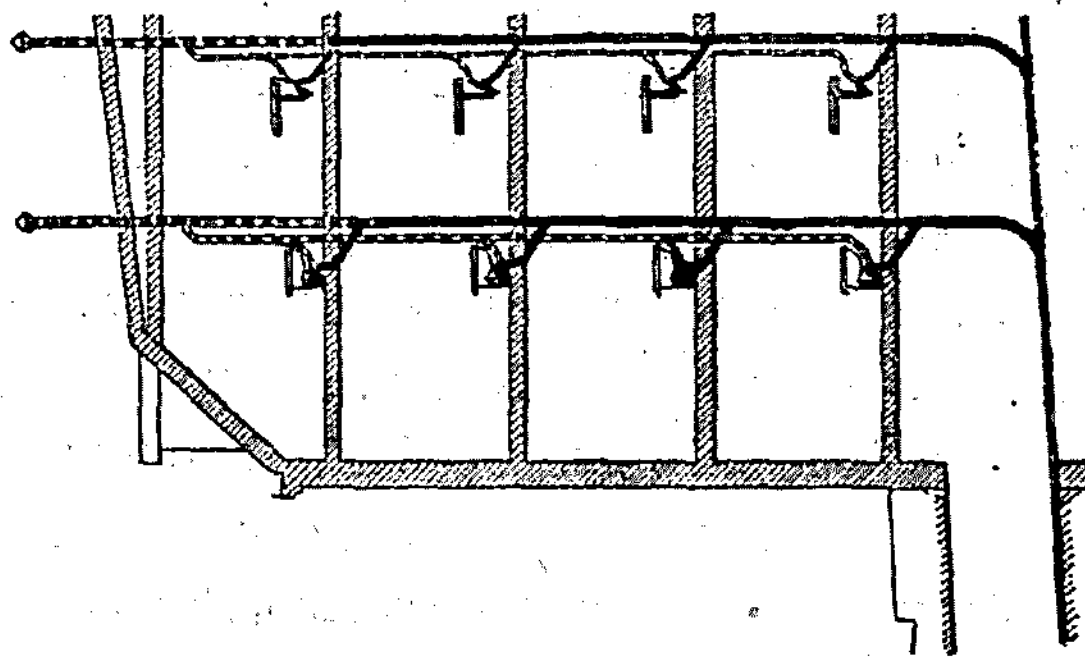
Черт. 710—712:—Типы фановых трубъ:

- а) съ гидравлическимъ затворомъ;
- б) съ затворомъ и воздушнымъ отросткомъ;
- в) непосредственно соединенной съ коллекторомъ.



Черт. 714 и 715.

Герметическіе затворы, которые надлежитъ устраивать въ различныхъ мѣстахъ домовой канализационной сѣти трубъ для ихъ осмотра и очистки.



Черт. 713.

Схема устройствъ отдѣльныхъ трубъ для вентиляціи гидравлическихъ затворовъ.

же свинцовыя трубы въ большинствѣ случаевъ примѣняются для устройства отводеній, идущихъ отъ сточныхъ трубъ къ отдѣльнымъ домовымъ приборамъ. При ихъ употребленіи слѣдуетъ обращать особое вниманіе на мѣста соединеній съ чугунными фановыми трубами. Самое лучшее соединеніе достигается при помощи короткихъ кусковъ мѣдныхъ трубъ: на одинъ ея конецъ напаяется свинцовая труба, а другой входитъ въ муфту чугунной трубы, заливается свинцомъ и зачеканивается.

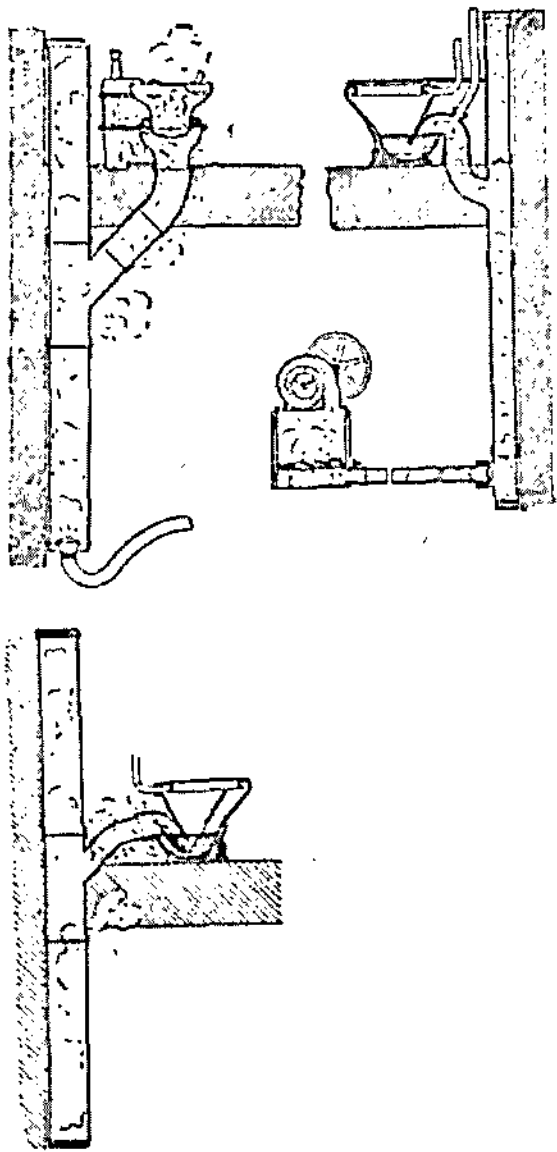
Примѣненіе керамиковыхъ трубъ внутри домовъ не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ хотя онѣ и имѣютъ очень гладкую поверхность и дешевы, но отъ случайнаго удара и даже сотрясенія легко могутъ треснуть—на первое время даже незамѣтно для глаза; кромѣ того ихъ стыки не надолго остаются непроницаемыми, особенно для газовъ, которыми легко могутъ отравляться жилыя помѣщенія.

Въ Америкѣ вошли въ употребленіе желѣзныя трубы, асфальтированныя внутри и снаружи, съ винтовыми соединеніями. Трубы эти оказались весьма пригодными для домовой канализаціи. Ихъ стыки совсѣмъ непроницаемы для газовъ. Винтовые соединенія, значительная длина отдѣльныхъ звеньевъ (до 20—24 футь) и нѣкоторая упругость этихъ трубъ позволяетъ проводить ихъ такъ, что осадка стѣнъ не вліяетъ на прочность самой трубы и ея стыковъ, чего не всегда можно достигнуть съ чугунными трубами. Винтовые соединенія, на подобіе соединеній паропроводныхъ трубъ, хороши еще тѣмъ, что ихъ не разстраиваетъ частая переменна температуры трубы отъ выливанія въ нее то горячей, то холодной воды.

Если домовая сточная труба проходитъ по жилому подвалу, что чаще всего можетъ встрѣтиться, когда въ нихъ помѣщаются кухни, прачешныя, отхожія мѣста и т. п., то она должна быть уложена подъ поломъ подвала въ особомъ кирпичномъ желобѣ, покрытомъ сверху съемными плитами или досками такъ, чтобы во всякое время можно было осматривать и въ случаѣ надобности исправлять трубу. Если она проходитъ черезъ необитаемые подвалы, то удобнѣе вести сточную трубу сверхъ пола, или непосредственно подъ сводами подвала, чтобы ея осмотръ былъ еще легче.

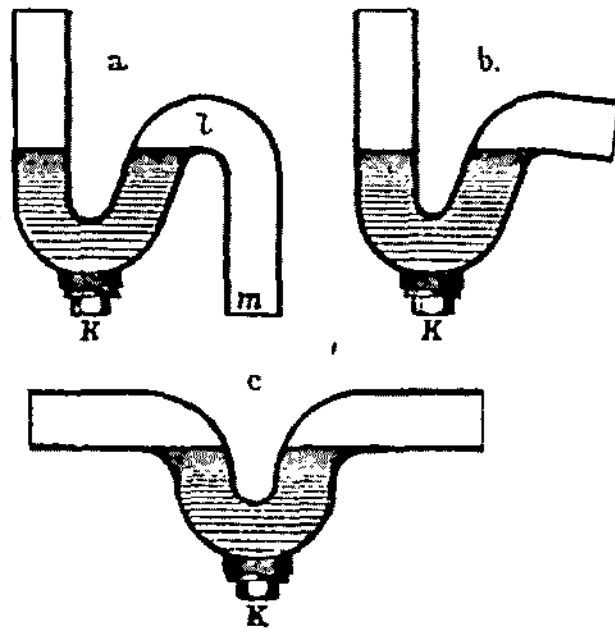
Климатъ Англіи и Франціи позволяетъ ставить сточныя трубы, принимающія воды изъ кухонныхъ раковинъ, ватерклозетовъ и т. п., у наружныхъ стѣнъ домовъ (черт. 708), что очень удобно для ихъ

Домовая канализация.



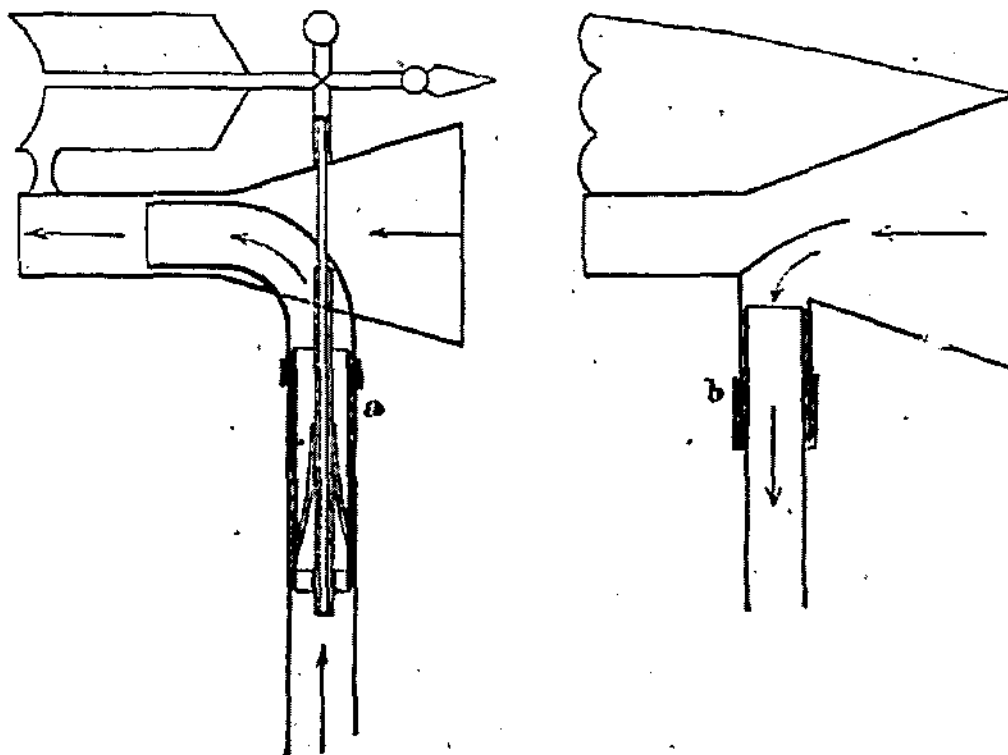
Черт. 716, 717 и 718.

Испытание непроницаемости  
домовой канализации  
посредством дыма.



Черт. 719, 720, 721.

Гидравлическіе затворы  
внутри домовъ.



Черт. 722 и 723.

Флюгарки надъ дождевыми трубами.

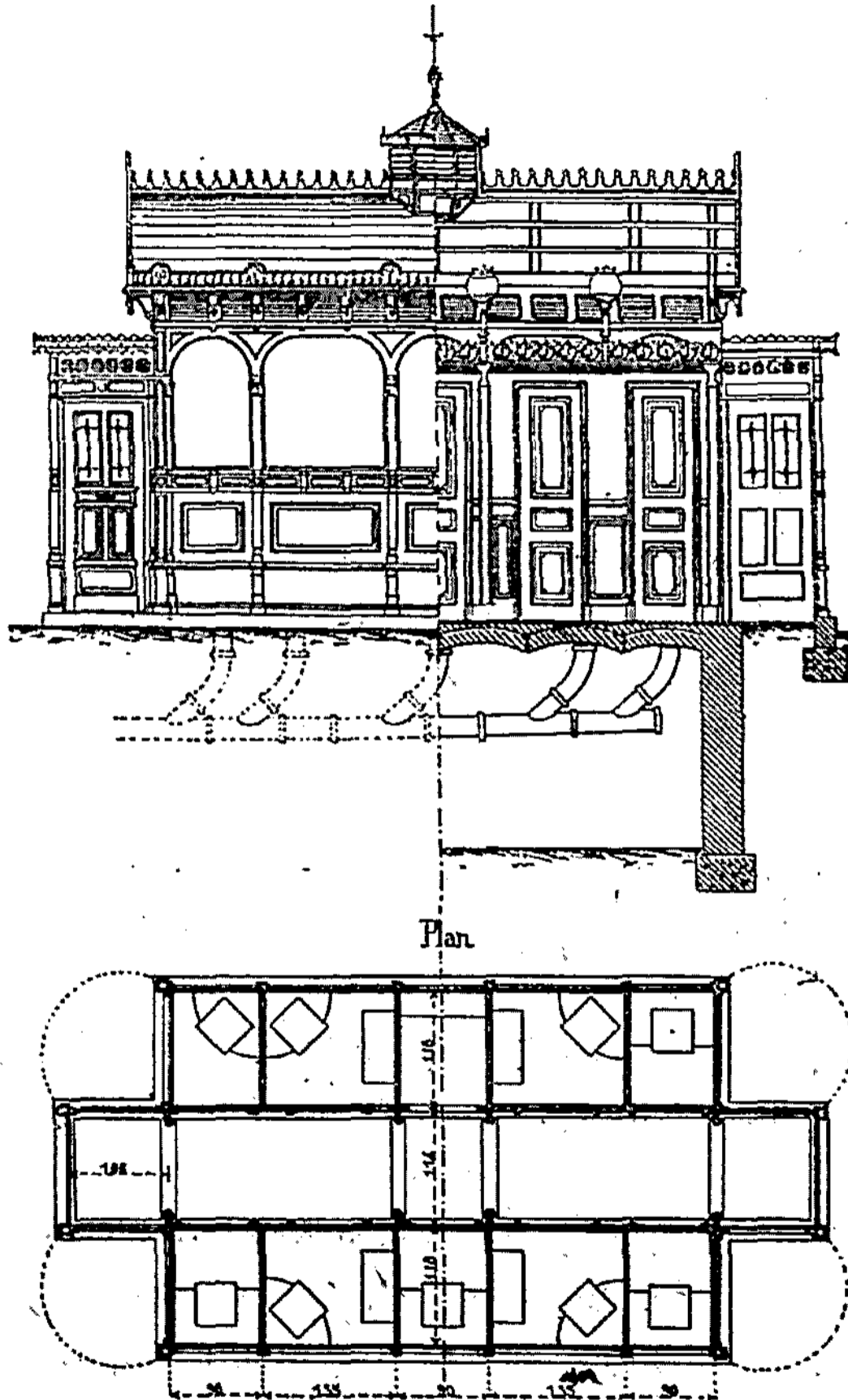


осмотра и исправленія, хотя и неправильно по отношенію къ цѣлямъ вентиляціи. Въ нашемъ климатѣ это невысказимо. Мы должны помѣщать сточныя трубы внутри домовъ и, для лучшей ихъ вентиляціи, по возможности ближе къ дымовымъ трубамъ кухонныхъ очаговъ, которые, нагрѣвая фановыя трубы, вызываютъ въ нихъ усиленную тягу воздуха. Фановыя трубы прикрѣпляются вдоль стѣнъ или въ соотвѣтственномъ углубленіи ихъ такимъ образомъ, чтобы вѣсъ трубы не дѣйствовалъ сильно на ту горизонтальную трубу, въ которую онѣ впадаютъ, и чтобъ осадка стѣнъ какъ можно меньше вліяла на трубы.

Сверху фановая труба должна быть открыта для свободнаго прохода по ней воздуха и продолжена до высоты конька крыши; если же сосѣдній домъ выше и труба идетъ рядомъ съ нимъ, то выше сосѣдней крыши. Снизу она также должна быть сообщена съ наружнымъ воздухомъ. Если фановую трубу сдѣлать сверху закрытой и снизу отдѣленной отъ наружнаго воздуха (черт. 710); то при вылитіи въ нее сразу большого количества воды, напр. въ *a*, текущая вода *b* сожметъ въ трубѣ нижележащій воздухъ, который вслѣдствіе этого и прорветъ нижшіе водяные затворы ватерклозетовъ, кухонныхъ раковинъ и т. д. (напр. въ *c*) и зараженный воздухъ фановой трубы войдетъ въ жилыя помещенія. Въ то же время вода *b*, падая внизъ, разрѣдитъ воздухъ въ верхнихъ частяхъ трубы, вслѣдствіе чего верхніе водяные затворы *d* всосутся и также откроется свободное сообщеніе съ комнатнымъ воздухомъ. Для предупрежденія этого, а также и для вентиляціи фановой трубы, ее и слѣдуетъ дѣлать открытой сверху и сообщенной съ наружнымъ воздухомъ снизу. Спертый внутри трубы воздухъ, насыщенный различными вредными для здоровья газами, наравнѣ съ грязною сточною водою, способствуетъ порчѣ самой трубы и въ ней могутъ образовываться скважины, достаточныя, чтобы сильно отравить воздухъ жилыхъ помещеній, внутри которыхъ труба проходитъ. Кромѣ того водяные затворы, которыми должны быть снабжены всѣ домовые приборы (ватерклозеты, ванны, кухонныя раковины, прачешныя и т. д.), дѣйствительны лишь до того момента, пока находящаяся въ нихъ вода не пропитается газами, послѣ чего газы начнутъ выдѣляться съ поверхности затвора внутрь домовъ. Это пропитываніе будетъ имѣть мѣсто тѣмъ въ меньшей степени, чѣмъ лучше труба будетъ вентилируема.

Улично-домовая канализація.

Канализація города Парижа.



Черт. 724—725.

Разрѣзъ, фасадъ и планъ надземнаго туалетнаго кабинета  
въ Парижѣ.

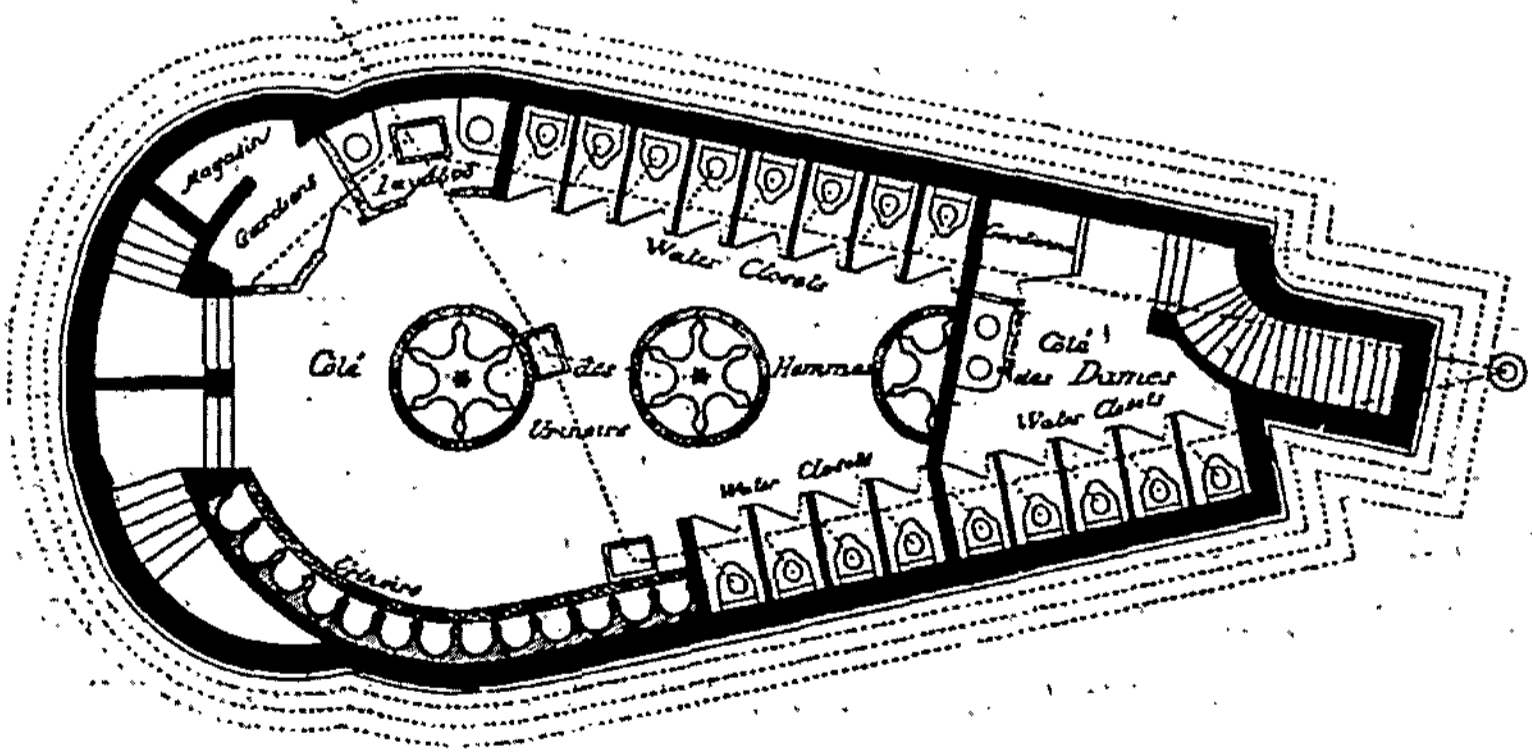
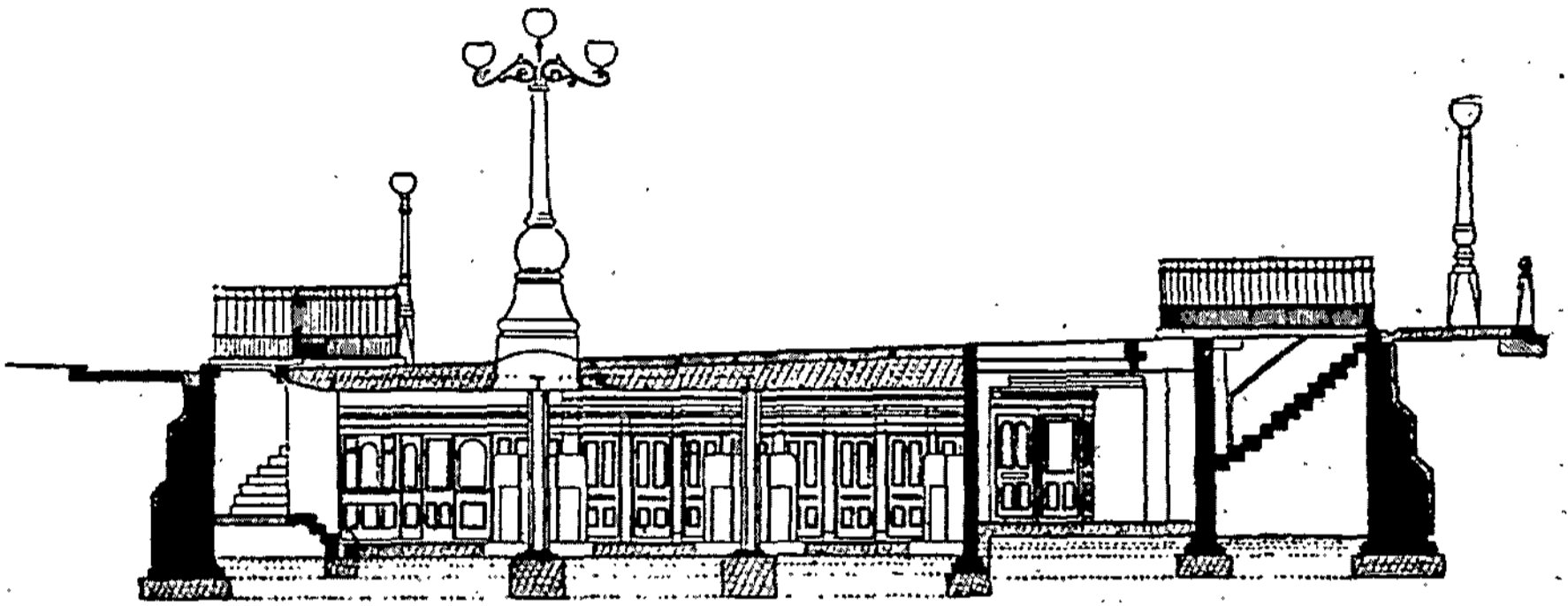
Во избѣжаніе закупорки верхняго конца трубы зимою отъ замерзанія водяныхъ паровъ, которыми насыщены газы фановой трубы, діаметръ ея и выше крыши слѣдуетъ дѣлать не менѣе 4 дюймовъ. Устройство сверхъ фановой трубы вентиляторовъ мало полезно; гораздо дѣйствительнѣе для тяги помѣщать трубу, какъ было упомянуто выше, близъ дымовыхъ ходовъ въ стѣнѣ, но такъ, чтобы отверстіе фановой и отверстіе дымовой трубы не пришлись поверхъ крыши рядомъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ при появленіи въ дымовой трубѣ обратной тяги, всѣ вредные для здоровья газы легко проникнуть въ жилыя помѣщенія. Для предупрежденія свиванія гнѣздъ устья трубъ можно закрывать широкой проволочной рѣшеткой, по никакъ не частой сѣткой.

Притокъ свѣжаго воздуха можетъ быть достигнуть двумя способами: или нижній конецъ трубы снабжается отросткомъ *a* (черт. 711), выходящимъ наружу во дворъ, и тогда дымовая и сточная труба отдѣляется отъ уличнаго коллектора водянымъ затворомъ *b*; или же конецъ фановой трубы безъ всякихъ затворовъ (черт. 712) прямо проходитъ въ уличный коллекторъ и тогда домовая сточная труба служитъ и вентиляціонной для самаго уличнаго коллектора.

Какой способъ слѣдуетъ предпочитать — мнѣнія специалистовъ сильно расходятся. Домовыя сточныя трубы большинства канализацій германскихъ городовъ (Франкфуртъ на Майнѣ, Берлинъ, Данцигъ, Бреславль, Гамбургъ и др.) прямо идутъ въ коллекторы безъ водяныхъ затворовъ; большинство же инженеровъ Англіи, Франціи и Америки предпочитаетъ отдѣленіе гидравлическими затворами. Вообще же можно сказать, что, если городская канализація устроена хорошо, скорость теченія, промывка и вентиляція достаточны, а домовые проходы устроены по одному образцу подъ тщательнымъ контролемъ спеціалиста, то непосредственное сообщеніе фановыхъ трубъ съ уличными коллекторами можетъ быть допущено, тѣмъ болѣе, что при этомъ усиливается вентиляція уличныхъ каналовъ; да и нѣтъ достаточнаго основанія для раздѣленія, такъ какъ воздухъ хорошо устроенныхъ городскихъ каналовъ можетъ быть лишь чище воздуха домовыхъ сточныхъ трубъ. Но, если всѣхъ вышеприведенныхъ условій не существуетъ и водостоки имѣютъ застойный характеръ, то лучше отдѣлить домовые проходы отъ уличныхъ коллекторовъ водяными затворами съ лазами для возможности очистки случающихся засо-

Улично-домовая канализация.

Канализация города Лондона.



Черт. 726 и 727.

Разрѣзъ и планъ подземнаго туалетнаго кабинета  
въ Лондонѣ.

реній, но не забыть при этомъ о'впускѣ свѣжаго воздуха въ фановую трубу черезъ особый отростокъ, который на случай обратной тяги можетъ быть сдѣланъ съ угольнымъ фильтромъ (см. главу XIX).

Чтобы сточныя трубы не засорялись соромъ, кухонными твердыми отбросами, остатками кушанья и т. п., кухонныя раковины должны имѣть частую сѣтку, которую прислуга не могла бы вынимать. Но, такъ какъ сѣтка все же не можетъ преградить проникновенія въ сточныя трубы такихъ отбросовъ, какъ напр. кофейная гуща, песокъ отъ чистки мѣдной посуды и т. п., то всѣ водяные затворы должны имѣть лазы, отвинтивъ которые, можно было бы хоть изрѣдка ихъ прочищать.

Если домовыя трубы уложены съ достаточными уклонами, то не требуется особой ихъ промывки; развѣ лишь изрѣдка приходится пускать сразу сильной струей воду изъ нѣсколькихъ водопроводныхъ крановъ.

Для промывки дворовыхъ трубъ отчасти служатъ дождевыя трубы, если они не оканчиваются у поверхности мостовой, а впадаютъ въ отводную трубу. Въ этомъ случаѣ онѣ могутъ входить прямо въ нее, или же разобщаться отъ уличныхъ каналовъ при помощи водяного затвора, лежащаго подъ поверхностью земли на глубинѣ промерзанія грунта. Въ городахъ, гдѣ въ крышахъ не дѣлаютъ жилыхъ помѣщеній дождевая труба можетъ быть сообщена съ отводной непосредственно при этомъ дождевая труба будетъ также служить цѣлямъ вентиляціи водостока. Въ городахъ подобныхъ Парижу, гдѣ подъ крышами устраиваются *мансарды*, жильцы послѣднихъ были бы отравлены вредными газами, если дождевыя трубы не были разобщены отъ водостока гидравлическими затворами. Если дождевая труба служить для вентиляціи и имѣетъ прямое сообщеніе съ уличнымъ коллекторомъ, то тогда она должна быть сдѣлана такою же непроницаемою для газовъ, какъ и всякая другая отводная домовая труба; во избѣжаніе случайной порчи, особенно въ нижней части близъ поверхности земли, она должна быть сдѣлана изъ прочнаго матеріала (чугуна, желѣза), и ея верхній конецъ удаленъ отъ оконъ жилыхъ помѣщеній. Вентилирующія дождевыя трубы снабжаются иногда особыми флюгарками (черт. 722 и 723), о значеніи коихъ см. въ главѣ XX.

Правильное устройство домовой канализаціи представляется

весьма важнымъ, какъ для каждаго отдѣльнаго дома, такъ и для общихъ цѣлей городской канализаціи. Это устройство дѣлается обыкновенно непосредственнымъ распоряженіемъ частныхъ владѣльцевъ безъ участія инженеровъ, устраивающихъ городскую канализацію или ею завѣдывающихъ. Отсюда крайнее разнообразіе, а иногда и большая нецѣлесообразность домовыхъ устройствъ. Съ цѣлью внесенія въ это дѣло большаго единства и технического совершенства, Съѣзды Русскихъ зодчихъ и Водопроводные выработали проектъ «Правиль устройства домовыхъ канализацій», изъ котораго, хотя онъ еще не получилъ окончательной санкціи, умѣстно привести здѣсь нѣкоторыя существенныя данныя.

«Каждое отдѣльное владѣніе должно имѣть, по возможности, свою собственную, самостоятельную канализацію, совершенно независимую отъ сосѣднихъ.

«Устройство поглощающихъ колодцевъ для домовыхъ сточныхъ водъ, или для экскрементовъ, не допускается.

«Въ уличную сточную сѣть допускается отводить лишь тѣ жидкіе отбросы, для приѣма которыхъ она построена, но никакъ не сухой мусоръ, или крупныя твердыя тѣла.

«Не дозволяется непосредственное проведеніе въ домовую или уличную сѣть канализаціи трубъ для мятаго пара, продувныхъ отъ паровыхъ котловъ и т. п.; подобныя трубы слѣдуетъ вводить въ охлаждающій сосудъ или резервуаръ, и лишь водосливъ послѣдняго можетъ быть соединяемъ со сточною сѣтью — при условіи, однако, чтобы температура отводимой воды не превышала извѣтнаго предѣла.

«Сообразно своему положенію или назначенію, сточныя трубы домовой канализаціи получаютъ слѣдующія наименованія:

*Стояками* называются всѣ вертикальныя сточныя трубы (онѣ могутъ имѣть и небольшія отклоненія отъ вертикали); къ нимъ, помощью отвѣтвленій, примыкаетъ большая часть домовыхъ приѣмниковъ сточныхъ водъ.

*Отводными* трубами называются всѣ сточныя трубы, идущія съ нѣкоторымъ уклономъ, т. е. положеніе которыхъ болѣе или менѣе близко подходитъ къ горизонтальному.

*Отвѣтвленіями* называются всѣ сточныя трубы, идущія непосредственно отъ приѣмниковъ сточныхъ водъ къ стоякамъ или отводнымъ трубамъ.

*Фановыми* трубами называются тѣ изъ сточныхъ трубъ, по которымъ проходятъ экскременты; это названіе сохраняется, если по тѣмъ же трубамъ протекаютъ, кромѣ ватерклозетныхъ, воды и изъ другихъ пріемниковъ.

«*Вытяжными* трубами называются продолженія стояковъ отъ самаго верхняго пріемника сточныхъ водъ до верхняго ихъ открытаго конца.

*Воздушными* называются всѣ трубы служащія для предупрежденія нарушенія водяныхъ затворовъ домовыхъ пріемниковъ.

«Вытяжныя и воздушныя трубы служатъ не для стока водъ, а исключительно для сообщенія сточныхъ проводовъ съ наружнымъ воздухомъ.

«Число отдѣльныхъ пріемниковъ грязныхъ сточныхъ водъ и экскрементовъ (кухонныхъ раковинъ, умывальниковъ, ваннъ, мочевинокъ, ватерклозетовъ и т. п.) должно быть по возможности ограничено.

«Сточные пріемники слѣдуетъ помѣщать, насколько это возможно, поэтажно—группами, одни надъ другими, для направленія грязныхъ водъ въ меньшее число сточныхъ трубъ, чѣмъ обеспечивается лучшая обмывка послѣднихъ, а также упрощается и удешевляется общее устройство домовой канализаціи.

«Сточные пріемники слѣдуетъ располагать въ помѣщеніяхъ, предохраненныхъ отъ мороза.

«Всѣ вообще сточные пріемники, особенно же находящіеся въ общественномъ пользованіи (напр. клозеты, мочевики) слѣдуетъ располагать въ хорошо освѣщенныхъ и вентилируемыхъ помѣщеніяхъ; полъ подъ пріемниками и около нихъ слѣдуетъ покрывать непроницаемымъ для воды матеріаломъ—для соблюденія надлежащей чистоты.

«Сточные пріемники должны быть сдѣланы изъ возможно болѣе гладкаго, непроницаемаго для воды и не пористаго матеріала; ихъ форма, особенно внутри, должна быть закругленной; безъ выступовъ или острыхъ угловъ; цвѣтъ пріемниковъ всегда желателенъ свѣтлый, для облегченія надзора за ихъ чистотой.

«Обдѣлка пріемниковъ сточныхъ водъ деревомъ (за исключеніемъ устройства верхняго очка клозетныхъ сидѣній) должна быть тщательно избѣгаема.

«Каждый сточный пріемникъ долженъ быть снабженъ надежнымъ водянымъ затворомъ для изоляціи воздуха сточныхъ трубъ отъ воз-

духа жилыхъ помѣщеній; кромѣ того каждый пріемникъ, за исключеніемъ ватерклозетовъ, долженъ имѣть прочно прикрѣпленную рѣшетку—для предохраненія засоренія стоковъ крупными отбросами; площадь всѣхъ отверстій этихъ рѣшетокъ должна составлять не болѣе половины площади сѣченія гидравлическаго затвора, если послѣдній не вентилируется (см. ниже), въ противномъ же случаѣ размѣръ этой площади не ограничивается.

«Ватерклозеты и мочевики должны быть снабжены особыми промывными баками, соединенными въ водопроводомъ; у всѣхъ же остальныхъ пріемниковъ непременно должны находиться водопроводные краны, которыми обезпечивается чистота пріемника и частое пополненіе водяныхъ застоевъ.

«Для промывки ватерклозета надъ нимъ долженъ быть установленъ спеціальный промывной бакъ, питаемый изъ водопровода; этотъ бакъ, расположенный не ниже 6 фѣт. (1,83 метра) надъ стульчакомъ, соединяется съ клозетомъ возможно прямою смывною трубкою, діаметромъ не менѣе  $1\frac{1}{4}$  д. (30 мм.). При каждой промывкѣ въ клозетный горшокъ должно вливаться разомъ не менѣе  $\frac{2}{3}$  ведра воды въ продолженіе 3—5 секундъ. Въ общественныхъ клозетахъ можетъ быть устроенъ одинъ общій бакъ, достаточныхъ размѣровъ, для нѣсколькихъ горшковъ.

«Отнюдь не допускается промывка ватерклозетовъ непосредственно изъ общаго водопровода или изъ баковъ, не назначенныхъ исключительно для этой цѣли.

«Діаметры всѣхъ сточныхъ трубъ должны быть возможно меньшіе для улучшенія ихъ обмыванія, но вмѣстѣ съ тѣмъ и не слишкомъ малы во избѣжаніе засоренія случайно попавшимъ въ нихъ крупнымъ соромъ, и въ предупрежденіе сифонированія водяныхъ затворовъ пріемниковъ.

*Для сточныхъ трубъ домовой канализаціи устанавливаются слѣдующіе діаметры:*

Для *отвѣтвленій* (внутри зданія).

Если пріемникъ отстоитъ не далѣе  $3\frac{1}{2}$  фѣт. (1 метръ) отъ стояка, то діаметръ отвѣтвленія = діаметру водяного затвора пріемника.

Если пріемникъ отстоитъ далѣе  $3\frac{1}{2}$  фѣт. (1,07 метра) отъ стояка, то діаметръ отвѣтвленія долженъ быть на  $\frac{1}{2}$  д. (10 мм.) больше чѣмъ діаметръ наибольшаго затвора примыкающихъ къ отвѣтвленію пріемниковъ.



Для *стояковъ*—по крайней мѣрѣ на  $\frac{1}{2}$  д. (10 мм.) больше, чѣмъ діаметръ наибольшаго водяного затвора примыкающихъ къ стояку пріемниковъ, а именно:

|                                                                                                                   |                        |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| фановыхъ трубъ, не болѣе чѣмъ<br>отъ 4 клозетовъ. . . . .                                                         | 4" —                   | (100 мм.)   |
| фановыхъ трубъ отъ 5 и болѣе<br>клозетовъ . . . . .                                                               | 4 $\frac{1}{2}$ " —    | (115 мм.)   |
| у пріемниковъ съ застоями діа-<br>метромъ въ 3" . . . . .                                                         | 3 $\frac{1}{2}$ " —    | (90 мм.)    |
| отъ ваннъ (въ зависимости отъ<br>числа ваннъ и діаметра зат-<br>вора) . . . . .                                   | 2 $\frac{1}{2}$ " — 3" | (65—75 мм.) |
| отъ большихъ кухонныхъ рако-<br>винъ, приборовъ для мытья<br>посуды . . . . .                                     | 2 $\frac{1}{2}$ " —    | (65 мм.)    |
| отъ остальныхъ пріемниковъ,<br>одиночныхъ кухонныхъ рако-<br>винъ, умывальниковъ, мочеви-<br>ковъ и т. п. . . . . | 2" — 2 $\frac{1}{2}$ " | (50—65 мм.) |
| отъ одиночныхъ мочеви-<br>ковъ. . . . .                                                                           | 1 $\frac{1}{2}$ " — 2" | (40—50 мм.) |

Для *отводной* трубы, при небольшомъ числѣ пріемниковъ—ра-  
вень, при болѣе значительномъ—на  $\frac{1}{2}$  д. больше наибольшаго діа-  
метра стояковъ вливающихъ въ нее свои сточныя воды, а именно:

|                                                                                    |                        |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| отъ 1 до 4 ватерклозетовъ . . . . .                                                | 4 $\frac{1}{2}$ " —    | (115 мм.)   |
| » 5 и болѣе ватерклозетовъ. . . . .                                                | 5" —                   | (125 мм.)   |
| » стояковъ, діаметромъ въ<br>3 $\frac{1}{2}$ ", при 1—2 пріемникахъ . . . . .      | 3 $\frac{1}{2}$ " —    | (90 мм.)    |
| отъ стояковъ діаметромъ въ 3 $\frac{1}{2}$ "<br>при 3 и болѣе пріемникахъ. . . . . | 4" —                   | (100 мм.)   |
| отъ 1—2 обыкновен. пріемни-<br>ковъ (кромѣ клозетовъ) . . . . .                    | 2" — 2 $\frac{1}{2}$ " | (50—65 мм.) |
| отъ 3—7 обыкновен. пріемниковъ<br>(кромѣ клозетовъ) . . . . .                      | 2 $\frac{1}{2}$ " — 3" | (65—75 мм.) |
| отъ 8 и болѣе обыкновен. прі-<br>емниковъ (кромѣ клозетовъ). . . . .               | 3" — 3 $\frac{1}{2}$ " | (75—90 мм.) |

«Діаметръ дворовыхъ отводныхъ трубъ въ зависимости отъ уклона

(1 : 20, 1 : 50 и 1 : 100) должны быть на  $\frac{1}{2}$  (10 мм.) до 1 дюйма (25 мм.) больше діаметра соотвѣтствующихъ отводныхъ трубъ въ домахъ.

«Діаметръ дворовыхъ отводныхъ трубъ, несущихъ клозетную воду увеличиваются до 6" (150 мм.),

«Всѣ сточныя трубы домовой канализаціи должны быть сдѣланы изъ плотнаго, прочнаго матеріала и имѣть возможно болѣе гладкія стѣнки; ихъ соединенія должны быть сдѣланы самымъ тщательнымъ образомъ непроницаемыми для воды и воздуха.

«Отвѣтвленія, идущія отъ застоевъ приѣмниковъ къ стоякамъ, должны быть возможно болѣе короткими и соединяться съ послѣдними подъ угломъ не болѣе  $60^\circ$ ; въ случаяхъ неизбежности устройства отвѣтвленій длиннѣе  $3\frac{1}{2}$  футъ или уклонъ не допускается положе  $\frac{1}{20}$ .

«Стояки необходимо ставить по возможности вертикально, сверху до низу; мѣстные изгибы допускаются лишь при крайней необходимости и при условіи отклоненія отъ вертикали по возможности не болѣе  $30^\circ$ .

«Стояки отъ клозетовъ и мочевиновъ (фановыя трубы), съ одной стороны, и трубы отъ раковинъ, ваннъ, умывальниковъ и другихъ приборовъ съ другой, могутъ спускаться внизъ отдѣльно, или соединяться по нѣскольку въ одинъ общій стоякъ.

«Діаметръ стояка опредѣляется согласно вышеизложенному и дѣлается одинаковымъ сверху до низу.

«Стояки могутъ быть закрываемы футлярами или щитами на винтахъ; глухая же задѣлка отнюдь не допускается.

«Всѣ стояки должны быть выведены, для вентиляціи, выше крыши; эта часть ихъ, исполняющая роль вытяжныхъ трубъ, должна составлять, по возможности, вертикальное продолженіе стояковъ съ наименьшими изгибами.

«Вытяжная труба должна имѣть діаметръ стояка, но никакъ не менѣе 2 д. (50 мм.), даже если діаметръ спускной трубы меньше.

«Діаметръ верхней части вытяжной трубы, начиная со входа въ холодное помѣщеніе чердака, увеличивается на 1 д. (25 мм.), причѣмъ однако онъ не долженъ быть меньше 4 д., такъ что, напр., 2 д. труба должна быть при входѣ на чердакъ увеличена до 4 д., соединеніе двухъ и болѣе вытяжныхъ трубъ въ одну общую—нежелательно, хотя и можетъ быть допущено при соблюденіи слѣдую-

щихъ условій: 1) чтобы площадь поперечнаго сѣченія вытяжной трубы выше мѣста соединенія была не менѣе площади наибольшей изъ отдѣльныхъ трубъ, увеличенной на  $\frac{1}{2}$  суммы площадей всѣхъ остальныхъ примыкающихъ трубъ; и 2) чтобы мѣсто соединенія было расположено выше самаго верхняго притока сточной воды.

«Вытяжныя трубы, въ предѣлахъ чердака, полезно обшивать досчатыми футлярами съ занолненіемъ промежутковъ опилками, золою, войлокомъ и т. п. малотеплопроводными матеріалами.

«Устья вытяжныхъ трубъ должны возвышаться не менѣе, чѣмъ на 2 фута (0,61 метра) надъ поверхностью крыши и располагаться никакъ не ближе 2 саж. ( $4\frac{1}{4}$  метра) отъ окопъ или дверей жилыхъ помѣщеній; вытяжная труба должна быть продолжена выше крыши сосѣдней, болѣе высокой постройки, если при устройствѣ устья на крышѣ низкаго зданія это устье придется ближе 2 саж. отъ оконъ или дверей.

«Устья вытяжныхъ трубъ должны быть снабжены колпаками достаточныхъ размѣровъ для защиты отъ дождя и снѣга; сложные же аспираціонные приборы, а тѣмъ болѣе подвижныя флюгарки не допускаются.

«Не разрѣшается вводить вытяжныя трубы въ дымовыя отъ печей, а также въ вентиляціонныя и иные каналы, проходящіе внутри жилыхъ помѣщеній.

«Стояки нижнимъ своимъ концомъ впадаютъ въ отводныя трубы, причемъ мѣста впаденій должны быть сдѣланы подъ уклономъ не болѣе  $60^\circ$  по направленію теченія; для необходимаго при этомъ изгиба стояковъ не должно употреблять колѣнъ радіусомъ меньше двухъ диаметровъ провода.

«Всѣ линіи отводныхъ трубъ должны быть, по возможности коротки и прямы, имѣть наиболѣе благопріятные уклоны и составлять въ общемъ своемъ расположеніи простѣйшую и цѣлесообразнѣйшую сѣть.

«Боковыя соединенія одной отводной трубы съ другою слѣдуетъ устраивать подъ угломъ не болѣе  $60^\circ$ ; при перпендикулярномъ направленіи соединяемыхъ трубъ у мѣста соединенія долженъ быть устроенъ поворотъ, чтобы стокъ былъ во всякомъ случаѣ направленъ подъ угломъ не болѣе  $60^\circ$ .

«Всѣ отводныя трубы должны быть защищены отъ замерзанія.

«Отъ самаго труднаго для канализированія (самаго пониженнаго, отдаленнаго) мѣста участка до мѣста выпуска сточныхъ водъ въ уличную сѣть, въ линіи главной отводной трубы долженъ быть сохраниемъ однообразный и непрерывный уклонъ; то же правило применяется и къ другимъ канализируемымъ пунктамъ до соединенія ихъ съ главнымъ отводомъ. Исключеніе можетъ быть допущено лишь для такихъ отводовъ чистой воды у верхового конца канализаціонной сѣти, уменьшеніемъ уклона которыхъ можетъ быть достигнуть болѣе благопріятный уклонъ для стоковъ грязной воды.

«Уклоны менѣе чѣмъ:

|        |   |               |            |      |           |
|--------|---|---------------|------------|------|-----------|
| 1 : 25 | — | для отводовъ, | діаметромъ | 3 д. | (75 мм.)  |
| 1 : 30 | — | »             | »          | 4 д. | (100 мм.) |
| 1 : 45 | — | »             | »          | 5 д. | (125 мм.) |
| 1 : 60 | — | »             | »          | 6 д. | (150 мм.) |
| 1 : 80 | — | »             | »          | 8 д. | (200 мм.) |

допускаются лишь при неблагопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ — съ тѣмъ, чтобы промывка отводныхъ трубъ была обезпечена устройствомъ промывныхъ приспособленій (колодцевъ, танковъ и пр.).

«Для осмотра и прочистки дворовыхъ отводныхъ трубъ, уложенныхъ въ землѣ, въ наиболѣе важныхъ пунктахъ соединенія отводовъ слѣдуетъ устраивать смотровые колодцы, безъ углубленія для осадковъ, но съ желобчатымъ дномъ, направляющимъ струи протока, и съ глухою крышкою входного лаза.

«Близъ пріемниковъ, служащихъ для стока воды, несущей значительное количество жира, напр., въ кухняхъ большихъ ресторановъ, казармъ, общественныхъ столовыхъ и т. п., необходимо устанавливать такъ называемыя жироловки, которыя, удерживая жировыя части, тѣмъ самымъ предупреждаютъ частую закупорку сточныхъ трубъ остывшимъ жиромъ».

### § 143. Гидравлическіе затворы внутри домовъ и приспособленія для осмотра домовой канализаціи.

Выше было упомянуто о томъ, что всѣ домовыя приборы должны быть снабжены водяными затворами, предохраняющими жилия помещенія отъ проникновенія въ нихъ коллекторныхъ газовъ. При разсмотрѣніи устройства пріемниковъ уличныхъ водъ были указаны

требованія, которымъ долженъ удовлетворять хорошій гидравлическій затворъ, причеиъ одно изъ главныхъ, къ чему слѣдуетъ стремиться— это сдѣлать затворъ постояннымъ, т. е. такимъ, чтобы онъ никогда не нарушался.

Такъ какъ вода подвержена легкому испаренію, то многіе предлагали гидравлическіе затворы дополнять механическими затворами разныхъ конструкцій, преимущественно съ шаровыми клапанами и даже затворами наполненными металлической ртутью (затворъ Никольсона). Но на практикѣ оказалось, что всѣ эти механическія приспособленія (затворы системы Bower, Cudell, Buchan, Garland, Waring, Jennings и др.) нисколько не гарантировали водяному затвору его постоянства. Затворъ со ртутью представлялъ еще вдобавокъ опасность отравленія ртутными парами. Затворы, предложенныя докторомъ Ренкомъ и Петтепкоферомъ, кромѣ сложности устройства (второй изъ нихъ съ глицериномъ), не позволяющаго ихъ примѣнять всюду, представляютъ еще то громадное неудобство, что чрезъ нихъ возможно прониканіе газовъ и быть можетъ и патогенныхъ бактерій въ жилища помѣщенія. Поэтому теперь переходятъ снова къ устройству самыхъ простыхъ водяныхъ затворовъ, которые слѣдуетъ считать повидимому наиболѣе целесообразными, если они конструированы правильно и содержатся въ должной чистотѣ и порядкѣ.

Разсмотримъ поэтому нѣсколько ближе устройство простыхъ водяныхъ затворовъ. Матеріалъ, изъ котораго слѣдуетъ дѣлать гидравлическіе затворы внутри домовъ—асфальтированный или эмальированный чугунъ, затѣмъ—тянутый или литой (не паянный) свинецъ; изъ послѣдняго очень легко и удобно можно устраивать затворы, благодаря его мягкости и податливости всевозможнымъ изгибамъ.

По своей формѣ затворъ долженъ быть внутри закругленный, безъ острыхъ угловъ, которые задерживали бы осадки. Самая лучшая и целесообразная форма, это въ видѣ лежачей буквы S, или въ видѣ U (черт. 719, 720 и 721), при которой представляется наибольшая легкость очистки. Широкіе затворы лучше всего прочищаются рукой чрезъ особыя лазы, помѣщаемыя сверху, а мелкіе—средствомъ щетки или проволоки, которая вводится чрезъ отверстіе съ гайкой, помѣщенной внизу, подъ водою (к на черт. 719—721), чтобы при такомъ расположеніи въ случаѣ неплотности винта, это легко могло обнаружиться появленіемъ около него течи.

Но и эти простые водяные затворы, особенно въ видѣ буквы S, страдают тѣмъ недостаткомъ, что иногда опоражниваются (§ 142), вслѣдствіе сжиманія или разрѣженія въ фановой трубѣ воздуха падающей водой; для предупрежденія вершину ихъ снабжаютъ особой воздушной трубкой, которая, давая выхода сжитому воздуху или привода новый воздухъ къ разрѣженному, мѣшаетъ прорыванію или всасыванію гидравлическаго затвора; трубка эта полезна еще тѣмъ, что черезъ нее могутъ свободно уходить различные газы, которые обыкновенно скопляются въ верхушкахъ затворовъ и тѣмъ самымъ способствуютъ болѣе быстрому пропитыванію ими воды затворовъ. Черт. 709 и 713 представляетъ подобное расположеніе, впервые примененное въ г. Бостонѣ въ 1876 году. Діаметръ воздушныхъ трубокъ зависитъ отъ ихъ длины и отъ діаметра фановой трубы; обыкновенно достаточно бываетъ ее дѣлать на половину уже этой послѣдней. Будучи весьма полезными для правильнаго дѣйствія затворовъ, воздушныя трубки въ то же время, къ сожалѣнію, удорожаютъ и усложняютъ домовую сѣть трубъ и безъ того часто весьма сложную, особенно въ большихъ домахъ.

Вентиляція водныхъ затворовъ признается необходимой въ тѣхъ случаяхъ, когда между затворомъ и фановой трубой (стоякомъ) приходится дѣлать отвлѣченія, причемъ затворъ оказывается отстоящимъ отъ стояка болѣе, чѣмъ на  $3\frac{1}{2}$  фута (1 метръ); воздушная трубка выводится выше крыши зданія или въ соотвѣтственный стоякъ выше самаго верхняго спуска въ него сточныхъ водъ.

Такая же вентиляція нужна, когда на одномъ отвлѣченіи стояка расположено послѣдовательно нѣсколько пріемниковъ; въ этомъ случаѣ обыкновенно необходима вентиляція лишь самаго отдаленнаго отъ стояка затвора или конца отвлѣченія. Наконецъ, воздушныя трубки нужны, когда діаметръ стояка равенъ діаметру затвора и когда глубина затвора менѣе  $2\frac{1}{2}$  д. (65 мм.) у ватерклозетовъ, и менѣе 4 д. (100 мм.) у другихъ пріемниковъ.

Діаметръ одиночныхъ воздушныхъ трубъ отъ затворовъ, имѣющихъ діаметръ не болѣе 2 д., долженъ быть въ  $1\frac{1}{2}$  д.; при діаметрѣ водяныхъ затворовъ, болѣе 2 д.—3 д.; діаметръ вертикальныхъ воздушныхъ трубъ, принимающихъ въ себя устья произвольнаго числа одиночныхъ воздушныхъ трубокъ долженъ быть не менѣе 2 д., если же въ 3—5 этажныхъ домахъ вентилируются клозетные затворы, то діаметръ

метръ вертикальныхъ воздушныхъ трубокъ долженъ быть  $= 2\frac{1}{2}$  дюйм.

Введеніе воздушныхъ трубокъ въ домовые отъ печей, вентиляціонные или иные каналы, проходящіе внутри зданій, отнюдь не допускается.

*Глубина замыкающаго слоя воды въ затворахъ должна составлять по крайней мѣрѣ (по проекту правилъ домовыхъ канализаций, выработанныхъ комиссіей при III Съездѣ Русскихъ зодчихъ):*

- а) при одиночныхъ ватерклозетахъ.  $2\frac{1}{2}''$  — (65 мм.)
- б) при остальныхъ пріемникахъ.  $4''$  — (100 мм.)

*Труба водяного затвора должна имѣть въ діаметръ:*

- а) при обыкновенныхъ кухонныхъ раковинахъ, одиночныхъ мочевикахъ, одиночныхъ умывальникахъ и т. п. небольшихъ пріемникахъ . . . . .  $1\frac{1}{2}''$  — (40 мм.)
- б) при большихъ кухонныхъ раковинахъ, приборахъ для мытья кухонной посуды . . . . .  $2''$  — (50 мм.)
- в) при мочевикахъ общественныхъ.  $2''$  — (50 мм.)
- г) при ваннахъ . . . . .  $2''$  — (50 мм.)
- д) при пріемникахъ съ большимъ расходомъ воды, у которыхъ діаметръ выпуска  $= 3''$  . . . . .  $3''$  — (75 мм.)
- е) при одиночныхъ клозетахъ, обыкновенной системы . . . . .  $3\frac{1}{2}''$ — $4''$  (60—100 мм.)
- ж) при клозетахъ общественныхъ и имѣющихъ одинъ застой на нѣсколько очковъ . . . . .  $4''$  —  $4\frac{1}{2}''$  (100—115 мм.)
- з) при пріемникахъ въ полу погребовъ, прачешныхъ, конюшенъ и т. п. .  $4''$  —  $4\frac{1}{2}''$  (100—115 мм.)

Во всѣхъ гидравлическихъ затворахъ происходитъ испареніе изъ нихъ воды, которое при бездѣйствіи домовыхъ приборовъ, т. е. безъ притока воды, можетъ привести къ нарушенію затворовъ. Это обстоятельство имѣетъ весьма важное значеніе въ помѣщеніяхъ, не всегда занятыхъ, напр. въ гостинницахъ, въ квартирахъ, остающихся дѣлѣ томъ пустыми; гдѣ затворы, наполняемые водою, высыхаютъ и даютъ

свободный проходъ газамъ, а вмѣстѣ съ ними и болѣзнетворнымъ организмамъ, переносящимся на стѣны, мебель, ковры и проч. и служащимъ причиной болѣзней при въѣздѣ жильцовъ снова въ ихъ квартиры.

Въ тѣхъ случаяхъ когда предвидится возможность высыхания воды въ затворахъ, цѣлесообразно—снабжать отверстія всѣхъ домашнихъ приборовъ пришлифованными пробками, винтовыми крышками или кранами, помѣщенными между отверстиемъ прибора и водянымъ затворомъ.

Высказываемое нѣкоторыми лицами мнѣніе, что воздушныя трубки способствуютъ болѣе быстрому испаренію воды въ затворахъ, будучи отчасти справедливымъ, не имѣетъ серьезнаго значенія въ виду того; что въ затворахъ, не снабженныхъ такими трубками, испареніе воды происходитъ почти также быстро.

На протяжеіи домашней сѣти въ разныхъ ея мѣстахъ должны быть устроены отверстія, закрытыя непроницаемыми для жидкости и воздуха пробками или крышками,—для осмотра и очистки трубъ въ случаѣ нужды. Число ихъ не слѣдуетъ преувеличивать, чтобы не слишкомъ удорожить устройство, но во всякомъ случаѣ, такія смотровыя отверстія или лазы нужны во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ измѣняется уклонъ или направленіе трубъ.

Для трубъ небольшого діаметра пробки могутъ быть винтовыя, для большихъ можно примѣнять крышки прижимаемыя къ отверстию изнутри трубы, подобныя крышкамъ котловыхъ лазовъ (черт. 714—715).



## ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

### Общесплавная система. — Уличные водостоки.

СОДЕРЖАНИЕ: § 144. Трубопроводы.—§ 145. Керамиковыя трубы.—§ 146. Асфальтовыя и цементныя трубы.—§ 147. Металлическія трубы.—§ 148. Кирпичныя и каменные водостоки.—§ 149. Бетонные водостоки.—§ 150. Производство работъ по сооруженію водостоковъ.

#### § 144. Трубопроводы.

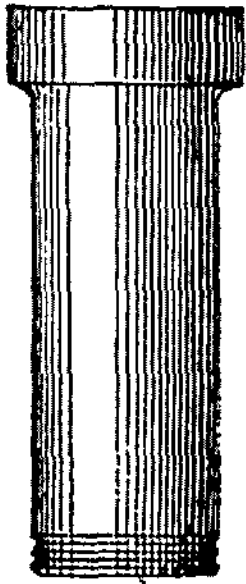
Подземныя водосточныя трубы примѣняются въ обширныхъ размѣрахъ не только для отведенія сточныхъ водъ изъ дворовъ и домовъ (§ 142) въ уличные водостоки, но и эти послѣдніе въ начальныхъ частяхъ сѣти, съ большою выгодною дѣлаются въ видѣ трубопроводовъ. Выгоды, представляемыя ими, заключаются въ сравнительной дешевизнѣ устройства, удобствѣ укладки и прочности матеріала.

Водосточныя трубы бываютъ керамиковыя, асфальтовыя, цементныя, желѣзо-цементныя и металлическія, т. е. такія же, какія употребляются для водоснабженія и описаны въ § 51 настоящаго курса. Не повторяя сказаннаго раньше, здѣсь имѣется въ виду нѣсколько пополнить свѣдѣнія о свойствахъ различныхъ видовъ трубъ въ примѣненіи къ цѣлямъ удаленія грязныхъ водъ, — къ водостокамъ.

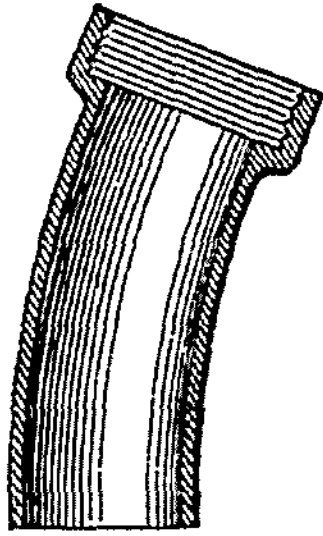
#### § 145. Керамиковыя трубы.

Въ номенклатурѣ трубъ, выдѣляемыхъ изъ глины не установилось еще должнаго единства. До послѣдняго времени различались трубы гончарныя и штейнгутовыя. Формы тѣхъ и другихъ одинаковы.

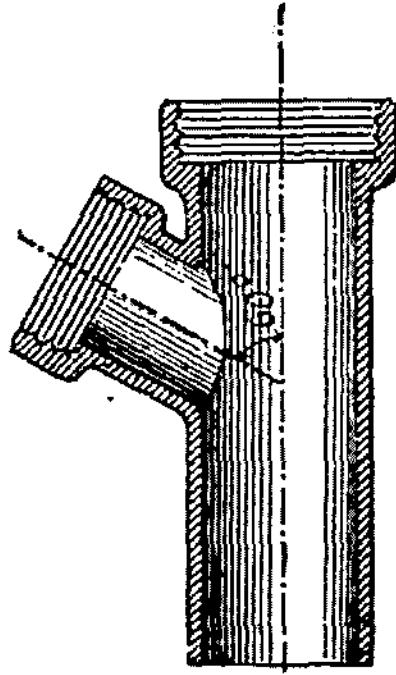
К е р а м и к о в ы я т р у б ы .



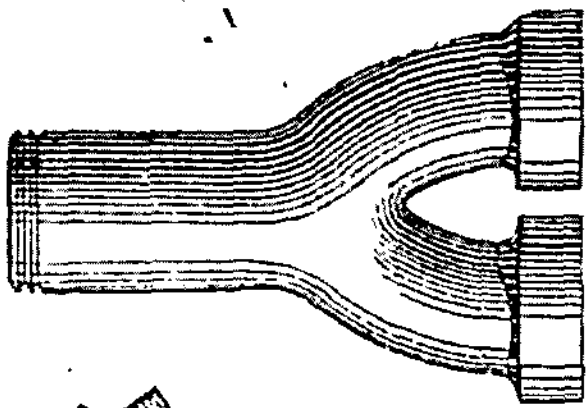
Черт. 728.



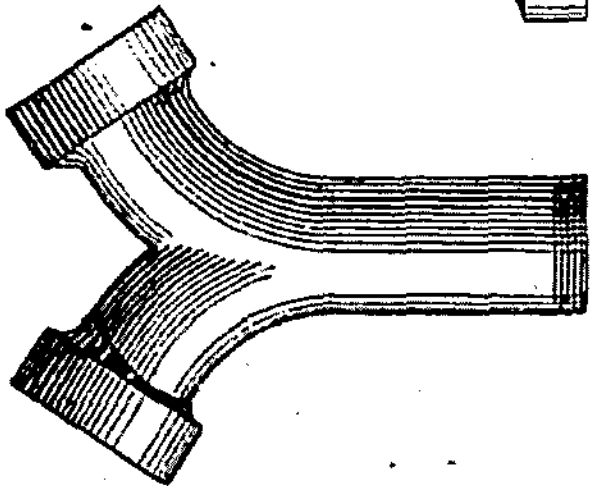
Черт. 729.



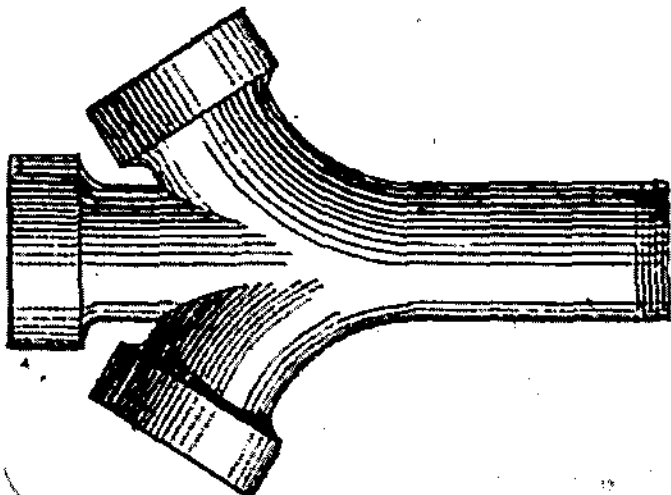
Черт. 730.



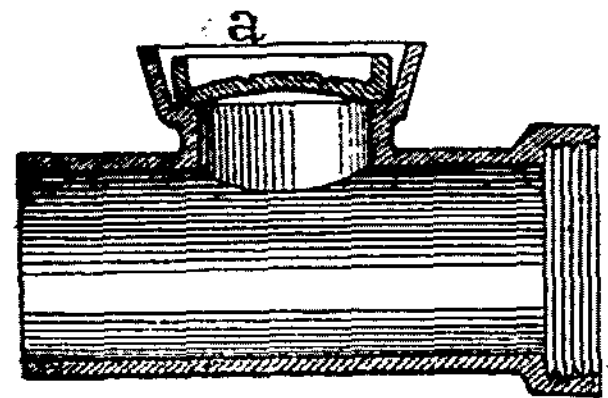
Черт. 732.



Черт. 733.



Черт. 734.



Черт. 731.

Черт. 728 и 729.—Типы трубъ.

Черт. 730.—Типъ развѣтвленія для соединенія уличныхъ трубъ съ домовыми.

Черт. 731.—Типъ отростка, закрываемою крышкою и служащею для осмотра линіи трубъ.

Черт. 732 — 734. — Типы патрубковъ (развѣтвленій) домо- вой канализации.

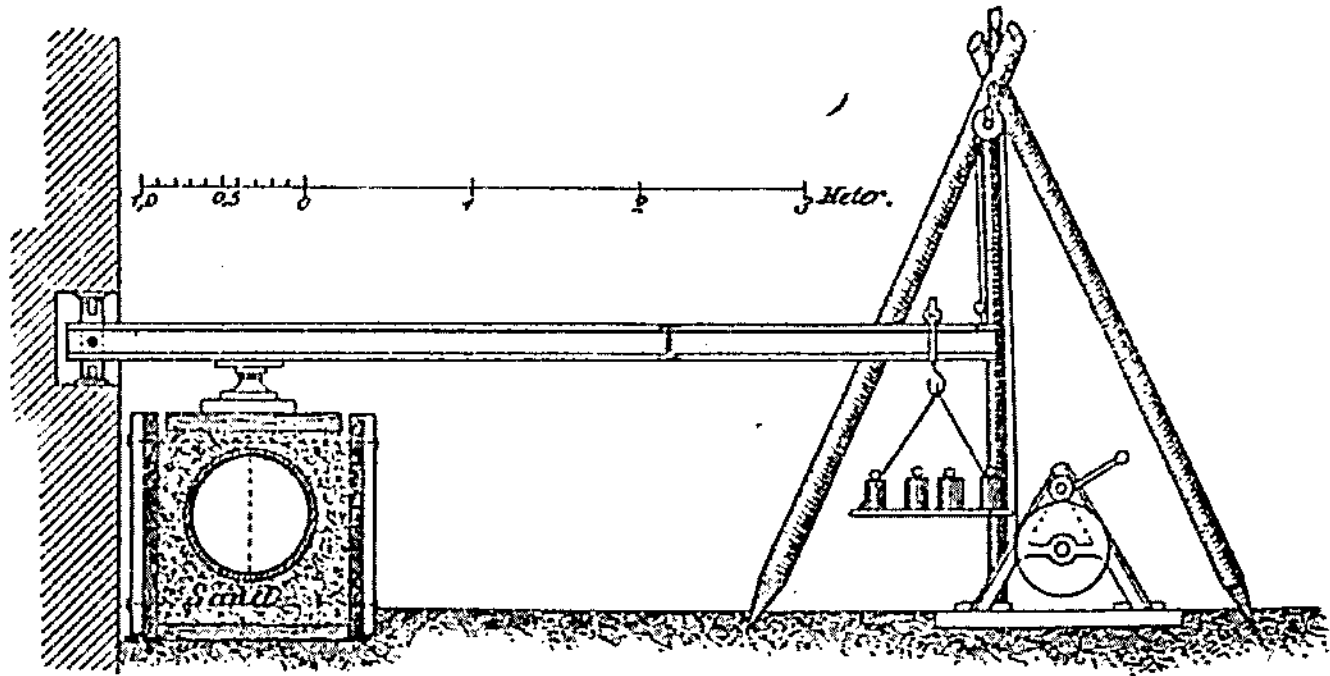
Гончарныя трубы выдѣлываются изъ лучшей пластичной глины, подвергаются сильному обжигу и покрываются глазурью какъ внутри, такъ и снаружи. Глазурь бываетъ различныхъ сортовъ — соляная, свинцовая, стеклянная, базальтовая, нилаковая и др. Лучшей глазурью считается соляная, нѣсколько пропитывающая стѣнки трубъ, между тѣмъ какъ свинцовая, стеклянная и др. глазури образуютъ лишь гладкую блестящую пленку на трубахъ, которая легче подвергается порчѣ, нежели покровъ изъ соляной глазури. Для образованія соляной глазури, подъ конецъ обжига въ печь бросаютъ поваренную соль. Отъ дѣйствія сильнаго жара соль испаряется и приходя въ соприкосновеніе съ кремнеземомъ глиняной трубы и водяными парами, всегда находящимися въ газахъ печи, даетъ на поверхности трубъ налетъ кремненатровой соли, который и есть глазурь. Выдѣляющійся при этомъ хлористый водородъ уходитъ съ продуктами горѣнія. По наружному виду соляная глазурь обыкновенно характеризуется мелкими крапинками (впадинами и выступами), разсыянными по всей поверхности трубы. Эти крапинки иногда фальсифицируются при иныхъ глазуряхъ.

Глина не должна содержать извести, присутствіе коей дѣлаетъ трубы вполне негодными для проведенія воды. Такія трубы, не смотря даже на превосходный наружный видъ, разрушаются отъ дѣйствія воды въ короткое время, вслѣдствіе происходящаго гашенія извести; ихъ называютъ гнилыми.

Расширенія у трубъ, такъ называемыя *муфты*, или выдавливаются сразу, или примазываются послѣ; первый способъ предпочтительнѣе второго. При выдѣлкѣ трубы съ отросткомъ ее формуютъ или прямо съ отверстіемъ, къ которому прикрѣпляютъ отростокъ и затѣмъ сглаживаютъ внутри соединеніе, или сначала придѣлываютъ отростокъ и затѣмъ вырѣзаютъ отверстіе. Первымъ способомъ достигается болѣе плотное соединеніе внутри.

Обыкновенныя гончарныя трубы бываютъ пористы, пропускаютъ влагу и подъ давленіемъ земли легко измѣняютъ свою первоначальную форму. Лѣтамъ нашель, что 18'' гончарныя трубы, уложенныя на 16' ниже поверхности земли, черезъ нѣкоторое время, когда ихъ стѣнки пропитались сыростью, настолько сплюснулись, что ихъ вертикальный діаметръ уменьшился до 15''. По вынутіи изъ

**Керамиковыя, асфальтовыя и цементныя трубы.**



Черт. 735.

Приспособленіе для испытанія прочности глиняныхъ трубъ.



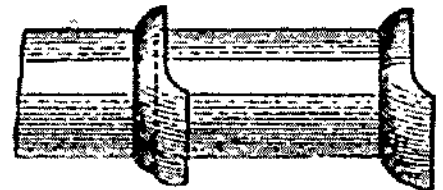
Черт. 736.

Стыкъ безъ раструба, применяемый для асфальтовыхъ и цементныхъ трубъ.



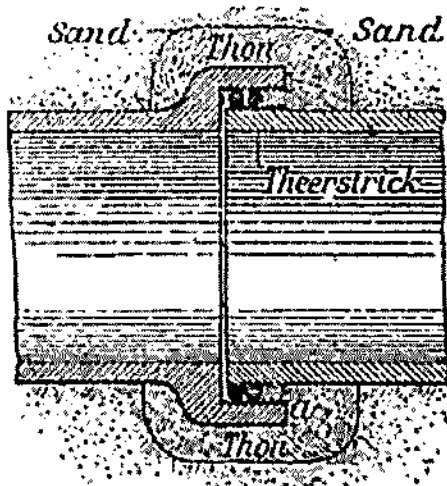
Черт. 737.

Стыкъ съ раструбомъ цементныхъ трубъ.



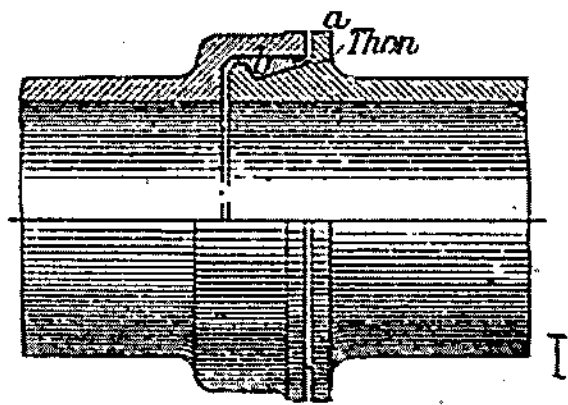
Черт. 738.

Полумуфты, употребляемыя для облегченія выемки звеньевъ.



Черт. 739.

Деталь стыка съ канатной прокладкой.



Черт. 740.

Деталь стыка съ глинянымъ заполненіемъ.

(Sand — песокъ; Thon — глина; Theerstrick — смоленая веревка; см. соч. Frühling'a).

земли онѣ вновь приняли почти первоначальную форму и въ послѣдствіи были вновь уложены, но во рвахъ меньшей глубины.

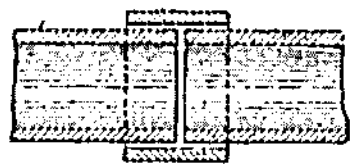
Штейнгутовья трубы выдѣлываются изъ пластичной *огнеупорной* глины, могущей выносить обжигъ при очень высокой температурѣ. Къ очищенной отъ постороннихъ примѣсей глинѣ прибавляютъ воды и мелкаго порошка шамота, кварцевыхъ и полевошпатовыхъ породъ и другихъ веществъ въ зависимости отъ состава самой глины тщательно перемѣшиваютъ все мѣшалками до полученіи однородной плотной массы и затѣмъ рѣжутъ на куски, которые и идутъ подъ прессъ, выдавливающій трубы. Послѣ высушки трубы подвергаются сильному и продолжительному обжигу до начала *спеканія глины* (отличительная черта штейнгутовыхъ трубъ) и покрываются внутри и снаружи соляною глазурью.

Штейнгутовья трубы оказываютъ большее сопротивленіе сплющиванію, чѣмъ гончарныя и менѣе проницаемы для воды, но зато и болѣе хрупки, чѣмъ гончарныя. Какъ тѣ, такъ и другія не разрушаются отъ дѣйствія кислотъ. Чтобы испытать трубу, насколько она растворима въ кислотахъ, кусокъ трубы толкутъ въ мелкій порошокъ, взвѣшиваютъ, затѣмъ прибавляютъ къ нему соляной кислоты и, промывъ и высушивъ, снова взвѣшиваютъ. Трубы, порошокъ которыхъ при этомъ теряетъ въ вѣсѣ, употреблять въ дѣло нѣсколько рискованно. Отличительнымъ признакомъ штейнгутовыхъ трубъ можетъ служить свѣжій изломъ, представляющій видъ сплавленной массы, между тѣмъ какъ гончарныя трубы, выдѣлываемыя изъ обыкновенной, не огнеупорной глины, обнаруживаютъ въ изломѣ мелкопористое сложеніе: къ свѣжему гончарному черепку въ изломѣ прилипаетъ языкъ. Хорошая штейнгутовая труба должна имѣть совсѣмъ круглый поперечный разрѣзъ и стѣнки вездѣ одинаковой толщины.

Толщина стѣнокъ гончарныхъ и штейнгутовыхъ трубъ не опредѣляется расчетомъ, а зависитъ исключительно отъ качества и способовъ обработки матеріала. Въ Англіи (по Лэтамъ) трубамъ даютъ размѣры, могущіе характеризоваться примѣрами въ таблицѣ № 40.

Но Лэтамъ находятъ, что толщина стѣнокъ гончарныхъ трубъ, показанная въ этой таблицѣ, не во всѣхъ случаяхъ оказалась достаточною.

**Кераминовые, асфальтовые и цементныя трубы.**



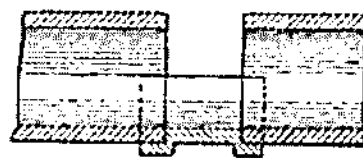
Черт. 741.

Подвижная муфта, употребляемая для облегченія выемки звеньевъ.

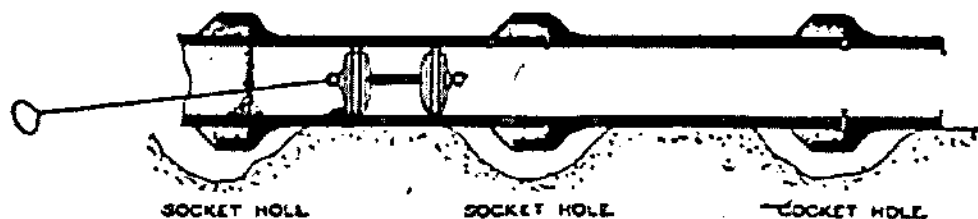


Черт. 742.

Полутрубы, употребляемыя для облегченія выемки звеньевъ.



Черт. 743.



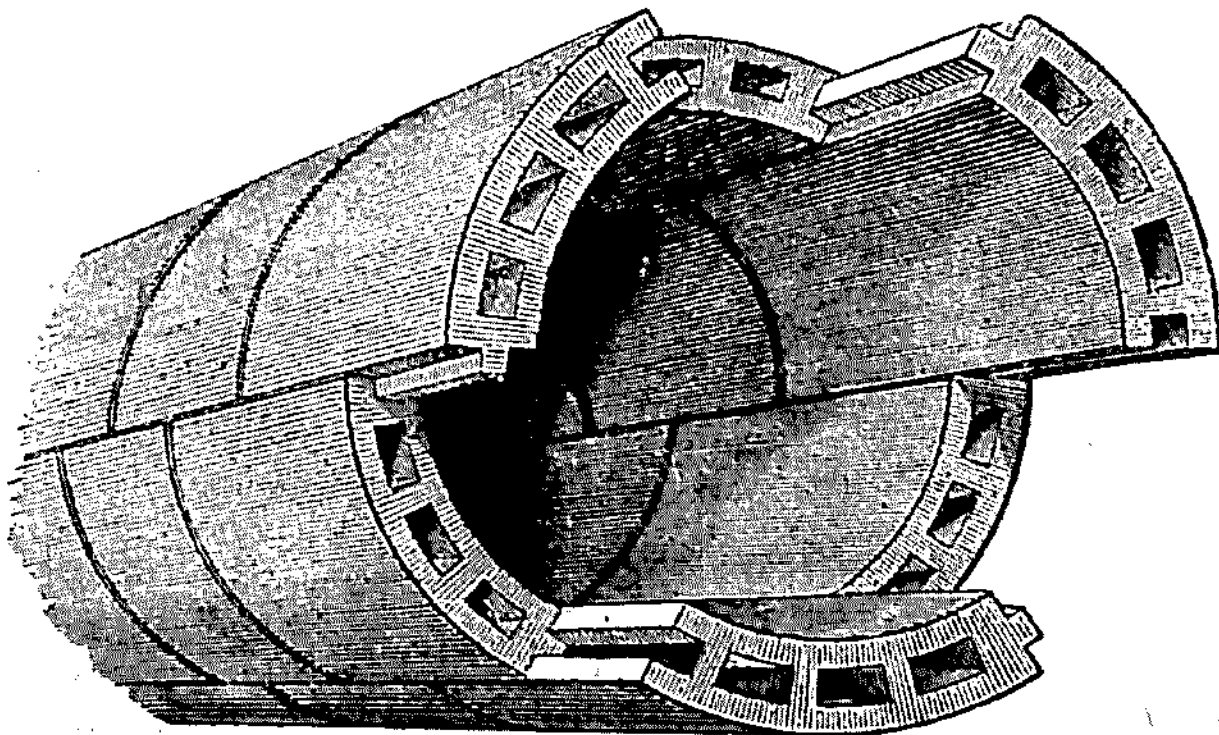
Черт. 745.

Керамиковая труба уложенная съ употребленіемъ скребка.



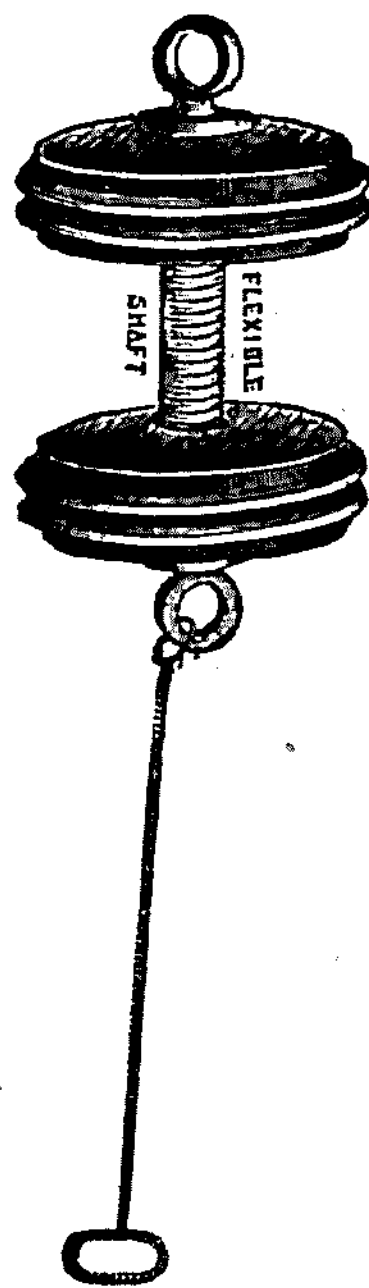
Черт. 746.

Керамиковая труба уложенная безъ употребленія скребка Moore (Sanitary Engineering, London, 1898).



Черт. 747.

Сегментный керамиковый водостокъ.



Черт. 744.

Скребокъ для удаленія избытка цементнаго раствора проваливающагося чрезъ стыкъ при укладкѣ керамиковыхъ трубъ; онъ состоитъ изъ двухъ деревянныхъ дисковъ, соединенныхъ гибкой осью (flexible shaft) съ каучуковыми ободьями; дѣлается 4—9".

Таблица № 40. Примѣры размѣровъ керамиковыхъ трубъ.

| Штейнгутовые трубы.<br>Завода Дультонъ и К <sup>о</sup> , въ Ламбетъ. |                             |                          |                            |                              | Гончарныя трубы.<br>Завода Цингамъ и сынъ, въ Вортлеъ. |                             |                          |                            |                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Внутренній діаметръ въ дюймахъ.                                       | Толщина стѣнокъ въ дюймахъ. | Длина въ дѣлѣ въ футахъ. | Длина раструба въ дюймахъ. | Вѣсъ погон. фута въ фунтахъ. | Внутренній діаметръ въ дюймахъ.                        | Толщина стѣнокъ въ дюймахъ. | Длина въ дѣлѣ въ футахъ. | Длина раструба въ дюймахъ. | Вѣсъ погон. фута въ фунтахъ. |
| 3"                                                                    | 1/2"                        | 2                        | 1 1/2                      | 6                            | 3"                                                     | 5/8                         | 1'0"                     | 1 1/2                      | 6,4                          |
| 6"                                                                    | 11/15"                      | 2                        | 1 3/4                      | 14 1/2                       | 6"                                                     | 3/4                         | 2'0"                     | 1 1/2                      | 13,8                         |
| 12"                                                                   | 1"                          | 2                        | 2                          | 46                           | 12"                                                    | 1 1/8                       | 2'6"                     | 2                          | 41,10                        |
| 18"                                                                   | 1 3/8"                      | 2 до 3                   | 2 1/2                      | 91                           | 18"                                                    | 1 3/8                       | 2'6"                     | 2 1/2                      | 82,2                         |

Германская фабрика Deutsche Thonröhren und Chamotte Fabrik въ Мюнстербергѣ въ Селезїи даетъ своимъ гончарнымъ трубамъ такіе размѣры:

при:

$d=50—100—150—200—300—400—500—600—700—800$  миллиметровъ,

$\delta=12—14—17—19—25—30—36—40—52—57$  »

соотвѣтствующій вѣсъ трубъ =

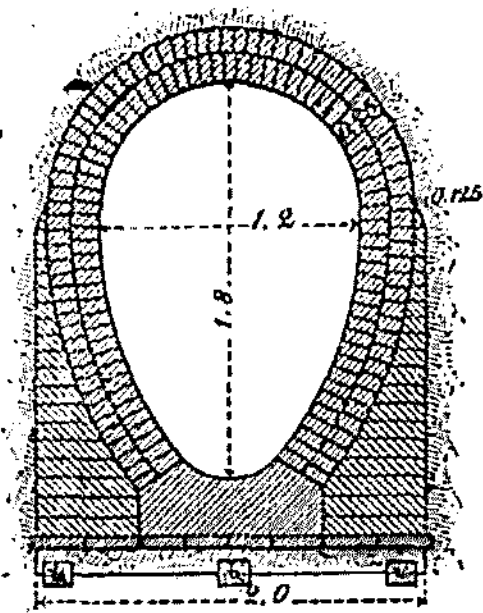
$p=8—14,5—25—34—65—96—140—230—315—350$  кил. въ 1 пог. м.

Въ Берлинѣ, гдѣ водостоки изъ гончарныхъ трубъ составляютъ до 80% всей длины сѣти, толщина ихъ стѣнокъ опредѣлена приблизительно въ  $1/12$  ихъ внутренняго діаметра. Эту величину можно принять для большихъ діаметровъ. Для среднихъ ее надо увеличить до  $1/10$ , а для малыхъ до  $1/8$ .

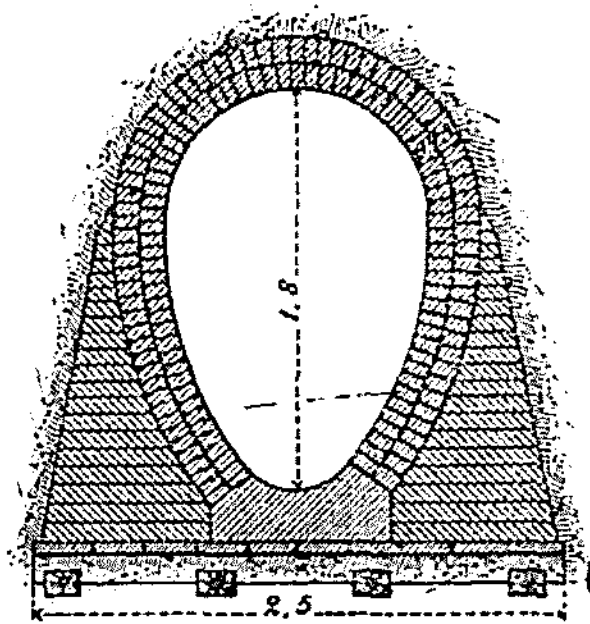
Для испытанія прочности трубъ можетъ служить приспособленіе, представленное на черт. 735.

Гончарныя и штейнгутовые трубы выдѣлываются отъ 2 до 32 дюймовъ въ діаметрѣ внутри, но для уличныхъ проводовъ, какъ пока показала практика, не слѣдуетъ употреблять трубъ, діаметромъ болѣе 18—20 дюймовъ, во избѣжаніе поломокъ отъ давленія грунта. Наименьшій размѣръ для уличныхъ коллекторовъ 8—9 дюймовъ. Трубы діаметромъ отъ 4 до 8 дюймовъ употребляются для соединенія дождевыхъ колодцевъ съ уличными коллекторами, для отвода сточныхъ водъ въ предѣлахъ дворовъ и для домовыхъ приборовъ,

**Кирпичные и бетонные водостоки.**

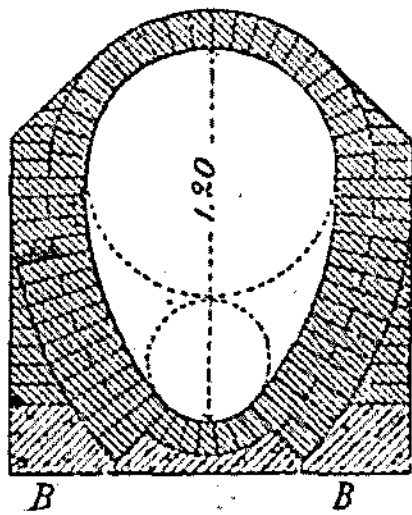


Черт. 748.



Черт., 749.

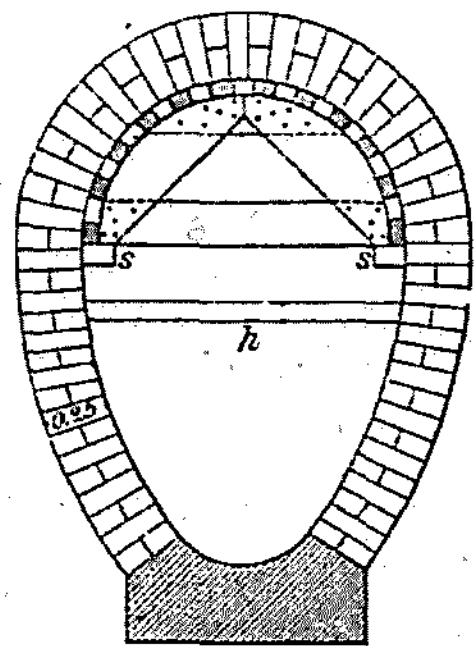
Типы кирпичных водостоковъ, основанныхъ на деревянномъ ростверкѣ.



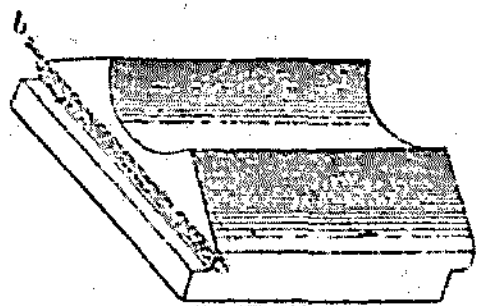
Черт. 750.

Водостокъ изъ кирпичной кладки и бетона съ подошвой изъ трехъ отдѣльныхъ штукъ: кромѣ средней—еще двѣ боковыхъ *B*.

Черт. 751.



Кружала для устройства верхняго свода овоидальнаго коллектора.



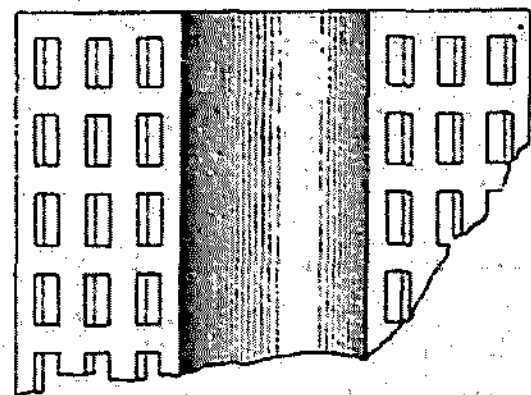
Черт. 752.

Элементъ подошвы водостока, вытесанный изъ штучнаго камня или сдѣланный изъ бетона набивнымъ способомъ.

Черт. 753.



Черт. 754.



Элементъ подошвы водостока, сдѣланный изъ чугуна.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.



а трубы меньшаго діаметра могутъ быть допущены исключительно для отведенія чистой воды, какъ напр. отъ небольшихъ фонтановъ, цистернъ и т. п., такъ какъ онѣ легко засоряются и очистка ихъ затруднительна.

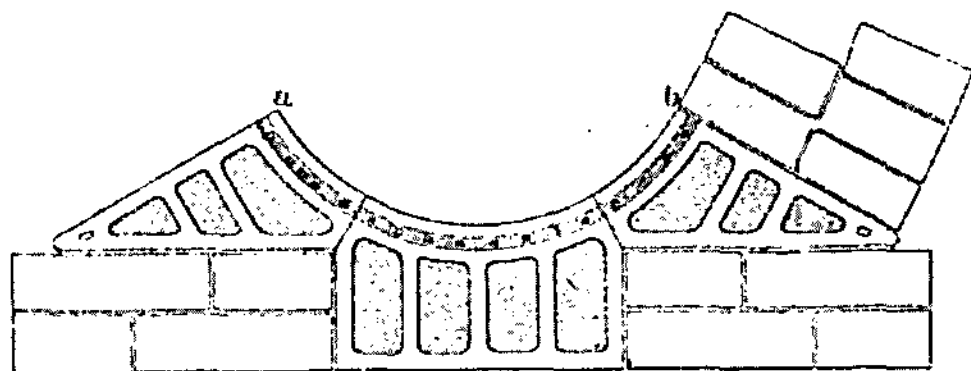
Керамиковыя трубы имѣютъ форму, показанную на черт. 728—734. Длина трубъ въ дѣлѣ, т. е. длина цилиндрической части — безъ муфты—бываютъ отъ  $1\frac{1}{2}$  до 4', болѣе же употребительный размѣръ 2 и  $2\frac{1}{2}$  фут. Заграничныя заводы на континентѣ Европы выдѣлываютъ въ настоящее время чаще всего трубы длиной въ 1 метръ (3 ф.  $3\frac{1}{8}$  дм.). Болѣе короткія трубы (2 ф.) позволяютъ рабочему ощупать рукой ближайшій стыкъ и сгладить при надобности его неровности, но за то при этомъ число стыковъ больше. При увѣренности въ тщательномъ исполненіи стыковой работы, т. е. если рабочіе опытны, — лучше брать трубы подлиннѣе. Идти дальше 4 фута, однако, неудобно, такъ какъ вѣсъ отдѣльныхъ звеньевъ, особенно при большихъ діаметрахъ, становится слишкомъ великъ.

Изогнутыя колѣна годятся только для домовыхъ стоковъ, уличные же проводы должны представлять изъ себя отъ колодца до колодца (§ 152) вполнѣ прямыя линіи съ однообразнымъ уклопомъ. Для соединенія уличныхъ коллекторовъ съ домовыми стоками служатъ развѣтвленныя трубки, показанныя на черт. 730, которыя ставятся въ коллекторъ одновременно съ его укладкой; до устройства домовыхъ стоковъ ихъ закрываютъ пробками. Муфты трубъ не должны быть мельче  $2\frac{1}{2}$ " и при вложеніи конца трубы въ муфту кругомъ долженъ оставаться зазоръ въ  $\frac{1}{2}$ "— $\frac{3}{4}$ ". У трубъ, снаружи узкаго конца и внутри муфты, хорошо дѣлать кольцеобразныя треугольныя углубленія, рифы, чтобы связывающій ихъ матеріаль лучше держался. При укладкѣ трубъ слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы онѣ лежали концентрично другъ въ другъ, иначе въ соединеніи можетъ образоваться порогъ, задерживающій теченіе, что послужитъ къ складыванію въ этомъ мѣстѣ осадковъ.

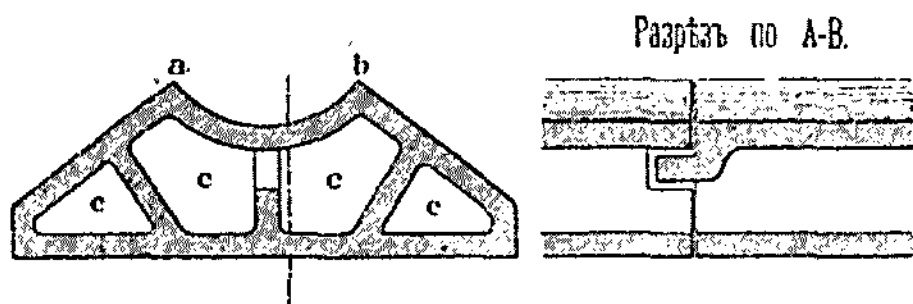
Для соединенія керамиковыхъ трубъ лучше всего употреблять смоленыя. неньковыя веревки, забитыя въ зазоръ между трубой и муфтой (черт. 739) съ обмазкою стыка сверху жирной глиной. Такое соединеніе, будучи достаточно непроницаемымъ, обезнечиваетъ легкое движеніе стыковъ, что очень важно на случай осадки. Подобное соединеніе примѣнено въ Берлинскихъ водостокахъ. Другой типъ

**Кирпичные и бетонные водостоки.**

Черт. 755. — Элементъ подошвы водостока сдѣланный изъ керамическихъ глазурованныхъ въ части *ab* штукъ.



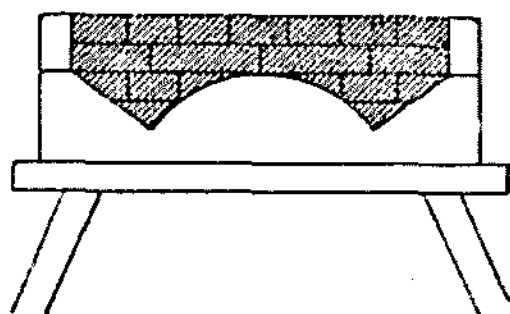
Черт. 755.



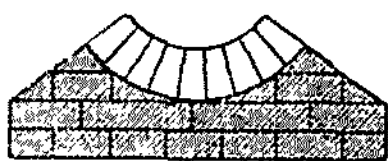
Черт. 756.

Черт. 757.

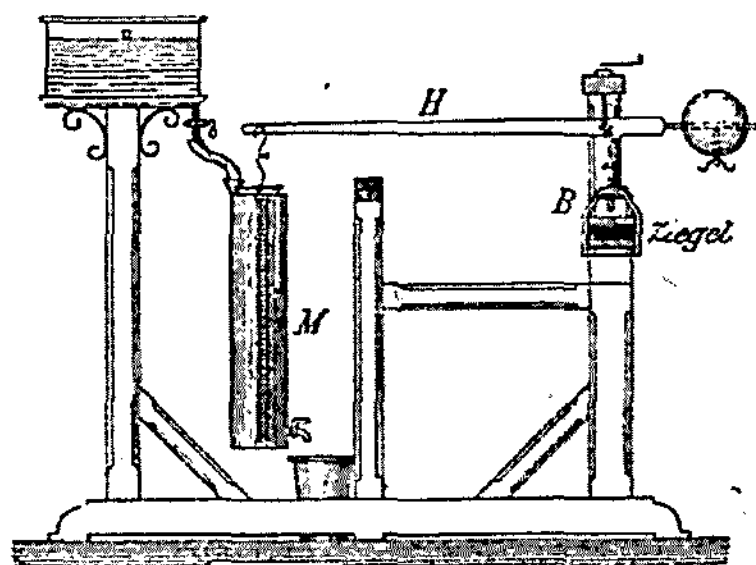
Черт. 756 и 757. — Соединеніе элементовъ керамическихъ подошвъ между собой въ продольной профили.



Черт. 758. — Изготовленіе кусковъ подошвы водостока изъ кирпичной кладки — внѣ рва — на особыхъ кружалахъ.

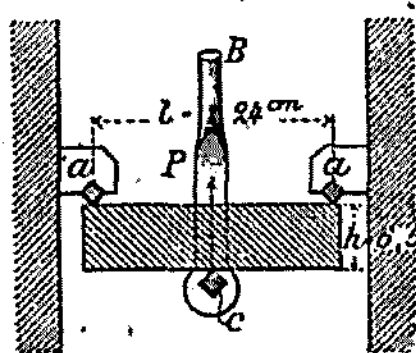


Черт. 759. — Кирпичная подошва водостока (см. черт. 758).



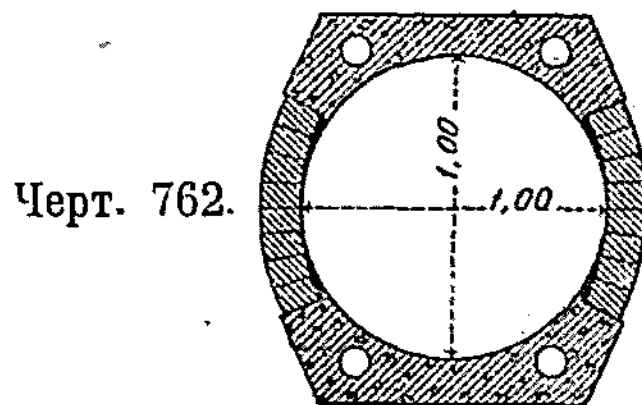
Черт. 760.

Приборъ А. Frühling's для испытанія прочности кирпича (*M* — цилиндръ, наполняемый водой изъ резервуара. Вѣсъ воды, вызвавшей разрушеніе кирпича, читается по скалѣ).



Черт. 761.

Деталь установки кирпича при испытанія на приборѣ (черт. 760).



Черт. 762.

Круглый водостокъ изъ бетонныхъ штукъ и кирпича.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

соединенія съ глиняной смазкой представлень на черт. 740. Въ Англии стыки замазываютъ еще цементомъ, но при такомъ соединеніи при движеніи трубъ муфта легко можетъ дать трещину и отломиться. При цементныхъ стыкахъ нужно припимать мѣры къ тому, чтобы цементный растворъ проникая при работѣ внутрь трубы не остался бы тамъ въ видѣ нароста (черт. 746). Для этого нужно немедленно удалить его—до отвердѣванія. Эта цѣль удобно достигается посредствомъ приспособленія, показаннаго на черт. 744 — 745. Трубы иногда еще соединяютъ асфальтомъ въ смѣси съ гудрономъ, свинцомъ, сѣрой въ смѣси съ толченымъ штейпгутомъ или каменноугольной смолой, чугунной замазкой, т. е. смѣсью изъ чугунныхъ опилокъ, сѣры и нашатыря и пр.

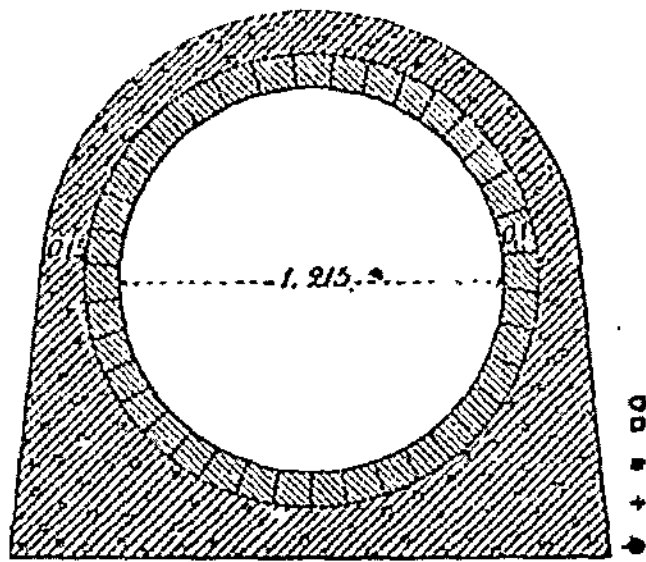
Относительно свойствъ этихъ различныхъ способовъ задѣлки стыка см. стр. 296.

Чтобы была возможность вынуть колѣно трубы, которое засорилось или испортилось, въ рядъ обыкновенныхъ трубъ можно класть трубы съ отдѣльной муфтой (черт. 741), сдвинувъ которую, можно вынуть колѣно, не ломая трубъ. Для той же цѣли дѣлаютъ трубы съ полумуфтами (черт. 738), срѣзанными до  $\frac{1}{2}$  трубы, и полутрубы (черт. 742 и 743), по ихъ соединеніе довольно трудно сдѣлать непроницаемымъ, если вода течетъ по нимъ болѣе чѣмъ  $\frac{1}{2}$  сѣченія, а также ихъ нельзя вращать при укладкѣ для нахожденія наилучшаго ихъ положенія въ муфтѣ сосѣднихъ въ случаѣ недостаточной цилиндричности; по этимъ причинамъ и употребленіе ихъ не можетъ быть особенно рекомендовано. Иногда, для осмотра линіи, чтобы точнѣе узнать мѣсто засоренія, въ линію трубъ вставляютъ трубы съ короткими перпендикулярными отростками, закрываемыя пробками *a* (черт. 731). Для соединенія керамиковыхъ трубъ между собою (въ домовой канализаціи) употребляются различнаго рода патрубки, двойники, тройники; нѣкоторые изъ нихъ показаны на черт. 732—734. Для перехода отъ меньшихъ діаметровъ къ большимъ употребляютъ звенья конической формы.

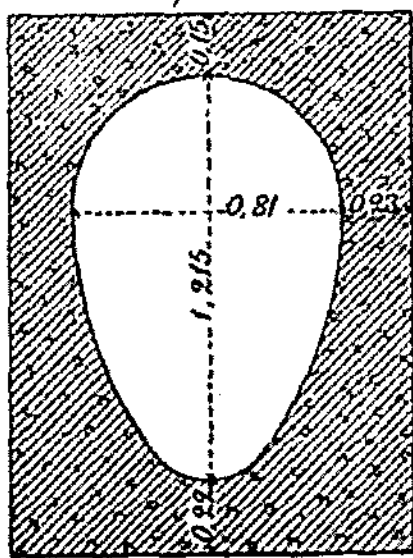
Керамиковыя трубы овоидальнаго сѣченія почти обыкновенно не употребляются, такъ какъ при незначительныхъ размѣрахъ сѣченій придаваемыхъ такимъ трубамъ, замѣна овоидальною — круглой формы, болѣе легко выполнимой, не представляется рациональной.

Попытки къ устройству керамиковыхъ стоковъ большихъ размѣ-

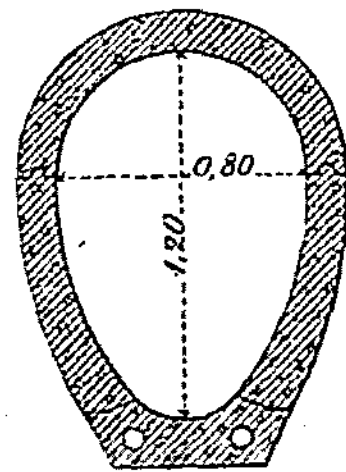
**Кирпичные и бетонные водостоки.**



Черт. 763.—Круглый водостокъ изъ бетона съ кирпичной облицовкой.



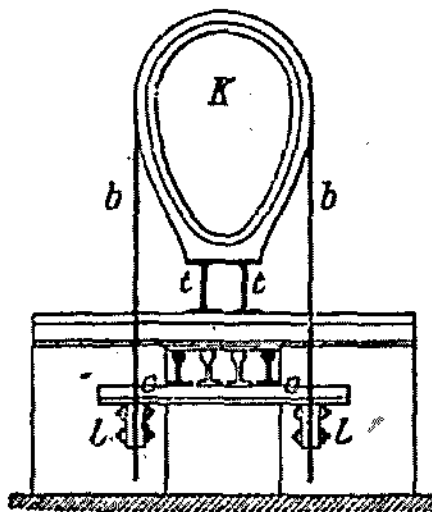
Черт. 764.



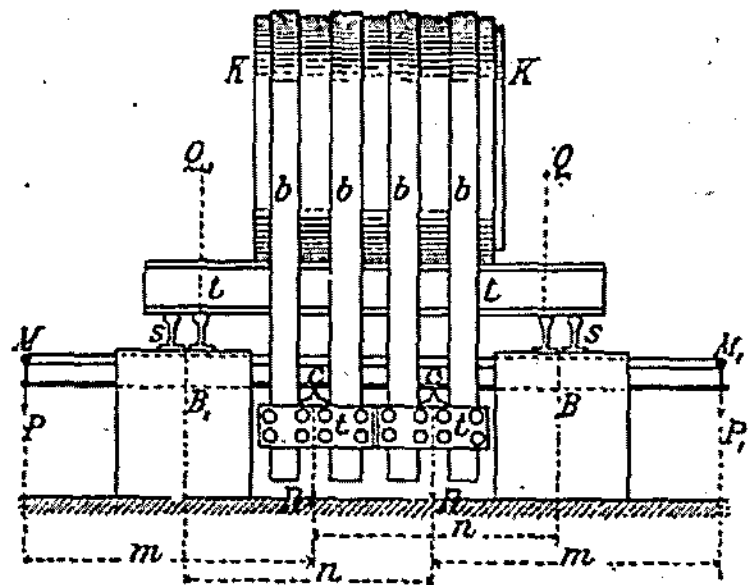
Черт. 765.

Овоидальный водостокъ изъ бетонныхъ штукъ.

Овоидальный монолитный водостокъ изъ бетона.



Черт. 766.



Черт. 767.

Черт. 766—767. — Приборъ Jantzen'a для испытанія прочности цѣльныхъ бетонныхъ водостокъ. На четырехъ каменныхъ столбахъ положены рельсы *ss*, на которыхъ посредствомъ балокъ *tt* установленъ кусокъ бетоннаго водостока. Черезъ него перекинута лентъ полосоваго желѣза *bb*, связанная внизу схватками *ll* и поперечинами *ss*. На послѣднiя накладывается рельсовая нагрузка. (Дальнѣйшiя подробности см. соч. Fröhling'a — Entwäs. der Städte. Handbuch der Ingenieurwissenschaften).

Примѣчанiе. Размѣры въ метрахъ.

ровъ были однако дѣлаемы. Одна изъ ихъ представлена на черт. 747. Коллекторъ сдѣланъ изъ отдѣльныхъ кусковъ, соединенныхъ шпунтами. Преимущество такого типа въ томъ, что части водостока очень прочны, легко собираются на мѣстѣ, занимаютъ небольшой объемъ при перевозкѣ и образуютъ долговѣчное сооруженіе. Недостатокъ типа въ невозможности достигнуть полной непроницаемости стѣнокъ водостока. (В. Latham—р. 227).

### § 146. Асфальтовые, бетонныя и желѣзо-бетонныя трубы.

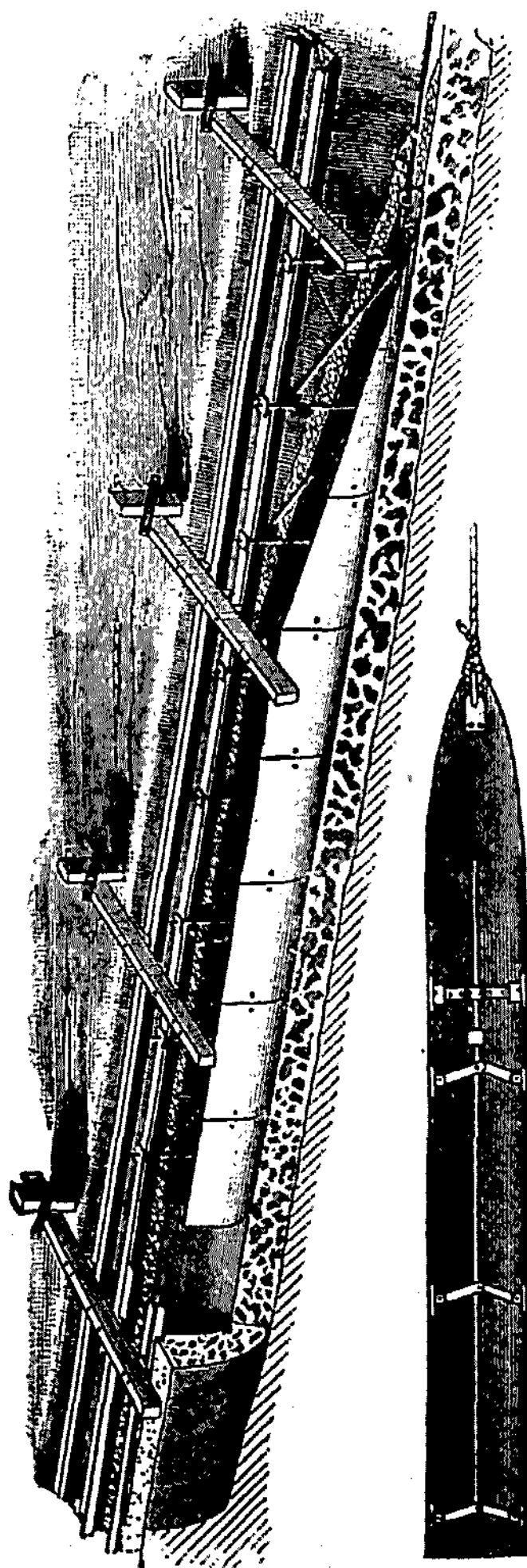
Асфальтовые трубы, вслѣдствіе ихъ легкости, неизмѣняемости матеріала отъ химическихъ дѣятелей и прочности, очень хороши для водостоковъ, въ особенности когда сточныя воды содержатъ въ себѣ много веществъ, дѣйствующихъ разрушительно на стѣнки каналововъ, сдѣланныхъ изъ другихъ матеріаловъ. Гладкость внутренней поверхности асфальтовыхъ трубъ обезпечиваетъ легкость движенію въ нихъ воды, а ихъ неизмѣняемость отъ дѣйствія кислотъ и щелочей—ихъ прочность. За то онѣ довольно ломки. Въ поперечномъ сѣченіи онѣ бываютъ и круглыя и овопдальныя. Ихъ отливаютъ въ особыхъ формахъ, и на концахъ онѣ обыкновенно не имѣютъ ни закраинъ, ни раструбовъ. Въ послѣднее время асфальтовые трубы стали дѣлать съ желѣзнымъ проволочнымъ каркасомъ внутри. Подобныя трубы были уложены и въ С.-Петербургѣ при устройствѣ канализаціи въ Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ кредитныхъ бумагъ.

Для соединенія концы трубъ погружаютъ въ горячій асфальтъ и прикладываютъ другъ къ другу вплотную; затѣмъ стыкъ обматываютъ въ два ряда лоскуткомъ тряпки, сверху на него надвигаютъ муфту, обмазываютъ концы муфты глиной и заливаютъ зазоръ между муфтой и трубами жидкимъ асфальтомъ. Чтобы этотъ зазоръ былъ вездѣ одинаковъ, передъ заливкой между трубами и муфтой вставляютъ кусочки дерева. Стыкъ другого устройства — безъ муфты—показанъ на черт. 736.

Бетонныя цементныя трубы приготовляются обыкновенно набивнымъ способомъ. На деревянную болванку требуемаго діаметра, обтянутую цинковыми листами, надѣваютъ трубообразную форму, обыкновенно чугунную, въ промежутокъ между ними кладутъ портланд-

**Бетонные водостоки.**

Изготовление бетонного водостока на мѣстѣ при помощи подвижной  
железной формы.



Черт. 768 в 769.

Перспективный видъ водостока и планъ железной формы.

скій цементъ въ смѣси съ пескомъ и водою и затѣмъ тщательно грабуютъ узкими деревянными или желѣзными трамбовками до тѣхъ поръ, пока на трамбуемой поверхности не выступитъ вода. Когда грубы начнутъ твердѣть, форму снимаютъ и внутреннюю поверхность грубъ сглаживаютъ жидкимъ цементнымъ растворомъ. Всю работу производятъ въ прохладномъ и сыромъ помѣщеніи, чтобы трубы не высыхали очень быстро.

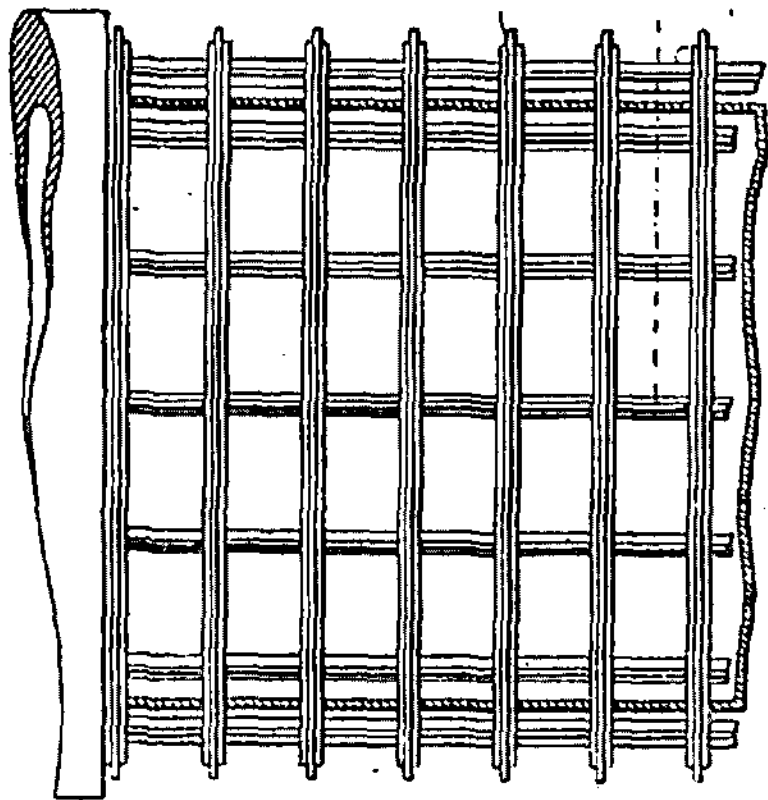
Взаимное отношеніе количествъ составныхъ частей лучше всего узнается по опытамъ. При хорошемъ качествѣ цемента можно брать отъ 2 до 5 частей песка на 1 часть цемента. Діаметръ подобныхъ цементныхъ трубъ дѣлается до 18—20 дюймовъ. Для трубъ большаго діаметра къ раствору прибавляютъ отъ 2 до 5 частей чистаго щебня (бетонныя трубы). Длина отдѣльныхъ набивныхъ цементныхъ и бетонныхъ трубъ доходитъ до  $3\frac{1}{2}$  футъ (1 метра) безъ раструба. Толщина стѣнокъ зависитъ главнымъ образомъ отъ качества составныхъ частей и отношенія ихъ количествъ въ растворѣ. При хорошемъ матеріалѣ и удачной его пропорціи толщина стѣнокъ измѣняется отъ  $\frac{1}{6}$  до  $\frac{1}{12}$  внутренняго діаметра трубъ, при чемъ это отношеніе уменьшается съ уменьшеніемъ діаметра.

У насъ въ Россіи цементныя набивныя трубы обходятся часто дешевле всякихъ другихъ, но какъ на недостатокъ ихъ можно указать на то, что весьма часто въ нихъ замѣчается довольно значительная шероховатость стѣнокъ, которая заставляеть придавать имъ большіе уклоны или сѣченія, сравнительно съ гончарными или штейнгутовыми. Чтобы предупредить это, а также уменьшить пористость стѣнокъ нѣкоторые фабриканты погружаютъ цементныя и бетонныя грубы черезъ 7 дней послѣ ихъ набивки, когда цементъ достаточно окрѣпнетъ (а онъ не долженъ очень быстро твердѣть, такъ какъ иначе произойдетъ неравномерное натяженіе стѣнокъ трубъ), въ растворъ кремнекислаго натра, который образуетъ на поверхности трубъ гладкій слой кремнекислаго глинозема и извести, закупоривающій поры трубы (Silicated Stone Works).

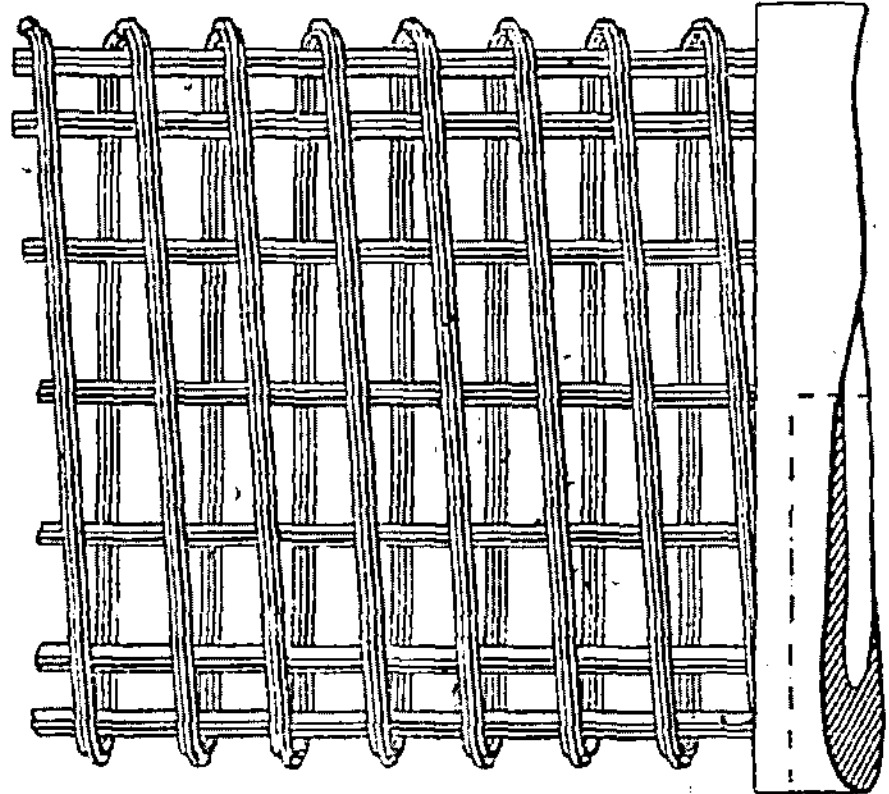
Шероховатость бетонныхъ трубъ значительно уменьшается съ теченіемъ времени безъ всякихъ искусственныхъ мѣръ, вслѣдствіе того, что на внутренней поверхности трубы отлагается слой илистой слизи (Sielhaut), плотно держащейся на стѣнкахъ.

Цементныя и бетонныя трубы соединяются посредствомъ растру-

**Желѣзо-бетонные водостоки.**

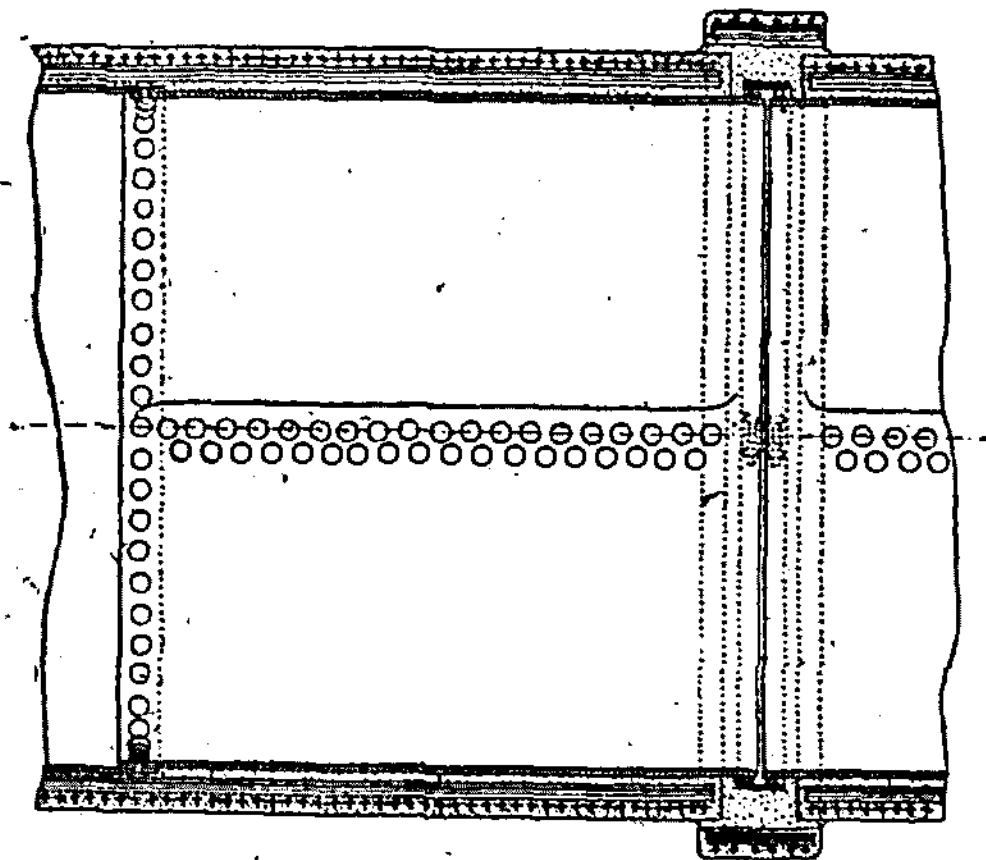


Черт. 770.



Черт. 771.

Трубы изъ крестообразнаго желѣза (стали) и цемента.  
(Система принята для г. Парижа въ Ашерскомъ акведукѣ: діаметръ 1,80 метра,  
давленіе 30 метровъ).



Черт. 772.

Труба для высокихъ давленій изъ стали и цемента съ внутренней  
оболочкой изъ клепанныхъ стальныхъ листовъ.  
(Примѣнена въ г. Нимѣ — давленіе 100 метровъ).



бовъ (черт. 737) и связываются растворомъ цемента (1 часть цемента на 2—3 части песка). Иначе соединенія дѣлаются, какъ показано на черт. 736, причемъ и этого рода стыкъ связывается цементомъ и сглаживается внутри.

Въ хорошемъ грунтѣ иногда дѣлаютъ бетонныя трубы безъ стыковъ, даже очень большихъ размѣровъ, на мѣстѣ ихъ укладки—при помощи деревянныхъ или металлическихъ формъ. Подобнымъ образомъ исполнено довольно много каналовъ за-границей. Введеніе въ тѣло асфальтовыхъ и бетонныхъ трубъ желѣзнаго каркаса значительно увеличиваетъ ихъ прочность; такіе типы трубъ должны получить большое развитіе (см. черт. 357 и 358, стр. 328), а также черт. 768—772.

### § 147. Металлическія трубы.

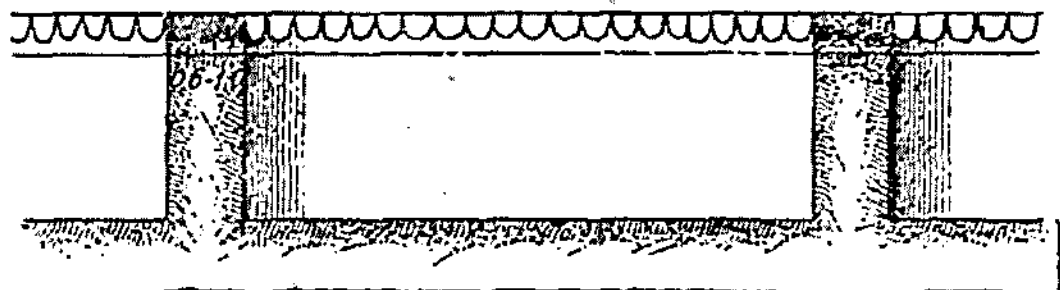
Чугунныя трубы обладаютъ значительно большею прочностью относительно излома при случайныхъ ударахъ, изгибѣ и т. п., чѣмъ гончарныя, штейпгутовыя, цементныя и т. п. трубы. Однако опѣ очень дороги и во многихъ случаяхъ скоро теряютъ свою внутреннюю асфальтировку. Тогда на обпачепный чугунъ начинаютъ дѣйствовать кислоты и щелочи и поверхность становится шероховатой.

Кромѣ того, внутри ихъ скоро начинаютъ образовываться твердые наросты, благодаря образованію гальваническихъ элементовъ въ трубѣ, и труба весьма легко засоряется. Всѣ эти неудобства заставляютъ обыкновенно отказываться отъ примѣненія чугунныхъ трубъ для уличныхъ водосточковъ, но зато чугунъ примѣняется въ домовыхъ стокахъ, особенно для вертикальныхъ трубъ, именно вслѣдствіе его прочности относительно излома и непроницаемости чугунныхъ трубъ и ихъ стыковъ. Въ городской канализационной сѣти ихъ употребляютъ по необходимости, если въ проводѣ вода находится подъ давленіемъ, напр. въ частяхъ, проводящихъ сточныя воды подъ рѣками или каналами (*дюкеры*) и въ трубахъ, по которымъ сточныя воды поднимаются при помощи насосовъ для ихъ стока въ извѣстный пунктъ, напр. на орригационныя поля и т. д. Соединеніе чугунныхъ трубъ дѣлается или посредствомъ ребордъ, или чаще посредствомъ муфтъ, съ заливкою и зачеканкою ихъ свицомъ.

Толщина стѣнокъ трубъ опредѣляется но тѣмъ же способамъ какъ и для трубъ водопроводныхъ.

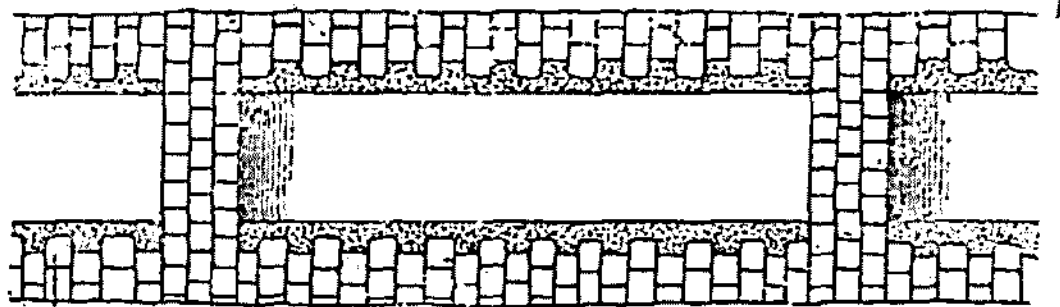
Производство работ по сооружению водостоковъ.

Черт. 773.



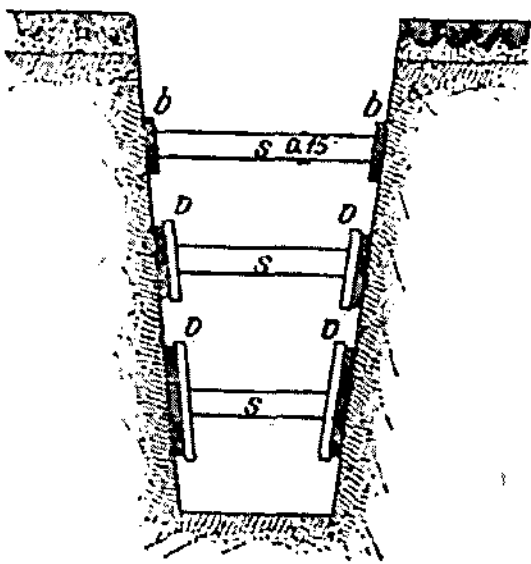
Вертикальный разръзъ.

Черт. 774.

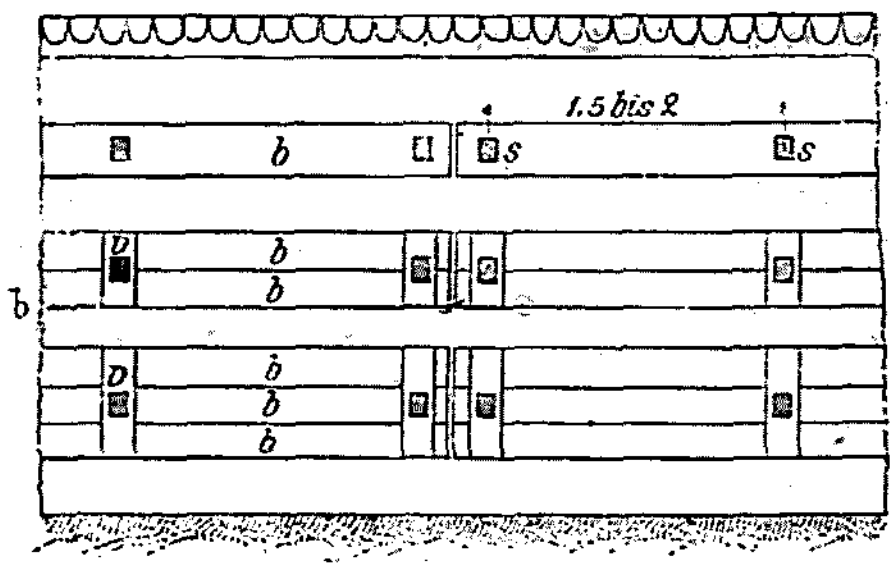


Планъ.

Устройство не очень глубокихъ рововъ на улицахъ съ укрѣпленіемъ столбами не вынутой земли.

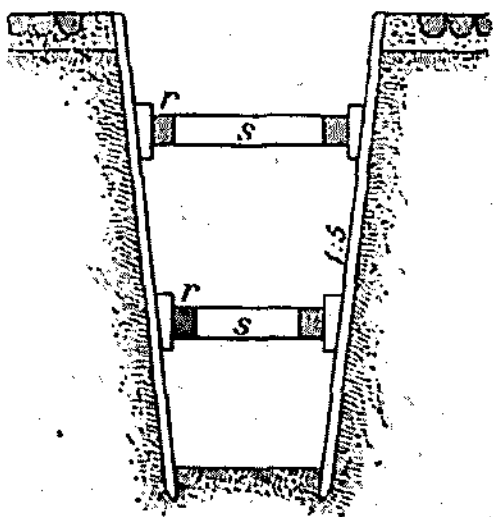


Черт. 775.

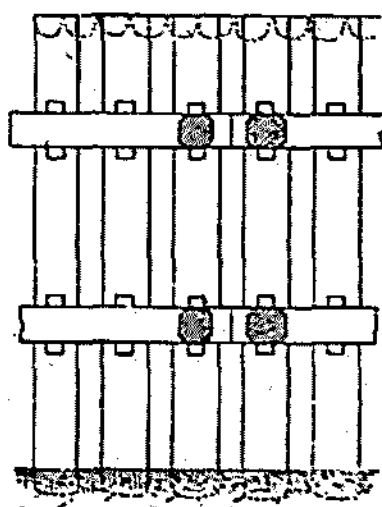


Черт. 776.

Укрѣпленіе рововъ горизонтальными досками (b) и распорками (s) применяемое при неглубокихъ и сухихъ выемкахъ.



Черт. 777.



Черт. 778.



Черт. 779.

Подвижная съемная распорка, употребляемая преимущественно какъ временная при производствѣ работъ по устройству и укрѣпленію рва.

Укрѣпленіе рововъ вертикальными досками и распорками, имѣющее въ виду возможно сократить число послѣднихъ для увеличенія рабочаго пространства.

Примѣчаніе. Размѣры въ метр.

Желѣзныя трубы, обладая почти всѣми недостатками чугуновыхъ, обходятся еще дороже этихъ послѣднихъ. Въ канализаціонной сѣти желѣзныя трубы примѣняются при устройствѣ дюкеровъ и въ домахъ.

Свинцовыя цѣлотянутыя трубы употребляются только въ домовыхъ проводахъ, причемъ, какъ было уже сказано (§ 142), слѣдуетъ избѣгать класть ихъ въ непосредственное соприкосновеніе со свѣжей кирпичной кладкой, такъ какъ въ мѣстахъ соприкосновенія съ известковымъ растворомъ легко образуются сквозные свищи.

### § 148. Кирпичные водостоки.

Овоидальные водостоки подобно тому, какъ и трубы должны отличаться хорошимъ состояніемъ своей внутренней поверхности (чѣмъ она глаже, тѣмъ меньше коэффициентъ тренія и тѣмъ лучше будетъ отводоспособность канала) и не пропускать сквозь свои стѣнки воду. Чтобы удовлетворить этимъ двумъ условіямъ, кирпичъ, изъ котораго дѣлается коллекторъ, долженъ быть сѣрессованъ изъ хорошо очищенной глины, сильно обожженъ, имѣть плотное сложеніе, представлять гладкія поверхности съ острыми кромками и имѣть одинаковые размѣры.

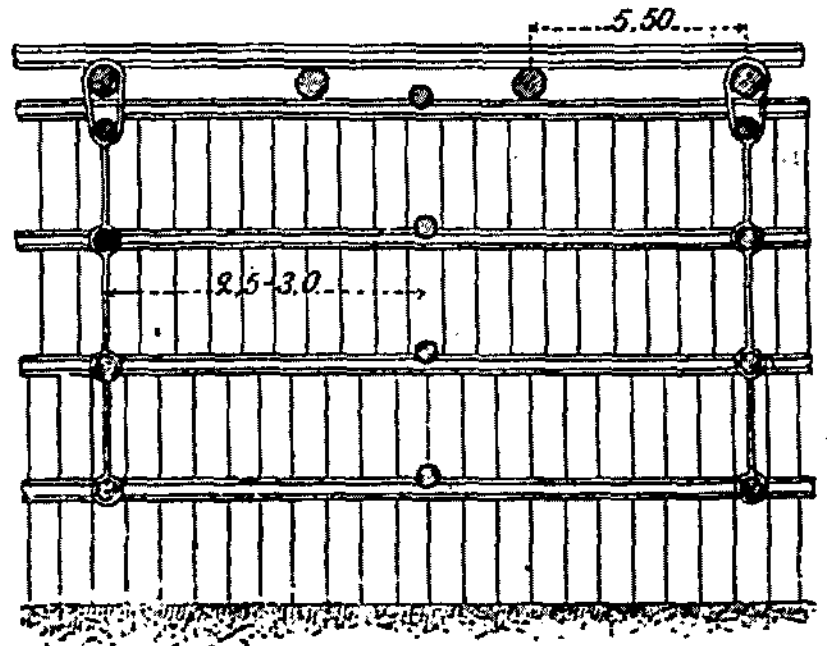
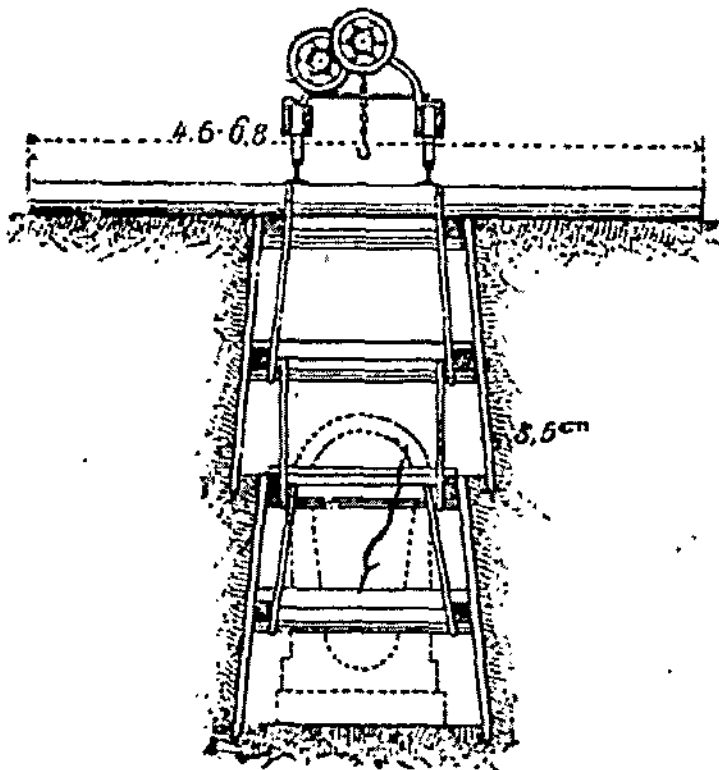
Кладку овоидальныхъ коллекторовъ ведутъ, какъ показано на черт. 748—751, концентрическими рядами, каждый толщиною въ  $\frac{1}{2}$  кирпича, безъ перевязки швовъ, причемъ даже стараются, чтобы швы одного ряда не приходились противъ швовъ другого ряда. Ряды раздѣляются обыкновенно слоемъ связывающаго вещества, толщиною около  $\frac{3}{8}$ " —  $\frac{1}{2}$ ". Число концентрическихъ колець кладки зависитъ отъ давленія земли и измѣняется отъ 2-хъ до 4-хъ. Впрочемъ послѣднюю цифру приходится брать рѣдко, развѣ при очень сильномъ давленіи грунтовой воды на каналъ:—для предупрежденія фильтраціи.

Точные размѣры свода и стока могутъ быть опредѣлены лишь путемъ построенія кривыхъ давленія. Въ практикѣ обыкновенно ограничиваются расчетомъ по эмпирическимъ формуламъ.

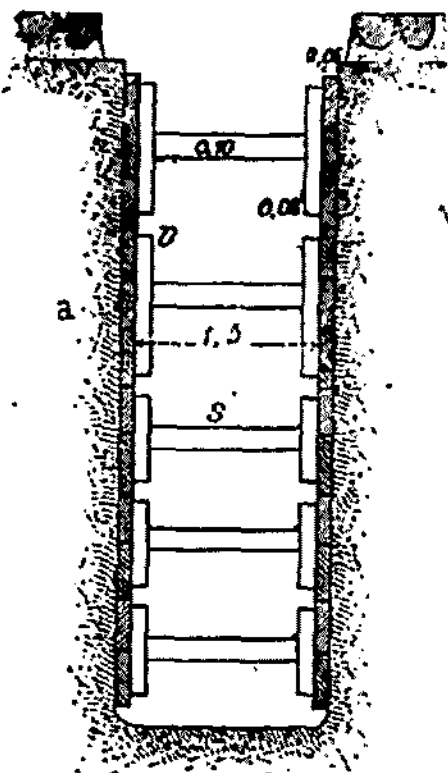
Для расчета толщины стѣнокъ овоидальныхъ коллекторовъ (верхняго свода) Лэтамъ (Baldwin Latham) даетъ формулу:

$$\delta = \frac{t \cdot r}{100} \text{ футъ,}$$

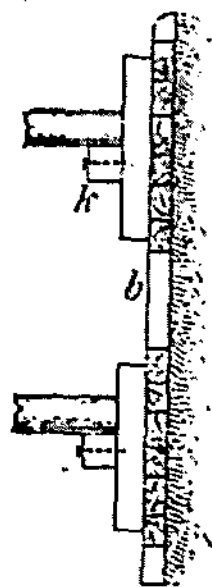
**Производство работъ по сооруженію водостоковъ.**



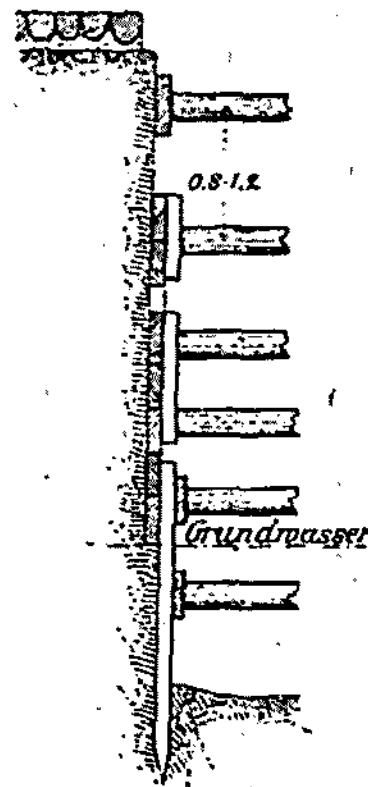
Черт. 780 и 781. — Укрѣпленіе глубокаго рва вертикальными досками, примененное въ 1869 году въ Дрезденѣ (Deutsche Bauzeitung—1871, S. 227). Доски поддерживаются полу-схватками, опирающимися на распорки, которыя подвѣшены цѣпами къ положеннымъ черезъ выемку балкамъ.



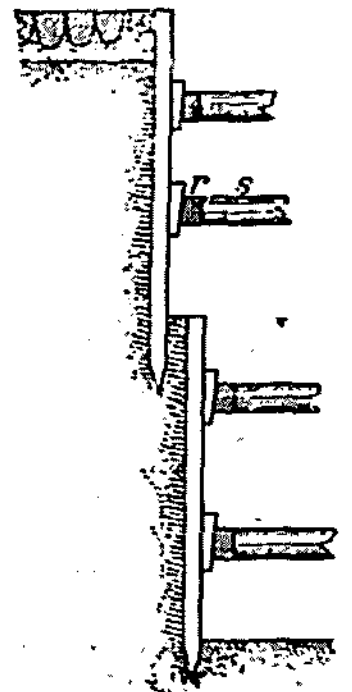
Черт. 782.



Черт. 783.



Черт. 784.



Черт. 785.

Черт. 782. — Укрѣпленіе глубокаго рва съ вертикальными стѣнками посредствомъ горизонтальныхъ досокъ и распорокъ.

Черт. 783. — Деталь къ черт. 99: *b* — вставки между горизонтальными досками, если доски не покрываютъ стѣнки рва сплошь; *k* — подставка подъ распорку, если послѣдняя не прибита скобой.

Черт. 784. — Смѣшанное укрѣпленіе глубокаго рва горизонтальными и вертикальными досками. Послѣднія забиваются отъ горизонта обильнаго притока грунтовыхъ водъ.

Черт. 785. — Укрѣпленіе глубокаго рва вертикальными досками, применяемое при устройствѣ коллекторовъ въ очень плохихъ плавучихъ грунтахъ или при устройствѣ колодезѣ.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

гдѣ:  $\delta$  — толщина свода коллектора (въ футахъ),  
 $t$  — высота слоя земли до наружной грани замка свода (въ футахъ) и  
 $r$  — наружный радиус верхняго свода (въ футахъ).

Найденную по этой формулѣ толщину  $\delta$  округляютъ до цѣлаго числа полукирпичей, причемъ минимумъ толщины свода равняется двумъ полукирпичамъ (въ видахъ предупрежденія фильтраціи), хотя слѣдуетъ замѣтить, что каналы толщиной лишь въ  $\frac{1}{2}$  кирпича существуютъ въ канализационныхъ сѣтяхъ нѣкоторыхъ городовъ.

Австрійскій инженеръ Шальи (Chailly) опредѣляетъ толщину стѣнокъ въ зависимости отъ напряженія, допускаемаго на единицу площади матеріала коллектора. Давленіе въ замкѣ свода Шальи выражаетъ формулой:

$$P = r_1 \left( t \cdot \gamma + \frac{L}{d_1} \right);$$

гдѣ:  $r_1$  — наружный радиус верхняго свода,  
 $t$  — высота слоя земли надъ ключемъ свода (безопаснѣе считать  $t$  отъ подошвы основанія коллектора),  
 $\gamma$  — вѣсъ кубической единицы грунта,  
 $L$  — временная нагрузка на погонную единицу длины коллектора,  
 $d_1$  — наружная ширина (діаметръ) коллектора.

Толщина стѣнокъ получается дѣленіемъ найденной величины  $P$  на допускаемое напряженіе на кв. единицу матеріала коллектора, которое можно принять въ

7,5 килог. на 1 квадрат. сантиметръ, или

3 пуда на 1 квадрат. дюймъ для кирпичной кладки;

6 килогр. на 1 квадрат. сантиметръ, или

2,4 пуда на 1 квадрат. дюймъ для бетона (§ 140).

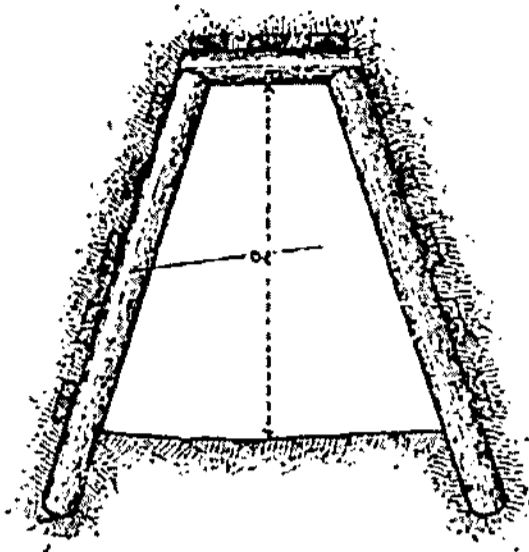
Для кирпичныхъ коллекторовъ полученный размѣръ толщины стѣнокъ округляютъ до ближайшаго большаго числа кирпичей.

ОVOIDАЖНЫЕ коллекторы изъ кирпича рѣдко дѣлаютъ высотой меньше 2 футовъ (діам. = 1' 4"); коллекторы же доступные осмотру должны быть высотой не менѣе 4 футъ (діам. = 2' 8").

Но очевидно, что и эта высота недостаточна, а нужна такая, при которой рабочій можетъ свободно стоять въ галлерей, какъ показано на черт. 660 (стр. 707). Къ сожалѣнію высокая стоимость

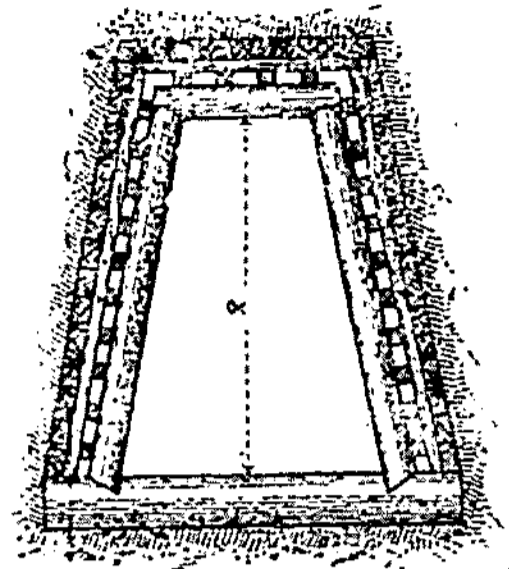
**Производство работъ по сооруженію водостоковъ.**

Черт. 786.— Укрѣпленіе туннеля при прочномъ грунтѣ.

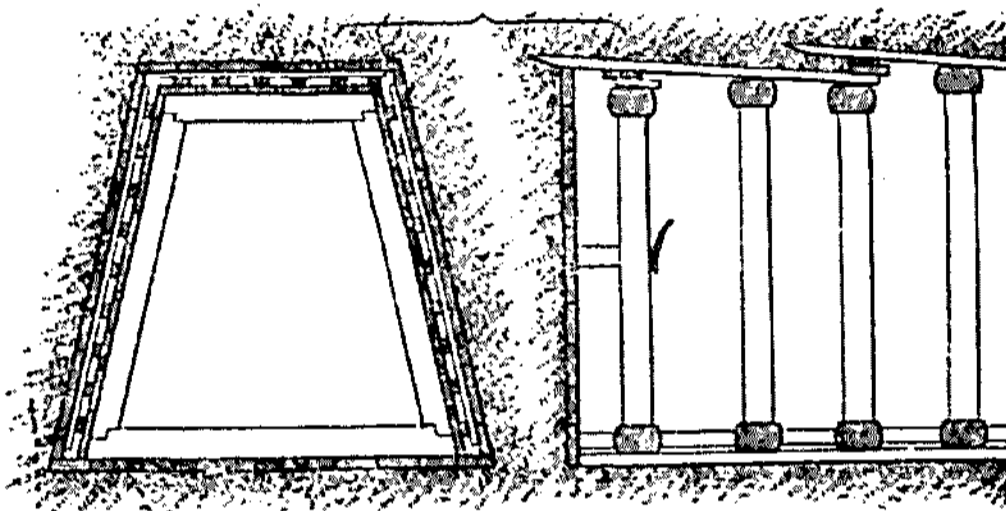


Черт. 786.

Черт. 787.— Укрѣпленіе туннеля при слабомъ грунтѣ.



Черт. 787.

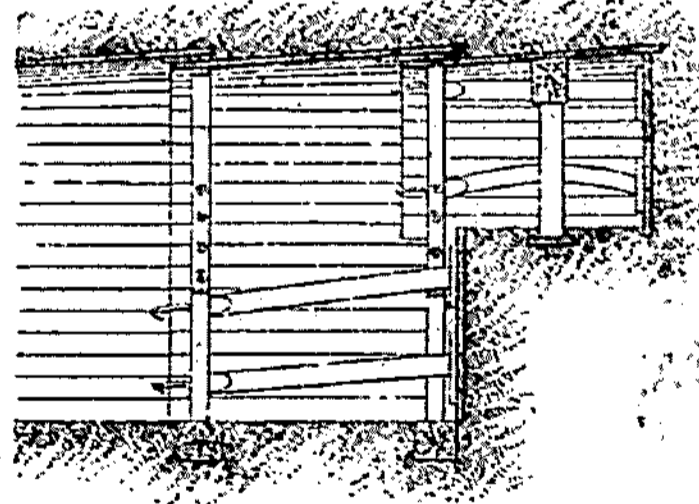
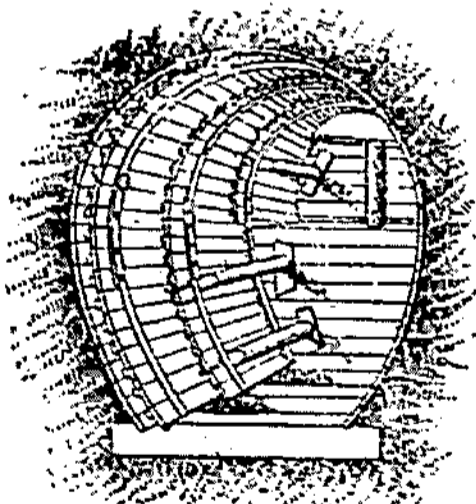


Черт. 788 и 789.

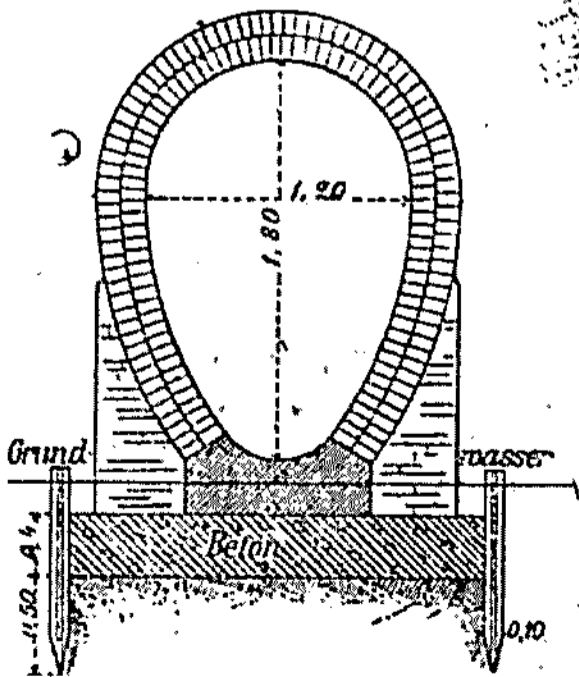
Черт. 788 и 789.— Укрѣпленіе туннеля въ плавучемъ грунтѣ.

Черт. 790 и 791.— Укрѣпленіе туннеля въ плавучемъ грунтѣ, примѣненное въ Франфуртѣ-на-Майнѣ.

Черт. 792.— Устройство основанія изъ бетона между досчатыми шпунтовыми рядами, принимаемое при больномъ притокаѣ воды.



Черт. 790 и 791.



Черт. 792.



Черт. 793 и 794.

Устройство основанія для трубопровода: продольная доска на поперечныхъ подкладкахъ въ стыкахъ и песчаная засыпка.

**Примѣчаніе.** Размѣры въ метрахъ.

такихъ большихъ галлерей дѣлаетъ ихъ мало доступными для многихъ городовъ.

Качество кирпича, какъ показали многочисленные опыты, обыкновенно возрастаетъ вмѣстѣ съ его сопротивленіемъ раздробленію. Чѣмъ кирпичъ прочнѣе относительно раздробленія, тѣмъ онъ плотнѣе, а чѣмъ плотнѣе, тѣмъ онъ менѣе проницаемъ для воды. По Б. Лэтану, дѣлавшему опыты надъ кирпичемъ, употреблявшимся для устройства коллекторовъ въ нѣкоторыхъ городахъ Англіи, оказывается, что временное сопротивленіе прессованнаго кирпича доходило до 60 пудовъ на 1 кв. дюймъ, въ особыхъ же сортахъ (common blue brick) до 80 пудовъ и даже (pressed blue brick) отъ 140 пудовъ и до 350 пудовъ. Испытанія, произведенныя въ Механическ. Лабор. И. И. П. С., показали, что въ среднемъ выводѣ временное сопротивленіе раздробленію русскаго краснаго, хорошо обожженнаго кирпича = 68 пуд. на 1 кв. дюймъ и въ исключительныхъ образцахъ доходило до 164 и даже до 180 пудовъ (полужелѣзнякъ).

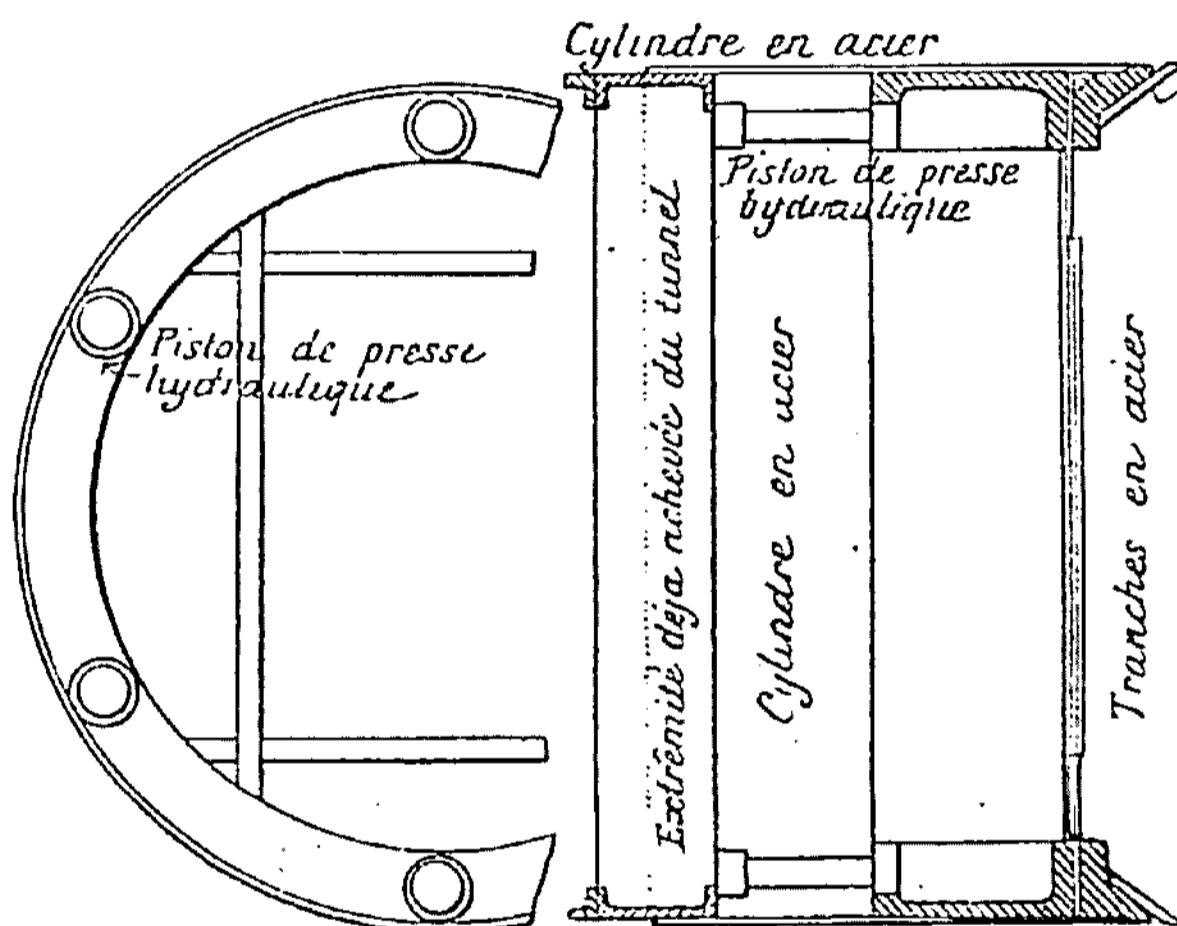
Для практическихъ испытаній кирпича можетъ служить снарядъ представленный на черт. 760 и 761.

Растворъ для кирпичныхъ коллекторовъ можетъ имѣть различный составъ въ зависимости отъ частей сооруженія. Для кладки подошвы и боковыхъ стѣнокъ слѣдуетъ употреблять растворъ изъ портландскаго цемента. На 1 часть цемента берутъ обыкновенно 3—4 части песка; для кладки же верхняго свода, котораго сточныя воды касаются лишь въ исключительныхъ случаяхъ, иногда берутъ въ цѣляхъ экономіи гидравлическую или даже обыкновенную известь, что едва ли слѣдуетъ признавать цѣлесообразнымъ.

При постройкѣ прочнаго, одинаковаго во всѣхъ сѣченіяхъ, не пропускающаго воды канала весьма важную роль играетъ качество цемента. При современномъ состояніи цементнаго производства цементъ долженъ отвѣчать всѣмъ требованіямъ самой строгой пріемки, съ условіями которой знакомитъ курсъ строительныхъ матеріаловъ. Не вдаваясь въ эти условія, укажемъ лишь на то, что для водосточныхъ галлерей слѣдуетъ предпочитать цементъ медленно схватывающій цементу быстро схватывающемуся и не забывать, что цементъ, увеличивающійся хоть немного въ своемъ объемѣ, особенно непригоденъ въ водосточныхъ галлерейхъ при кладкѣ концентрическими рядами. Не слѣдуетъ упускать изъ виду и экономической стороны

Производство работ по сооружению водостоковъ.

Канализация города Парижа.



Черт. 795 и 796.

Поперечный и продольный схематическіе разрѣзы щита для туннельныхъ работъ.

(Tranches en acier—стальной ножъ. Piston de la presse hydraulique—поршень гидравлическаго прессы. Extrémité déjà achevée du tunnel — уже оконченная часть туннеля).

См. J. Herveu—Construction des égouts. Paris, 1897.



вопроса: изъ испытаній можетъ оказаться, что выгоднѣе брать болѣе дорогой цементъ, который съ болѣе прибавкой песка подойдетъ по прочности къ прочности кирпича и потому обойдется въ растворѣ дешевле, такъ какъ нѣтъ основанія дѣлать растворъ много прочнѣе кирпича.

Песокъ, прибавляемый къ цементу, долженъ быть чистъ, не очень мелокъ и не слишкомъ крупенъ, и по возможности свободенъ отъ постороннихъ примѣсей; лучшій—кварцевый песокъ. Чистый песокъ можно прибавлять въ большемъ количествѣ къ цементу, чѣмъ не чистый, а особенно глинистый или илйстый.

Вода, прибавляемая къ смѣси цемента съ пескомъ, также должна быть по возможности чистая, безъ известковыхъ или глинистыхъ примѣсей. Вообще растворъ долженъ быть приготовленъ съ соблюденіемъ всѣхъ условій, обезпечивающихъ ему возможную прочность и водонепроницаемость.

При производствѣ кладки должно обращать особое вниманіе на то, чтобы кирпичъ былъ вполне напитанъ водою, иначе онъ отниметъ отъ раствора его влагу и слѣдовательно силу сцѣпленія.

Такъ какъ большую часть года по коллекторамъ текутъ однѣ лишь домашнія сточныя воды, покрывающія дно коллектора, во время же дождей по дну несутся твердыя частицы грязи и песокъ, царапающіе дно, то понятно, что должно быть обращено особое вниманіе на устройство подошвъ коллекторовъ. По словамъ Лэтама многіе изъ лондонскихъ каналовъ пришлось передѣлывать черезъ пять лѣтъ послѣ ихъ устройства, такъ какъ ихъ дно и даже бока были сильно изношены.

Подошву дѣлаютъ изъ штучнаго тесанаго камня, если таковой дешевле (черт. 748—752), изъ гончарныхъ или штейнгуттовыхъ, глазурированныхъ въ части *a b*, штукъ (черт. 755 — 757), очень хорошо сопротивляющихся стѣранію, изъ бетона, приготовленнаго набивнымъ способомъ (черт. 751) и изъ чугуна (черт. 753 и 754); въ послѣднемъ случаѣ съ боковъ дѣлаютъ отверстія для лучшей связи съ кладкой, но должно замѣтить, что при чугунной подошвѣ замѣчается очень сильная фильтрація (Лондонъ). Пустотами *c* (черт. 756), иногда пользуются для отведенія грунтовыхъ водъ. При соединеніи отдѣльныхъ кусковъ тесаныхъ или бетонныхъ подошвъ, между ними кладутъ смоленыя пряди пеньки *b* (черт. 752) для пред-

упрежденія фильтраціи. Подошву галлерей дѣлають также изъ лекальнаго кирпича, связываемаго отдѣльно на особыхъ кружалахъ, прикрѣпленныхъ къ козламъ (черт. 758). По прошествіи извѣстнаго времени, когда цементъ достаточно отвердѣетъ, сложенныя основанія снимають съ кружалъ и опрокинувъ кладутъ на подготовленный фундаментъ въ выкопанномъ рвѣ коллектора. Затѣмъ, какъ показано на черт. 759, укладываютъ обратную арку изъ лекальнаго кирпича (незаштрихованная часть). Длинною эти отдѣльные куски основаній дѣлають въ 3—4 кирпича.

Всѣ эти основанія, дѣлаемые на поверхности земли, значительно облегчаютъ работу по устройству коллекторовъ, не говоря о томъ, что подошва можетъ быть исполнена гораздо тщательнѣе, чѣмъ на днѣ рва. Когда подошва устроена, ведутъ кладку стѣнокъ. Для связи отдѣльныхъ концентрическихъ рядовъ кладки, иногда ее перекладываютъ кирпичами (Karlsruhe), какъ показано на черт. 751, но этого нельзя рекомендовать, въ виду того, что тогда являются сквозные швы. Для кладки устраиваютъ кружала съ опалубкой для верхняго свода (черт. 751). Ихъ снимають не ранѣе времени хорошаго отвердѣнія цемента. Для избѣжанія быстраго высыханія кладки и смягченія случайныхъ ударовъ, послѣ замыканія свода до окончательной засыпки рва полезно покрывать его сверху на  $\frac{1}{2}$ —1 фута землею.

Внутри коллектора всѣ швы должны быть расшиты чистымъ цементнымъ растворомъ.

Коллекторы изъ камня дѣлаются вообще рѣдко, такъ какъ приданіе твердымъ породамъ тѣхъ формъ, которыя нужны для коллекторовъ кладки, затруднительно и дорого; устройство же сводовъ и стѣнъ изъ мелкихъ камней по системѣ бутовой кладки дастъ поверхности, недостаточно гладкія съ неплотными швами и пр. Коллекторы изъ бутовой кладки требуютъ посему штукатурки, что въ свою очередь является источникомъ труднаго ремонта и т. д.

## § 140. Бетонные и желѣзобетонные водостоки.

Примѣры овоидальныхъ водостоковъ изъ бетона, иногда оштукатуренныхъ внутри цементомъ или облицованныхъ внутри кирпичемъ, показаны (черт. 762—765). Эти каналы въ большинствѣ случаевъ лишь при малыхъ размѣрахъ приготавливаютъ цѣльными;

обыкновенно же их дѣлаютъ изъ отдѣльныхъ частей (черт. 765), которыя сопрягаются какъ показано на томъ же чертежѣ и соединяются при укладкѣ во рвахъ цементнымъ растворомъ. Такіе каналы при хорошемъ матеріалѣ и исполненіи могутъ даже превосходить по непроницаемости кирпичные и обходиться вмѣстѣ съ тѣмъ дешевле этихъ послѣднихъ. Ихъ недостатокъ большая шероховатость стѣнъ и меньшая способность ихъ сопротивляться износу.

Коллекторы, сдѣланные изъ отдѣльныхъ штукъ, уступаютъ сплошнымъ трубамъ въ устойчивости и водонепроницаемости.

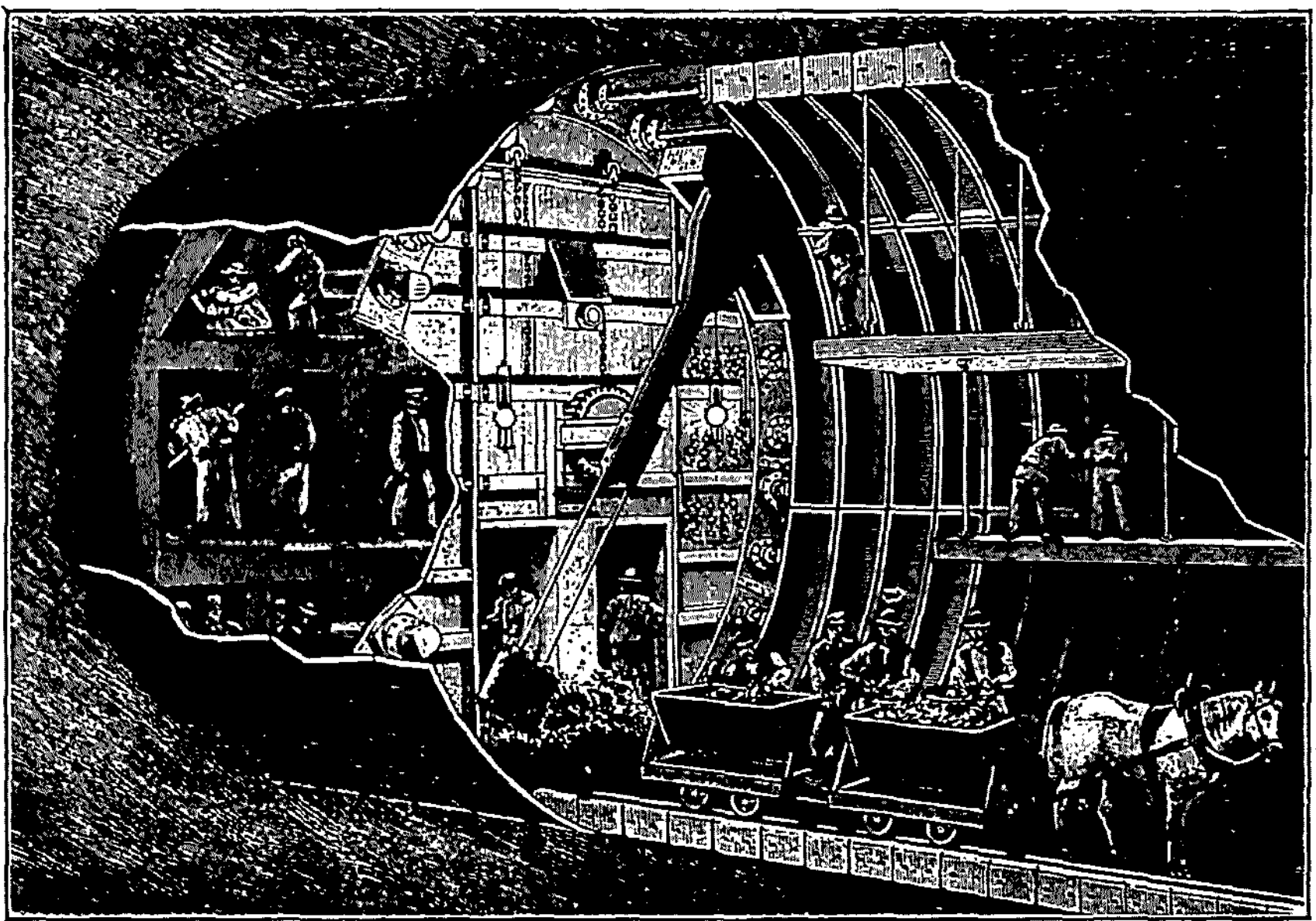
Для приготовленія бетонныхъ штукъ цементъ, сообразно съ его качествомъ смѣшиваютъ съ 2, 3 и болѣе частями песка и прибавляютъ столько воды, чтобы образовать довольно густую кашу, послѣ чего ее смѣшиваютъ съ такимъ количествомъ чистаго щебня, чтобы растворъ наполнилъ всѣ пустоты въ щебеночной массѣ. Затѣмъ бетонъ кладутъ въ соответственныя формы и уколачиваютъ трамбовками, пока на поверхности не покажется вода, что служитъ доказательствомъ достаточнаго уплотненія бетона. Въ остальномъ производство вполне схоже съ производствомъ трубъ (§ 146). Длина отдѣльныхъ штукъ зависитъ отъ размѣровъ коллектора, или вѣрнѣе отъ вѣса этихъ частей и приспособленій для подъема, перевозки и установки ихъ на мѣстѣ. Для уменьшенія шероховатости стѣнокъ, какъ было упомянуто, ихъ иногда штукатурятъ—растворомъ цемента съ мелкимъ пескомъ, но подобная штукатурка часто отваливается.

Относительно опредѣленія размѣровъ коллекторовъ изъ бетона см. § 148. Для большей увѣренности въ прочности бетонныхъ водостоконъ малыхъ сѣченій, при которыхъ вліяніе неоднородности матеріала на точность расчета существенно, рекомендуется непосредственное испытаніе прочности. Для этой цѣли можетъ служить приспособленіе, представленное на черт. 766—767.

Въ послѣднее время примѣненіе бетона для устройства водостоконъ получаетъ все большее распространеніе. Изъ бетона дѣлаютъ коллекторы очень значительныхъ сѣченій, изготовляя ихъ въ видѣ монолита прямо на мѣстѣ, подобно тому какъ это представлено для малаго сѣченія на черт. 768—769. Система Монье еще значительно увеличила пригодность бетона для описываемой цѣли. Снабжая бетонный водостокъ металлическимъ скелетомъ, можно очень увеличить прочность стѣнъ, уменьшивъ притомъ толщину ихъ. При этомъ

**Производство работъ по сооруженію водостоковъ.**

Устройство туннеля подъ рѣкой Saint-Clair.



Черт. 797.

Общій видъ щита (bouclier) и работъ по извлеченію грунта, отвозкѣ его и постройкѣ металлической одежды туннеля.

(Черт. приводится для иллюстраціи общаго характера такого рода работъ).

можно изъ бетона изготовлять трубы (качалы), способныя выдерживать значительное внутреннее давленіе (см. черт. 770—772).

При устройствѣ водостоковъ очень большого сѣченія) такія *железобетонныя* конструкции охарактеризованныя нами уже выше въ первомъ выпускѣ настоящаго труда (см. § 53) особенно цѣлесообразны. Очень интересны примѣненія этихъ конструкций, сдѣланныя въ Парижѣ при постройкѣ большого коллектора для отвода водъ на новую группу пригационныхъ полей близъ С. Жерминскаго лѣса, такъ называемаго Aqueduc d'Achères. Для подробнаго ознакомленія съ ними отсылаемъ читателя къ спеціальному изслѣдованію посвященному этому сооруженію (см. Vechmaun et Launay—Notice sur les travaux de l'aqueduc et du pasc agricole d'Achères).

### § 150. Производство работъ по сооруженію водостоковъ.

Устройство открытых водостоковъ не представляетъ никакихъ особенностей и не требуетъ дополнительныхъ свѣдѣній къ тѣмъ, которыя даютъ Общія Начала Строительнаго Искусства. Только въ совершенно исключительныхъ случаяхъ (см. черт. 799) такіе водостоки имѣютъ значительные размѣры и требуютъ для своего сооруженія особыхъ приѣмовъ и приспособленій, по эти приемы и приспособленія являются тогда тѣми, которыя примѣняются для постройки судоходныхъ каналовъ.

Иначе обстоитъ дѣло при сооруженіи подземныхъ водостоковъ.

Такъ какъ рвы, выкапываемые для укладки коллекторовъ, проходятъ по городскимъ улицамъ и слѣдовательно должны занимать по возможности меньше мѣста, то ихъ дѣлаютъ съ очень крутыми или даже отвѣсными стѣнками. Для безопасности во время работъ, чтобы земля не осыпалась, за исключеніемъ лишь рѣдкихъ случаевъ очень неглубокихъ рвовъ (черт. 773—774)—бока рвовъ укрѣпляютъ досками,—производится такъ называемая штейфовка рвовъ.

Въ хорошемъ сухомъ грунтѣ укрѣпленіе стѣнокъ производится (черт. 775—776) посредствомъ 2-хъ или 3-хъ дюймовыхъ досокъ *b*, идущихъ вдоль стѣнокъ съ промежутками и распертыхъ брусками *s* на взаимномъ разстояніи отъ 3 до 7 футъ. Клинья, помещаемые иногда между досками и распорками, служатъ для лучшаго распора и для болѣе удобной разборки подпорныхъ досокъ. Чтобы горизои-

Производство работъ по сооруженію водостоковъ.

Канализація города Парижа.



Черт. 798.

Общій видъ щита, примѣннаго при постройкѣ  
коллектора Сісху въ Парижѣ.

тальные доски не скользили внизъ при отвѣсныхъ стѣнкахъ рва, между двумя послѣдовательными досками вставляютъ куски дерева *b* (черт. 783).

Въ болѣе плохомъ или песчаномъ грунтѣ обѣ боковыя стѣнки должны быть сплошь обдѣланы досками (черт. 782) и расперты брусками *s*, упирающимися на вертикальные бруки *v*, которые придерживаютъ доски *a*. Для поддержанія распорокъ прибиваютъ брусочки *k* (черт. 783).

При большихъ сооруженіяхъ вмѣсто деревянныхъ, изъ экономическихъ соображеній, распорки дѣлаютъ иногда желѣзными (черт. 779) съ винтомъ. Вставивъ подобную распорку между стѣнками рва и дѣйствуя аншпугомъ, вложеннымъ въ отверстіе *l*, можно распереть доски съ желаемой силой. Такія распорки особенно удобны для временнаго укрѣпленія рва при производствѣ работъ по его устройству, пока еще ходъ работъ не позволяетъ установить постоянныхъ распорокъ.

Разстоянія между распорками должны быть таковы, чтобы между ними можно было опустить на дно рва самыя большія части воздвигаемаго коллектора, напр.: при кирпичныхъ—ихъ основанія, при бетонныхъ, состоящихъ изъ трехъ частей,—ихъ сводъ.

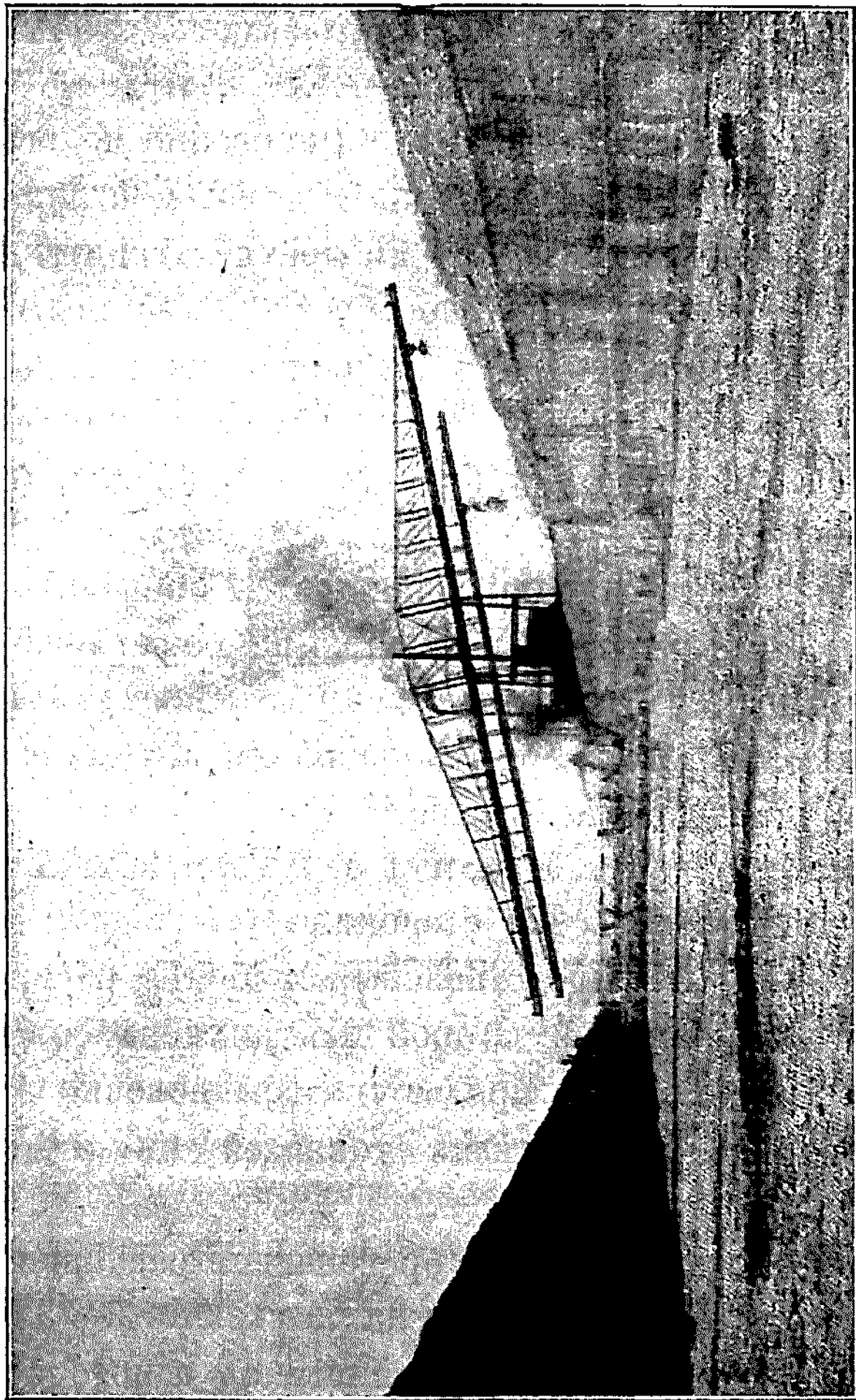
Описаннымъ способомъ обдѣлки, при сухомъ грунтѣ можно пользоваться во рвахъ довольно значительной глубины. Такъ, въ Лондонѣ подобный способъ примѣнялся во рвахъ до 34,5 футъ глубиною. Но если ровъ опускается ниже уровня грунтовыхъ водъ, то обыкновенно приходится прибѣгать къ другому способу.

Въ нижней части рва, отъ уровня грунтовыхъ водъ забиваютъ рядъ шпунтовыхъ досокъ (черт. 784), обыкновенно 3", съ плотной припазовкой во избѣжаніе просачиванія грунта при выкачиваніи воды. Шпунтовый рядъ не слѣдуетъ забивать очень глубоко въ землю, особенно если его затѣмъ надо будетъ удалить:—чтобы не случилась осадка грунта подъ каналомъ. Когда шпунтовый рядъ сдѣланъ, вырываютъ до нужной глубины землю и выкачиваютъ грунтовую воду. Если ея притокъ очень силенъ и выкачать до суха воду нельзя, то на дно между шпунтовыми рядами кладутъ слой бетона отъ 1½ до 3 футъ толщиною, послѣ чего обыкновенно бываетъ уже не трудно выкачивать воду (черт. 792).

Обдѣлка рвовъ во всю вышину вертикальными досками (черт.

**Производство работъ по сооруженію водостоковъ.**

**Канализація города Чикаго.**



Чорт. 799.

Сооруженіе грандіознаго водосточнаго канала для оздоровленія города Чикаго (каналъ будетъ служить и для судоходства).

Каналъ прорѣзываетъ водораздѣль овера Мичиганъ и рѣки Иллинойсъ и долженъ пропускать воды озера въ эту рѣку. Длина канала около 38 верстъ. Ширина по дну — 150 фут. въ окла- листомъ и 202 въ зомлянномъ грунтѣ. Стоимость работъ болѣе 21 милліона долларовъ.



777, 778, 780, 781 и 785), какъ болѣе неудобная и дорогая, дѣлается лишь по необходимости, обыкновенно, при слабомъ грунтѣ, пропитанномъ водою, или если ровъ имѣетъ небольшія измѣренія въ планѣ, напр. ровъ для кладки въ немъ колодца. Главныя неудобства вертикальной обдѣлки:—необходимость имѣть доски равной длины; необходимость ихъ вколачивать въ грунтъ по мѣрѣ углубленія рва, причемъ доски портятся; необходимость при глубокихъ выемкахъ ставить лишнія доски по всей высотѣ, чтобы внизу препятствовать вываливанію грунта сквозь щели и т. д.

Земля, вынимаемая изъ рва, кладется обыкновенно по его краямъ, гдѣ и остается лежать до засыпки рва и отвозки излишка отъ мѣста работъ. Если почему либо нельзя на время стѣснить движеніе экипажей, то вынутая земля (по способу Сагсон'а) подымается со дна рва въ бадьяхъ, которыя затѣмъ по протянутымъ надо рвомъ канатамъ, отправляются къ верхнему концу рва, гдѣ земля изъ бадей служитъ для засыпки уже выстроеннаго тамъ канала, или же увозится отсюда прочь.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда каналы приходится проводить очень глубоко подъ землею, такъ что ихъ постройка не можетъ быть произведена въ открытыхъ рвахъ или обошлась бы слишкомъ дорого, прибѣгаютъ къ тоннелямъ. Въ твердыхъ породахъ внутренія укрѣпленія при этомъ обыкновенно не бываютъ нужны. Если же грунтъ слабъ, то приходится укрѣплять бока или верхъ тоннеля, а иногда нерѣдко укрѣплять тоннель со всѣхъ сторонъ.

На чертежахъ 786 и 787 представлены наиболѣе распространенные способы обдѣлки тоннелей: второй изъ нихъ въ болѣе слабомъ грунтѣ. Форма тоннелямъ придается обыкновенно трапециoidalная. Особенно трудна обдѣлка тоннелей въ плавучихъ породахъ.

Расположенныя въ формѣ трапеціи бревенчатыя распорки (черт. 786—789) располагаются другъ отъ друга на разстояніи 2—3 фута и съ помощью клиньевъ поддерживаютъ заостренныя съ одного конца 3' доски и землю. Эти продольныя доски захватываются по крайней мѣрѣ двумя распорками и вдвигаются наискось, такъ что въ продольномъ разрѣзѣ обдѣлка имѣетъ видъ ряда усѣченныхъ пирамидъ, большое основаніе которыхъ направлено къ концу тоннеля, также непременно обдѣланнаго досками. Продольныя доски причерчиваются

параллельно и лишь угловые срѣзываются наискось, соотвѣтственно пирамидальной формѣ обдѣлки. Чтобы клинья дѣйствовали лучше и чтобы грунтъ не высыпался, сверху клиньевъ кладутъ поперечныя доски.

Во Франкфуртѣ на Майнѣ былъ примененъ способъ обдѣлки, показанный на черт. 790 и 791.

Въ подобныхъ туннеляхъ возводятъ каналъ и заполняютъ боковыя пазухи хорошимъ матеріаломъ, напримѣръ кирпичной кладкой и т. п.

По другому способу укладка водосточныхъ коллекторовъ при глубокомъ заложении въ плавучихъ породахъ можетъ быть достигнута при помощи замораживанія грунта (Poetch. Das Gefrierverfahren).

Въ послѣднее время получилъ распространение особый способъ производства туннельныхъ работъ при посредствѣ подвижныхъ металлическихъ крѣпей, называемыхъ щитомъ (bouclier). Способъ этотъ понятенъ въ своихъ основныхъ чертахъ изъ чертежей 795—798. Онъ нашелъ себѣ обширныя применения при постройкѣ новѣйшихъ коллекторовъ въ Парижѣ и имѣетъ обширную специальную литературу (см. въ числѣ другихъ *Legonçz-Emploi du Bouclier*).

Когда ровъ или туннель выкопанъ, приступаютъ къ устройству основанія и кладкѣ самаго коллектора. Если его приходится класть на плотномъ, сухомъ грунтѣ, то вполне прочнымъ основаніемъ будутъ 2—3 ряда кирпичей, положенныхъ плашмя въ перевязку на гидравлическомъ растворѣ или цементѣ. Въ умеренно плохихъ грунтахъ обыкновенно бываетъ достаточно устроить ростверкъ съ опалубкой въ 3" досокъ (черт. 748 и 749). Если есть опасеніе сильнаго опусканія уровня грунтовыхъ водъ ниже основанія, то коллекторъ лучше построить прямо на слоѣ бетона. Въ сильно болотистыхъ грунтахъ, что можетъ впрочемъ встрѣтиться рѣдко, приходится прибѣгать къ забивкѣ свай, а иногда даже и къ арочнымъ основаніямъ.

Для болѣе легкаго и вѣрнаго выполненія кладки кирпичнаго коллектора, его нижняя часть, какъ было сказано выше, дѣлается въ видѣ отдѣльныхъ кусковъ (внѣ рва) изъ кирпича, бетона, гончаровъ или штейнгута, и затѣмъ кладется на выровненное основаніе, послѣ чего производится кладка съ соблюденіемъ вышеприведенныхъ пра-

вилъ. Здѣсь будетъ не лишнимъ замѣтить, что употребленіе гончарныхъ и штейпгутовыхъ основаній не можетъ быть рекомендовано при песчаномъ грунтѣ такъ же, какъ нельзя рекомендовать при подобномъ грунтѣ укладку дренажныхъ трубъ подъ бетонный слой фундамента, такъ какъ и штейпгутовые штуки, и дренажныя трубы скоро наполняются пескомъ, вымываемымъ изъ подъ основанія, и тогда легко можетъ произойти осадка самаго канала. При штейпгутовыхъ основаніяхъ (черт. 755 — 757), чрезъ ихъ стыки въ коллекторъ проникаетъ вмѣстѣ съ грунтовой водой также мелкій песокъ, чего отнюдь не должно допускать. Вообще каналы, сдѣланные въ Англіи на подобныхъ штейпгутовыхъ основаніяхъ, не дали особенно хорошихъ результатовъ.

Пустое пространство, остающееся около основанія и боковыхъ стѣнокъ коллектора, большею частью заполняется кирпичной кладкой, идущей до  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{3}{4}$  его высоты (черт. 748). Этимъ каналъ дѣлается болѣе устойчивымъ, и давленіе на нижележащій слой земли передается болѣе равномерно. При болѣе слабыхъ грунтахъ боковую кладку къ низу уширяютъ (черт. 749).

Съ одинаковой заботливостью въ выполненіи слѣдуетъ относиться и къ устройству основаній для небольшихъ трубчатыхъ водосточныхъ проводовъ, такъ какъ они еще менѣе прочны, чѣмъ большіе каналы, слѣдовательно и небольшая осадка отзовется на нихъ серьезно. Въ сухомъ, плотномъ (не наносномъ) грунтѣ трубы вполне безопасно кладутся на слой песка, которымъ выравнивается дно канавъ. На грунтѣ средняго качества для основанія употребляютъ доски, подъ стыки которыхъ кладутъ пластины или поперечные куски досокъ; сверху насыпаютъ слой песка и на него уже укладываютъ трубы (черт. 793—794), или же поперекъ канавы въ ея дно забиваютъ рядъ досокъ съ полукруглыми выемками, соответствующими наружному діаметру трубы, и на нихъ укладываютъ трубы. На грунтѣ плохого качества трубы укладываютъ на слой бетона, выровненный пескомъ.

Засыпка рвовъ послѣ устройства коллекторовъ должна производиться осторожно, и въ глинистой почвѣ полезно ихъ засыпать предварительно хотя бы на одинъ аршинъ пескомъ.

При устройствѣ коллекторовъ нужно путемъ многократныхъ нивелировокъ убѣдиться въ томъ, что паденіе стока отвѣчаетъ проект-

ному. Тщательность въ выборѣ матеріаловъ и исполненія работъ по укрѣпленію подошвы и самой кладки здѣсь еще важнѣе, чѣмъ при надземныхъ постройкахъ. Исправленія и передѣлки, причина которыхъ чаще всего кроется въ нарушеніи этой тщательности и которыя приходится производить во время дѣйствія канализаціи, технически очень трудны и сопряжены съ значительными денежными затратами.

---

## ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

# Общеплавная система. Приборы и дополнительные устройства.

СОДЕРЖАНИЕ: § 151. Патрубки.—§ 152. Соединительные колодцы въ трубопроводахъ.—§ 153. Соединенія оводальныхъ коллекторовъ.—§ 154. Смотровые колодцы.—§ 155. Ливнеотводы.—§ 156. Пересѣченія съ газо- и водо-отводными трубами.—§ 157. Дюкеры или сифоны. — § 158. Приспособленія для дренажа почвы.

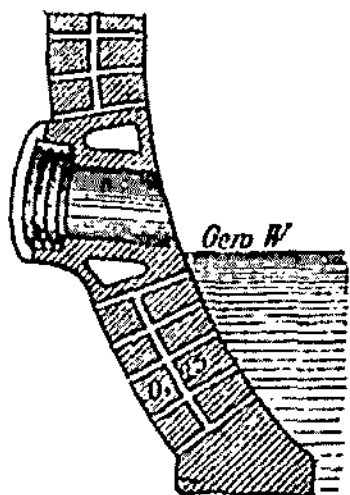
### § 151. Патрубки.

Одновременно съ укладкой уличныхъ водостокѡвъ круглаго или оводального сѣченія слѣдуетъ приготовить мѣста для будущихъ соединеній съ домовыми приборами и уличными дождевыми приѣмниками, черезъ посредство которыхъ въ каналы поступаютъ домовыя и дождевыя воды.

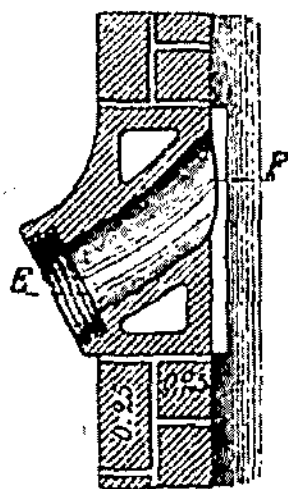
Для соединеній круглыхъ коллекторовъ съ домовыми проводами и дождевыми приѣмниками, въ линію круглыхъ трубъ вставляются звенья съ патрубками, составляющими одно цѣлое съ самою трубою (черт. 730).

Для подобныхъ же соединеній оводальныхъ коллекторовъ, въ ихъ стѣнки закладываются особаго рода гончарные, штейнгутовые (черт. 800 и 801) или цементные патрубки. Если патрубокъ будетъ служить для соединенія съ домовыми проводами, то его закладываютъ немного выше уровня сточныхъ водъ въ сухую погоду, или чаще—на линіи пять верхняго свода. Если патрубокъ будетъ служить для принятія трубы отъ дождеваго приѣмника, то его всегда слѣдуетъ закладывать на линіи пять верхняго свода. Уголъ оси патрубка съ осью коллектора не долженъ быть великъ; самое практичное — уголъ въ  $60^\circ$ ; при большемъ углѣ — теченіе въ главномъ

Соединенія водостоконъ.



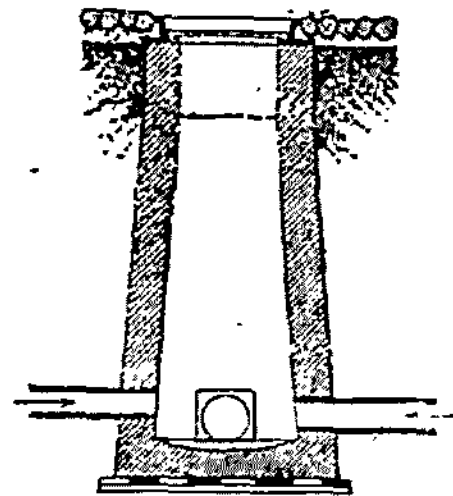
Черт. 800.



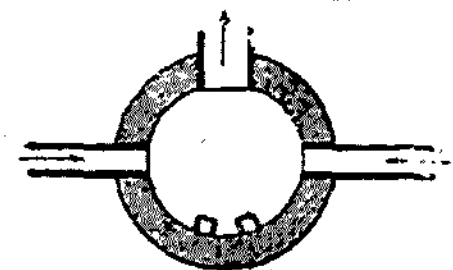
Черт. 801.

Вертикальный в горизонтальный разръзъ стѣнки кирпичнаго водостока въ мѣстѣ соединенія его съ круглымъ гончарнымъ или штейнгутовымъ.

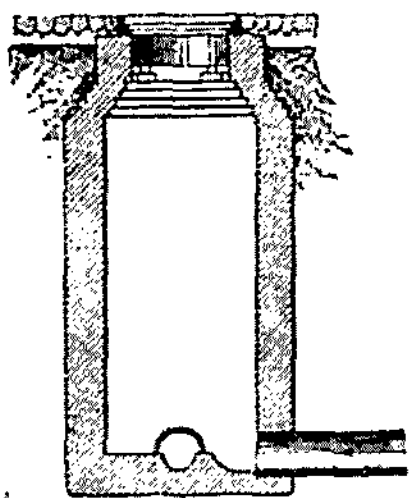
Черт. 802.



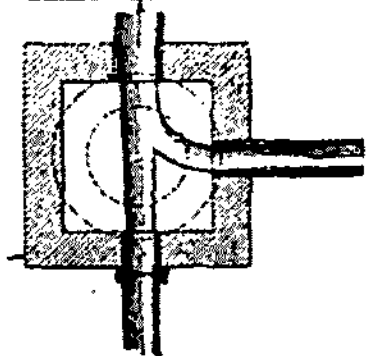
Черт. 803.



Черт. 804.  
Разръзъ.

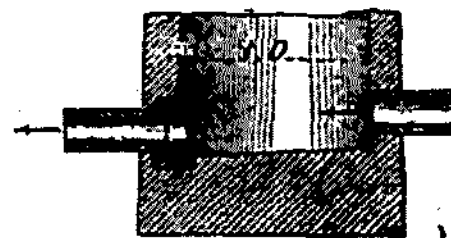


Черт. 805.  
Планъ.

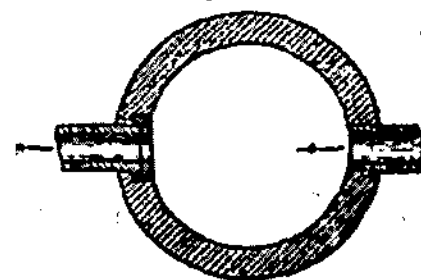


Черт. 800—811.—Различные случаи соединенія трубопроводовъ посредствомъ колодезь.

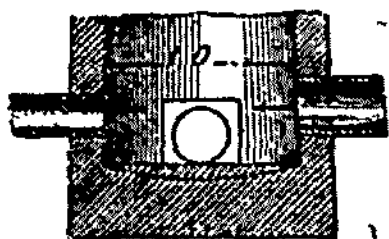
Черт. 806.  
Разръзъ.



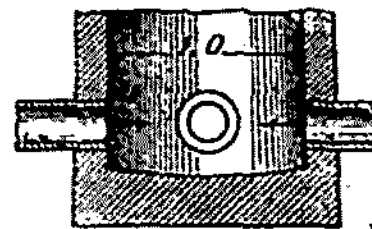
Черт. 807.  
Планъ.



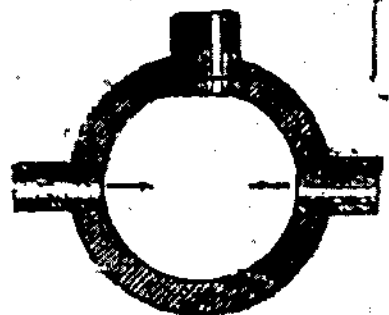
Черт. 806.  
Разръзъ.



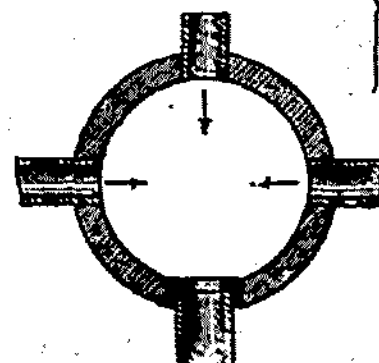
Черт. 810.  
Разръзъ.



Черт. 809.  
Планъ.



Черт. 811.  
Планъ.



Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ. Черт. 802—805 изъ соч. Греча и Чижова.

стокъ встрѣчаетъ значительное препятствіе въ притекающей струѣ изъ боковой трубы, при меньшемъ — патрубковъ выходитъ неудобно-исполнимой формы.

Такъ какъ при проектированіи канализаціи имѣется въ виду соединить хотя бы современемъ всѣ дома съ уличными водостоками, то при исполненіи проекта патрубки для домовыхъ проводовъ закладываются въ уличные коллекторы противъ воротъ каждаго жилого участка и до устройства домовыхъ проводовъ закрываются деревянными, или лучше гончарными пробками (подобно тому какъ на черт. 731), и сверху замазываются.

### § 152. Соединительные колодцы въ трубопроводахъ.

Соединенія круглыхъ коллекторовъ между собою въ уличной канализаціи дѣлаются при помощи колодцевъ круглой, прямоугольной или многогранной формы въ планѣ (черт. 802—811). Большихъ перепадовъ въ колодцахъ слѣдуетъ избѣгать, такъ какъ при этомъ изъ сточной воды выдѣляется много газовъ. Если примыкающія къ колодцу трубы лежатъ приблизительно въ одной плоскости, то на днѣ иногда устраиваютъ желобки, направляющіе теченіе въ сухую погоду (черт. 804 и 805). Соединенія овоидальныхъ съ круглыми (уличными) коллекторами дѣлается чаще всего посредствомъ колодцевъ, подобныхъ вышеописаннымъ.

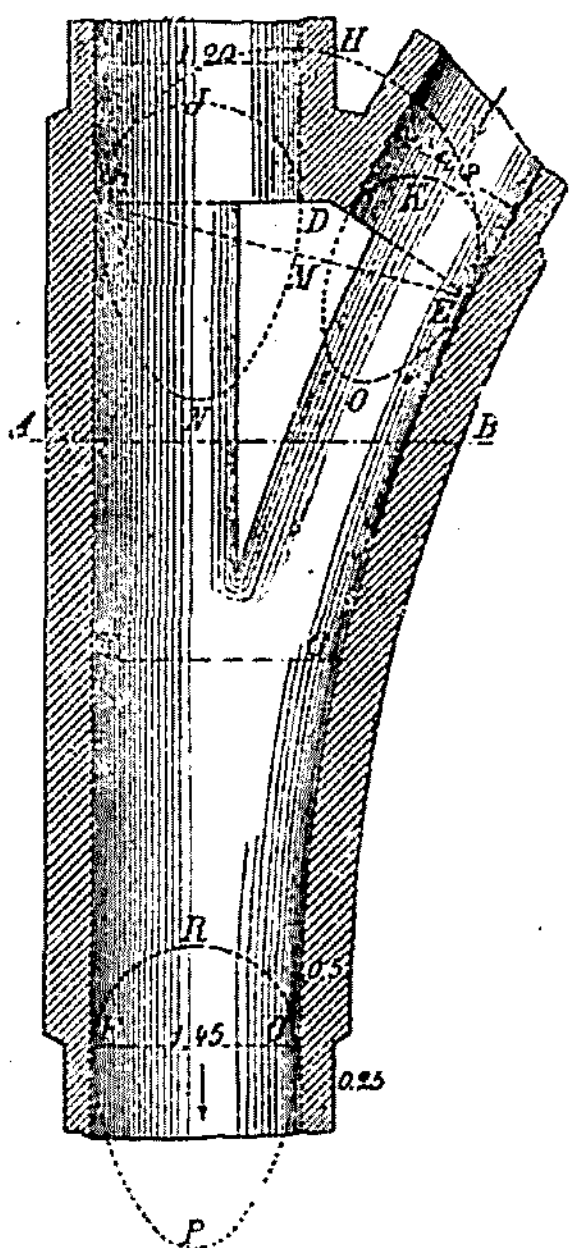
### § 153. Соединеніе овоидальныхъ коллекторовъ.

Соединенія овоидальныхъ коллекторовъ между собою дѣлаются при помощи трубчатыхъ сводовъ или посредствомъ соединительныхъ колодцевъ.

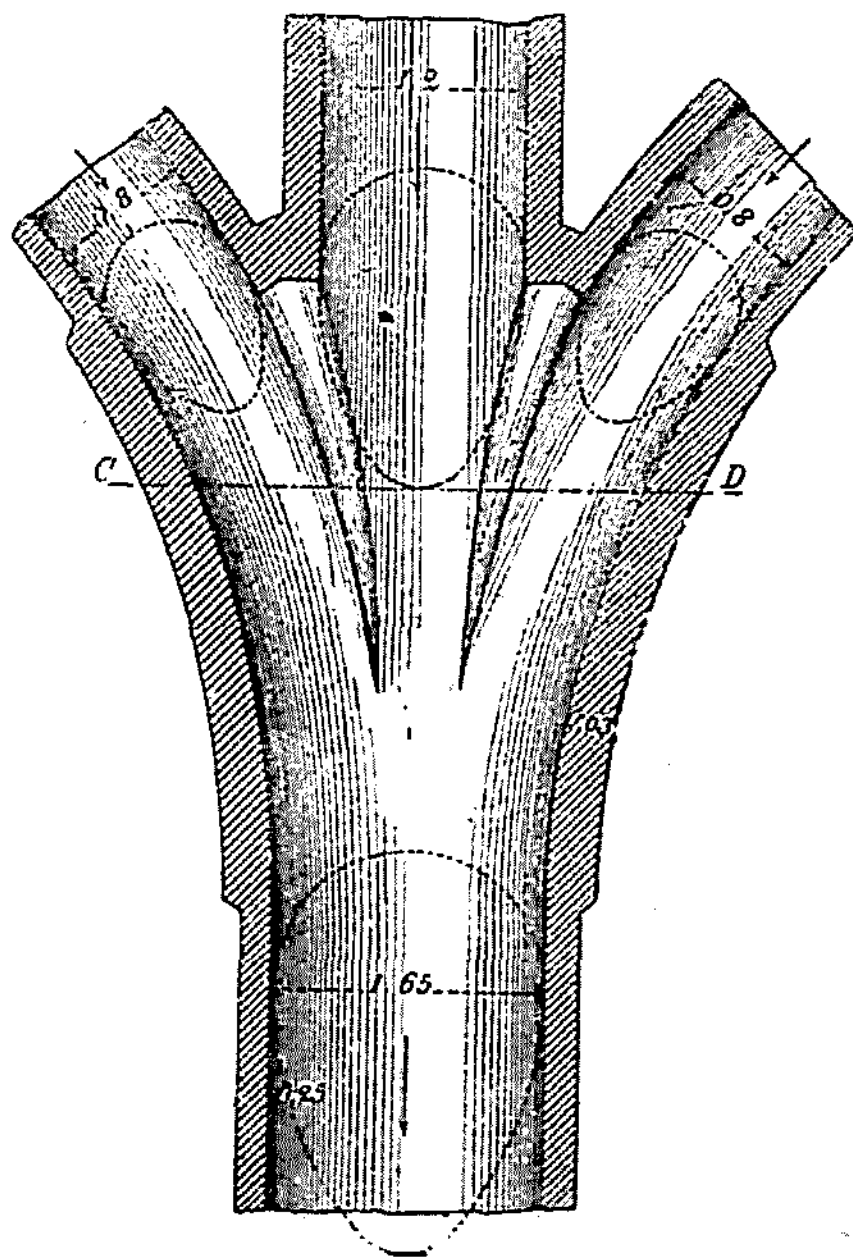
Соединеніе трубчатымъ сводомъ, показанное на черт. 812, 813, 814, 815 и 816, производится по кривымъ, радіусомъ не менѣе 20—30 футъ, причемъ между соединяемыми галлереями дѣлаются небольшие хребты, которые направляютъ теченіе и занимаютъ какъ разъ тѣ мѣста, гдѣ болѣе всего могли бы начать образовываться осадки.

Подожвы главныхъ коллекторовъ въ мѣстахъ соединенія располагаются такъ, чтобы уровни водъ въ сухую погоду лежали въ одной плоскости. Если къ главному коллектору примыкаетъ второстепенный,

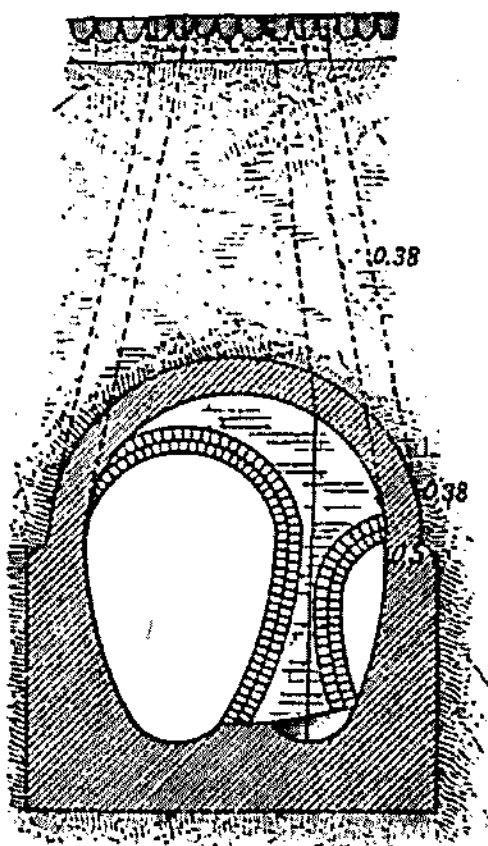
Соединенія водостоконъ.



Черт. 812.—Планъ.

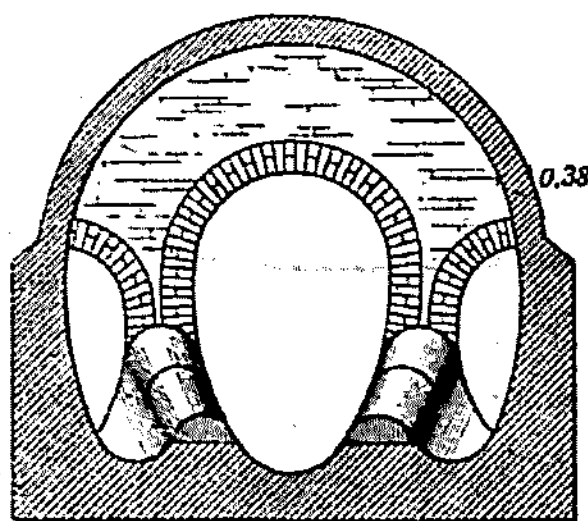


Черт. 814.—Планъ.



Черт. 813.—Разрѣзъ.

Черт. 812 — 815. — Соединеніе 2 и 3  
кирпичныхъ коллекторовъ трубчатымъ  
сводомъ.



Черт. 815.—Разрѣзъ.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.



то подошва этого послѣдняго подымается нѣсколько выше уровня обыкновенныхъ сточныхъ водъ въ главномъ коллекторѣ, или же подшвы располагаютъ такъ, чтобы линія пять верхнихъ сводовъ обоихъ коллекторовъ лежала на одной прямой. Въ настоящее время соединеній трубчатыми сводами иногда избѣгаютъ вслѣдствіе трудности ихъ исполненія и дороговизны. Во всякомъ случаѣ подобнаго рода соединенія слѣдуетъ устраивать лишь на коллекторахъ доступныхъ осмотру (не ниже 4').

Соединеніе овоидальныхъ коллекторовъ при помощи колодцевъ слѣдуетъ допускать лишь когда концы коллекторовъ сходятся между собою подъ угломъ не болѣе  $60^\circ$ . Колодцы эти представляютъ изъ себя камеру, въ которую входятъ соединяемые каналы; камера перекрыта сводомъ и сверху снабжена лазомъ. Дно камеры дѣлается желобчатымъ для лучшаго направленія теченія. Соединительныя камеры можно разматривать какъ упрощеніе соединеній трубчатымъ сводомъ, но эти послѣднія несомнѣнно гораздо лучше и дѣйствуютъ болѣе правильно.

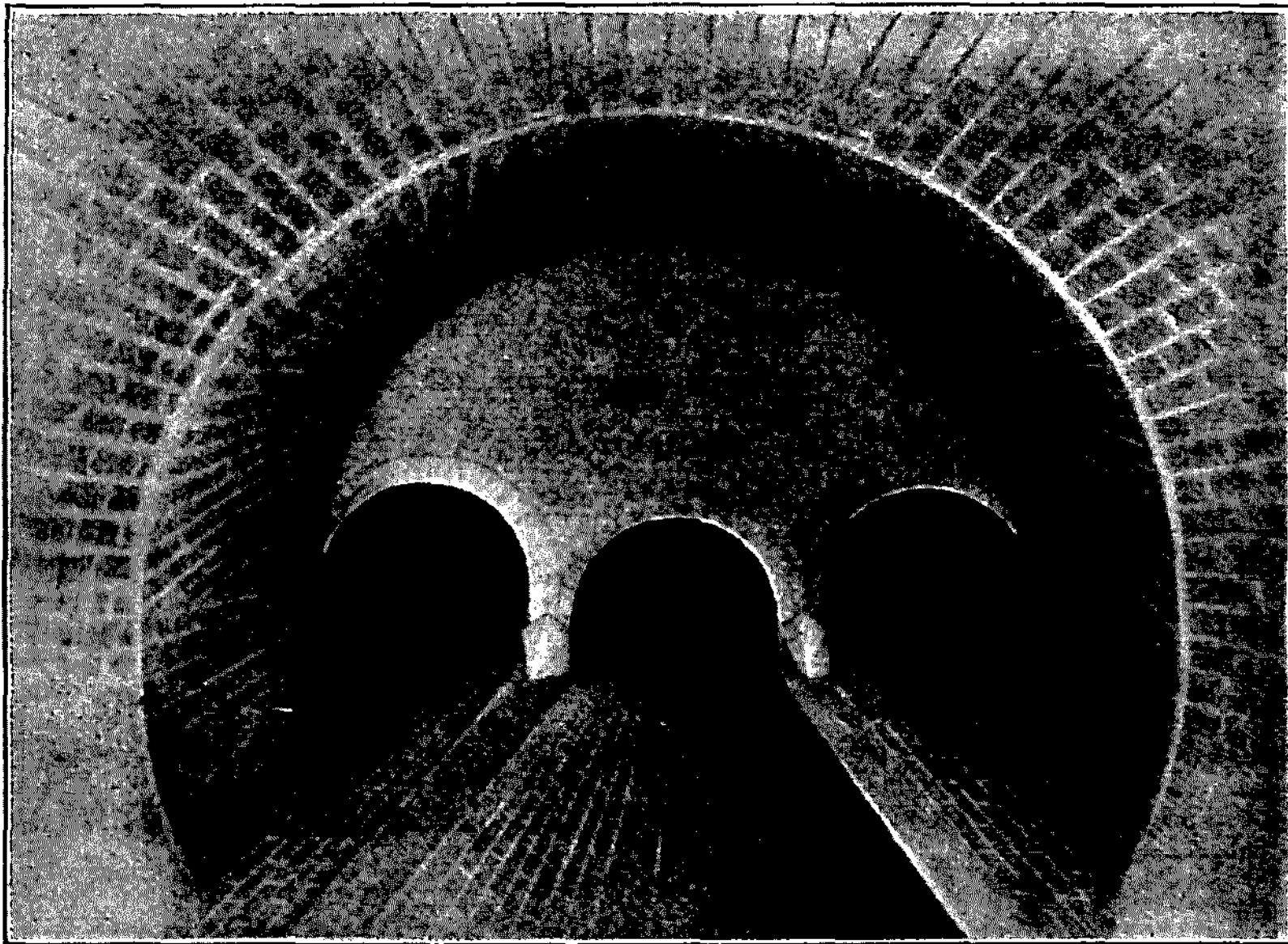
Всякое соединеніе уличныхъ коллекторовъ между собою, круглыхъ или овоидальныхъ, должно быть снабжено смотровымъ колодцемъ для возможности наблюденія за правильностью протока воды. Поэтому, если соединеніе устраивается помощью колодца, то этотъ соединительный колодезь служить въ то же время и смотровымъ.

Если соединеніе сдѣлано помощью трубчатаго свода, то оно также непременно должно быть снабжено смотровымъ колодцемъ, или этотъ послѣдній долженъ находиться вблизи. Вотъ почему соединительные колодцы даже небольшихъ коллекторовъ, не доступныхъ для ходьбы по нимъ, устраиваются такихъ размѣровъ, чтобы въ нихъ могъ помѣститься рабочій. Какъ размѣры, такъ и нѣкоторыя детали устройства соединительныхъ колодцевъ аналогичны съ смотровыми (§ 154).

Цѣлесообразное и правильное соединеніе коллекторовъ въ планѣ и въ профили имѣютъ огромное значеніе. Нужно всячески стремиться къ тому, чтобы движеніе воды въ коллекторахъ было возможно плавно и чтобы она не встрѣчала сопротивленій, которыя могутъ быть устранены. Мѣстныя условія уклона и плана (угловъ между линіями коллекторовъ) и т. д. играютъ здѣсь большую роль. Дать

**Соединеніе водостокѡвъ.**

Канализація города D etroit (С. А. С. Шт.).



Черт. 816.

Внутренній видъ сводчатаго соединенія трехъ кол-  
лекторовъ въ одинъ.

(Изъ журнала Municipal Engineering, Nov. 1900).

указанія общія, годныя для всякихъ случаевъ нельзя. Нужно, чтобы инженеръ самымъ серьезнымъ образомъ изслѣдовалъ тѣ частные случаи, которые представляются его рѣшенію. Полезными указаніями могутъ быть чертежи исполненныхъ канализацій. Цѣныныя данныя заключаются также въ сочиненіи *Jules Hervieu — Traité pratique de la construction des égouts* (Paris. 1897).

### § 154. Смотровые колодцы.

Смотровые колодцы, устраиваемые на всемъ протяженіи водосточной сѣти, служатъ для наблюденія за исправностью дѣйствія и состоянія уличныхъ коллекторовъ и для ихъ вентиляціи. Последнее назначеніе будетъ разсмотрѣно ниже въ главѣ о вентиляціи стоковъ; пока же мы будемъ ихъ разсматривать, какъ шахты, служащія для выхода рабочихъ.

При трубчатыхъ проводахъ смотровые колодцы дѣлаютъ въ планѣ круглой, прямоугольной или многоугольной формы.

Наиболѣе удачная, въ смыслѣ устойчивости, форма — круглая (черт. 802 и др.), и при такой формѣ, если грунтъ не слишкомъ плохъ, толщину стѣпокъ при небольшихъ глубинахъ колодцевъ (до 7 футъ) вполне достаточно дѣлать толщиной въ 1 кирпичъ.

Размѣры внутри, какъ и всякаго смотрового колодца, должны быть таковы, чтобы рабочій, вошедшій въ него для осмотра и очистки трубъ, могъ тамъ двигаться, для чего нужна ширина по низу въ  $3\frac{1}{2}$ , а по верху  $2\frac{1}{2}$  фута.

Если количество осадковъ, влекомыхъ по круглымъ коллекторамъ, очень велико, то дно смотровыхъ колодцевъ иногда углубляютъ дюймовъ на 6 ниже подошвы трубъ для того, чтобы тамъ могли отлагаться песокъ и вообще тяжелыя нерастворимыя частицы сточныхъ водъ. Въ овоидальныхъ каналахъ подобное устройство совершенно не нужно.

Въ смотровыхъ колодцахъ овоидальныхъ коллекторовъ различаютъ два главныхъ типа:

- 1) боковые колодцы, которые примыкаютъ къ каналу сбоку;
- 2) вертикальные колодцы, располагаемые надъ верхнимъ сводомъ канала.

Первый типъ (черт. 817 и 818) обходится дорого, почему въ

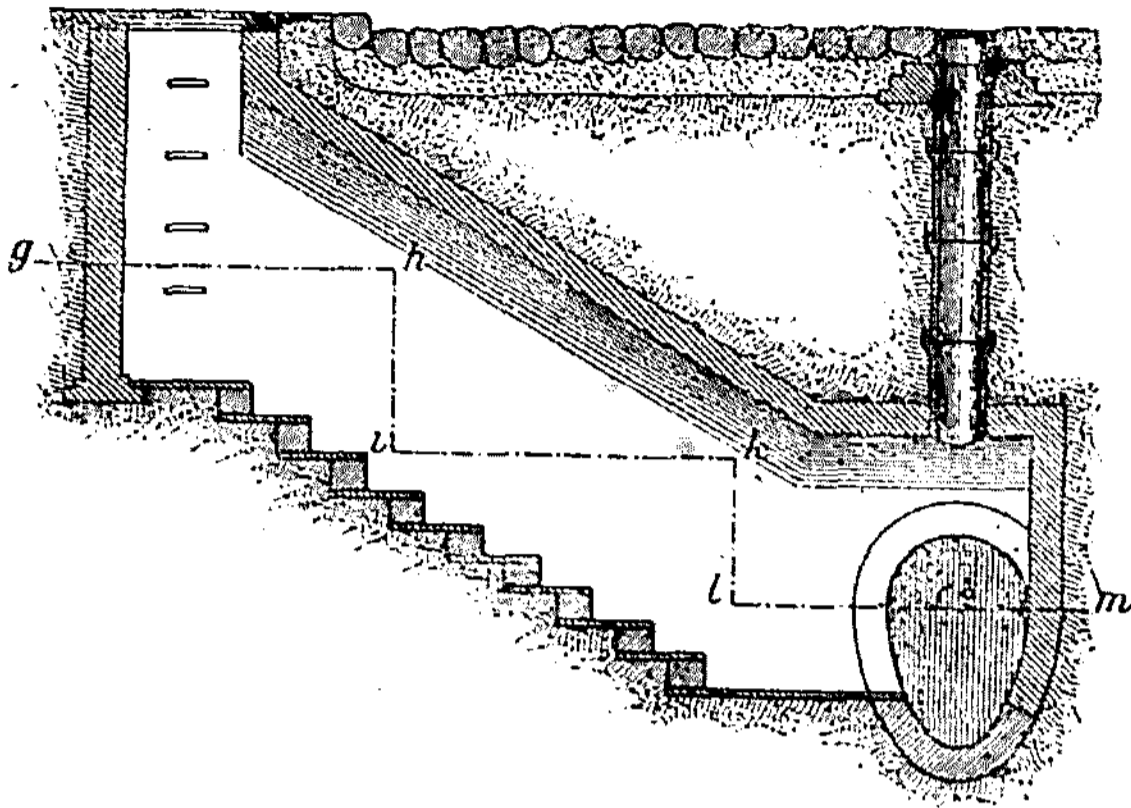
настоящее время его примѣняютъ лишь на улицахъ съ очень сильнымъ движеніемъ, когда входъ въ шахту по среднѣй улицы былъ бы затруднителенъ. Какъ видно изъ чертежа, въ мѣстѣ соединенія бокового хода съ коллекторомъ сѣченіе канала сразу увеличивается, что при дождяхъ, когда уровень высокъ и сточная вода разливается по боковому ходу, способствуетъ образованію водоворотовъ и осажденію грязи, которая послѣ спада воды легко можетъ придти въ броженіе и гніеніе, почему и должна быть тщательно удаляема.

Этого недостатка не имѣютъ вертикальные смотровые колодцы. Въ небольшихъ каналахъ они ставятся прямо на боковыхъ стѣнкахъ (чер. 819 — 821). Въ большихъ каналахъ колодезь ставится на верхній сводъ коллектора (черт. 822 и 823). Въ горизонтальномъ разрѣзѣ эти колодцы представляютъ обыкновенно квадратъ или прямоугольникъ, которые по мѣрѣ приближенія къ верху переходятъ въ кругъ. Въ мѣстахъ соединенія съ колодцами боковыя стѣнки коллекторовъ утолщаются, чтобы дать болѣе крѣпости соединенію и самому колодцу, который дѣлаютъ толщиной не менѣе одного кирпича. Внутри съ одной стороны колодца въ его стѣну вдѣлываютъ чугунныя или желѣзныя ступеньки, одинъ изъ типовъ которыхъ представленъ съ его размѣрами на черт. 824 и 825. Эти ступеньки служатъ для входа и выхода рабочихъ изъ колодца.

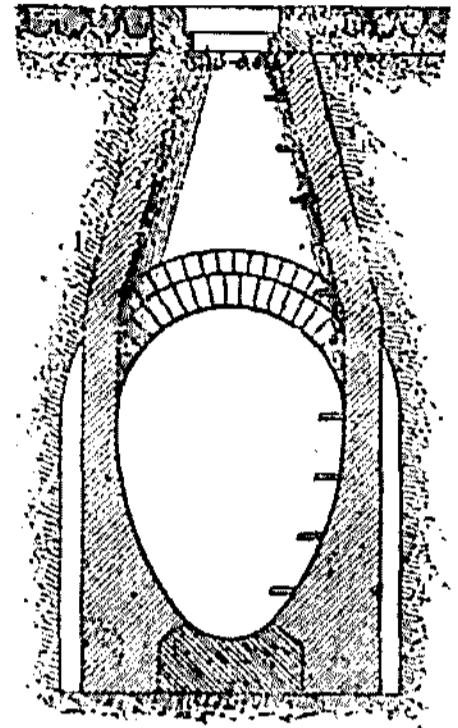
Сверху всѣ смотровые колодцы закрываются чугунными крышками, входящими въ такую же раму (см. черт. 829—836). Діаметръ крышки, если она круглая, для возможности входа долженъ быть не менѣе 20". Если крышка овальная, то болѣе діаметръ долженъ быть не меньше 24", а меньшій—15". Черт. 835 и 836 показываютъ устройство очень удачнаго типа чугунной крышки англійской системы. По краямъ эта крышка снабжена отверстіями, а въ среднѣй въ нее вставлены деревянные шашки, выдающіяся на  $\frac{3}{4}$ " для смягченія ударовъ колесъ экипажей о крышку. Когда крышка снята, для предупрежденія несчастій съ прохожими, необходимо ограждать люкъ колодца. Изъ многочисленныхъ типовъ ограждающихъ рѣшетокъ одинъ показанъ на черт. 828.

Разстоянія отъ одного смотрового колодца до другого дѣлаются: при трубчатыхъ коллекторахъ — отъ 30 до 40 саж., при овоидальныхъ второстепенныхъ — отъ 40 до 70 саж., при главныхъ — отъ 70 до 100 саж. Слѣдуетъ, однако, стремиться къ сокращенію этихъ

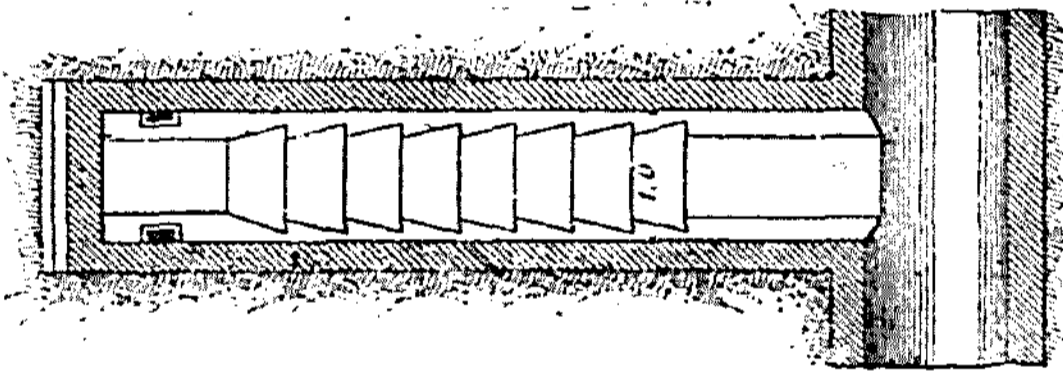
Смотровые колодцы.



Черт. 817.

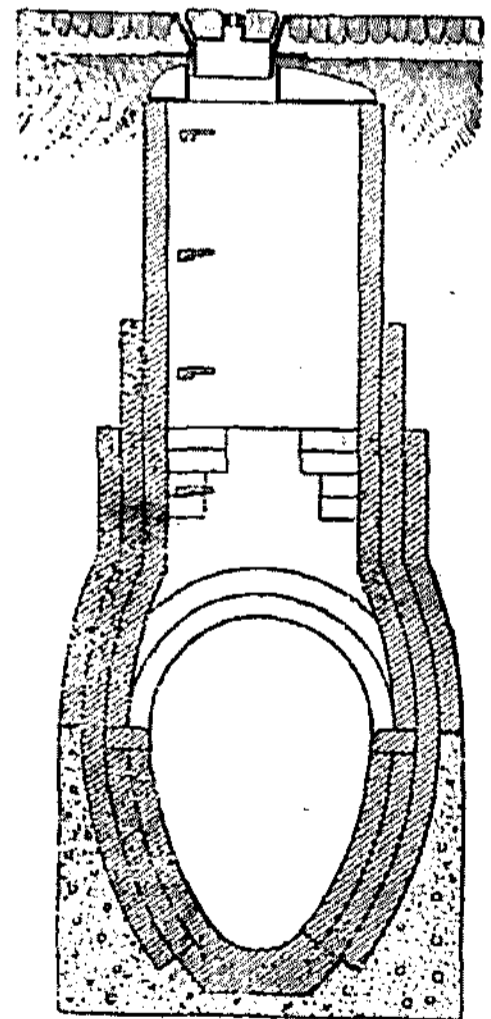


Черт. 819.—Разрѣзь.  
(къ черт. 821).



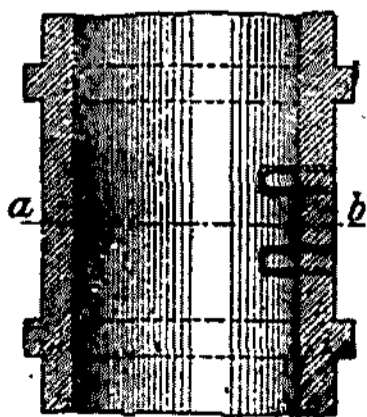
Черт. 818.

Черт. 817 и 818.—Разрѣзь и планъ бокового смотроваго колодца.



Черт. 821.

Планъ къ разрѣзу, представленному на черт. 819.

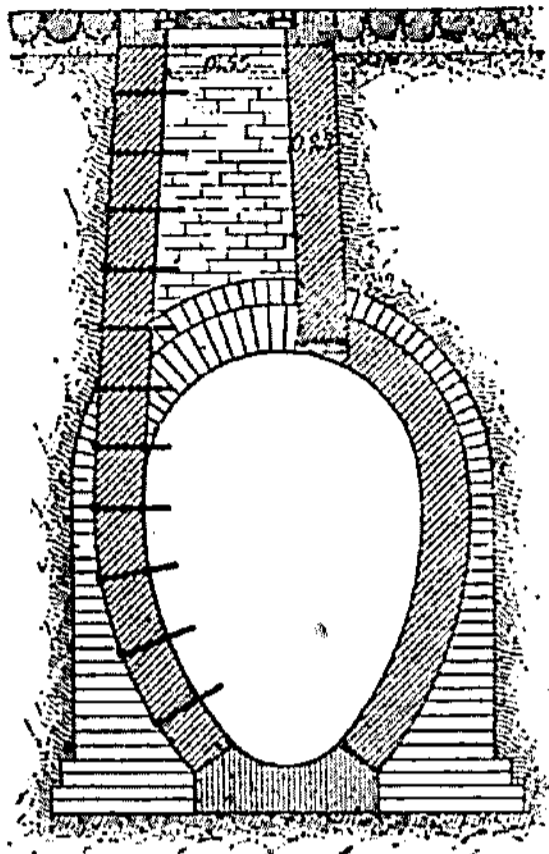


Черт. 820.

Черт. 819—821.—Устройство надсводныхъ смотровыхъ колодцевъ.

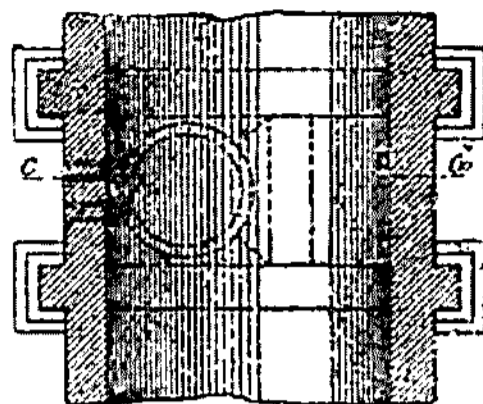
Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ. Черт. за исключеніемъ 809, изъ соч. А. Frühling'a. Черт. 809 изъ соч. Греча и Чижова.

**Смотровые колодцы.**



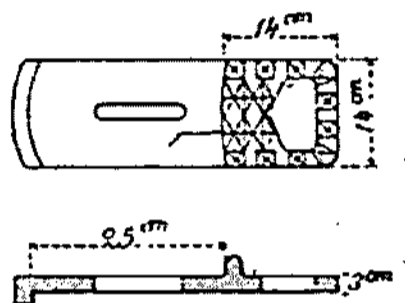
Черт. 822. — Разрѣзь.

Планъ къ разрѣзу, представленному на черт. 822.



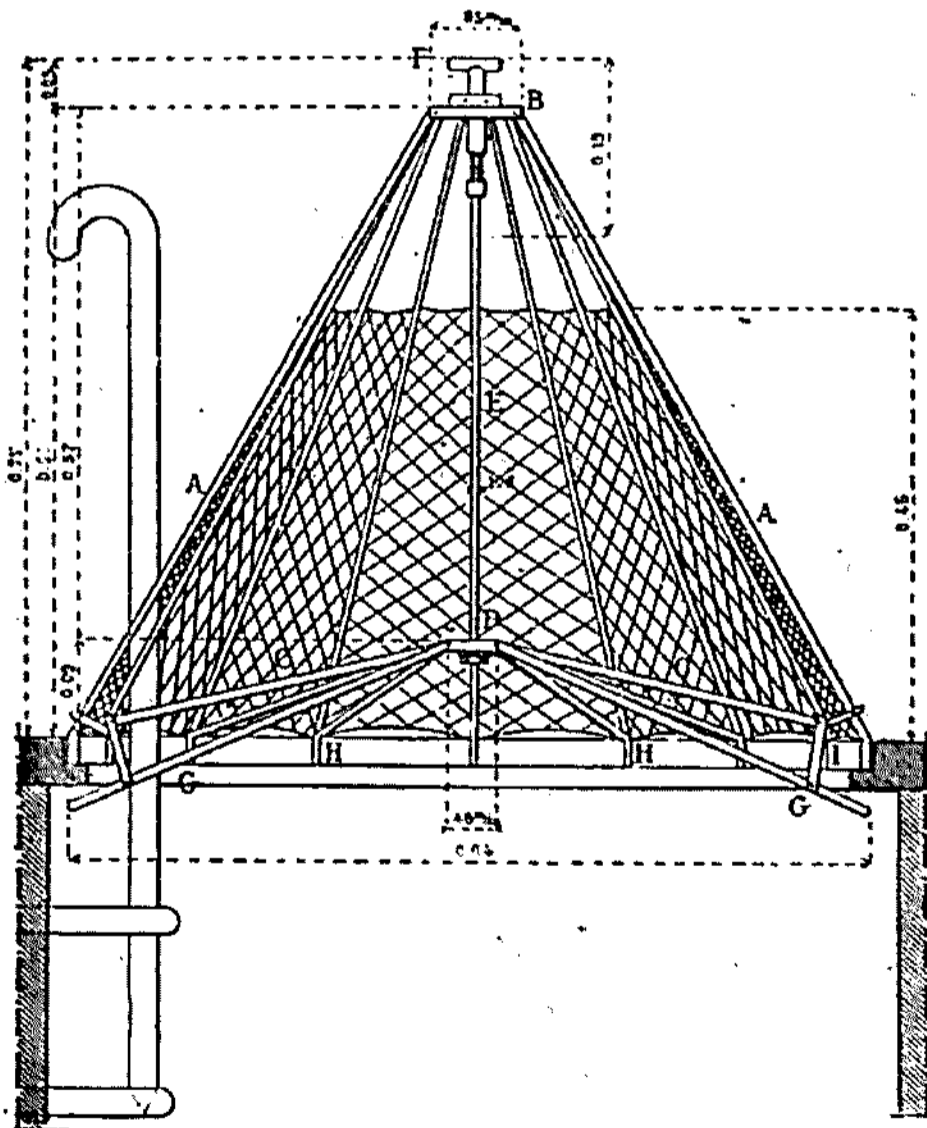
Черт. 823.

Черт. 822 я 823. — Устройство надсводныхъ смотровыхъ колодцевъ.



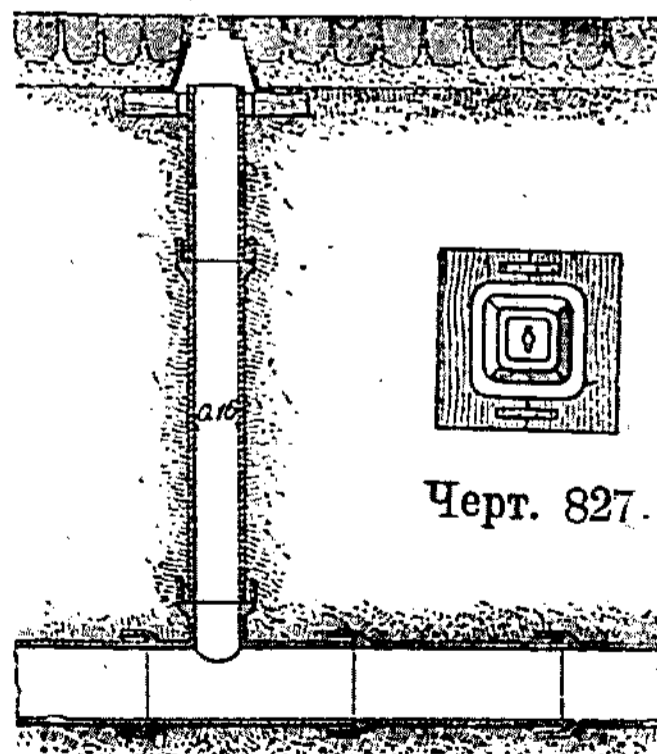
Черт. 824 и 825.

Металлическая ступень, для лѣстницъ смотровыхъ колодцевъ.



Черт. 828. — Предохранительная рѣшетка, применяемая въ Парижѣ для прикрытія открытыхъ смотровыхъ колодцевъ (во избежаніе несчастныхъ случаевъ).

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.



Черт. 826.

Черт. 826 и 827. — Вертикальный разрѣзь и планъ освѣтительнаго или ламповаго колодца.

разстояній, чтобы сдѣлать осмотръ сѣти возможно удобнымъ. Вештапп совѣтуетъ для трубчатыхъ водостоковъ ставить смотровые колодцы въ разстояніи 25 метровъ, а для большихъ, по которымъ рабочіе могутъ ходить, — 50—100 метровъ. Расходъ на такіе устройства окупается крупными сбереженіями въ ремонтѣ и перестройкѣ сѣти, которыя часто бываютъ слѣдствіемъ невозможности во время предупредить засореніе и поврежденіе водостока.

Уклоиъ dna коллектора между двумя смежными колодцами долженъ быть одинаковый, а коллекторы малаго сѣченія, не позволяющіе движенія по нимъ людей (напр. круглые), должны кромѣ того для возможности осмотра представлять изъ себя въ каждомъ участкѣ вполнѣ прямую линію.

Для уменьшенія числа смотровыхъ колодцевъ иногда устраиваютъ такъ называемые *освѣтительные* или *ламповые* колодцы (черт. 826 и 827), состоящіе обыкновенно изъ ряда 6 дм. трубъ, поставленныхъ вертикально надъ каналомъ какъ разъ по срединѣ между двумя смотровыми колодцами. Черезъ эти колодцы можно спускаться въ каналъ или трубу фонарь и, смотря въ него изъ ближайшаго смотрового колодца прямо или съ помощью зеркала, поставленнаго подъ угломъ, судить о степени чистоты, прямизнѣ положенія и вообще о состояніи канала. Но хотя при этомъ и получается экономія въ стоимости первоначальнаго устройства, зато разстояніе между смотровыми колодцами дѣлается настолько большимъ, что прочистка засорившихся стоковъ становится весьма затруднительной. Другое свое назначеніе—способствовать вентиляціи каналовъ—ламповые колодцы исполняютъ неудовлетворительно, благодаря ограниченности своего поперечнаго сѣченія.

### § 155. Ливнеотводы.

Ливневые отверстія, если положеніе уровня рѣки позволяетъ ихъ дѣлать, устраиваются въ смотровыхъ, или чаще соединительныхъ колодцахъ на той высотѣ, которой достигнуть въ колодцѣ сточныя воды при нѣкоторомъ нормальномъ (см. § 119) разжиженіи домашнихъ водъ, протекающихъ днемъ въ сухую погоду. Устройство ливневыхъ спусковъ показано на черт. 839—842).

Если есть какое либо опасеніе, что вода въ рѣкѣ можетъ под-

пяться выше порога ливневаго спуска, то спусковое отверстие необходимо снабдить затворомъ.

Затворы ливневыхъ спусковъ бываютъ самодѣйствующіе и закрывающіеся руками рабочихъ. При малыхъ сѣченіяхъ каналовъ, слѣдовательно и при небольшомъ сѣченіи самаго спуска, затворъ можетъ быть устроенъ въ видѣ клапана, обитаго кожей или резиной, свободно висящаго со стороны рѣки на двухъ цѣпяхъ передъ ливне-спускомъ: такой клапанъ не препятствуетъ выходу водъ ливня, а при повышеніи горизонта рѣки прижимается давленіемъ воды къ отверстию и задерживаетъ проникновеніе рѣчной воды въ водостокъ.

Описанная система затвора имѣетъ тотъ недостатокъ, что до извѣстной степени задерживаетъ свободный выходъ водъ ливня черезъ спуски. Поэтому болѣе цѣлесообразно, если желаютъ предотвратить затопленіе сѣти, въ особенности для большихъ коллекторовъ, устроить въ ливневомъ спускѣ глухой затворъ, закрываемый руками рабочихъ. Послѣдняго рода затворы помѣщаются иногда и въ самой сѣти, если она по своему положенію можетъ быть затопляема (проектъ Линдлея Петербургскихъ водостоконъ).

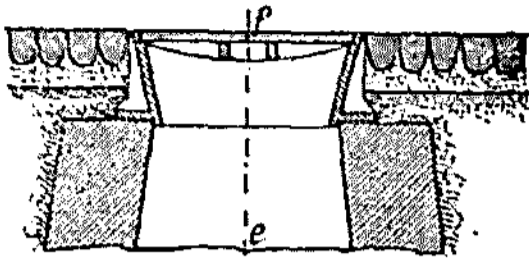
Затворы эти (черт. 843 и 844) состоятъ изъ щита *a*, имѣющаго форму сѣченія ливнеспуска или коллектора, плотно пристроганнаго къ пазамъ, вдѣланнымъ въ кладку, по которымъ онъ можетъ скользить вверхъ и внизъ. По срединѣ къ щиту наглухо придѣлана зубчатая кремальера *b*, а къ пазамъ и въ кладку колодца вдѣланы 2 пере-кладины *c*, служащія поддержкой оси, снабженной внизу безконечнымъ винтомъ *p*. Конецъ оси идетъ до поверхности улицы; вращая ось, а слѣдовательно и безконечный винтъ, входящій въ зубцы кремальеры, можно по желанію опускать или подымать щитъ. Для уменьшенія усилія при его подъемѣ, часть вѣса щита нейтрализуется противовѣсомъ *e*, соединеннымъ со щитомъ цѣпями, перекинутыми черезъ блоки.

### § 156. Пересѣченія съ газо-и-водопроводными трубами.

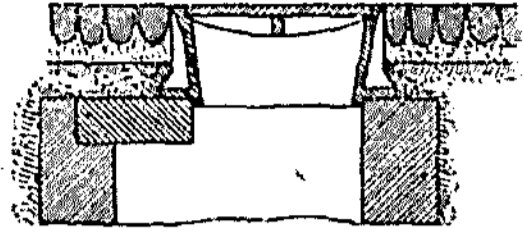
При пересѣченіи водосточныхъ каналовъ съ газовыми или водопроводными трубами, которыя идутъ въ землѣ обыкновенно выше водостоконъ, эти трубы или поддерживаютъ особыми стѣнками (черт. 845



Крышки смотровых колодцев.

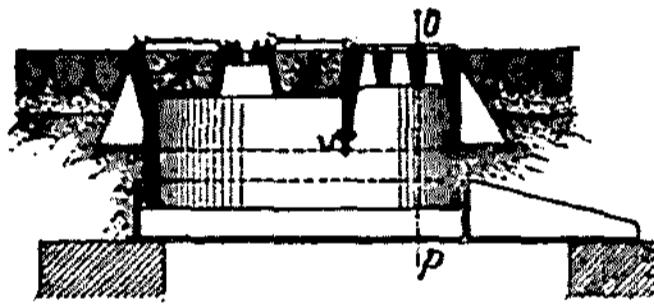


Черт. 829.



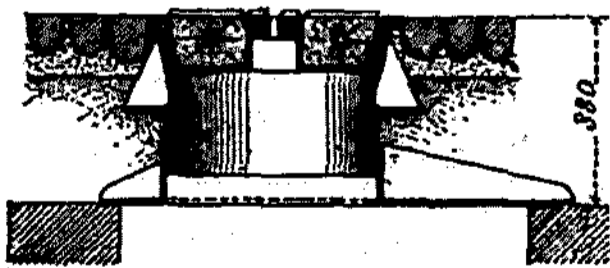
Черт. 830 (разр. по *ef*—черт. 829).

Два разреза простой чугунной крышки смотроваго колодпа; ея недостатокъ—быстрое истираше верхней поверхности при большомъ уличномъ движеніи, вслѣдствіе чего лошади, скользятъ.



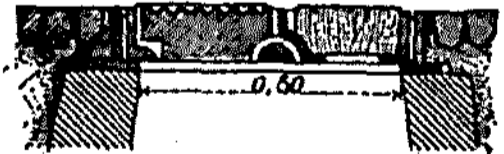
Черт. 834.

Чугунная крышка съ деревянными шашками и вентиляционными отверстіями.

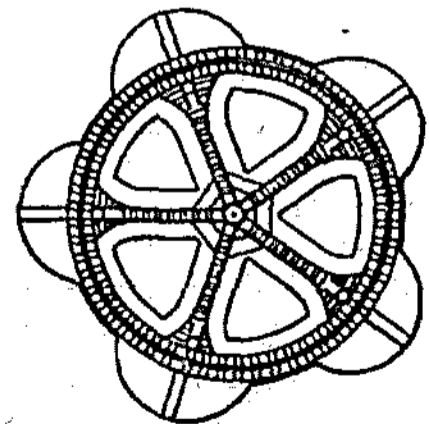


Черт. 831.

Черт. 832.



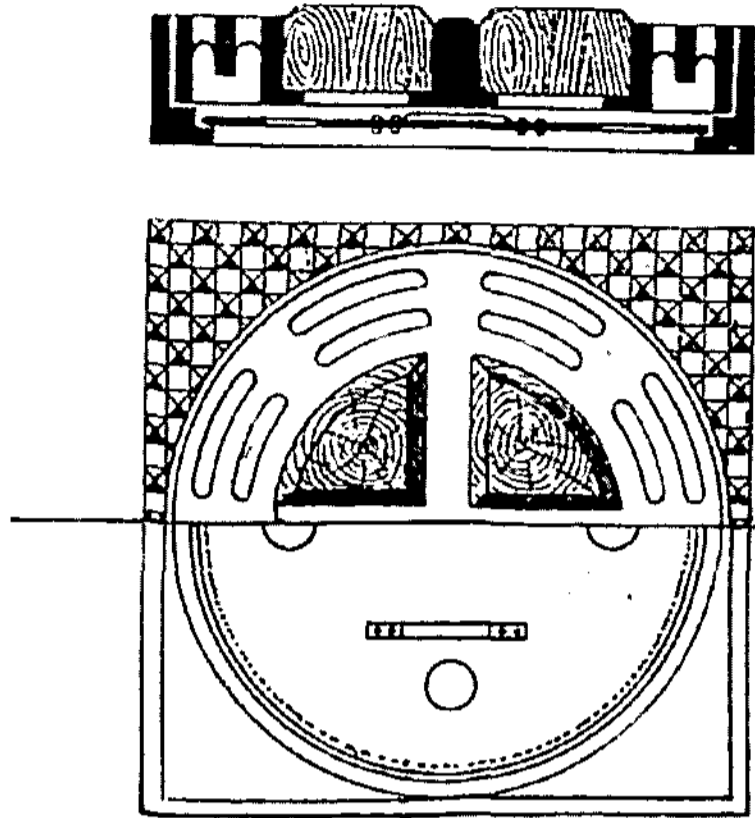
Черт. 833.



Чугунныя крышки съ деревянными шашками.

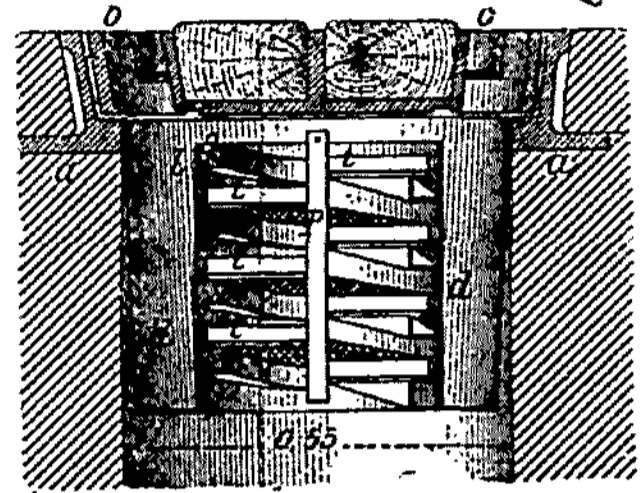
Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

Крышки смотровых колодцевъ.



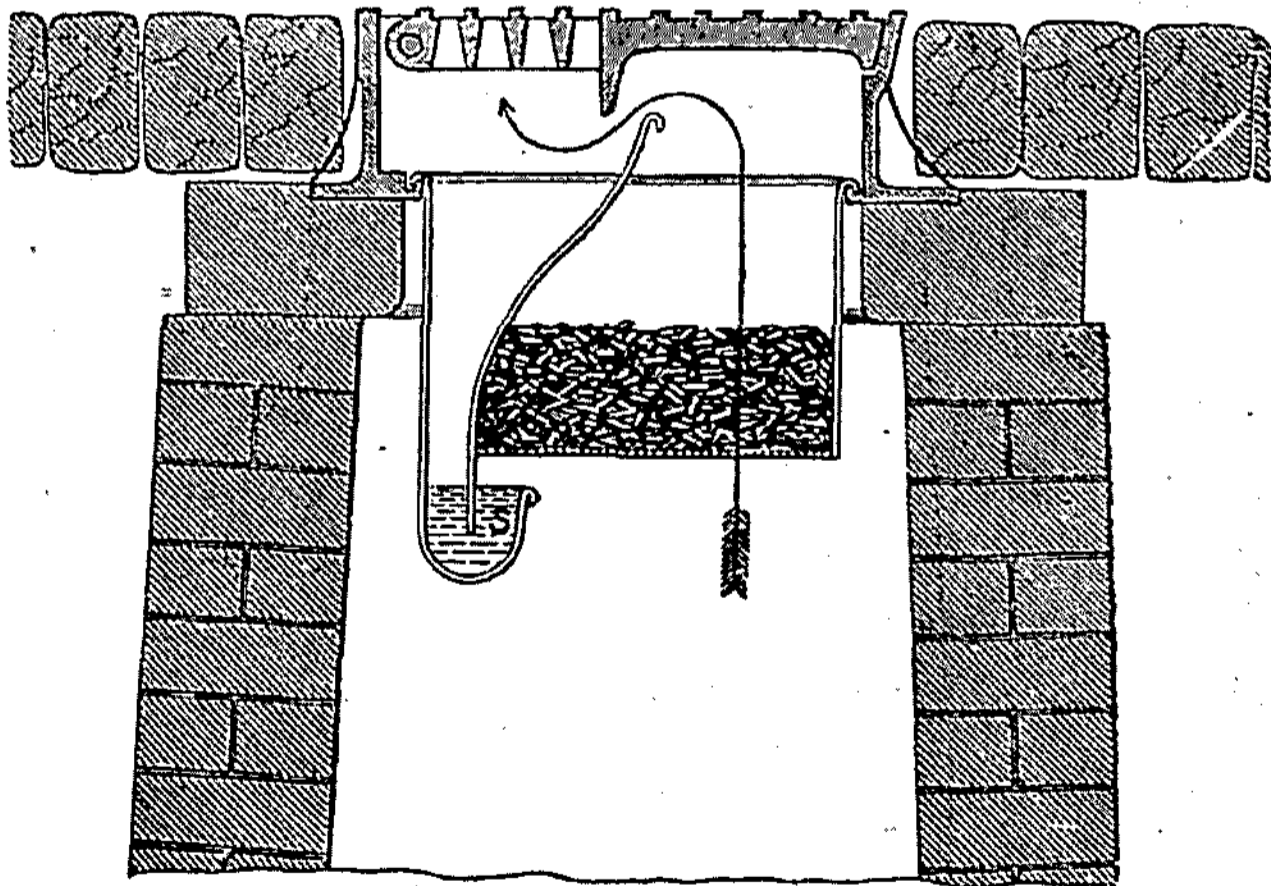
Черт. 835 и 836.

Чугунная крышка съ деревянными шашками и вентиляционными отверстиями.



Черт. 838.

Крышка съ вентиляционнымъ фильтромъ системы Latham'a.



Черт. 837.

Крышка съ вентиляционнымъ фильтромъ сист. Hildred'a.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

и 846), или защищают от давления земли (черт. 847),—словомъ поступаютъ такъ, чтобы ихъ вѣсь не дѣйствовалъ прямо на водосточный каналъ. Сквознаго пересѣченія газо-и водопроводовъ съ коллекторами слѣдуетъ по возможности избѣгать: въ мѣстахъ пересѣченій легко образуются скважины въ стѣнкахъ водостока и кромѣ того этимъ стѣсняется поперечное сѣченіе каналовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при широкихъ улицахъ и тротуарахъ, когда газо-и водопроводы идутъ по срединѣ улицъ, можетъ оказаться болѣе цѣлесообразнымъ устроить два ряда коллекторовъ вдоль лотковъ тротуаровъ, что иногда можетъ обойтись даже дешевле одного коллектора по срединѣ.

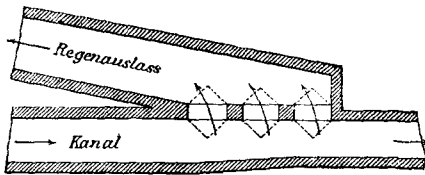
### § 157. Дюкеры или сифоны и водопроводные мосты.

Для перевода сточныхъ водъ изъ коллектора одного берега рѣки или канала въ коллекторъ другого берега, ихъ проводятъ по такъ называемымъ *дюкерамъ или сифонамъ*,—трубамъ, проложеннымъ по дну рѣки или канала (черт. 848—850).

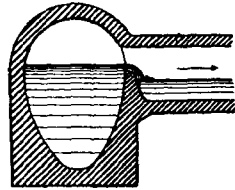
Черт. 848 представляетъ общее устройство дюкера, *C*—приводной коллекторъ, *C<sub>1</sub>*—отводной; *A* и *B*—колодцы для осадки песка и грязи, чтобы дюкеръ *D* не загрязнялся, такъ какъ его очистка затруднительна; *N*—ливневой спускъ.

Такъ какъ дюкеръ всегда работаетъ подъ давленіемъ, то онъ долженъ быть сдѣланъ изъ соотвѣтственнаго матеріала, обыкновенно изъ желѣзныхъ трубъ, удобство которыхъ сравнительно съ чугунными заключается въ томъ, что ихъ укладку можно дѣлать и въ зимнее время съ поверхности льда, чего нельзя допустить при употребленіи чугунныхъ трубъ вслѣдствіе ихъ хрупкости. При отсутствіи льда желѣзныя трубы, приготовленныя частями по возможности большей длины, соединяются между собою на подмостяхъ, устроенныхъ надъ поверхностью воды, и затѣмъ опускаются на дно приготовленной выемки между направляющими сваями. Иначе еще трубы могутъ быть опущены плавучими кранами (черт. 850). Послѣ провѣрки ихъ положенія трубы укрѣпляются и засыпаются сверху землею. Глубина заложенія трубъ должна быть такова, чтобы онѣ, будучи защищены отъ случайныхъ поврежденій, не препятствовали судоходству. Возвышенія насыпи надъ трубами не слѣдуетъ допускать вслѣдствіе стѣсненія этимъ поперечнаго сѣченія русла рѣки. Для устройства

**Ливнеотводы, пересѣченія съ газо — и водопроводными трубами.**

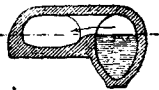


Черт. 839.

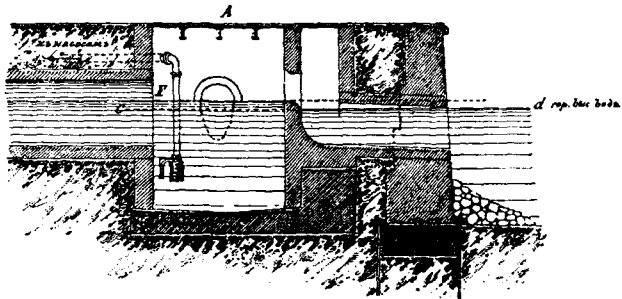


Черт. 841.

Черт. 839—840.—Планъ и разрѣзы ливнеотводовъ безъ колодца.

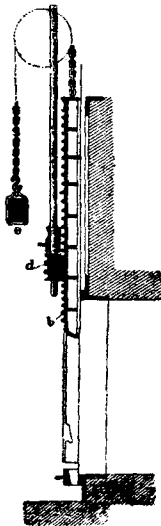
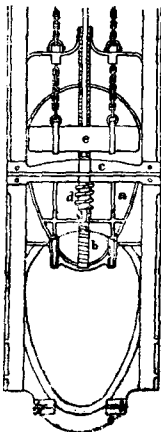


Черт. 840.



Черт. 842.

Разрѣзъ ливнеотвода, примыкающаго къ колодцу.



Черт. 843 и 844.—Затворъ ливнеотводнаго отверстия, служащій для предохраненія водостока отъ затопленія внѣшними водами.

Черт. 843 и 844.—Фасадъ и разрѣзъ.

сопряженій трубъ съ водостоками обопхъ береговъ устраиваются перемычки, изъ которыхъ вода откачивается насосами, пока производится кладка и пока она достаточно не окрѣпнетъ.

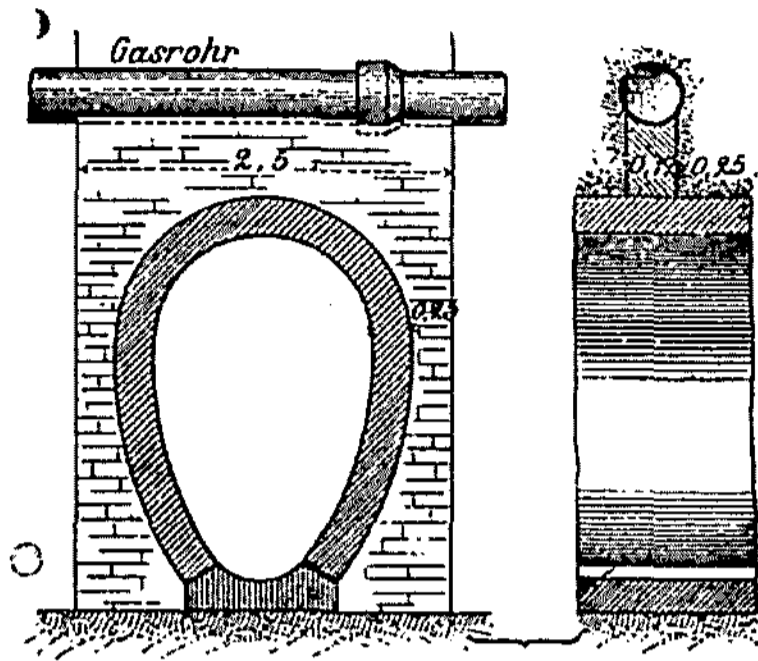
Отводоспособность дюкера должна быть равна отводоспособности коллектора, изливающего въ него свои сточныя воды. Если же по положенію уровня воды въ рѣкѣ можно устроить ливневой спускъ съ одной стороны дюкера, тогда этотъ послѣдній можно рассчитывать лишь на количество воды, остающееся послѣ выпуска водъ ливня. Скорость теченія въ дюкерѣ должна быть по возможности большей, чтобы въ немъ не задерживались осадки; поэтому полезно укладывать въ дюкерахъ по двѣ или по нѣсколько трубъ рядомъ: въ сухую погоду, когда расходъ не великъ, дѣйствуетъ одна изъ нихъ, и въ ней очевидно скорость будетъ большая, чѣмъ еслибы вмѣсто двухъ трубъ уложить одну большаго діаметра; во время дождей въ дѣйствіе вступаютъ обѣ трубы.

Нѣкоторые инженеры не совѣтуютъ вовсе устраивать при дюкерахъ колодцевъ для осадки песка, такъ какъ при этомъ происходитъ замедленіе теченія, а предпочитаютъ трубы изогнутой формы, какъ это указано на черт. 849 (дюкеръ по проекту Линдлея для С.-Петербурга), причемъ восходящей вѣтви дается возможно пологій уклонъ (въ Гамбургѣ  $\frac{1}{7}$ , въ проектѣ Линдлея Петербургскихъ водостоковъ— $\frac{1}{5}$ ).

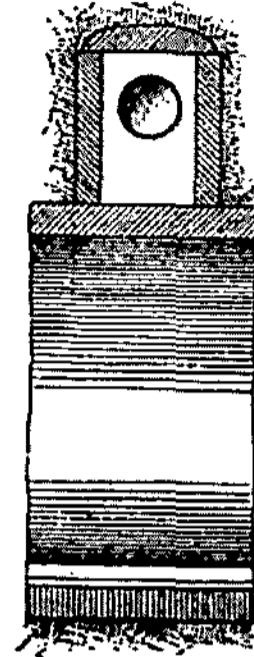
Какъ бы ни былъ устроенъ дюкеръ, при немъ необходимы промывныя приспособленія, состоящія обыкновенно изъ щитовъ, помещенныхъ въ коллекторѣ, или дверецъ у устья дюкера (см. главу XX). Закрывая ихъ и, послѣ наконленія за ними воды сразу открывая эти щиты, можно получить достаточно сильную струю воды, которая смываетъ осадки. Въ Парижѣ, въ дюкерѣ около pont de l'Alma, промывка достигается слѣдующимъ образомъ: въ дюкерную трубу діаметромъ въ 1 метръ вводится точеный еловый шаръ діаметромъ въ 0,85 метра. Будучи болѣе легкимъ, чѣмъ вода, этотъ шаръ, увлекаемый теченіемъ по трубѣ дюкера, прижимается къ его верхней части, оставляя внизу и съ боковъ узкія щели для прохода воды, которая, съ силою прорываясь черезъ нихъ, увлекаетъ передъ собою весь песокъ, осѣвшій въ дюкерѣ и выноситъ его на противоположный берегъ (см. § 159).

Весьма интересныя свѣдѣнія объ устройствѣ одного изъ новѣй-

Ливнеотводы, пересѣченія съ газо — и водопроводными трубами, дюнеры или сифоны.



Черт. 845 и 846.



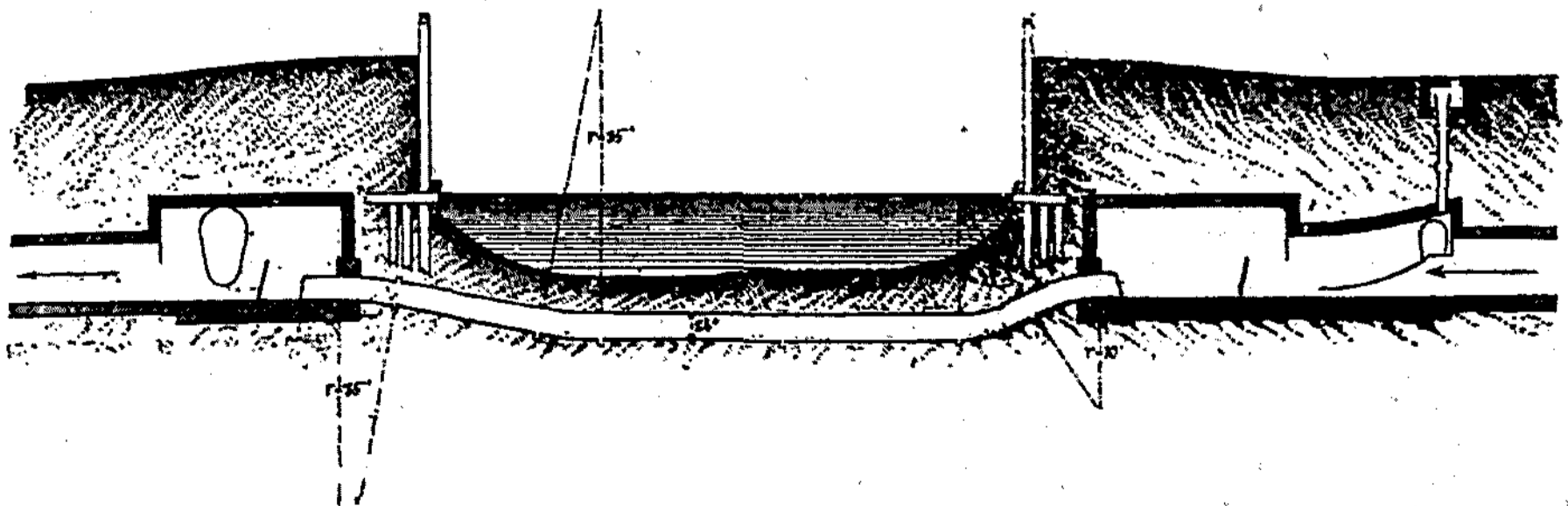
Черт. 847.

Пересѣченіе водостока съ газо — и водопроводными трубами.



Черт. 848.

Общій видъ дюкера или сифона.



Черт. 849.

Сифонъ по проекту инж. Линдлея для С.-Петербурга.

шихъ большихъ сифоновъ въ Парижѣ см. въ сочиненіи *Bechmann Lamy*. — Notice sur les travaux de l'aqueduc et du parc agricole d'Acheres. (Paris 1897).

Другимъ способомъ проведенія сточныхъ водъ черезъ рѣки — являются мосты, отличающіеся отъ акведуковъ для чистой воды обыкновенно тѣмъ, что вода въ ней движется подъ давленіемъ въ трубахъ (см. черт. 851—852).

### § 158. Приспособленія для дренажа почвы.

Если водосточные каналы уложены на достаточной глубинѣ и съ достаточнымъ уклономъ и количество грунтовыхъ водъ незначительно, то особыя дренажныя приспособленія могутъ и не быть необходимыми. Грунтовая вода, слѣдуя въ почвѣ вдоль стѣнокъ каналовъ, стекаетъ въ пониженныя точки сѣти.

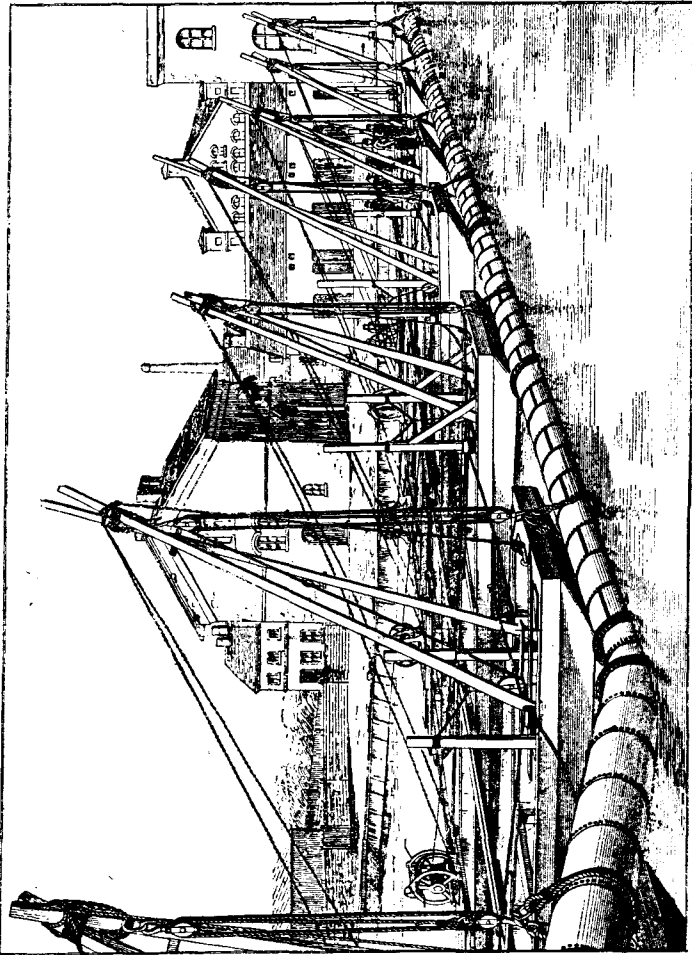
Этимъ явленіемъ (а не явленіемъ проникновенія грунтовой воды въ самые каналы) и объясняется то, что почти во всѣхъ городахъ, гдѣ была устроена общая канализація, уровень грунтовыхъ водъ понизился до извѣстной, довольно постоянной, высоты, — безъ устройства какихъ бы то ни было особыхъ дренажныхъ сооружений. Но дѣйствіе подобнаго дренажа, состоящаго изъ водостоковъ, вдоль стѣнокъ которыхъ стекаетъ грунтовая влага, весьма неопредѣленно и не даетъ увѣренности въ его достаточности.

Дѣйствіе такого естественнаго дренажа городской почвы становится гораздо опредѣленнѣе, если водосточные каналы окружить проводниками влаги: слоемъ крупнаго песка или гравія, самое лучшее идущаго до поверхности мостовой. При этомъ слѣдуетъ окружить пескомъ и всѣ колодцы, встрѣчающіеся на пути коллекторовъ.

Въ большинствѣ случаевъ, если притомъ, конечно, слой песка или гравія, окружающаго водосточныя галереи, имѣть свободный выходъ въ пониженныхъ точкахъ сѣти въ овраги или рѣку, этого простого средства бываетъ вполне достаточно, чтобы слой земли выше дна коллекторовъ былъ сухъ и чтобы грунтовыя воды держались на одномъ постоянномъ среднемъ уровнѣ.

Но если количество грунтовыхъ водъ въ городѣ или нѣкоторыхъ его участкахъ очень значительно, то иногда приходится устраивать особыя дренажныя приспособленія. Такими приспособленіями мо-

**Дюкеры или сифоны.**



Черт. 850. — Укладка сифонной вложенной железной трубы въ Данцигъ.

**Примѣчаніе.** Чертежъ взятъ изъ соч. В. Latham—Sewerage.—Таб. XX.



гутъ быть гончарныя и штейигутовыя основанія овоидальныхъ коллекторовъ, но, какъ мы видѣли раньше, этого рода подошвы имѣютъ существенные недостатки (§ 150) и должны быть избѣгаемы. Равнымъ образомъ нельзя рекомендовать и вообще укладку дренажныхъ трубъ, хотя и независимыхъ, подъ коллекторами.

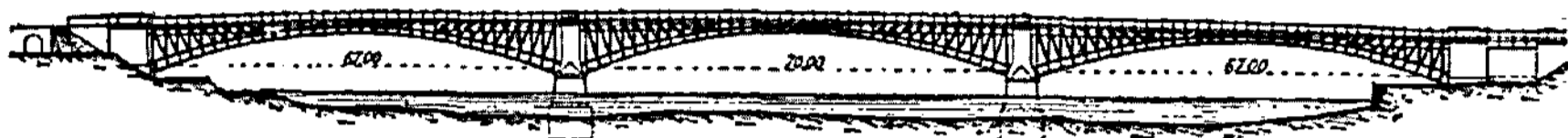
Несравненно лучше класть дренажныя трубы рядомъ съ водосточными каналами или даже немного выше коллекторовъ. Такъ въ г. Данцигѣ водосточныя галлерей окружены водонепроницаемымъ слоемъ глины и уже сверхъ него насыпанъ слой крупнаго песка, въ которомъ мѣстами уложены дренажныя трубы въ одинъ или два ряда.

Для дренажа берутъ обыкновенныя гончарныя трубы безъ муфтъ, которыя и укладываютъ въ притыкъ въ слой крупнаго песка или гравія. Диаметръ начальныхъ звеньевъ этихъ трубъ зависитъ отъ количества отводимыхъ водъ и уклона трубъ и обыкновенно дѣлается въ  $1\frac{1}{2}$  — 2 дюйма. При большомъ притокѣ лучше класть рядомъ двѣ трубы, чѣмъ слишкомъ увеличивать ихъ диаметръ. Соединяясь вмѣстѣ, эти трубопроводы увеличиваются въ размѣрахъ и, — если глубина ихъ заложения, которая должна быть ниже уровня домовыхъ подваловъ, позволяетъ это сдѣлать, — выходятъ по кратчайшему пути въ водные городекіе протоки или открытыя канавы. Если глубина заложения или вообще положеніе дренажныхъ трубъ таково, что ихъ нельзя устьями примкнуть къ рѣкамъ или каналамъ, то для отведенія собранной дренажемъ воды укладываютъ рядомъ съ водосточными коллекторами особую отводную трубу (Данцигъ). Но подобное устройство обходится вообще дорого. Поэтому въ подобныхъ случаяхъ устья трубъ закладываютъ въ водосточные колодцы, но при этомъ дренажная труба должна имѣть глубокой гидравлической затворъ и, чтобы во время лѣтнихъ засухъ отъ испаренія въ немъ воды онъ не сталъ бесполезнымъ, должно устраивать его такимъ образомъ, чтобы было возможно пополненіе его водою изъ водопроводной сѣти. Иначе зараженный воздухъ коллекторовъ могъ бы проникать въ почву. Для того чтобы во время заполнения коллекторовъ сточною водою она не залила дренажа, устья дренажныхъ трубъ должны быть снабжены затворомъ въ видѣ небольшого щита или шароваго клапана.

Осушеніе небольшихъ дворовыхъ участковъ легко достигается посредствомъ засыпки сточныхъ трубъ до самой мостовой слоемъ

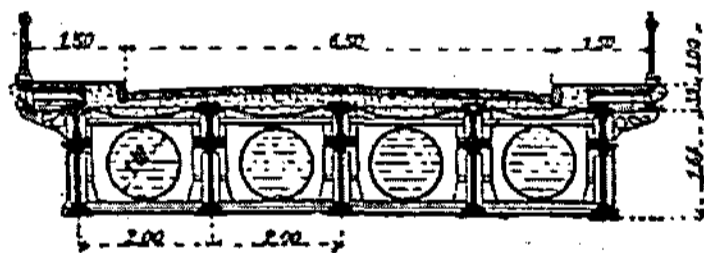
**Переходъ водостоковъ чрезъ рѣки посредств. мостовъ.**

**Канализація города Парижа.**



Черт. 851.

Боковой видъ трехъ пролетнаго моста-акведука (размѣры въ метр.), построеннаго въ Argenteuil чрезъ рѣку Севу для отвода сточныхъ водъ на новую группу ирригаціонныхъ полей (parc agricole d'Achères).



Черт. 852.

Поперечный разрѣзъ моста-акведука съ показаніемъ четырехъ трубъ изъ стальныхъ склепанныхъ листовъ діаметромъ 1,10 метр.

Примѣчаніе. Подробное описаніе этого моста и всѣхъ сооруженій для отвода сточныхъ водъ на Ашерскія поля въ Парижѣ, а также устройство самихъ полей см. въ соч. „Notice sur les travaux de l'aqueduc et du parc agricole d'Achères par M. M. Béchmann et Launay.—Paris. 1897“.

песка, который соединяется съ пескомъ, окружающимъ уличные коллектора. При большихъ дворовыхъ участкахъ осушеніе надежнѣе осуществлять посредствомъ дренажныхъ трубъ, засыпанныхъ пескомъ и примыкающихъ къ уличному дренажу. Для засыпки дренажныхъ трубъ употребляется почти исключительно песокъ, потому что по своей проницаемости онъ оттаиваетъ скорѣе другихъ грунтовъ, что особенно важно въ нашемъ суровомъ климатѣ, такъ какъ, пока не оттаетъ верхній слой земли, дренажъ будетъ дѣйствовать неудовлетворительно.

---

## ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ.

### Общесплавная еиетема. Промывка, очистка и вентиляція водостоконъ.

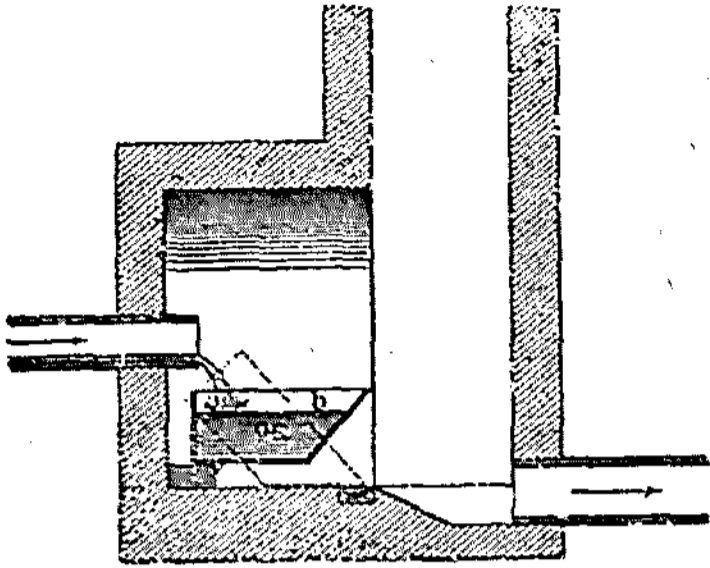
СОДЕРЖАШЕ: § 159. Необходимость мѣръ по поддержанію чистоты въ водосточной сѣти.—§ 160. Промывка водостоконъ малыхъ размѣровъ.—§ 161. Промывка водостоконъ большихъ размѣровъ.—§ 162. Промывка водостоконъ водоу рѣкѣ, капалонъ и т. п.—§ 163. Расположеніе промывныхъ приборонъ.—§ 164. Сохраненіе чистоты воздуха въ предѣлахъ сѣти.—§ 165. Дезинфекція коллекторнаго воздуха въ мѣстахъ сообщенія съ наружнымъ.

#### § 159. Необходимость мѣръ по поддержанію чистоты въ водосточной сѣти.

Сточные воды, какъ мы уже видѣли, несутъ въ себѣ много твердыхъ веществъ. Часть ихъ легче воды и плаваетъ на поверхности; вещества этой категоріи по возможности задерживаютъ *рѣшетками* еще на улицѣ, во дворахъ и пр. въ пріемникахъ нечистотъ, не допуская этихъ веществъ въ каналы. Это необходимо, такъ какъ плавающія тѣла легко останавливаются у всякаго препятствія и очень мѣшаютъ стоку. Для задержанія тѣхъ плавающихъ тѣлъ, которыя чрезъ рѣшетки пріемниковъ все-таки попадутъ въ каналы, устраиваютъ въ разныхъ мѣстахъ сѣти рѣшетки для ихъ задержки съ приспособленіями для извлеченія скопляющихся у рѣшетокъ веществъ—изъ воды и ихъ удаленія. Вторую категорію составляютъ вещества, размягчающіяся въ водѣ въ полужидкую кашицу, образуя иль или грязь. Третью—тѣла твердая, болѣе тяжелыя чѣмъ вода и не разжижающіяся, — образующія осадокъ песочнаго характера. Перемѣщеніе въ сточной водѣ грязевидныхъ веществъ менѣе затруднительно, чѣмъ перемѣщеніе песочныхъ, легко образующихъ на днѣ компактные трудно удаляемые наносы.

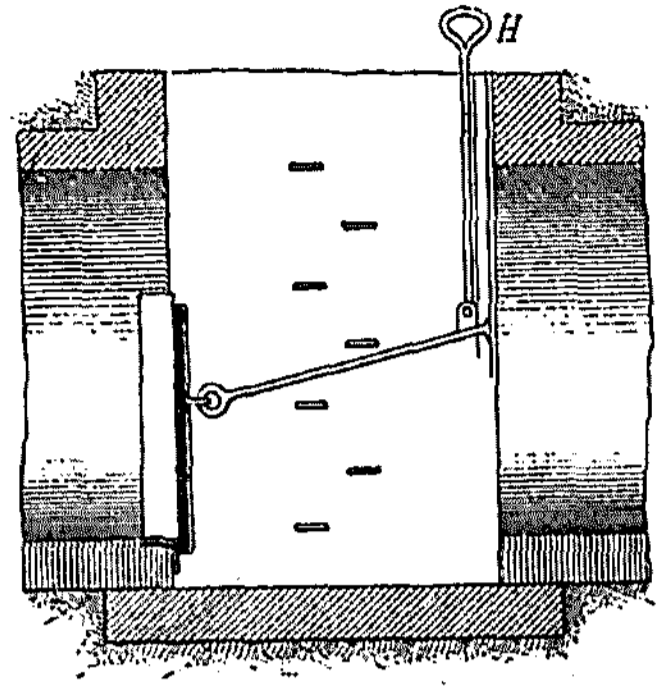
Такъ какъ количество дождевыхъ водъ весьма часто очень зна-

Промывка водостокѣвъ



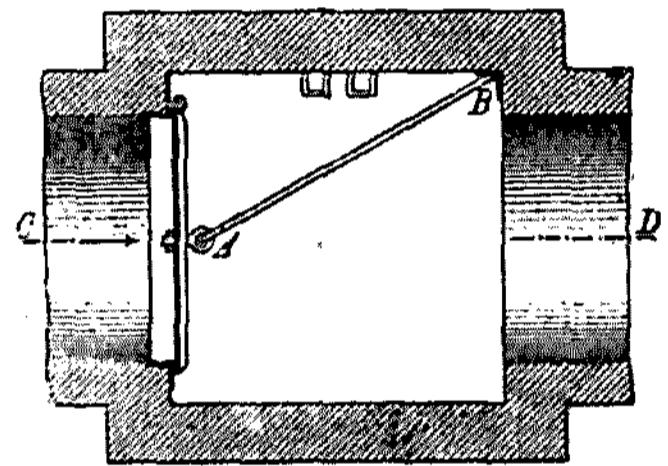
Черт. 853.

Автоматическое промывное приспособленіе для трубопроводѣвъ.



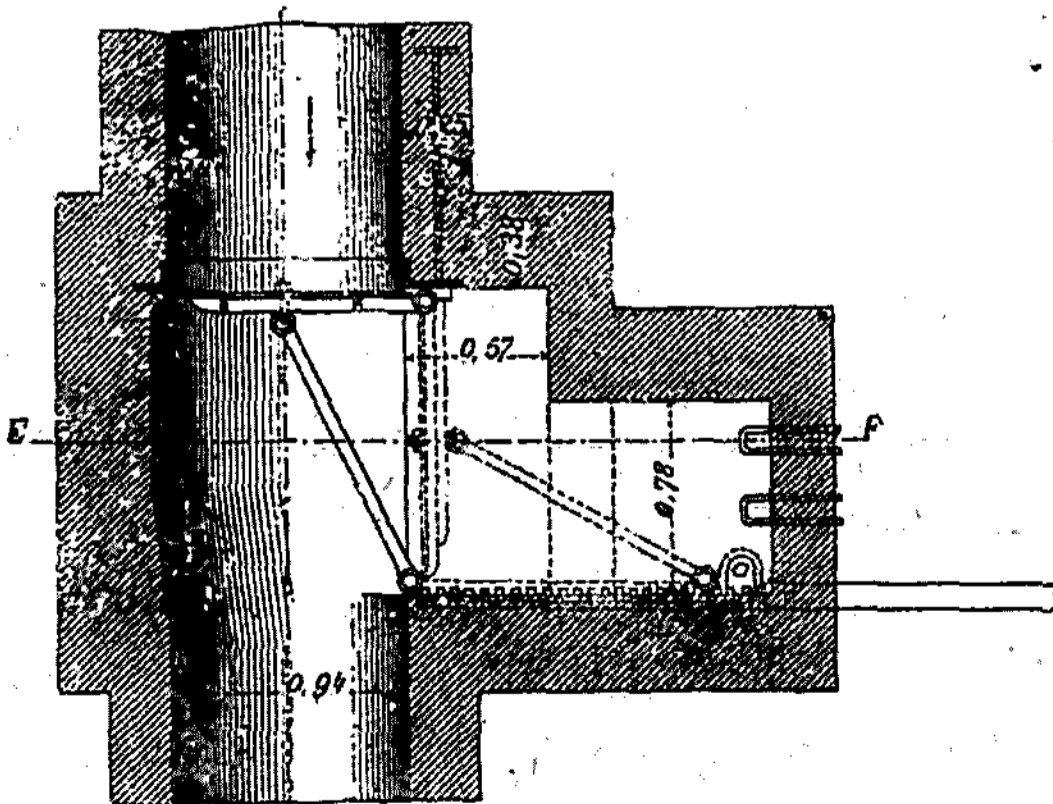
Черт. 854.—Прод. разрѣзь по линіи *CD*—чертежа 161.

Черт. 854 и 855.—Промывная дверь, закрывающая  $\frac{2}{3}$  сѣченія овоидальнаго водостока.



Черт. 855.—Планъ.

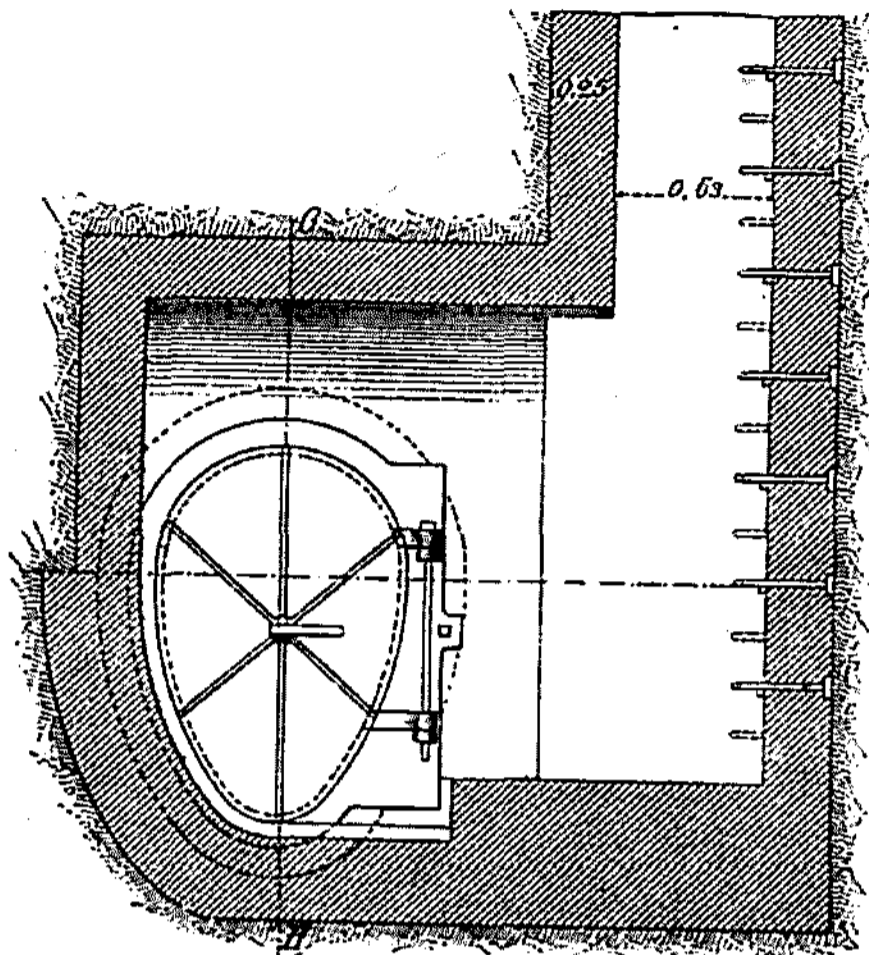
Черт. 856.—Планъ въ черт. 857 и 858.



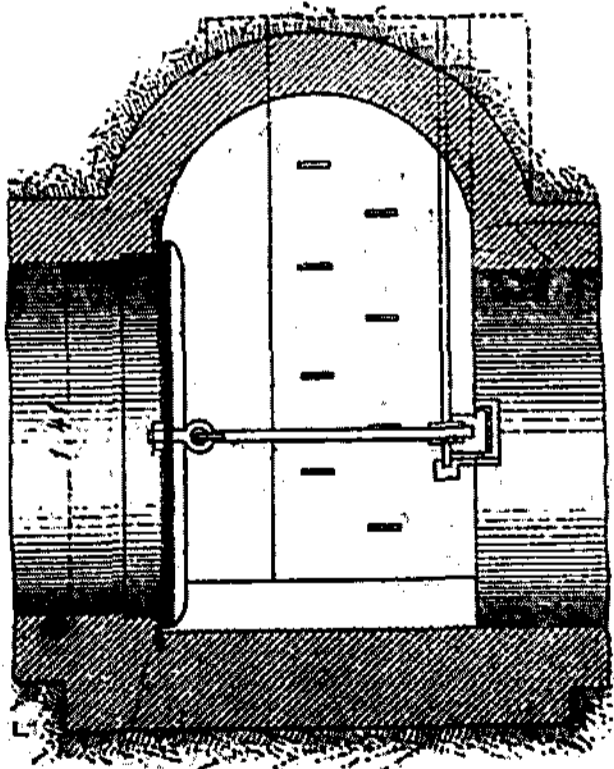
Черт. 856 — 859.—Промывная дверь въ Данцигскихъ водостокѣвъ, закрывающая все сѣченіе водостока и приводимая въ движеніе съ поверхности улицы.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

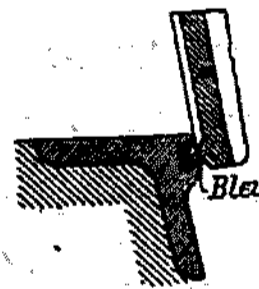
**Промывка водостокѣвъ.**



Черт. 857. — Поперечный разрѣзь по линіи *EF* чертежа 843.



Черт. 858. — Продольный разрѣзь.



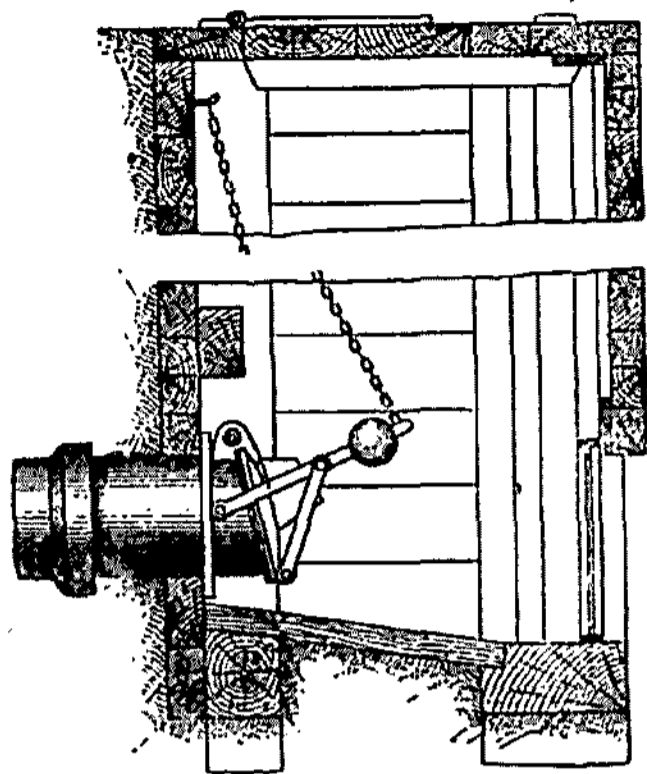
Черт. 859. — Устройство краевъ промывной двери для обезпеченія непроницаемости.

Черт. 856 — 859. — Промывная дверь въ Данцигскихъ водостокѣвъ, закрывающая все сѣченіе водостока и приводимая въ движеніе съ поверхности улицы.

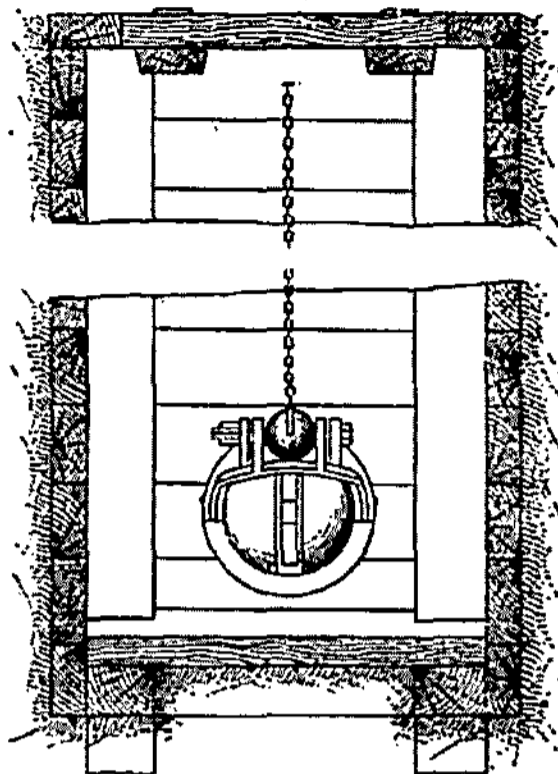
Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

чвательно превосходить количество домовыхъ, то очевидно, что каналы, выстроенные для тѣхъ и другихъ, будутъ во время сухой погоды заняты сравнительно небольшимъ слоемъ протекающихъ по нимъ сточныхъ водъ. Днемъ, въ обѣденное время, толщина этого слоя, въ зависимости отъ расхода воды въ водопроводной сѣти, достигаетъ своей наибольшей величины и падаетъ до *minimum'a* ночью. При проектированіи канализаціи коллекторамъ желательно придавать такіе уклоны, чтобы днемъ въ сухую погоду скорость протока воды была бы вездѣ достаточною для сплава и всѣхъ тѣхъ осадковъ, которые могутъ накопиться въ капалахъ ночью. Удовлетворить этому требованію на практикѣ далеко не всегда возможно: въ нѣкоторыхъ пунктахъ сѣти, особенно близъ точекъ раздѣла, почти всегда скорость слишкомъ мала для сплава осадковъ. Кромѣ того, частицы грязи, приставшія къ стѣнкамъ каналовъ за день, ночью при спадѣ уровня воды начинаютъ подвергаться гніенію. Поэтому весьма важно какимъ либо способомъ, какъ можно болѣе простымъ и дешевымъ, удалять эти частицы и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ скорость теченія недостаточна, увеличивать ее для удаленія осѣвшихъ на дно частицъ грязи. Самымъ цѣлесообразнымъ для этого способомъ служить промывка каналовъ. Промывку можно дѣлать чистою водою изъ водопроводной сѣти, изъ естественныхъ протоковъ, находящихся въ городѣ и т. п., или самою сточною водою. Приспособленія, служація для промывки, дѣйствуютъ при помощи рукъ рабочихъ или автоматически. Промывка одна не всегда достигаетъ цѣли. Иногда, не смотря на періодическую промывку каналовъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сѣти осадки все-таки накапливаются. Извлеченіе ихъ должно производиться въ такихъ случаяхъ при помощи особыхъ механическихъ приспособленій. Для трубъ малаго діаметра служатъ: щетки, скребки, буравы и пр. орудія, вводимыя на длинныхъ бамбуковыхъ стержняхъ, (см. черт. 888—897). Для галлерей, въ которыхъ возможно движеніе людей, пользуются также скребками и т. п., что довольно неудобно, такъ какъ разстояніе, на которое надо перемѣщать наносы обыкновенно значительно. Поэтому здѣсь прибѣгаютъ къ устройству подвижныхъ щитовъ, образующихъ подпоръ, который передвигаетъ и щитъ и наносы. Таковы напр. способы очистки каналовъ, примененные въ Парижѣ и Брюсселѣ. Тамъ промывной щитъ, закрывающій почти все живое сѣченіе канала, прикрѣпляютъ къ лодкѣ, плывущей по каналу, или

**Промывка водостокѣ.**

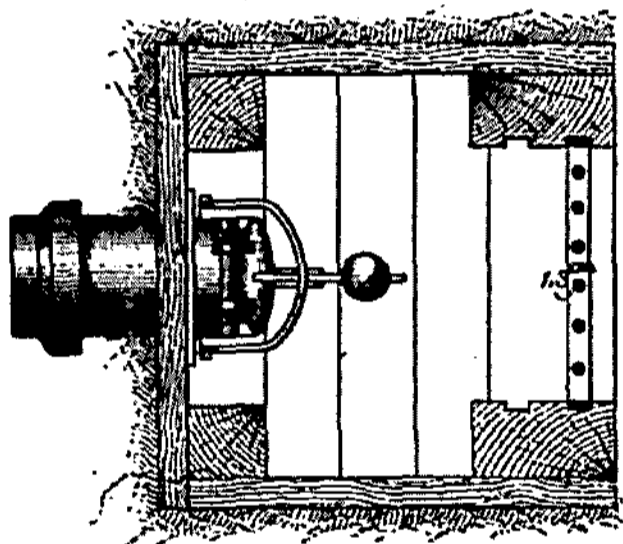


Черт. 860.—Продольный разрѣзь.

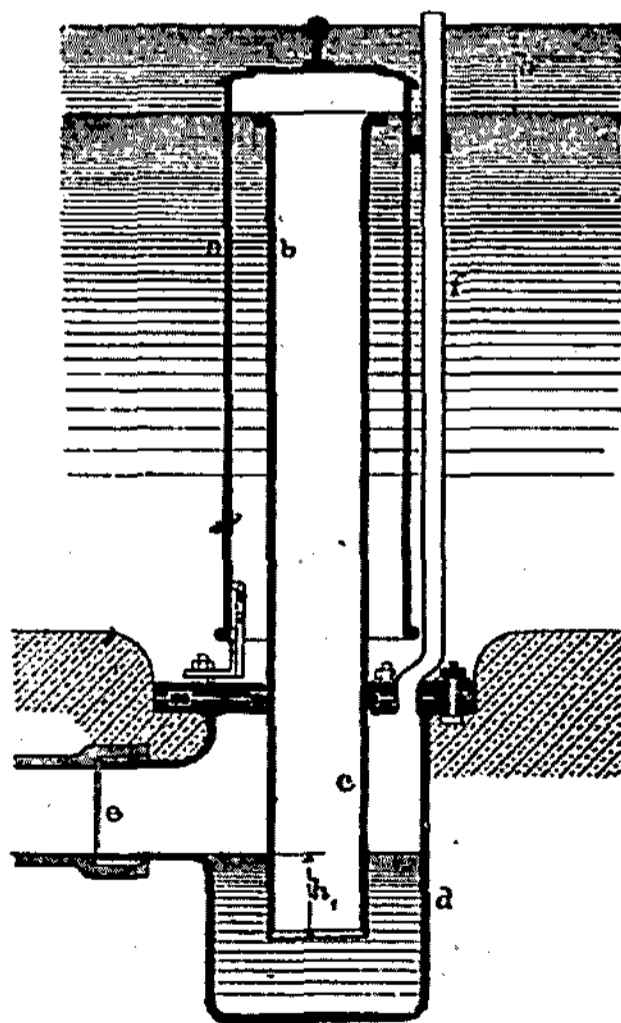


Черт. 861.—Поперечный разрѣзь.

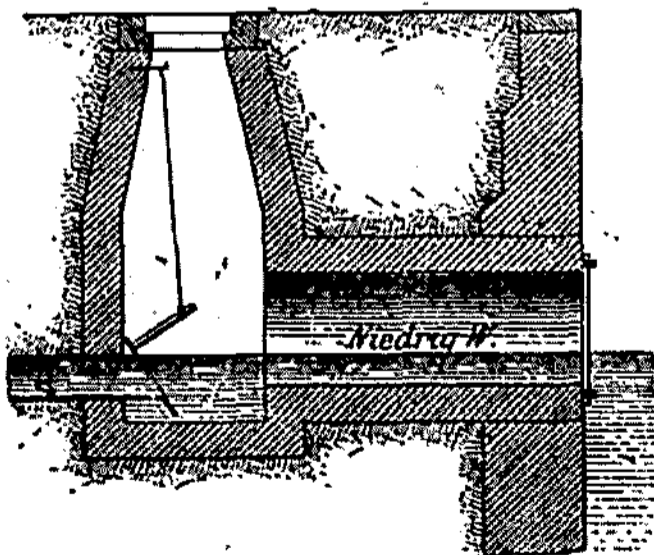
Черт. 860—862.—Колодезь и затворъ для промывки водостокѣ въ Данцигѣ рѣчной водой.



Черт. 862.—Планъ.



Черт. 864.—Сифонъ Думльтона для промывка стоковъ малыхъ размѣровъ.



Черт. 863.—Колодезь и затворъ для промывки водостокѣ рѣчной водой въ г. Бреславль.

Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.



къ телѣжкѣ (черт. 881—885), которая катится по рельсамъ, проложеннымъ вдоль тротуаровъ коллектора. Вода, подпираясь, нажимаетъ на щитъ, толкаетъ телѣжку или лодку, снабженныя тормозами; въ то же время она съ силою прорывается между щитомъ и стѣнками коллектора и гонитъ весь песокъ и осадки до ближайшаго главнаго коллектора, въ которомъ, слѣдующія по нему другія лодки съ подобными же щитами, прогоняютъ осадки далѣе.

Къ той-же категоріи очистныхъ приспособленій, дѣйствующихъ подпоромъ сточной воды принадлежатъ уже упомянутыя выше (§ 155) шаровыя пробки, служація для очистки дюкеровъ. Онѣ были изобрѣтены Бельграномъ для большого сифона подъ Сеиой. Деревянный шаръ нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ труба дюкера, вводится въ нее и вызываетъ подпоръ, который двигаетъ шаръ и подмываетъ передъ нимъ наносъ. Результаты примѣненія этого приспособленія превосходны и оно было воспроизведено въ Парижѣ въ новѣйшихъ устройствахъ Ашерскаго энведука (см. черт. 887). Шары иногда въ случаяхъ, когда боятся, чтобы они какъ нибудь не застряли внутри, дѣлаютъ *ледяные* (Москва).

Передвинутый такъ или иначе къ нѣкоторому мѣсту сѣти песокъ нужно извлечь изъ водостока; для этой цѣли служатъ различные приемы, болѣе или менѣе сложные приемы (см. черт. 899—900).

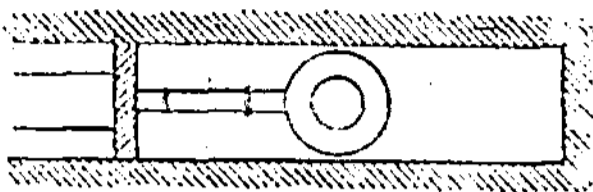
## § 160. Промывка водостоковъ малыхъ размѣровъ.

Промывка трубчатыхъ водостовъ—трубопроводовъ можетъ производиться чистой водой изъ городского водопровода или сточной водой, собираемой самимъ водостокомъ. Последняя возможна очевидно не вездѣ, а лишь тамъ, гдѣ водостокъ несетъ уже достаточно воды, чтобы ее можно было скопить въ теченіе не особенно значительнаго промежутка времени и затѣмъ пустить сразу. Приспособленія для промывки состоятъ, вообще говоря, изъ резервуара, въ которомъ можетъ быть скоплена чистая или сточная вода и затвора, который можетъ выпустить эту воду въ трубу. Въ простѣйшихъ устройствахъ затворы приводятъ въ дѣйствіе руками рабочихъ, въ болѣе совершенныхъ они автоматичны.

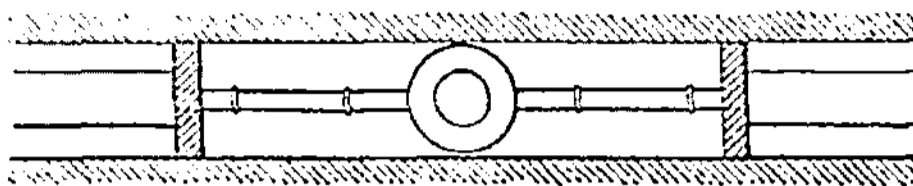
Наиболѣе простые промывные приборы для промывки *чистой водою или сточною*, примѣняемые при круглыхъ коллекторахъ ус-

## Промывка водостокѣвъ.

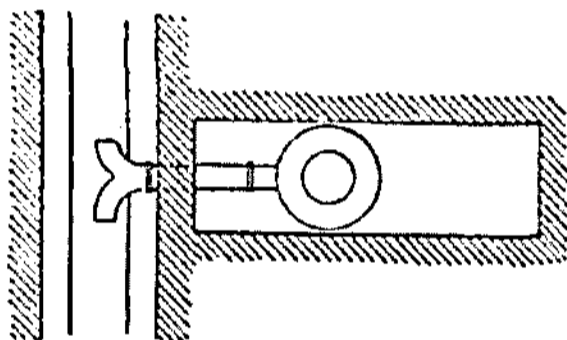
### Расположеніе промывныхъ резервуаровъ.



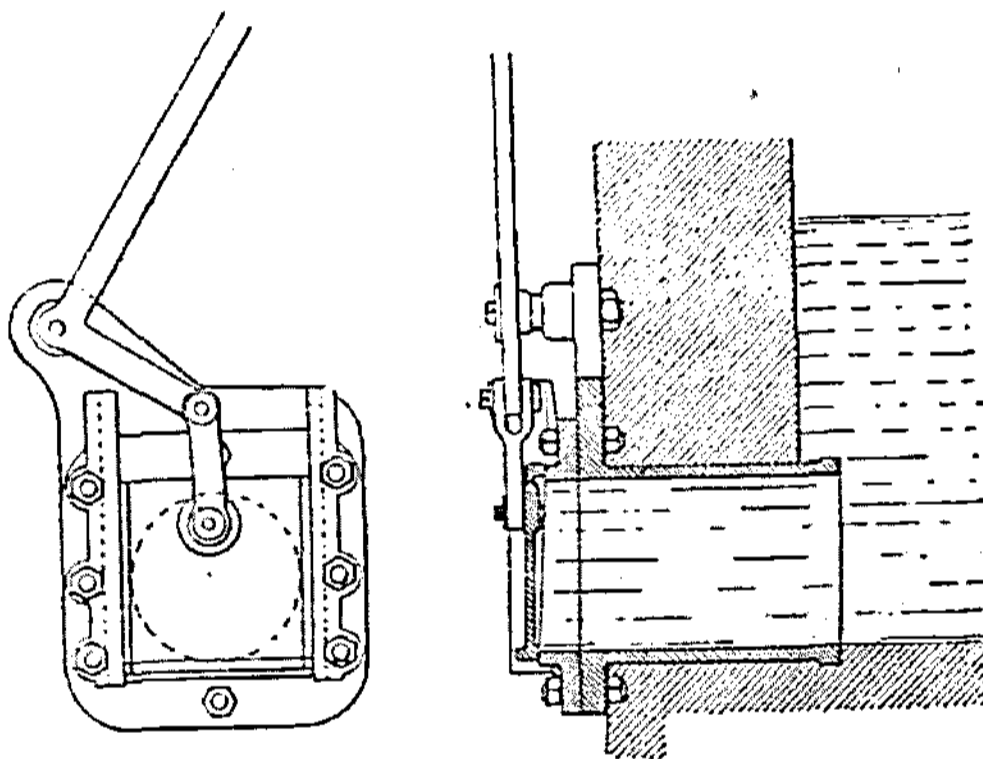
Черт. 865. — Резервуаръ въ глухомъ концѣ водостока.



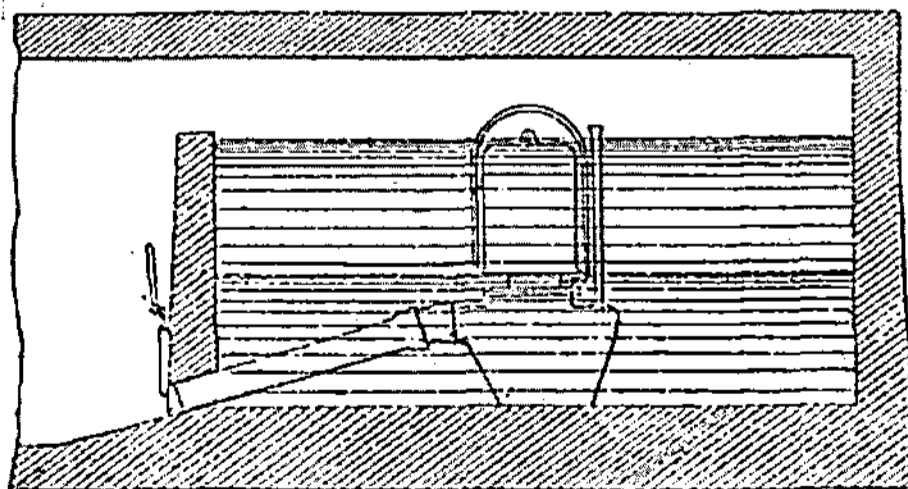
Черт. 867. — Резервуаръ помѣщенный на линіи водостока въ раздѣльной его точкѣ, дѣйствующій въ двухъ направлевіяхъ.



Черт. 866. — Резервуаръ сбоку водостока, дѣйствующій въ раздѣльной точкѣ въ двухъ направленіяхъ.



Черт. 869 и 870. — Деталь ручнаго затвора промывныхъ резервуаровъ въ Парижѣ.



Черт. 868. — Продольный разрѣзъ резервуара въ тупомъ концѣ водостока (см. черт. 865). Это расположеніе весьма часто примѣняется въ Парижѣ. Калиброванный край наполняетъ резервуаръ 2 — 3 раза въ день. Вместимость резервуара 6, 8, 10 куб. метровъ. Особый сифонъ сразу опоражняетъ резервуаръ въ водостокъ. При этомъ нижній слой воды сифономъ не выливается, но можетъ быть выпущенъ ручнымъ затворомъ. (Детали см. черт. 869 и 870).

траиваются въ соединительныхъ колодцахъ или особыхъ камерахъ и состоятъ въ слѣдующемъ. Отверстіе выходной трубы въ колодецъ или камерѣ закрывается тарелкообразнымъ клапаномъ, обитымъ войлокомъ, кожей или резиной и плотно прикрывающимъ все сѣченіе. Послѣ наполненія колодца до извѣстнаго уровня чистой водой посредствомъ крана, въ немъ помѣщеннаго (отъ водопроводной трубы или отъ спускной трубы цистерны, фонтана и т. д.), или сточною водою изъ вышележащей трубы, клапанъ открывается посредствомъ цѣпи, соединенной съ нимъ, и вода, съ силою устремляясь въ трубу, промываетъ ее отъ накопившихся осадковъ.

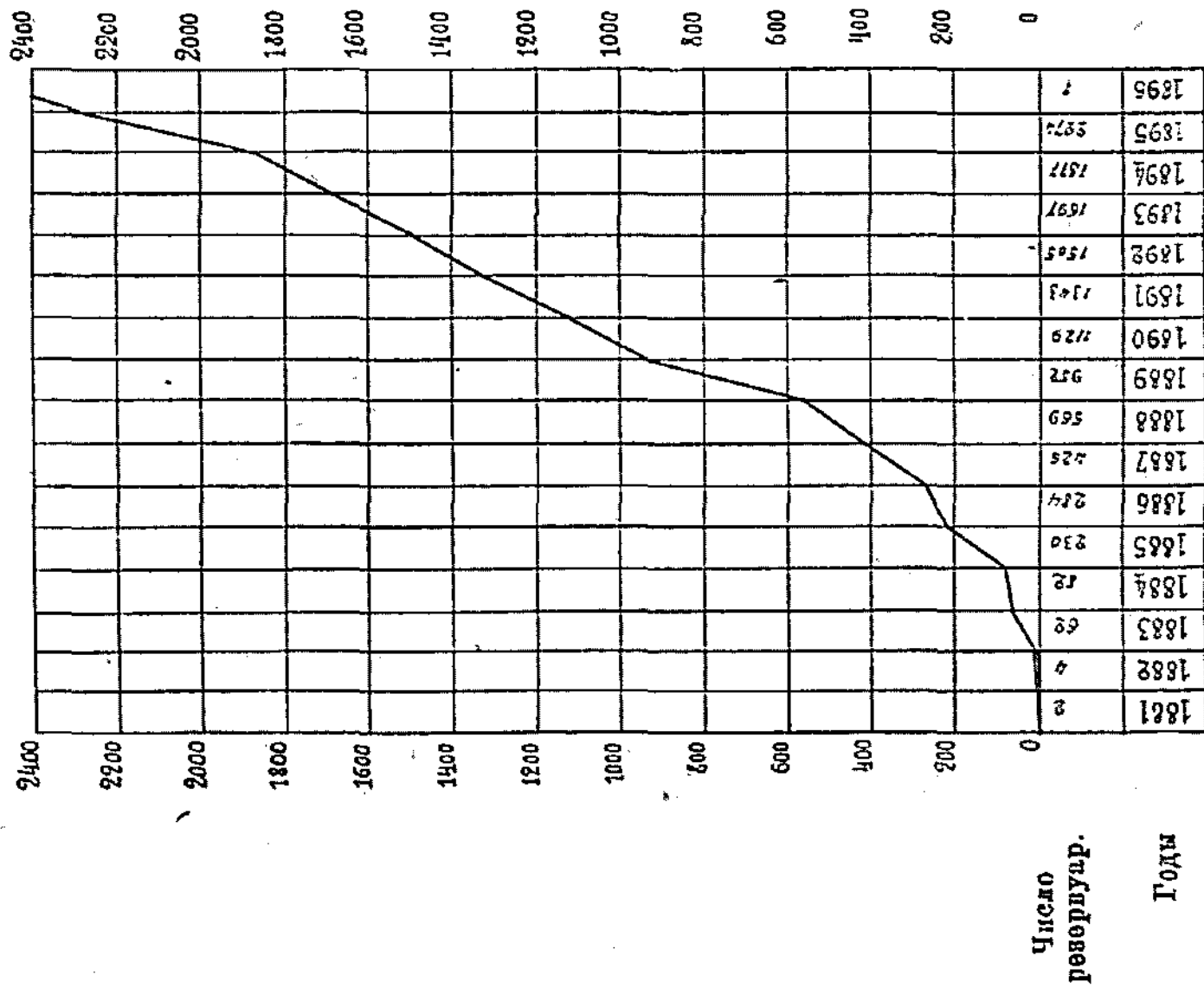
Изъ автоматическихъ способовъ промывки сточной водой наиболее простой указанъ на черт. 853. Проводная труба въ колодецъ помѣщается надъ металлическимъ ящикомъ *b*, вращающимся на оси *a*; когда онъ пустъ, то его центръ тяжести находится влѣво отъ оси вращенія и слѣдовательно онъ занимаетъ горизонтальное положеніе, когда же наполнится до верха водою, то центръ тяжести перемѣщается вправо, ящикъ опрокидывается, какъ показано пунктиромъ, и вода устремляется въ отводную трубу.

Однимъ изъ наиболее распространенныхъ приспособленій для автоматической промывки небольшихъ коллекторовъ, какъ чистой такъ и сточной водой, являются сифоны разныхъ устройствъ, применяемые въ немного измѣненномъ видѣ и для домовыхъ приборовъ, общественныхъ отхожихъ мѣстъ, конюшенъ и т. п. Сифоны для промывки водостоковъ крайне разнообразны по деталямъ своего устройства. Ихъ задача заключается въ томъ, чтобы медленно накопленный запасъ чистой воды быстро опоражнивать въ водостокъ, создавая въ немъ такимъ образомъ большую скорость теченія.

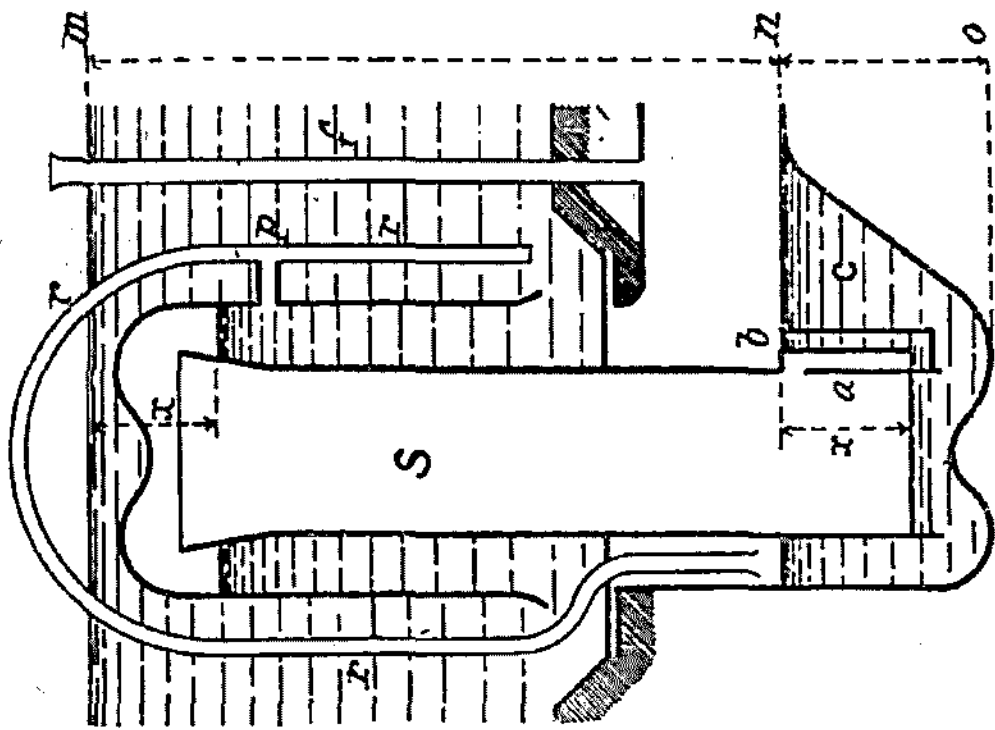
Примѣромъ ихъ можетъ служить сифонъ — Дультона, представленный на черт. 864. Вода черезъ кранъ съ желаемою скоростью наполняетъ промывной колодезь или бассейнъ, въ которомъ помѣщенъ сифонъ, состоящій изъ внѣшняго кожуха *a*, открытаго снизу и внутренней трубки *b*, открытой съ обоихъ концовъ. Нижній ея конецъ *c* опущенъ въ небольшой цилиндрической сосудъ *d* немного ниже дна отводной трубы *e*, которая соединена съ уличнымъ коллекторомъ. Когда уровень воды въ колодецъ достигнетъ высоты верхняго отверстія трубы *b*, вода начнетъ переливаться въ нижній цилиндрической резервуаръ *d* и закроетъ нижній конецъ трубки *b* гидравличе-

Промывна водостокъ.

Канализация города Парижа.



Черт. 871. — Графикъ увеличенія числа промывныхъ резервуаревъ въ Парижѣ въ періодъ 1881—1895 гг.



Черт. 872. — Схематическій разрёзъ промывнаго сифона, системы Geeste-Herscher. S—центральная труба сифона. r—регуляторная труба, по которой воздухъ изъ подъ колокола сифона выходитъ въ нижнюю камеру, не допуская сжатія и слѣдовательно возможнои аморсирования ранѣе, чѣмъ уровень воды въ резервуарѣ достигнетъ назначеннаго предѣла. p—отверстіе, соединяющее колоколь съ трубкой r'. f—трубка, соединяющая верхъ резервуара съ нижней камерой и устанавливающая въ послѣдней атмосферное давленіе въ случаѣ заполнения спускной трубы. ab—малый сифонъ-разрядитель, вызывающій быстрое заполненіе трубы S. C—нижняя камера сифона.

скимъ затворомъ. Съ этого момента переливаніе воды внутрь сифона станетъ медленнѣе, такъ какъ воздухъ, тамъ заключенный, не будетъ имѣть выхода наружу. При дальнѣйшемъ наполненіи колодца этотъ воздухъ внутри сифона сжимается все болѣе и болѣе, вытѣсняя воду изъ сосуда  $d$  до тѣхъ поръ, пока высота  $h$  уровня воды надъ сифономъ не превыситъ высоты  $h_1$  уровня воды въ сосудѣ  $d$  надъ концомъ сифона. Въ моментъ перевѣса, воздухъ, спертый въ сифонѣ, прорветъ гидравлическій затворъ сосуда  $d$ , часть воздуха выйдетъ и отъ этого толчка сифонъ сразу начнетъ дѣйствовать, промывая соединенный съ нимъ водостокъ, пока вся вода не уйдетъ изъ колодца. Затѣмъ снова резервуаръ начнетъ наполняться черезъ кранъ чистою водою.

Чтобы сифонъ дѣйствовалъ правильно, т. е. чтобы вода по соединительной трубкѣ шла полнымъ сѣченіемъ и воздухъ не сжимался въ сосудѣ  $d$ , послѣдній снабженъ узенькой воздушной трубкой  $f$ , идущей выше сифона.

Другой примѣръ промывного сифона болѣе сложнаго устройства показанъ на черт. 872—877 вполне его уясняющихъ.

### § 161. Промывка водостоковъ большихъ размѣровъ.

Въ овоидальныхъ коллекторахъ, вслѣдствіе значительности ихъ поперечнаго сѣченія, промывка чистою водою можетъ обойтись слишкомъ дорого. Поэтому въ большинствѣ случаевъ промываютъ каналъ самою сточною водою, временно преграждая или задерживая ея теченіе особыми, постоянными или перемѣшающимися щитами.

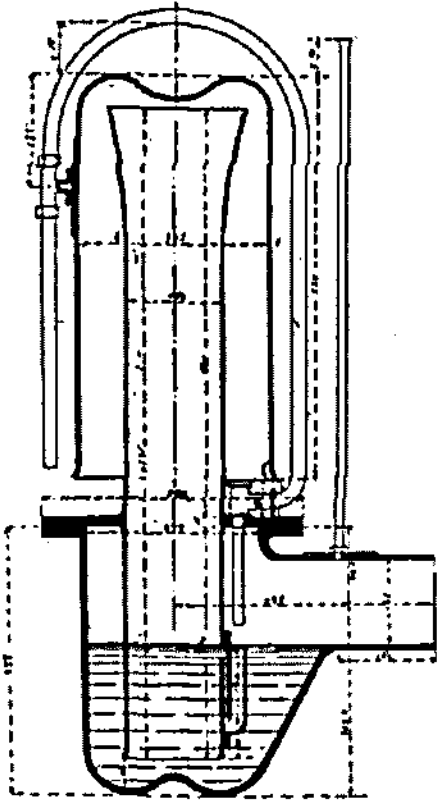
Первый, воспользовавшійся подобнаго рода промывкой, былъ англичанинъ John Roe, примѣнившій ее для Лондонскихъ водостоковъ.

Опыты, произведенные въ Англіи, показали, что при скорости теченія въ 1,3 фута количество нерастворенныхъ осадковъ относилось къ количеству несущей ихъ воды, какъ 1 : 96, 1 : 80 и не менѣе 1 : 66. Дальнѣйшія изслѣдованія показали, что послѣ задерживанія текущей воды щитомъ высотой въ 2 фута и внезапнаго затѣмъ его открытія, количество унесенныхъ на разстояніе до 330 саженъ осадковъ относилось къ количеству унесшей ихъ воды уже какъ 1 : 6 $\frac{1}{2}$ . Для перенесенія на такое же разстояніе кирпичнаго щебня и камней, величиною съ орѣхъ, нужно было, чтобы ихъ ко-

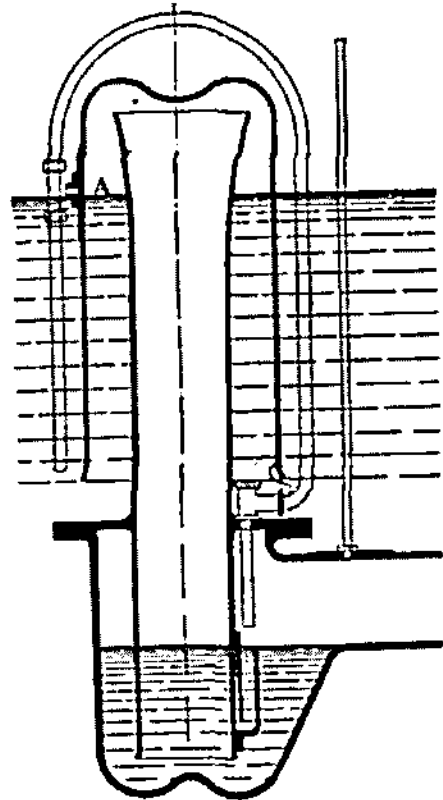
**Промывка водостоковъ.**

**Канализация города Парижа.**

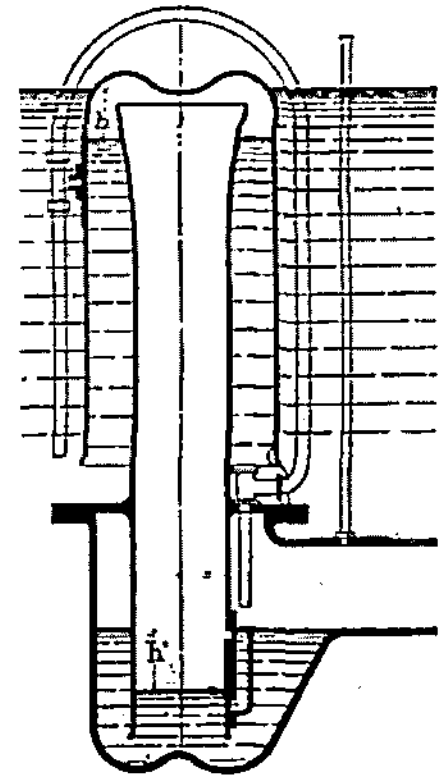
Промывной сифонъ системы Geneste-Herschel въ дѣйстви.



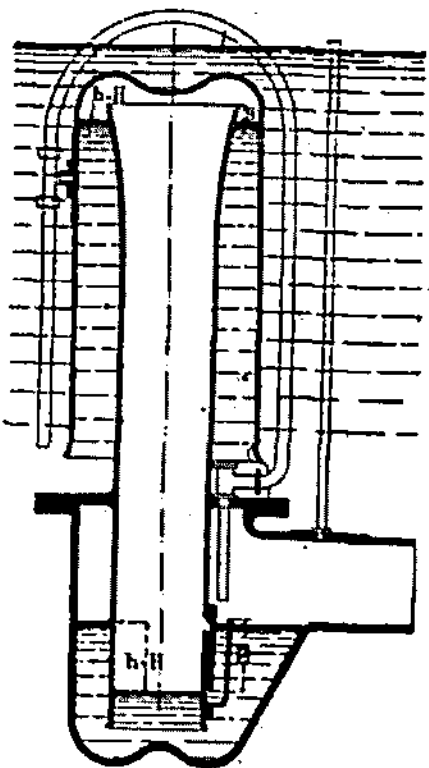
Черт. 873. — *Первая фаза.* Сифонъ установленъ и нижняя камера его наполнена водой.



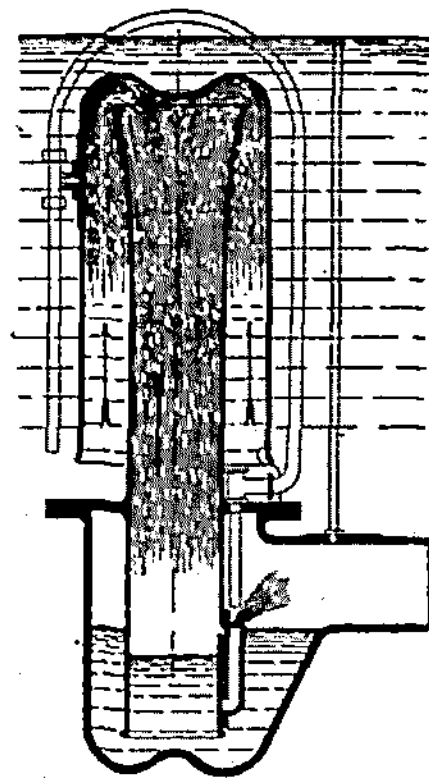
Черт. 874. — *Вторая фаза.* Кранъ резервуара открытъ; горизонтъ воды постепенно въ резервуарѣ въ верхней камерѣ сифона (колоколъ) поднимается; воздухъ изъ колокола выходитъ чрезъ отверстіе *A* по регуляторной трубкѣ въ нижнюю камеру сифона.



Черт. 875. — *Третья фаза.* Воздушное отверстіе *A* закрыто водой и воздухъ въ колоколѣ постепенно сжимается; воздухъ сжимается одновременно и въ центральной трубѣ, выдавливая изъ ея нижняго конца воду.



Черт. 876. — *Четвертая фаза.* Сжатіе воздуха въ центральной трубѣ продолжается, пока вода внизу трубы не опустится до нижняго края сифона разрядителя, т. е. *h* не станетъ равна *H*; при этомъ подъ колоколомъ вода на 5 сантиметровъ не доходитъ до края центральной трубы ( $B=0,05$  м).



Черт. 877. — *Пятая фаза.* При дальвѣйшемъ поднятіи воды въ резервуарѣ воздухъ изъ центральной трубы выходитъ чрезъ сифонъ-разрядитель и въ центральной трубѣ давленіе понижается до атмосфернаго, вода подъ колоколомъ стремится подняться до уровня воды въ резервуарѣ и наполняетъ трубу. Сифонъ амортируется и резервуаръ сразу опоражнивается.

личество относилось къ количеству вынесшей воды, какъ 1 : 16. Вода подпертая на высоту 2 фута, въ состояніи уносить твердыя тѣла вѣсомъ до 2 фунтовъ, даже при удѣльномъ ихъ вѣсѣ въ 2—2½, раза большемъ воды.

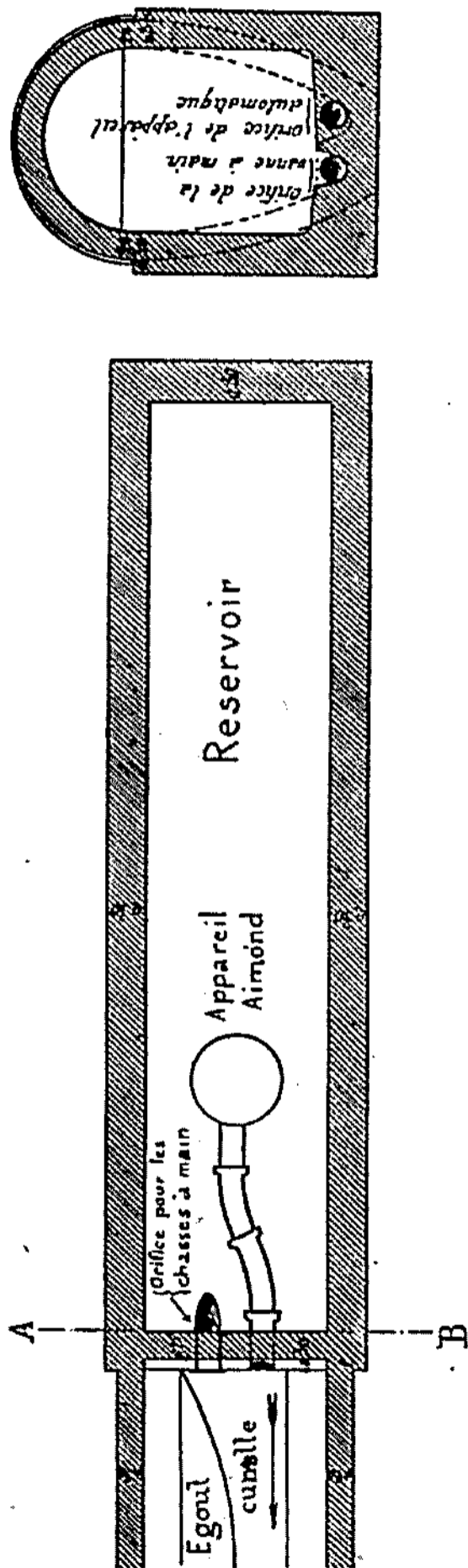
Постоянные промывные щиты дѣлаются закрывающими или все сѣченіе коллектора или только нижнюю его часть (отъ половины до трехъ четвертей). Последнее устройство имѣетъ то преимущество, что скопившаяся за щитомъ вода можетъ свободно переливаться черезъ него, такъ что при внезапномъ подъемѣ уровня или порчѣ затвора—вода не скопится за нимъ чрезмерно и вышележащая часть канала не подвергнется сильному давленію изнутри.

Черт. 854 и 855 показываетъ промывной колодезь овоидальнаго коллектора съ чугунной дверцей, закрывающей  $\frac{2}{3}$  поперечнаго сѣченія канала. Дверца придерживается желѣзнымъ стержнемъ соединеннымъ съ нею однимъ концомъ посредствомъ шарнира. На другомъ концѣ стержень имѣетъ костылеобразное уширеніе, которое можетъ скользить въ особомъ рельсѣ, прикрѣпленномъ къ стѣнѣ колодца. При освобожденіи запора давленіе скопившейся воды толкаетъ дверцу и стержень скользитъ въ рельсѣ; вода разомъ наполняетъ нижележащую часть коллектора и промываетъ ее. Для закрытія щита нажимаютъ на ручку *H*, соединенную со стержнемъ,—щитъ захлопывается и запоръ запираетъ ее плотно. Чтобы вода не просачивалась съ боковъ щита, онъ имѣетъ вокругъ призматическій выступъ (черт. 859), который выходитъ въ заполненное свинцомъ углубленіе въ чугунной рамѣ, задѣланной въ кладку коллектора.

Черт. 856 — 858 показываетъ еще одно устройство, позволяющее закрывать щитъ съ улицы, не входя въ колодезь. Оно применено въ Данцигѣ для закрытія щитомъ всего сѣченія коллектора. Стержень, соединенный однимъ концомъ со щитомъ, другимъ соединенъ шарниромъ съ зубчатой кремальерой, которая можетъ въ особыхъ рельсахъ скользить вдоль стѣнки колодца взадъ и впередъ и, двигая за собою стержень, закрывать или открывать щитъ. При помощи зубчатого колеса, вертикальная ось коего доходитъ до поверхности мостовой, можно съ помощью ключа, который вращаютъ двое рабочихъ, заставить скользить кремальеру впередъ: дверцы захлопываются, причѣмъ щеколда плотно ее запираетъ. При поднятіи щеколды щитъ раскрывается давленіемъ воды и отодвигаетъ кремальеру назадъ.

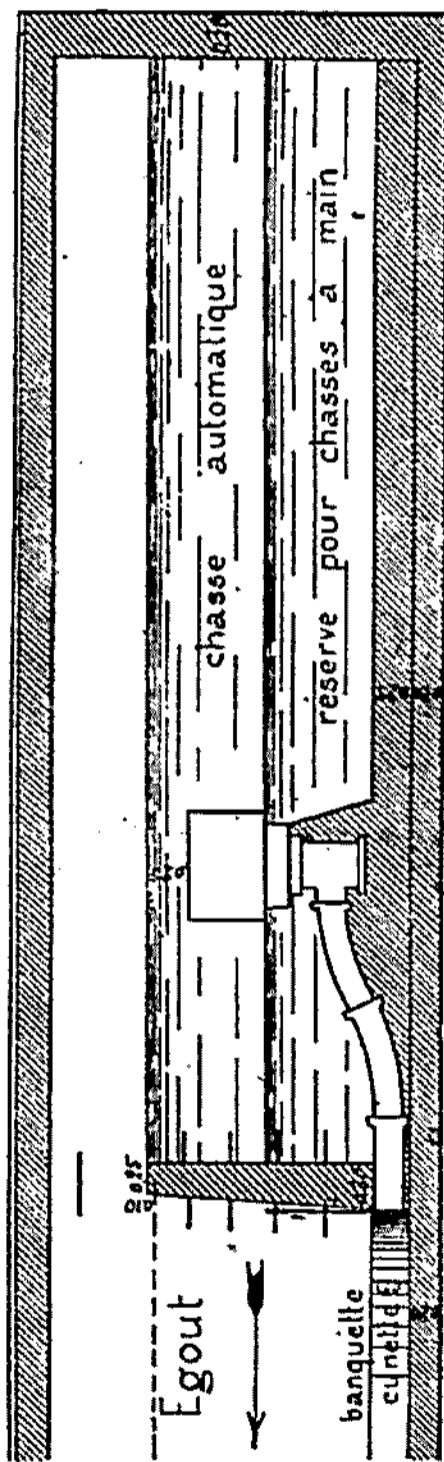
Промывки водостоковъ.

К а и а л и з а ц і я г о р о д а П а р и ж а .



Черт. 878.

Черт. 879.



Черт. 880.

Черт. 878, 879 и 880. — Планъ, продольный и поперечный разръзы прѣмывнаго резервуара для тупаго конца первачнаго коллѣктора съ автоматическимъ сифономъ, системы Aimond'a. Верхній слой воды въ резервуарѣ расходуется автоматическа чрезъ сифонъ, нижній — по умотрѣнію рабочаго чрезъ особый ручной затворъ. (Egout—водостокъ; сипette—кюветъ для нижнихъ водъ; orifice de la chasse à main—отвертіе для промывки, открываемоо рабочимъ).



Кромѣ описанныхъ и подобныхъ имъ, схожихъ въ общемъ устройствѣ, щитовъ существуетъ много различныхъ самодѣйствующихъ затворовъ, въ которыхъ при наполненіи канала до известной высоты, щитъ открывается самъ собою, скопившаяся вода вытекаетъ и щитъ снова закрывается. Но и по принципу, и по даннымъ, выработаннымъ практикою, новидимому въ этомъ случаѣ большихъ магистралей, гдѣ задержка въ стокѣ такъ опасна, слѣдуетъ предпочитать простыя приспособленія, дѣйствующія руками рабочихъ, — самодѣйствующимъ приборамъ, которые могутъ легко портиться и потому все таки должны имѣть за собою надзоръ.

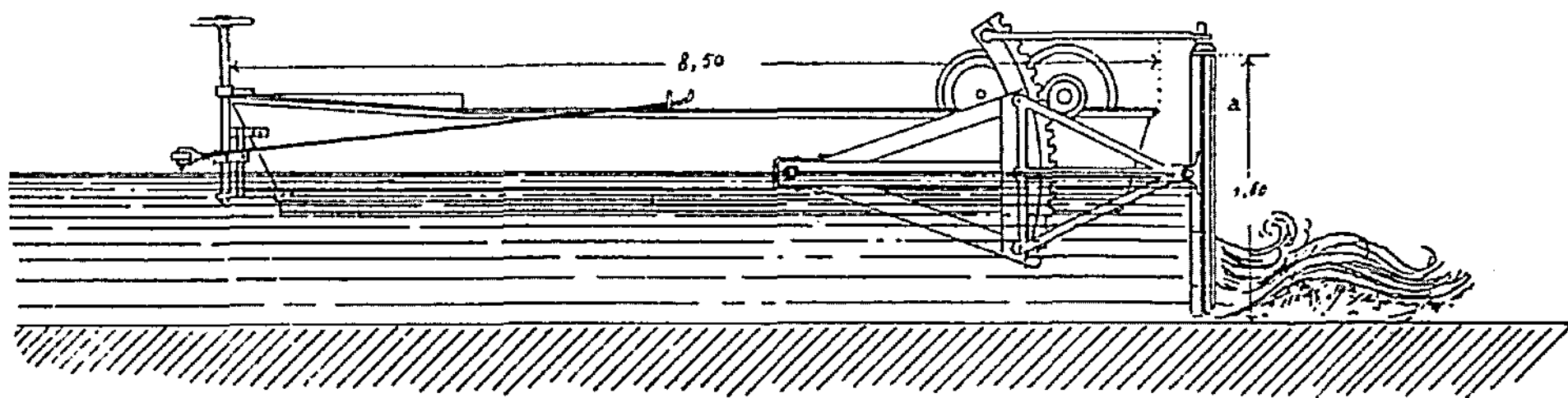
### § 162. Промывка водостоновъ водой рѣкъ и каналовъ и т. п.

Къ промывнымъ приборамъ относятся также приспособленія, служащія для впуска въ водостоки воды изъ находящихся въ городѣ рѣкъ, каналовъ, озеръ, прудовъ и т. п. естественныхъ или искусственныхъ водоемовъ, сооруженныхъ не специально для цѣлей промывки. Для этого рядомъ съ воднымъ бассейномъ устраиваютъ соединенный съ нимъ колодезь, изъ котораго ниже уровня низкихъ водъ бассейна выходитъ труба, снабженная клапаномъ и идущая въ промываемую трубу, чаще всего въ точки раздѣла уклоновъ сѣти, если онѣ лежатъ по близости. Колодезь отдѣляется отъ источника промывной воды рѣшеткой для задерживанія плавающихъ крупныхъ тѣлъ. Черт. 860—862 показываетъ подобный колодезь г. Данцига, устроенный изъ дерева. Пазы въ отверстіи колодца служатъ для временнаго (въ случаѣ починки) отдѣленія колодца отъ рѣки глухимъ щитомъ. Черт. 863—устройство, примененное въ г. Бреславлѣ: колодезь здѣсь изъ кирпичной кладки.

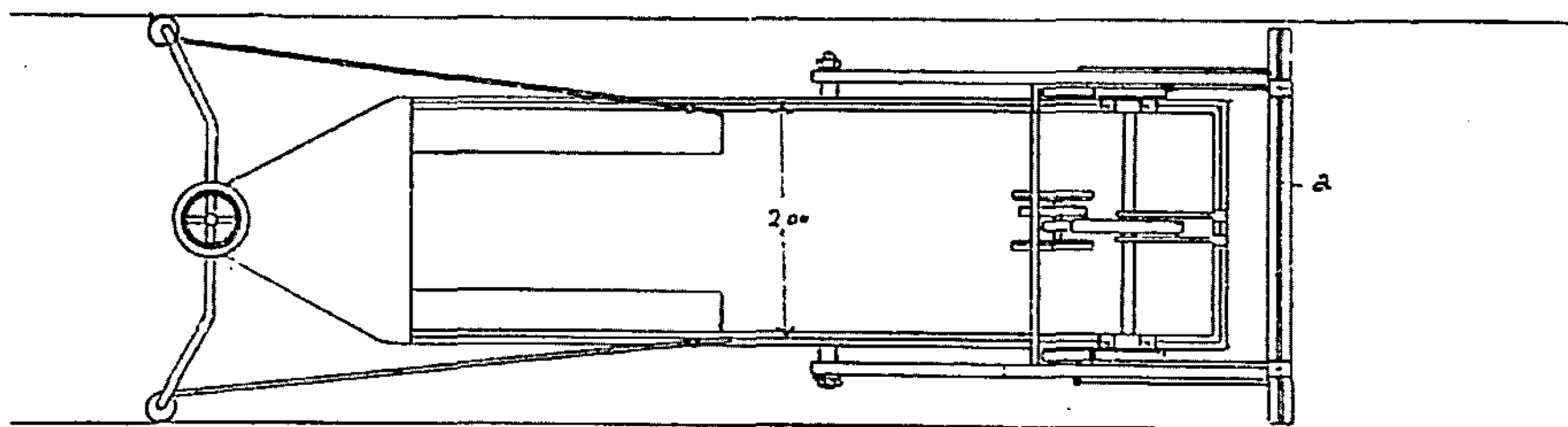
### § 163. Расположеніе промывныхъ приборовъ.

Весьма важно для правильности дѣйствія промывныхъ приборовъ и поддержанія надлежащей чистоты въ канализаціонной сѣти, правильно расположить промывныя приспособленія. Прежде всего въ промывкѣ нуждаются всѣ точки водораздѣла сѣти и, такъ какъ близъ этихъ точекъ всегда протекаетъ слишкомъ мало сточныхъ водъ, то онѣ нуждаются въ промывкѣ водою изъ водопровода, водоема и

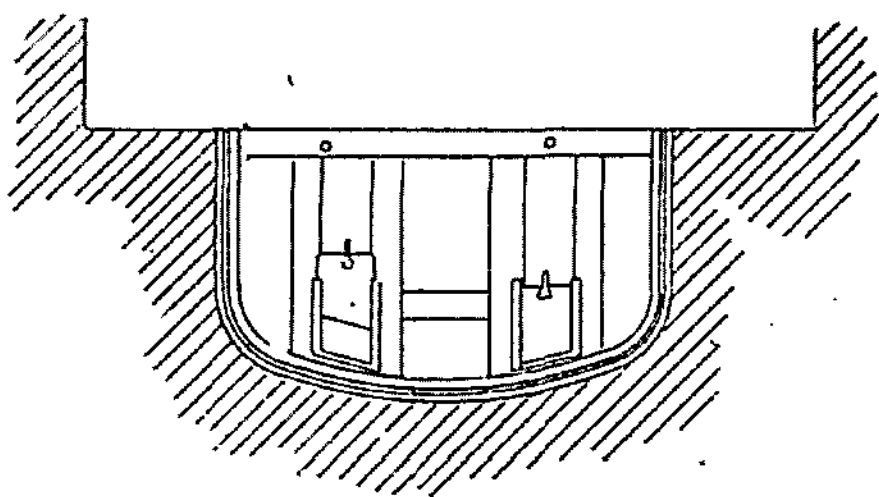
**Промывка водосточковъ.**



Черт. 881. — Бокковой видъ.



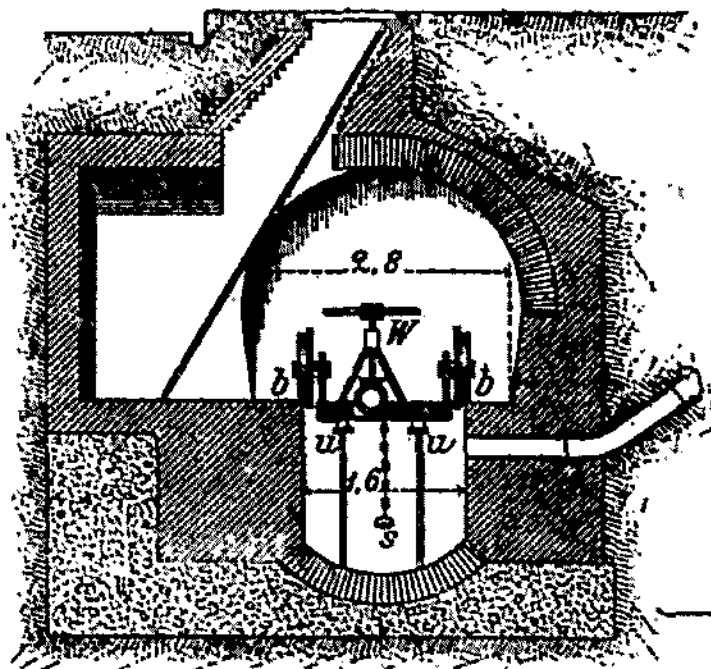
Черт. 882. — Планъ.



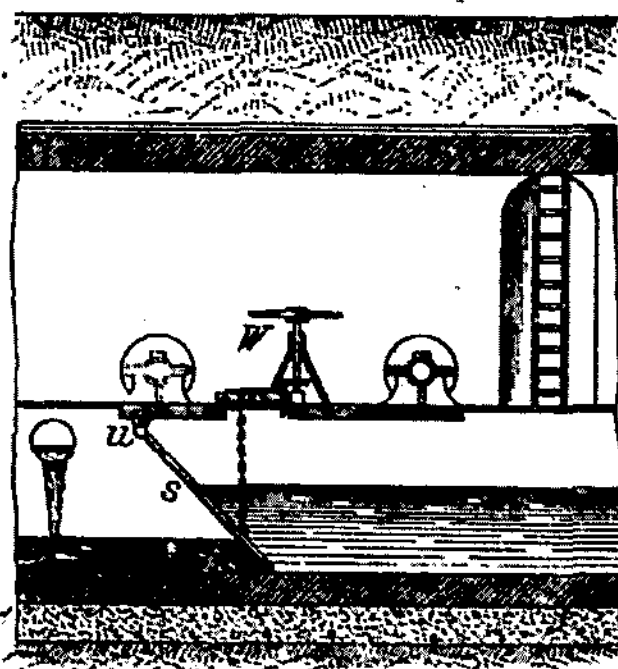
Черт. 883. — Поперечный разрѣзь.

Черт. 881 — 883. — Приспособленію для промывки коллекторовъ въ Парижѣ сточной водой, состоящее изъ щита, передвигающагося на суднѣ. (Изъ соч. Чинова—водостоки Парижа).

Черт. 884 и 885. — Приспособленія для промывки коллекторовъ въ Брюсселѣ сточной водой, состоящее изъ щита, передвигающагося по рельсамъ на вагонетѣ. (Изъ соч. A. Frühling'a).



Черт. 884. — Поперечный разрѣзь.



Черт. 885. — Продольный разрѣзь.

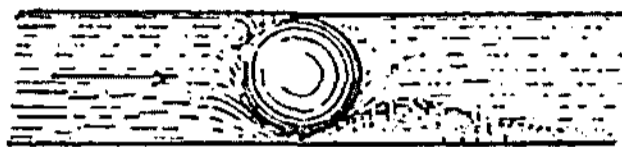
Примѣчаніе. Размѣры въ метрахъ.

т. п. источниковъ. Здѣсь уместны напр. сифоны Дультона и всякіе проводы, впускающіе промывныя воды изъ рѣкъ. Наиболѣе часто примѣненіе въ такихъ мѣстахъ *чистой водопроводной* воды, которая скопляется въ количествѣ 6—10 куб. м. въ особыхъ камерахъ расположенныхъ или по оси водостока или въ стороиѣ отъ него (черт. 865, 866, 867, 878, 879 и 880). Камера имѣетъ калиброванный водопроводный кранъ, который наполняетъ ей водой два-три раза въ день и автоматическій приборъ для быстрого опорожніванія. Приборы эти иногда (примѣръ Парижъ) устроены такъ, что часть водъ остается въ камерѣ, образуя запасъ, которымъ рабочіе могутъ пользоваться для неавтоматической промывки при извлеченіи наносовъ. Этотъ запасъ расходуется чрезъ особое отверстіе, закрываемое заслонкой (черт. 868 — 870). Дальнѣйшее распредѣленіе промывныхъ приборовъ зависитъ отъ уклоновъ каналовъ, формы ихъ поперечнаго сѣченія, количества протекающихъ сточныхъ водъ и главнымъ образомъ — скорости теченія въ сухую погоду. При крутыхъ уклонахъ часто можно обойтись весьма незначительнымъ числомъ промывокъ. За общее правило можно считать, что по мѣрѣ удаленія отъ точекъ раздѣла разстояніе между промывными приборами увеличивается. Вслѣдствіе неопредѣленности задачи расположенія промывныхъ щитовъ полезно устраивать смотровые и соединительные колодцы такимъ образомъ, чтобы впослѣдствіи, въ случаѣ надобности, можно было всегда установить промывной щитъ. Строго же необходимы щиты во всѣхъ пунктахъ, гдѣ скорость протока воды недостаточна.

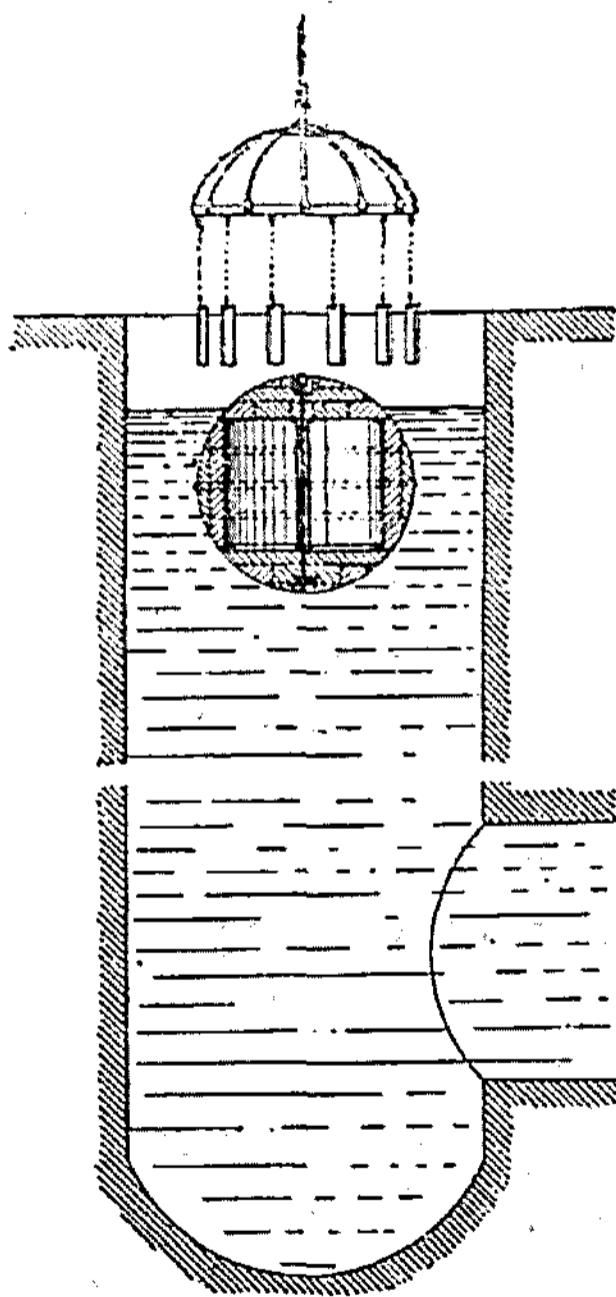
Дѣлать слишкомъ большія разстоянія между промывными щитами не слѣдуетъ потому, что за щитомъ въ силу временной задержки теченія на дно садятся осадки и при значительномъ разстояніи между щитами хлынувшая вода не будетъ въ состояніи смыть эти осадки съ очень большаго протяженія канала. Что касается до количества нужной для промывки сѣти воды и числа промывокъ, то это зависитъ отъ столь значительнаго числа факторовъ, что съ большимъ трудомъ поддается предварительному точному опредѣленію. Дѣлая такой расчетъ необходимо руководствоваться указаніями опыта въ сходныхъ съ изучаемымъ случаяхъ, оставляя притомъ, какъ уже было упомянуто, за собой возможность усилить промывку и сгустить промывныя устройства въ каждой части сѣти, гдѣ это впослѣдствіи представится нужнымъ (см. черт. 871).

**Промывка водостоковъ.**

**Автоматическая промывка сифоновъ въ Парижѣ**  
по способу инженера Бельграна (Belgrand).



Черт. 886.—Въ 1868 году для промывки сифона подъ Сеной, устроеннаго у Альмскаго моста и состоящаго изъ двухъ трубъ діаметромъ въ 1 метръ, Бельгранъ предложилъ сдѣлать деревянный шаръ діаметромъ 0,80 м. Шаръ, плавая, катится по верхней сторонѣ трубы и образуетъ подпоръ, которымъ смываются наносы. Чертежъ изображаетъ дѣйствіе такого шара.



Черт. 887.—Съ 1895 года въ Парижѣ та-же система примѣняется для новыхъ сифоновъ Аперскаго акведука, имѣющихъ трубы въ 2,30 м. и 1,80 м. внутренняго діаметра. Ихъ шары соотвѣтственно 2 м. и 1,60 м. Они составлены изъ отдѣльныхъ разъемныхъ частей и имѣютъ балластъ, коимъ ихъ вѣсъ для удобства управленія дѣлается только немного меньше вѣса воды. Для погруженія ихъ покрываютъ металлическимъ тяжелымъ колпакомъ съ направляющими и охватывающими цѣпями (черт. 887). Когда шаръ доводится въ колодцѣ сифона до уровня трубы сифона, онъ входитъ въ нее, увлекаемый теченіемъ, которое затѣмъ шаръ самъ усиливается и коимъ переносится вмѣстѣ съ наносами на другую сторону рѣки.

## § 164. Сохраненіе чистоты воздуха въ предѣлахъ сѣти.

Вентиляцію водостоконъ слѣдуетъ разсматривать какъ дополненіе къ ихъ очисткѣ. Какъ цѣль промывки и механическаго извлеченія осадковъ—поддерживать чистоту каналовъ, такъ цѣль вентиляціи—поддерживать чистоту находящагося въ нихъ воздуха.

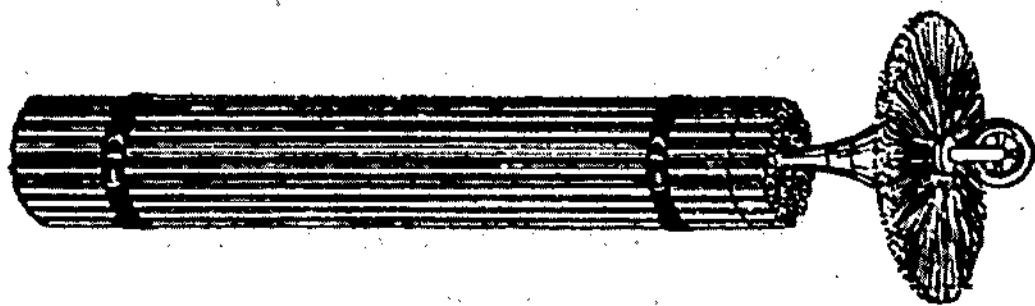
Хотя въ водѣ, текущей по водосточнымъ галлереймъ, всегда находятся различнаго рода органическія вещества, способныя разлагаться, все же, если канализація устроена хорошо, т. е. всѣ коллекторы уложены съ достаточнымъ уклономъ и текуція въ нихъ воды обладаютъ достаточной скоростью, разложеніе органическихъ веществъ, повидимому, не можетъ еще начаться въ предѣлахъ канализованнаго города, слѣдовательно и воздухъ въ стокахъ не долженъ бы быть зараженъ различнаго рода газами—продуктами разложенія. Но въ дѣйствительности въ водостоки попадаютъ изъ домовъ и съ поверхности улицъ нѣкоторыя вещества, уже начавшія разлагаться; при недосмотрѣ въ промывкѣ—частицы, прилипшія къ стѣнкамъ, также могутъ гнить; въ ночныхъ осадкахъ до ихъ сплава дневнымъ количествомъ текущей воды, можетъ начаться процессъ разложенія и результатомъ всего этого является зараженіе воздуха, находящагося въ водосточныхъ галлерейхъ, хотя и незначительное при хорошемъ устройствѣ канализаціи, но съ которымъ все же приходится считаться.

Кромѣ зависимости отъ устройства самихъ водостоконъ составъ и количество газовъ, находящихся въ коллекторахъ, зависитъ еще отъ другихъ обстоятельствъ. (См. по этому вопросу между прочимъ «Докладъ подкомиссіи для производства опытовъ надъ вентиляціей въ сточныхъ трубахъ въ г. Москвѣ. Москва 1895»).

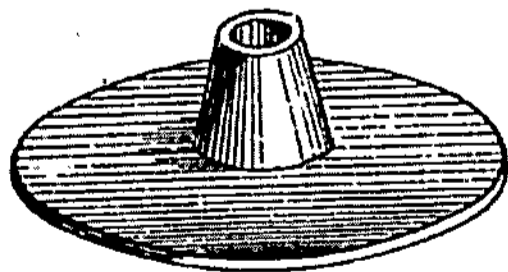
Сточные воды поглощаютъ часть газовъ, причемъ коэффициентъ поглощенія различенъ для различныхъ газовъ. Если извѣстное количество газовъ будетъ поглощено сточными водами при нормальномъ барометрическомъ давленіи, то при его пониженіи часть поглощенныхъ газовъ выдѣлится, слѣдовательно и коллекторный воздухъ ухудшится, что и замѣчается обыкновенно передъ ненастьемъ. Кромѣ того газопоглощательная способность воды уменьшается вмѣстѣ съ увеличеніемъ ея температуры. Съ выдѣленіемъ изъ сточной воды

Очистка водостоковъ отъ грязи.

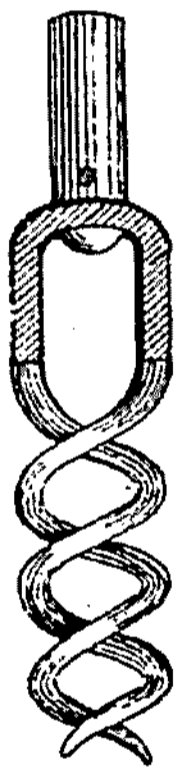
Приспособленія для очистки тручатыхъ водостоковъ.



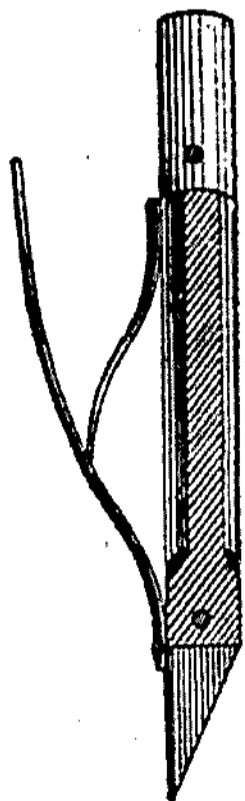
Черт. 888.



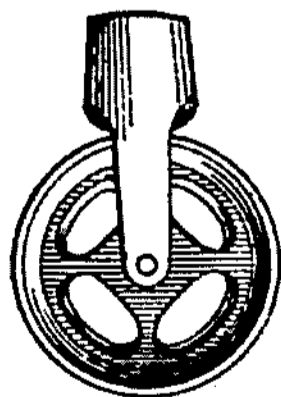
Черт. 890.



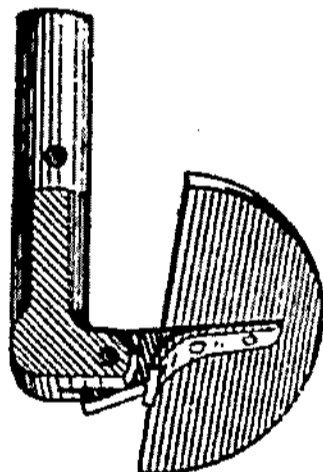
Черт. 893.



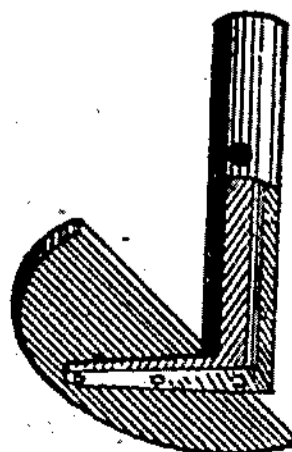
Черт. 894.



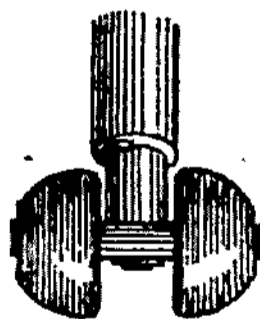
Черт. 891.



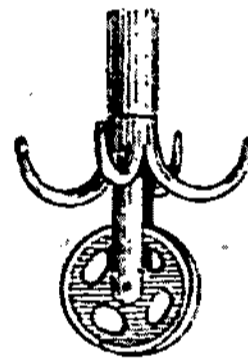
Черт. 895.



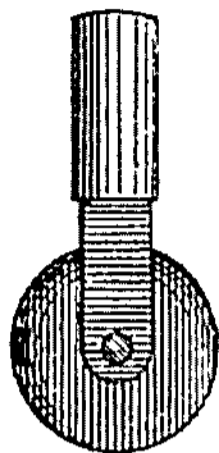
Черт. 889.



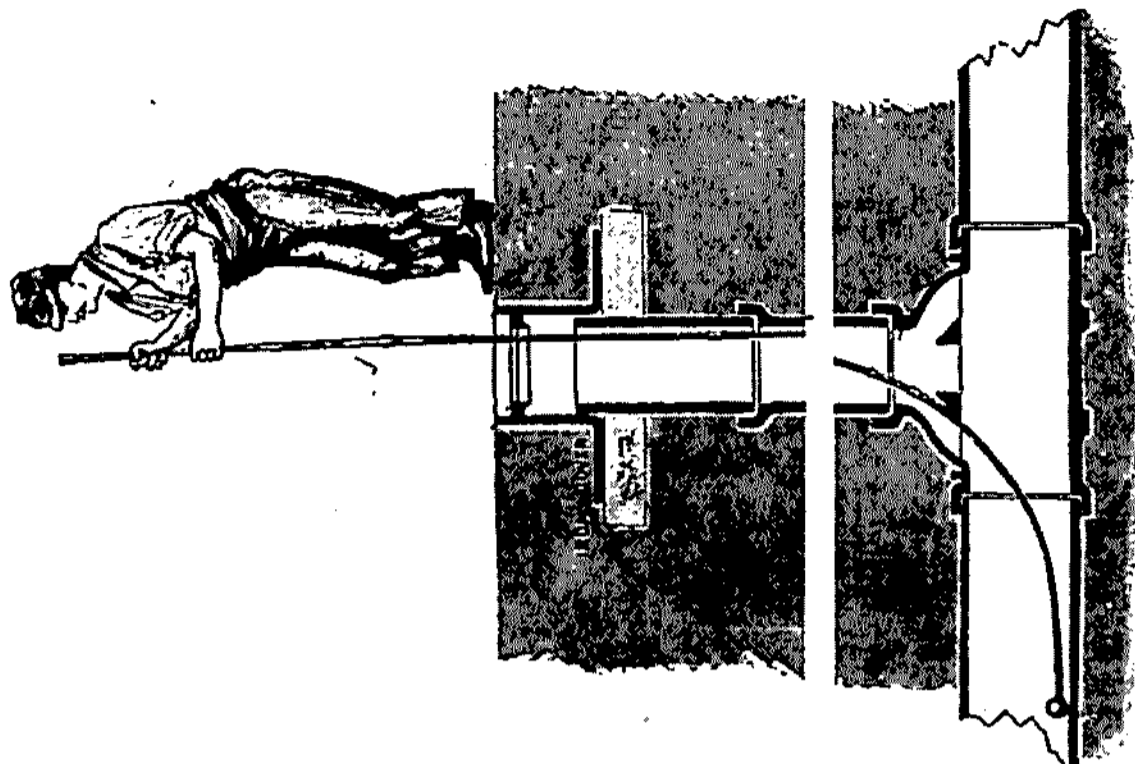
Черт. 892.



Черт. 896.



Черт. 897.



Черт. 898.

Чертежи: 888—Круглая щетка съ заросомъ гибкихъ бамбуковыхъ стержней для наращиванія (см. черт. 898). 889—Полукруглый скребокъ. 890—Круглый скребокъ. 891—Колесо. 892—Двойное колесо. 893—Двухвинтовой штопоръ. 894—Пружинный крюкъ. 895—Шарнирный скребокъ. 896—Колка. 897—Шаровое колесо. 898—Прочистка тручатыхъ водостоковъ посредствомъ интрузионныхъ (черт. 888—897), пружинныхъ бамбуковыхъ стержней.

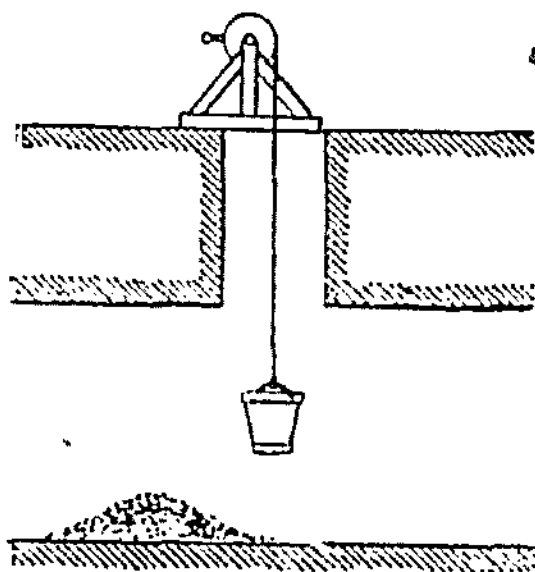
газовъ, при увеличеніи температуры растеть и ихъ упругость, причемъ особенно сильно растеть упругость водяныхъ паровъ, которыми коллекторный воздухъ бываетъ насыщенъ почти вполнѣ. Это увеличеніе количества газовъ и ихъ упругости отъ измѣненія атмосфернаго давленія и температуры бываетъ часто настолько значительно, что ни одинъ гидравлическій затворъ не могъ бы его выдержать, если бы каналы не вентилировались.

Помимо этого, возвышеніе упругости коллекторнаго воздуха имѣеть всегда мѣсто при ливняхъ, когда повысившійся отъ дождя горизонтъ сточныхъ водъ сожметъ воздухъ, находящійся въ коллекторахъ. При спадѣ уровня будетъ замѣтно обратное явленіе—разрѣженіе воздуха въ каналахъ. По всѣмъ этимъ причинамъ важно черезъ посредство вентиляціи дать коллекторамъ возможность свободнаго дыханія. Вентиляція важна также и потому, что водосточныя галлерей требуютъ постояннаго надзора—слѣдовательно и присутствія рабочихъ, на здоровьи которыхъ прежде всего и отразятся ея недостатки.

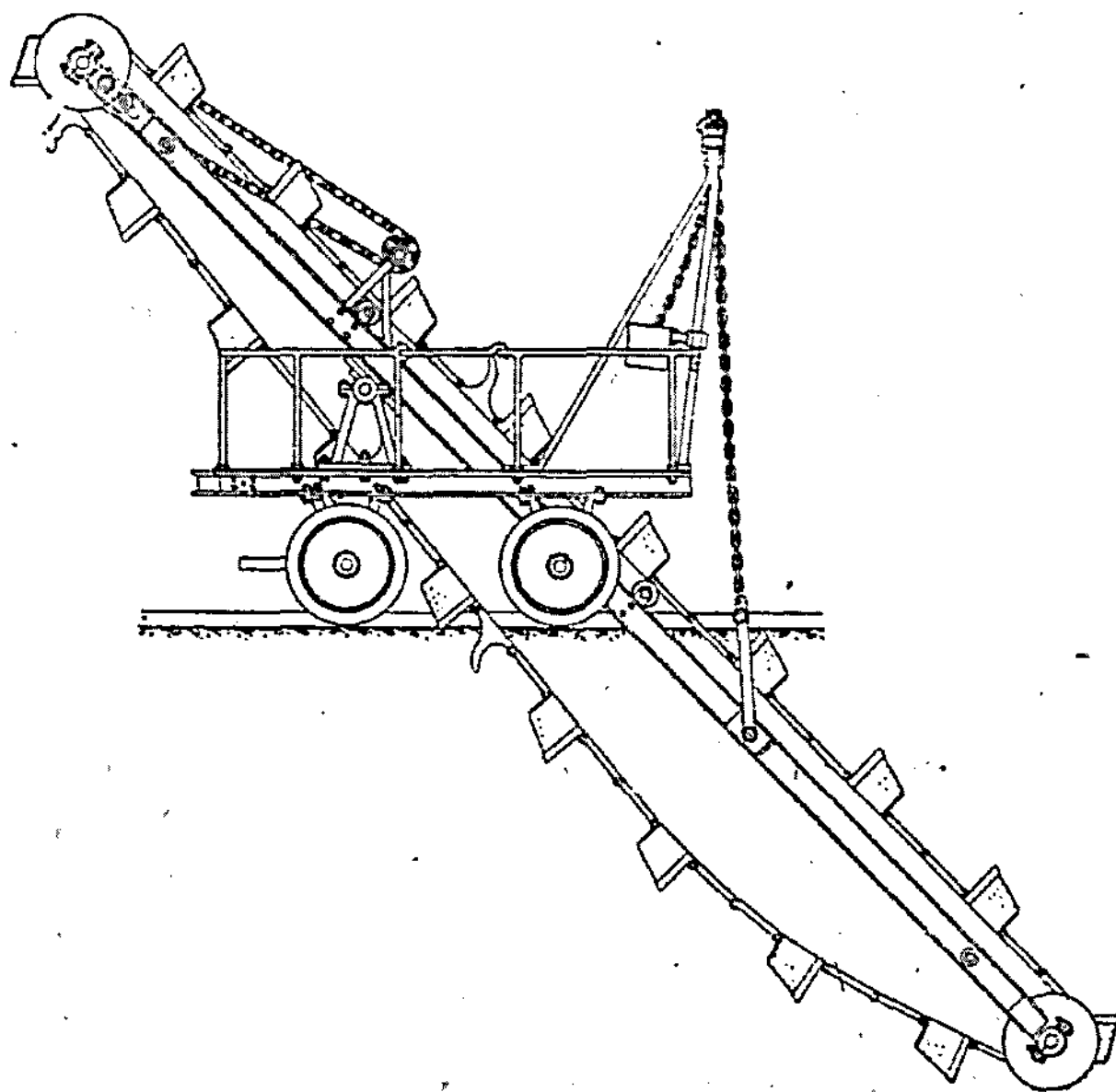
Первыя попытки сохраненія чистоты воздуха въ предѣлахъ водосточной сѣти имѣли цѣлю: черезъ посредство введенія въ сточную воду химическихъ реактивовъ сдѣлать ее настолько безвредною, чтобы выдѣленіе ядовитыхъ газовъ не могло имѣть мѣста. Пробовали вводить хлоръ, сѣрную и сѣрнистую кислоты, но безъ хорошихъ результатовъ. Сюда же можно отнести и патентованное въ 1858 году средство (John Chisholm), заключающееся въ очищеніи воздуха въ каналахъ посредствомъ электричества: электричество должно было производить аллотропическое измѣненіе кислорода—озонъ, сильно окисляющее дѣйствіе котораго переводило бы ядовитые газы въ менѣе вредныя для здоровья соединенія.

Неудачи, постигшія изобрѣтателей, шедшихъ по пути химическаго обезвреживанія коллекторнаго воздуха, а также и интересъ, съ которымъ относились различныя ученые общества и правительства (напр. англійскій парламентъ) къ вопросу о канализаціи, дали толчокъ къ вѣрному, простому и дешевому способу обезвреживанія коллекторнаго воздуха,—къ вентиляціи водосточной сѣти. Эта вентиляція должна служить къ тому, чтобы помощью введенія въ сѣть свѣжаго атмосфернаго воздуха и вытягиванія испорченнаго достигнуть возможно большаго разжиженія вредныхъ газовъ,—такого, при

### Очистка водостоковъ отъ грязи.



Черт. 899. — Переносный воротъ съ ведромъ, примѣняемый въ мѣстахъ, гдѣ количества подлежащаго извлеченію матеріала невелики.



Черт. 900. — Катучій черначный приборъ, примѣняемый въ Парижѣ въ мѣстахъ, гдѣ скопляется много тяжелой грязи (песка)—Veschamp—р. 216.

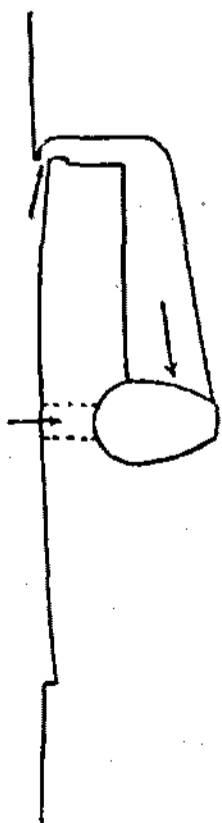
Примѣчаніе. Извлекаемая грязь часто распространяетъ дурной запахъ а кромѣ того опасна въ санитарномъ отношеніи. Ее дезинфенцируютъ въ моментъ извлеченія сѣрновислымъ желѣзомъ, сѣрновислымъ цинкомъ, хлористымъ желѣзомъ и т. п., и по возможности немедленно удаляютъ изъ города.



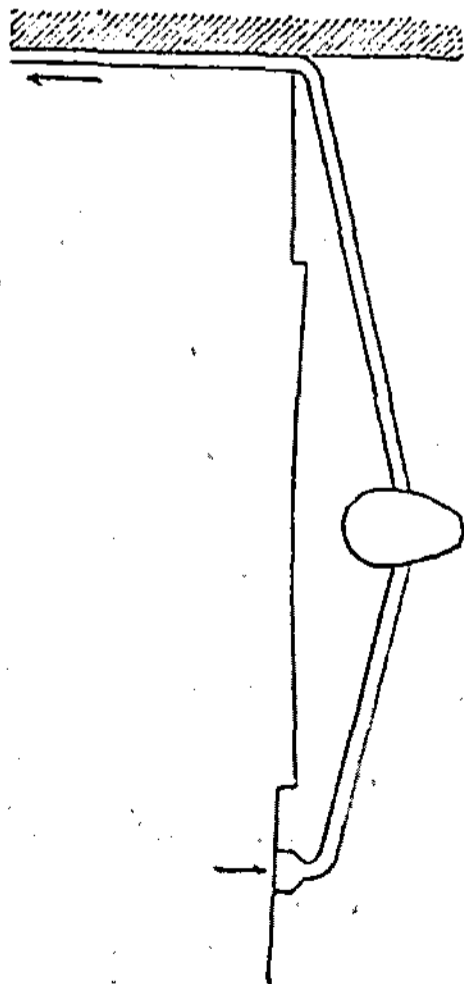
которомъ ихъ процентное содержаніе въ воздухѣ становится достаточно малымъ.

Достигнуть этого пробовали различными способами, между прочимъ и механическими средствами—вентиляторами, часто приводившимися въ дѣйствіе силою сточной воды, но эти устройства не великъ цѣли, такъ какъ часто портились, и потому ихъ теперь оставили, обратившись къ *естественной* вентиляціи водостоковъ. Она производится впускомъ чистаго воздуха чрезъ уличныя отверстія сѣти съ выпусканіемъ коллекторнаго воздуха или по направленію стока воды (черт. 901), или чрезъ дождевыя трубы (черт. 902), или чрезъ *фановыя* трубы (черт. 903). Первые два способа вентиляціи, основанные исключительно на разницѣ удѣльныхъ вѣсовъ коллекторнаго и атмосфернаго воздуха, впрочемъ, также далеко не всегда могутъ служить исправно. Упругость, слѣдовательно и удѣльный вѣсъ газовъ, находящихся въ каналахъ, зависитъ въ весьма значительной степени отъ температуры и атмосфернаго давленія. Зимою, когда температура въ каналахъ бываетъ выше наружной, коллекторный воздухъ бываетъ легче атмосфернаго, лѣтомъ же онъ бываетъ то одинаковаго съ послѣднимъ вѣса, то тяжелѣе. Поэтому и вентиляція посредствомъ прямаго соединенія коллектора съ улицей и даже съ дождевыми сточными трубами, идущими съ крышъ домовъ, можетъ служить лишь въ качествѣ вспомогательнаго, дополнительнаго средства; одна же она не можетъ быть достаточною, тѣмъ болѣе что для городовъ, имѣющихъ мансарды она и не допустима. При сильномъ дождѣ, когда верхъ трубы почти наполняется текущею съ крышъ водою, дождевая труба уже не служитъ вытягивающей, а напротивъ того она можетъ начать нагнетать воздухъ въ уличные каналы, и при закрытыхъ верхнихъ концахъ фановыхъ домовыхъ трубъ прорывать гидравлическіе затворы ватерклозетовъ, ваннъ и т. п. Чтобы увеличить шансы на постоянство дѣйствія, были предложены различнаго рода флюгарки, которыя, будучи прикрѣплены къ верхушкамъ дождевыхъ трубъ и дѣйствуя подъ вліяніемъ вѣтра, служили бы то нагнетающими, то всасывающими приборами и располагались сообразно ихъ дѣйствию поочередно: одинъ нагнетающій, слѣдующій всасывающій и т. д. Наиболѣе простая форма ихъ указана на черт. 722 и 723. Но ихъ полезное дѣйствіе очень незначительно и вѣтра, нужнаго для приведенія ихъ въ дѣйствіе, можетъ въ данное время и не быть.

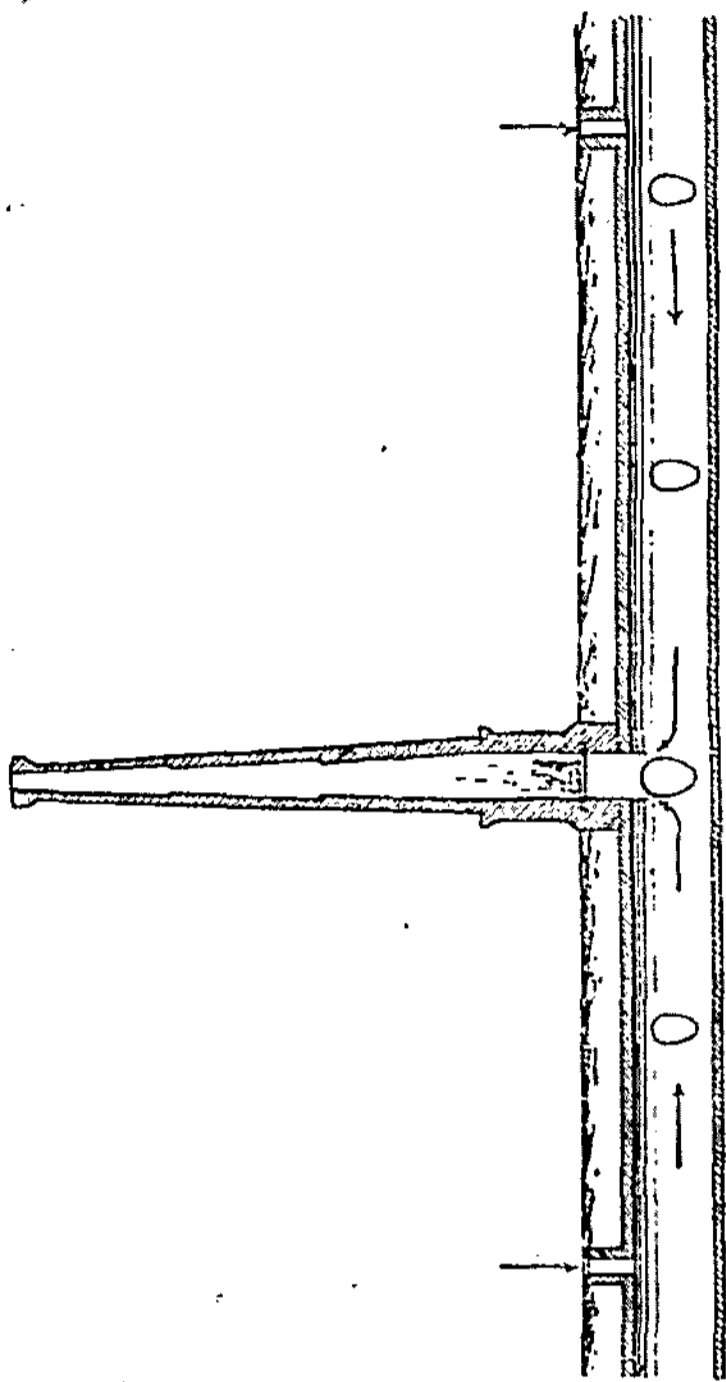
**Вентиляція водостоківъ.**



Черт. 901. — Вентиляція чозъь уличные приёмники съ направлениемъ коллекторнаго воздуха вдоль по коллекторамъ къ устьямъ водосточной сѣти (по преимуществу примѣняется по Франціи).

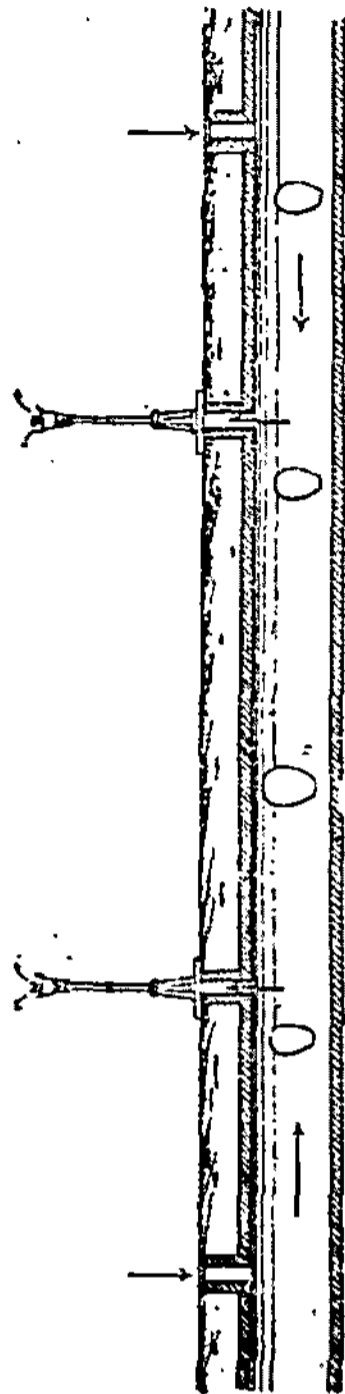


Черт. 902 и 903. — Вентиляція чрезъ особия отверстия съ направлениемъ коллекторнаго воздуха въ особия вентиляціонныя трубы у стѣнь домовъ, или дождевыя трубы или домовыя трубы внутри домовъ (по преимуществу примѣняется въ Англіи и Соединенныхъ Штатахъ).



Черт. 904.

Искусственная вентиляція водостоківъ посредствомъ фабричныхъ трубъ.



Черт. 905.

Искусственная вентиляція водостоківъ посредствомъ уличныхъ фонарей.

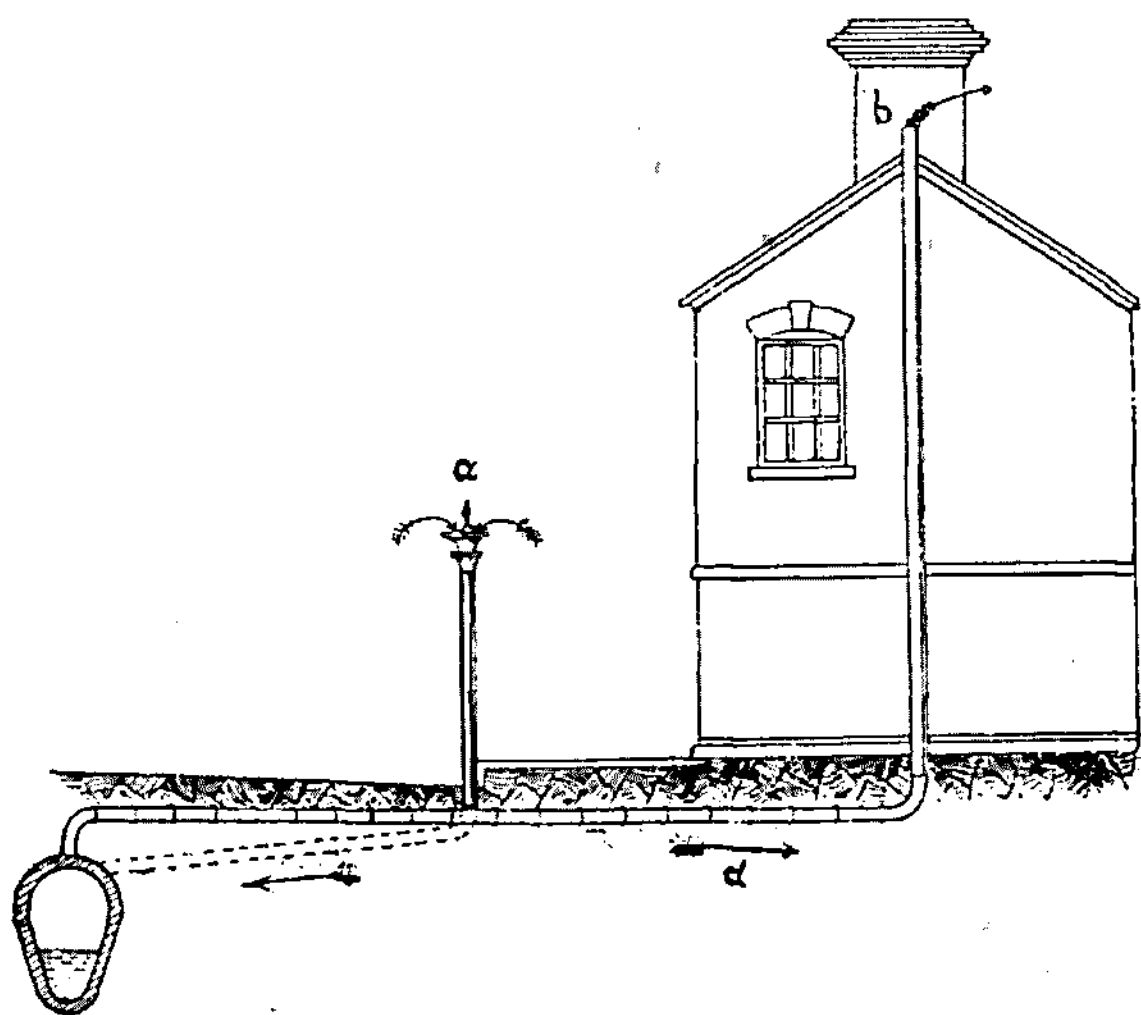
Смотря на дождевые трубы лишь какъ на дополненіе къ вентиляціи уличной сѣти другими средствами, слѣдуетъ выбирать для этой цѣли трубы преимущественно высокихъ зданій и обращать особое вниманіе на то, чтобы онѣ не пропускали черезъ свои стыки воздуха и чтобы ихъ верхнія воронки были по возможности удалены отъ оконъ жилыхъ помѣщеній.

*Наибольше дѣйствительная вентиляція достигается черезъ посредство домовыхъ сточныхъ трубъ, открытых сверху и соединенныхъ прямо безъ гидравлическаго затвора, съ уличными каналами.*

Если фановая труба служить и вентиляціонной, слѣдовательно въ ней нѣтъ гидравлическаго затвора, то для гарантіи почти постоянной тяги ее слѣдуетъ проводить по возможности ближе къ дымовымъ трубамъ кухонныхъ очаговъ, какъ дѣйствующихъ наиболѣе продолжительное время: тяга будетъ поддерживаться *разницей температуръ въ вытяжной (фановой) трубѣ и въ водостокѣ*, къ которому она примыкаетъ. Для впуска въ каналы свѣжаго воздуха служатъ снабженныя отверстіями входныя крышки смотровыхъ и соединительныхъ колодцевъ; если же онѣ расположены довольно далеко другъ отъ друга, то на разстояніи 15—20 сажень помѣщаются спеціальныя вентиляціонныя колодцы, служащіе для впуска въ каналы свѣжаго воздуха, которые состоятъ изъ вертикальнаго ряда гончарныхъ трубъ не уже 10" въ діаметрѣ, вдѣланныхъ въ верхнюю часть свода коллектора. Сверху, для предупрежденія понаданія въ нихъ уличной грязи, они снабжаются крышкой съ глухою частью непосредственно надъ отверстіемъ колодца и съ рѣшеткой сбоку. Эти же вентиляціонныя колодцы служатъ и для того, чтобы черезъ нихъ могъ выходить воздухъ при внезапномъ повышеніи уровня текущихъ водъ во время дождя. Чтобы въ этомъ послѣднемъ случаѣ и вообще при обратной тягѣ выходящей на улицу, коллекторный воздухъ не причинялъ неудобствъ своимъ запахомъ онъ дезинфицируется, какъ указано въ § 165, или же впускныя отверстія помѣщаются не на уровнѣ мостовой, а много выше (см. черт. 906); впрочемъ и при такомъ расположеніи дезинфекція воздуха вполне уместна. Впускъ свѣжаго воздуха черезъ отверстіе колодцевъ и вытягиваніе его черезъ фановыя трубы обыкновенно достаточно обезпечиваютъ обновленіе въ каналахъ воздуха.

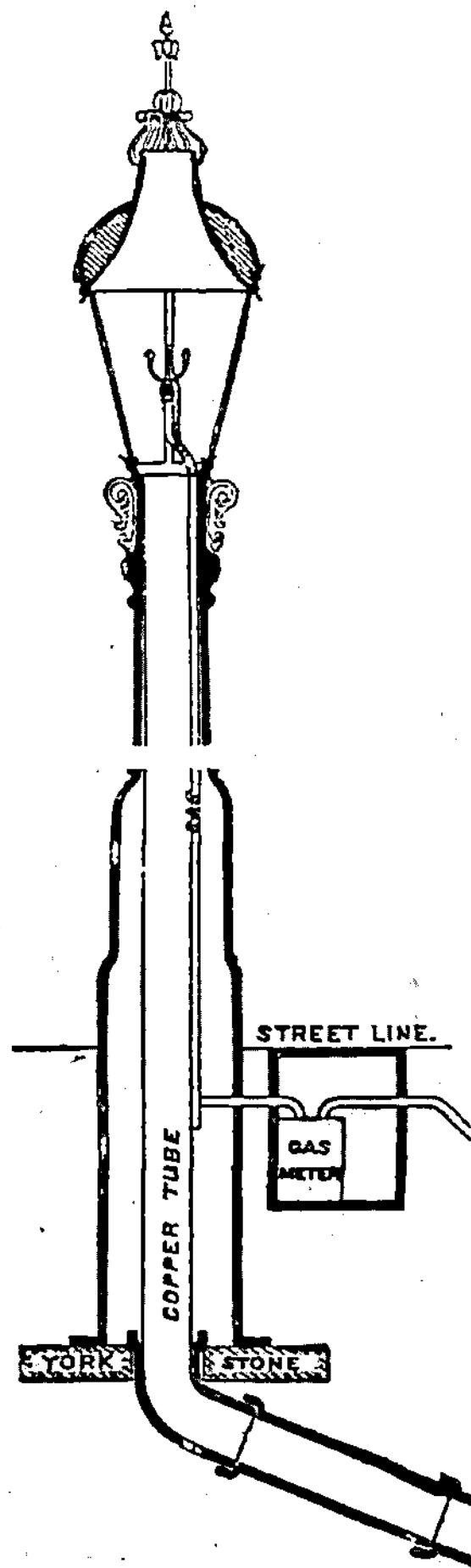
Вышеописанная система вентиляціи, обновляя коллекторный воз-

Вентиляція водостоківъ.



Черт. 906.

Черт. 906. — Вентиляція водостоківъ чрезъ особые впускныя трубы для чистаго воздуха (*a*) и особия трубы для выхода коллекторнаго (*ab*), поставленныя у домовъ. Трубы *a* подняты на такую высоту, чтобы при всегда возможной обратной тягѣ коллекторный воздухъ выходилъ выше уровня уличнаго движенія.



Черт. 907.

Черт. 907. — Деталь уличнаго газоваго фонаря приспособленнаго къ вентиляціи коллектора и обезвреживанію (?) коллекторныхъ газовъ. (Патентъ *Webb's*) *Copper-tube* — мѣдная труба для коллекторнаго воздуха; *Gas* — газовая труба.

духъ въ силу разницы температуръ и удѣльныхъ вѣсовъ, оказывается достаточно постоянною по своему дѣйствию. При ней свѣжій воздухъ входитъ въ вентиляціонныя отверстія, расположенныя на уровнѣ мостовой, испорченный же уносится ближайшими фановыми, дождевыми и фабричными трубами въ верхніе слои атмосферы. Такимъ образомъ устроена вентиляція Берлинской, Франкфуртской, Варшавской и др. канализацій, и она повидимому не оставляетъ желать лучшаго.

Многіе инженеры противятся, однако, вентиляція черезъ посредство домовыхъ сточныхъ трубъ, потому что здѣсь необходимо прямое сообщеніе домовой канализаціи съ уличной. Но и въ фановой трубѣ, и въ каналахъ воздухъ имѣетъ приблизительно одинъ и тотъ же составъ, поэтому нѣтъ разумной причины непременно геометрически отдѣлить одинъ воздухъ отъ другого и освѣжать каждый изъ нихъ самостоятельно. Между тѣмъ отдѣльная вентиляція только уличной канализаціи представляетъ громадыя трудности и едва ли можетъ быть хорошо разрѣшена безъ чрезмѣрныхъ затратъ. Неудовлетворительность результатовъ примѣненія для этой цѣли вентиляторовъ заставляетъ искать рѣшеніе вопроса въ соединеніи коллекторовъ съ уличными газовыми фонарями, вблизи фабричныхъ очаговъ съ высокими трубами и т. п. источниками тепла, способными вызывать теченіе воздуха (см. черт. 905 и 907). Эти средства вообще не оказались достаточными, хотя, какъ вспомогательныя, они и весьма дѣйствительны для обновленія воздуха; при этомъ, хотя тяга внутри коллекторовъ замѣчается обыкновенно лишь до ближайшихъ ихъ развѣтвленій, но все же она довольно сильна.

Подобное соединеніе водостоковъ съ топками жилыхъ домовъ очевидно невозможно, такъ какъ въ случаѣ отсутствія въ ихъ дымовыхъ трубахъ тяги, всѣ вредные для здоровья газы могутъ проникать прямо въ жилия помещенія.

Нѣкоторые извѣстные своими канализаціонными работами инженеры совѣтуютъ для усиленія тяги устраивать въ нѣсколькихъ, преимущественно возвышенныхъ, пунктахъ сѣти особыя соединенныя съ водостоками очаги съ высокими дымовыми трубами (черт. 904). Такъ, въ проектѣ канализаціи для С.-Петербурга Лидлей проектируетъ устройство семи подобныхъ баненъ. Но примѣръ ихъ устройства во Франкфуртѣ на Майнѣ показываетъ, что польза, ими приносимая, едва ли окупается тѣми затратами, которыя потребны для ихъ сооруженія.

## § 165. Дезинфекція колленторнаго вѣздуха въ мѣтахъ сообщенія съ наружнымъ.

При системѣ вентиляціи, описанной въ предыдущемъ §, хотя и рѣдко, но все же возможны случаи опрокидыванія тяги, т. е. случаи, когда явится обратная тяга изъ фановыхъ и дождевыхъ трубъ черезъ вентиляціонныя отверстія водостоковъ наружу. Это возможно, когда температура фановой трубы станетъ ниже температуры уличныхъ коллекторовъ или когда вообще явится разница въ удѣльных вѣсахъ колленторнаго и атмосфернаго вѣздуха, способствующая появленію обратной тяги, или когда эти причины совпадутъ.

Имѣя въ виду это обстоятельство, не включаютъ въ число вентиляціонныхъ колодцевъ дождевые пріемники, которые помѣщаются около тротуара, точно такъ же, какъ и смотровые колодцы, со входомъ сбоку; иначе при опрокидываніи тяги возможно появленіе запаха, ощутимое для нѣшеходовъ. Въ вентиляціонные же колодцы какъ уже было упомянуто въ § 164, помѣщаютъ дезинфекцирующія средства, изъ которыхъ самымъ дѣйствительнымъ слѣдуетъ считать древесный уголь.

Угольные фильтры, представляя по возможности менѣе сопротивленія для прохода черезъ нихъ вѣздуха, по своему устройству должны быть таковы, чтобы газы, выходящіе изъ коллектора, не могли проходить помимо угля и чтобы уголь былъ предохраненъ отъ прямого доступа къ нему влаги и пыли.

Существуетъ нѣсколько системъ угольныхъ фильтровъ: Гарисона, Брука, Хильдрида, Б. Лэтама и др. Въ большинствѣ эти фильтры за исключеніемъ фильтра Лэтама, имѣютъ существенные недостатки. Напр. фильтръ Хильдреда (Hildred), представленный на черт. 837, состоитъ изъ слоя древеснаго угля, помѣщеннаго на рѣшеткѣ подъ крышкой смотроваго колодца. Для уличной воды сдѣлана особая воронка съ сифономъ (s) внизу. Расположеніе всей массы угля въ видѣ одного компактнаго фильтрующаго слоя, откуда неудовлетворительность очистки вѣздуха, съ другой стороны засореніе сифона грязною землей и высыханіе водяного затвора лѣтомъ — таковы цайболѣе значительные недостатки описаннаго фильтра. Они въ серьезной степени уменьшены въ фильтрѣ Лэтама (Latham's

patent spiral ventilator). Фильтръ Б. Лэтама показанъ на черт. 838. Онъ состоитъ изъ желѣзнаго цилиндра *a* и другого *d*, меньшаго діаметра, номѣщеннаго внутри перваго и соединеннаго съ нимъ кольцеобразнымъ дномъ. Верхній край наружнаго цилиндра имѣетъ кольцеобразный загибъ наружу: имъ онъ подвѣшивается на чугунную раму, въ которой сдѣлано соотвѣтственное углубленіе, наполненное мелкимъ пескомъ. Дождевая вода съ поверхности улицы черезъ отверстія *o* рѣшетки можетъ попадать лишь въ кольцеобразное пространство между цилиндрами; внутреннее же свободное пространство защищено отъ дождя средней сплошной частью крышки. Внутри средняго цилиндра *d* придѣланъ желобкообразный винтовой ходъ, въ который можно ввинтить винтовую поверхность *t*. Эта винтовая поверхность сдѣлана изъ проволочной сѣтки, которая помощью желѣзнаго сплошнаго борта и тавроваго желѣза прикрѣплена къ среднему стержню *P*. На эту сѣтку насыпаютъ древесный уголь, разбитый на куски величиной съ обыкновенный орѣхъ, и затѣмъ ввинчиваютъ ее въ цилиндръ *d*. Газы, идущіе изъ коллектора, проходятъ черезъ фильтръ, скользя между винтовой сѣтчатой поверхностью, и слѣдовательно между слоями угля, который и задерживаетъ всѣ вредныя ихъ части. Когда промежутокъ между двумя цилиндрами наполнится водой, то ея излишекъ черезъ маленькое отверстіе *s* стекаетъ по винтовому желобку внизъ, не касаясь угля. Хотя часть газовъ по этому же ходу можетъ выйти наружу, но они должны при этомъ совершить длинный путь въ сосѣдствѣ съ углемъ и потому также обезвреживаются. Подобный фильтръ можетъ дѣйствовать, какъ удостовѣряютъ нѣкоторые инженеры, безъ перемѣны угля отъ 6 до 12 мѣсяцевъ, но Лэтамъ совѣтуетъ каждый мѣсяцъ перемѣнять уголь или вѣрнѣе — его прокаливать.

Изобрѣтатель этого фильтра рекомендуетъ его употребленіе при большихъ перепадахъ воды въ колодцахъ, когда изъ сточной воды выдѣляется много газовъ. Слѣдуетъ замѣтить, что особенно сильнаго распространенія угольные фильтры не имѣютъ, благодаря тому, что при большомъ количествѣ они удорожаютъ общее устройство и все-таки служатъ нѣкоторой задержкой свободному потоку воздуха; въ нѣкоторыхъ же пунктахъ сѣти они могутъ быть весьма полезны.

Вмѣсто этихъ фильтровъ, на случай обратной тяги въ узкихъ

улицахъ, можно также плотно закрыть глухими крышками всѣ входныя отверстія, а для впуска воздуха устроить особыя вентиляціонныя трубы, начинающіяся въ верхней части уличнаго коллектора и проходящія вдоль стѣны ближайшаго дома до его крыши или же примѣнить уже упоминавшееся устройство, представленное на черт. 906.

---



## ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ.

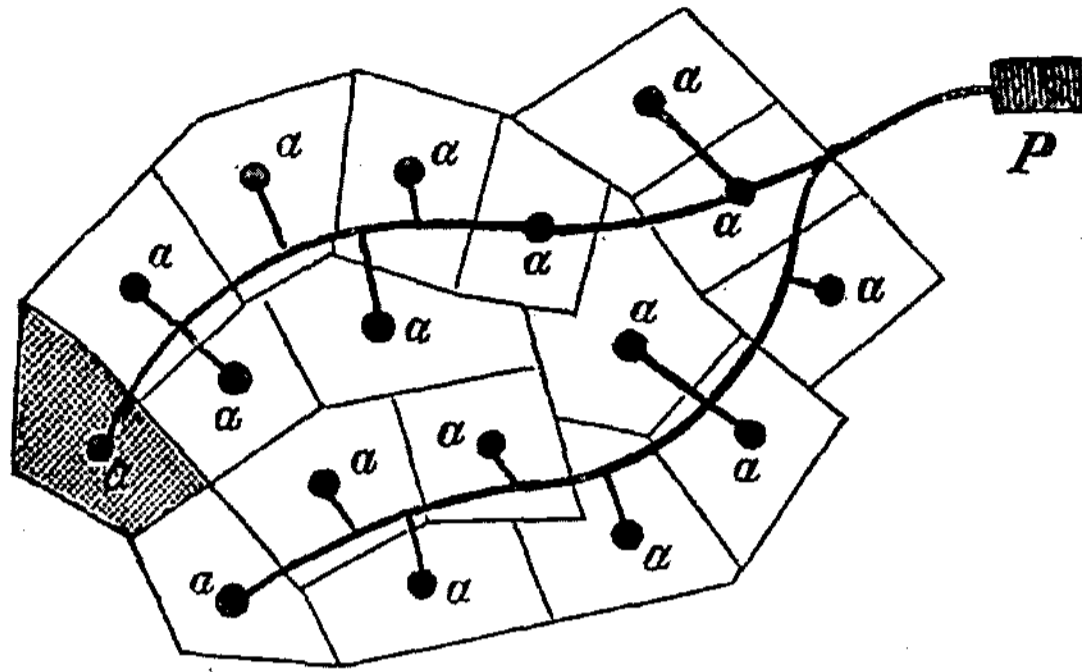
### Краткое обозрѣніе раздѣльныхъ системъ Ліернура, Бурова, Берліе и Беринга.

СОДЕРЖАНІЕ: § 166. Общія указанія относительно раздѣльныхъ системъ.—  
§ 167. Система Ліернура.— § 168. Система Бурова.— § 169. Система Берліе.—  
§ 170. Система Беринга.

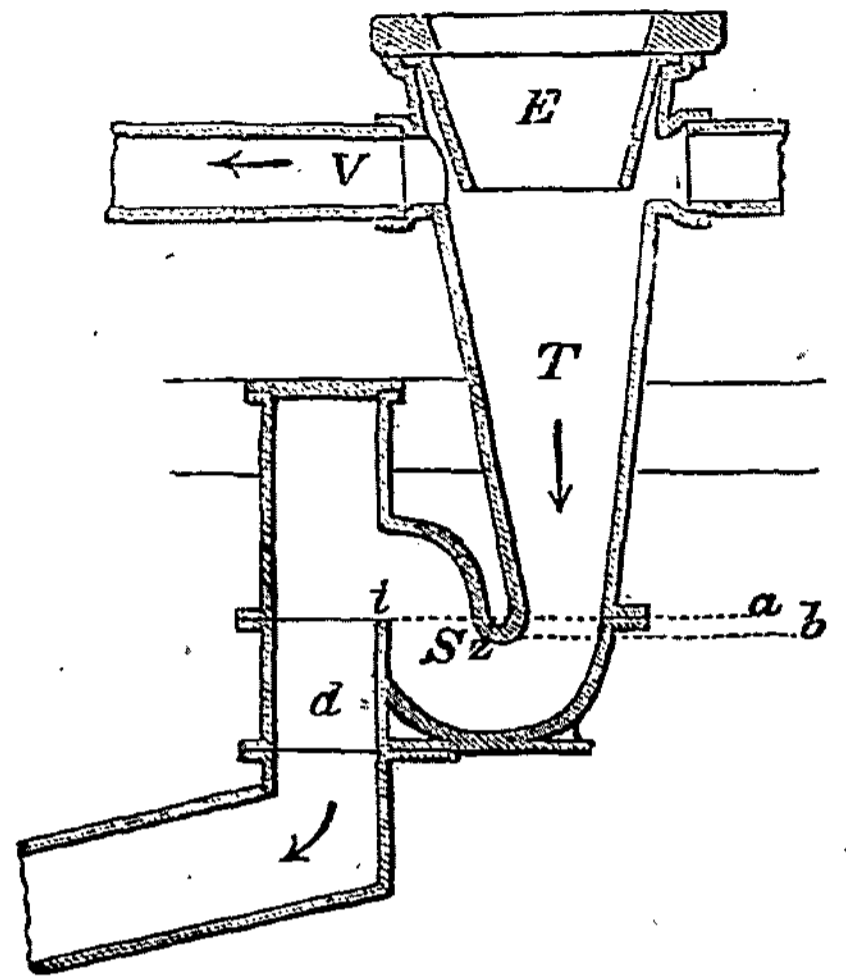
#### § 166. Общія указанія относительно раздѣльныхъ системъ.

Принимая въ себя всю массу городскихъ отбросовъ, въ томъ числѣ и человѣческіе экскременты, немедленно съ мѣста ихъ образованія и отводя ихъ возможно быстро изъ предѣловъ города, водостоки общесплавной системы удаляютъ п дождевыя воды. *Это быстрое удаленіе дождевыхъ водъ изъ предѣловъ города составляетъ не малое преимущество общесплавной системы канализаціи передъ другими системами,* такъ какъ первые слои дождевой воды, смывающіе грязь съ поверхности улицъ и особенно воды, происходящія отъ таянія въ высшей степени загрязненнаго снѣга, бывають часто гораздо вреднѣе домовыхъ сточныхъ водъ. Не малое преимущество сплавной системы передъ другими составляетъ также и то, что, благодаря своимъ естественнымъ уклонамъ, водосточныя галлерей даютъ полную возможность способствовать осушенію городской почвы и удержанію уровня грунтовыхъ водъ на одной постоянной высотѣ, что имѣетъ громадное значеніе въ дѣлѣ оздоровленія населенныхъ центровъ. Конечно, благіе результаты сплавной системы въ этомъ отношеніи не могутъ обнаружиться немедленно послѣ ея устройства. Примѣры заграничныхъ городовъ показываютъ намъ, что долженъ пройти цѣлый рядъ лѣтъ послѣ устройства канализаціи, прежде чѣмъ достаточно очистятся загрязненныя раньше, въ теченіи иногда цѣлыхъ столѣтій, почва и грунтовые воды и прежде,

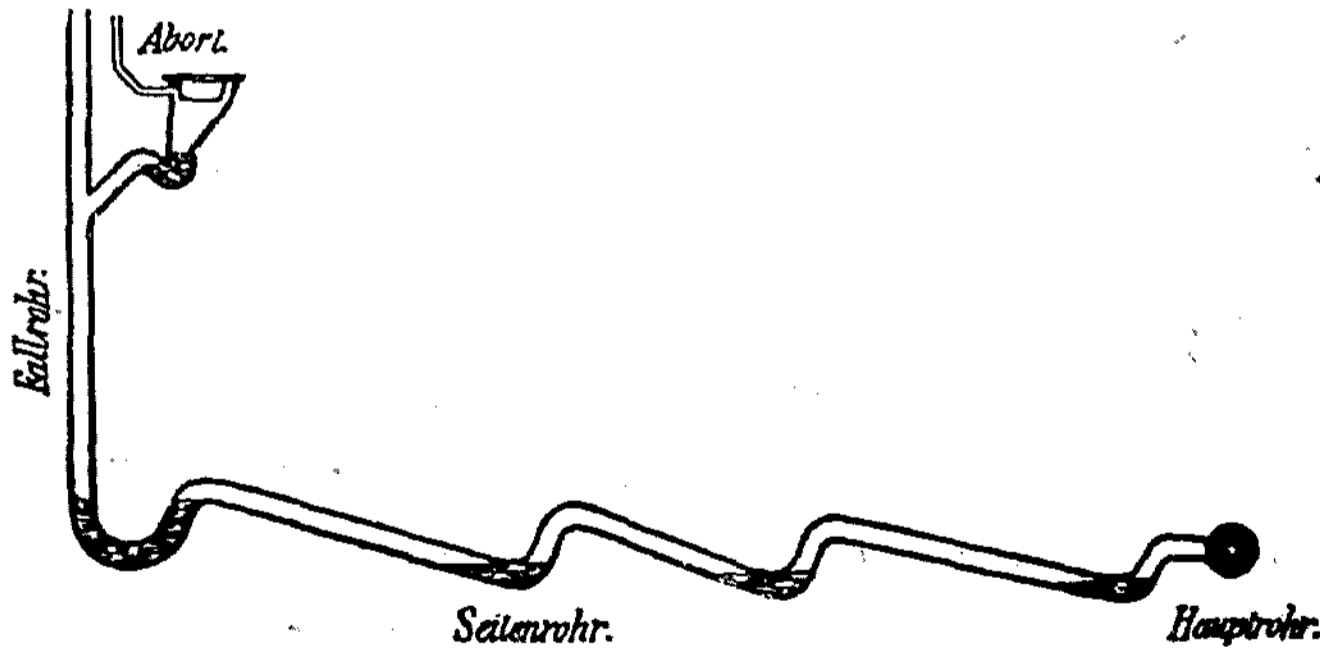
### Система Льернура.



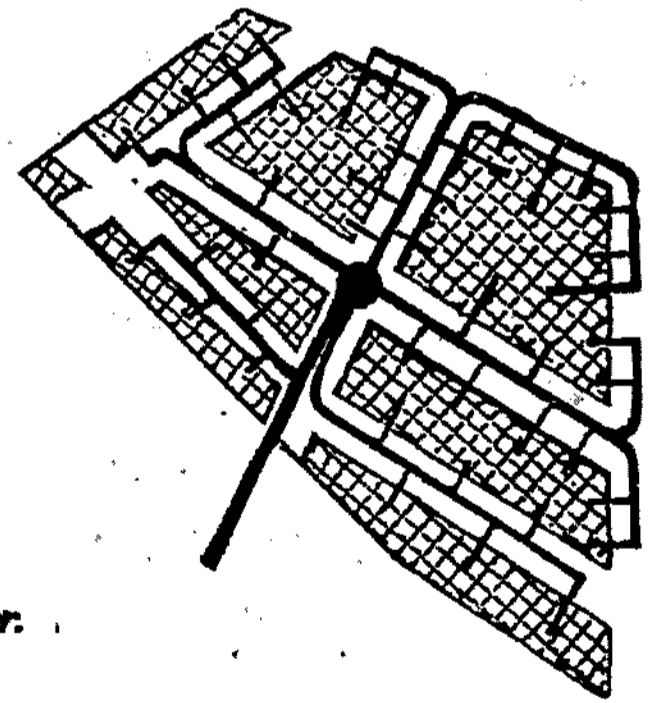
Черт. 908.—Схема канализации по системѣ Льернура. (*a*—уличные резервуары, *P*—центральная станція).



Черт. 911.—Ретирадникъ системы Льернура.



Черт. 910.



Черт. 909.

Черт. 909.—Детальный планъ канализационной сѣти при системѣ Льернура (тонкія линіи—домовыя и уличныя, приводящія къ уличному резервуару, трубы, толстая—отводящая труба).

Черт. 910.—Соединеніе ретирадника съ трубой по системѣ Льернура. (Fallrohr—фановая труба, Hauptrohr—главная труба).

тѣмъ появятся осязательные результаты оздоровленія. Это тѣмъ болѣе понятно, что канализація есть одинъ лишь изъ факторовъ оздоровленія. Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что снабженіе жителей чистою водою и притомъ въ достаточномъ количествѣ, слѣдовательно проведеніе хорошаго водопровода, а также мѣстныя и общественныя и финансовыя условія жизни и проч. имѣютъ, конечно, не меньшее вліяніе въ дѣлѣ оздоровленія, чѣмъ канализація. Но, какъ бы то ни было, и дѣлу хорошей системы канализаціи останется всегда весьма серьезная и значительная роль въ оздоровленіи населенныхъ центровъ, помимо непосредственной цѣли канализаціи — удаленія отбросовъ.

Эта роль болѣе всего присуща, какъ мы видѣли, именно общесплавной системѣ канализаціи, и ее никакъ не можетъ замѣнить какая бы то ни было другая, а тѣмъ менѣе система, удаляющая только домовыя воды, или даже одни человѣческіе экскременты.

*Поэтому на раздѣльныя системы удаленія нечистотъ слѣдуетъ вообще смотреть, какъ на нѣкоторое улучшеніе въ системѣ вывоза нечистотъ, но не какъ на замѣну сплавной канализаціи, тѣмъ болѣе что при нихъ хотя и несомнѣнно получится улучшеніе санитарнаго состоянія города, но въ будущемъ это улучшеніе потребуетъ второй сѣти, каналовъ для отвода домовыхъ или дождевыхъ водъ.*

Тѣмъ не менѣе за общесплавной системой всегда останется ея крупный недостатокъ — необходимость въ единовременныхъ значительныхъ затратахъ для ея устройства. Въ особенности въ городахъ расположенныхъ въ мѣстностяхъ плоскихъ, гдѣ каналамъ приходится придавать большіе размѣры и глубоко опускать ихъ въ землю, причемъ все же не всегда можно избѣжать примѣненія для передвиженія сточныхъ водъ механической силы, — общесплавная система дѣлается иногда совершенно недоступной. Въ такихъ случаяхъ раздѣльныя системы отвода нечистотъ съ перемѣщеніемъ домовыхъ отбросовъ механической силой, не требуя чрезмѣрныхъ затратъ, можетъ все-же дать благопріятные результаты.

### § 167. Система Лирнура (Ліернура).

«Систему» Лирнура составляютъ слѣдующія группы сооруженій, изъ которыхъ каждая функціонируетъ самостоятельно и независимо отъ другого.

1) Уличные водостоки — исключительно для домашних водъ и для дождевыхъ водъ, стекающихъ съ дворовъ и улицъ и очищаемыхъ предварительно отъ уличнаго сора, песка и пр. при помощи хорошо устроенныхъ осадочныхъ колодцевъ.

2) Отдѣльная сѣть трубъ для удаленія пневматическимъ путемъ всѣхъ экскрементальныхъ веществъ, какъ изъ частныхъ, такъ и изъ общественныхъ отхожихъ мѣстъ и писсуаровъ, причемъ нечистоты должны получаться въ удобномъ для перевозки и для употребленія ихъ въ сельскомъ хозяйствѣ видѣ, т. е. либо въ неизмѣненномъ, но по возможности концентрированномъ состоянїи, либо въ формѣ пудрета (см. стр. 857).

3) Особья приспособленія для очистки сточныхъ водъ фабрикъ, заводовъ и пр., причемъ спускъ этихъ водъ въ уличные водостоки допускается лишь по предварительномъ обезвреживанїи ихъ.

4) Особая сѣть трубъ для регулированія горизонта почвенной воды, т. е. для дренажа городского грунта.

Выполненіемъ такой программы задача ассенизаціонныхъ работъ дѣйствительно могла бы быть достигнута, хотя вслѣдствіе сложности предлагаемыхъ Лирнуромъ приспособленій, можно сомнѣваться въ ихъ практической выполнимости въ полномъ объемѣ. И въ самомъ дѣлѣ, до сихъ поръ вездѣ, гдѣ предложеніе Лирнура встрѣтило еочувствіе, была осуществлена лишь та часть его системы, которая касается пневматическаго удаленія нечистотъ и въ которой заключается единственная характерная сторона его программы. Поэтому нѣкоторые гигиенисты (Эрисманъ) причисляютъ систему Лирнура къ *вывознымъ* системамъ.

Не получивъ широкаго распространенія, система Лирнура имѣла огромное воспитательное значеніе для цѣлаго поколѣнія санитарныхъ дѣятелей, такъ какъ вызвала необыкновенно сильную полемику между ея партизанами и противниками и критическое изслѣдованіе всѣхъ практиковавшихся и предлагавшихся новыхъ системъ. Литература обогатилась цѣлымъ рядомъ замѣчательныхъ трудовъ, способствовавшихъ общему прогрессу санитарной техники. (См. Указатель литературы въ началѣ III выпуска, и между прочимъ—Эрисманъ, Курсъ Гигіены, II, стр. 314. — Blasius u. Büsing, 1894 г. стр. 164. — Liernur, Die pneumatische Canalisation in der Praxis. 1873. pag. 9. — Далѣе его же, Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem

Wege. 1876. par. 9. — Ego же Rationelle Städteentwässerung. 1883 и 1887. — См. также соч. Heiden'a, Müller'a и Langsdorff'a, Die Verwertung der städt. Fäcalien. 1885. стр. 145 и друг.)

Въ основаніи способа Лирнура пневматическаго удаленія экскрементовъ лежитъ принципъ, примѣняемый въ приспособленіяхъ для опоражниванія выгребныхъ ямъ при помощи бочекъ, изъ которыхъ предварительно удаленъ воздухъ. Только въ системѣ Лирнура никакихъ ямъ не допускается, а каждое отхожее мѣсто сообщается посредствомъ вполнѣ герметической желѣзной трубы съ желѣзнымъ же резервуаромъ, общимъ для цѣлаго квартала. Изъ этого резервуара, а равно и изъ открывающихся въ него трубъ, удаляется воздухъ, и тогда давленіе внѣшняго воздуха, напорающаго черезъ стульчаки, перегоняетъ по трубамъ въ резервуаръ всѣ накопившіяся въ нихъ нечистоты, а резервуаръ опаражняется затѣмъ обычнымъ способомъ въ безвоздушную бочку. Стало быть, для пневматическаго удаленія экскрементовъ необходимы:

а) соотвѣтственное устройство отхожихъ мѣстъ, отводныя трубы и уличные резервуары;

б) подвижной воздушный насосъ, который, впрочемъ, при устройствѣ системы въ большихъ размѣрахъ, замѣняется неподвижнымъ насосомъ, установленнымъ на центральной станціи;

в) снаряды для переливанія нечистотъ изъ резервуаровъ въ бочки.

Въ стульчакѣ cadaго отхожаго мѣста находится довольно высокая (70 цтм.) конической формы воронка изъ гончарной глины (*T*), внутри глазурированная (черт. 911). Въ верхнемъ широкомъ устьи ея, непосредственно подъ сидѣньемъ, установлена другая, болѣе короткая воронка (*E*) изъ эмальированнаго чугуна, предохраняющая глиняную воронку отъ загрязненія, по крайней мѣрѣ въ верхнихъ частяхъ. Нижняя часть глиняной воронки переходитъ въ чугунную ретирадную трубу, непосредственно подъ воронкой, изогнутую въ видѣ сифона, представляющаго гидравлическій затворъ, который хотя и состоитъ не изъ чистой воды, а изъ нечистой массы, тѣмъ не менѣе разобщаетъ ретирадное помѣщеніе отъ главной отводной трубы и резервуара. При соединеніи фановой трубы съ дворовой или домовой устроены одинъ или нѣсколько сифоновъ; въ мѣстѣ соединенія домовой съ уличной имѣется также гидравлическій затворъ

(черт. 910). Въ нѣкоторыхъ городахъ (Амстердамъ, Лейденъ) Лирнуръ снабдилъ боковыя трубы еще особыми клапанами, которые, впрочемъ, въ послѣдствіи были большей частью оставлены. Діаметръ чугунныхъ уличныхъ трубъ, ведущихъ къ резервуарамъ, считаемый изобрѣтателемъ наиболѣе удобнымъ — 127 миллиметровъ. Чугунные или желѣзные резервуары находятся подъ уличной мостовой, преимущественно на перекресткахъ, такъ что каждый изъ нихъ служитъ для цѣлаго участка (черт. 909).

Пневматическое опорожніваніе отводныхъ трубъ и уличныхъ резервуаровъ совершается слѣдующимъ образомъ. Прежде всего устья главныхъ трубъ въ резервуарѣ закрываются герметически при помощи клапановъ, положеніе которыхъ можетъ быть регулируемо съ улицы. Затѣмъ приведенный къ резервуару подвижной воздушный насосъ соединяется съ резервуаромъ и выкачиваетъ изъ него воздухъ приблизительно до  $\frac{3}{4}$  вакуума. Послѣ этого клапаны въ главныхъ трубахъ открываются, вслѣдствіе чего содержимое всѣхъ трубъ, подъ напоромъ входящаго черезъ стульчаки воздуха, притекаетъ въ резервуаръ. Если однократное выкачиваніе воздуха изъ резервуара недостаточно для опорожненія всѣхъ трубъ, то операція эта можетъ быть повторяема нѣсколько разъ. Что же касается уровня жидкости въ сифонахъ, то послѣдняя, во время прохожденія воздуха, приходитъ въ колебательное движеніе и отчасти увлекается воздушнымъ токомъ въ трубу, но, по словамъ Лирнура, въ концѣ концовъ въ сифонѣ остается все же достаточное количество жидкости для восстановленія гидравлическаго затвора. По наполненіи уличнаго резервуара, о положеніи жидкости въ которомъ можно судить по стоянію устроеннаго въ немъ поплавка, — изъ *находящагося при воздушномъ насосѣ желѣзнаго пріемника* (ящика или бочки), такъ называемаго «тендера», выкачивается воздухъ, а потомъ тендеръ, при помощи резинового рукава, соединяется съ резервуаромъ и, подъ напоромъ атмосфернаго воздуха, наполняется содержимымъ резервуара. Вся эта процедура совершается довольно быстро: такъ, напр., въ присутствіи депутатовъ, посланныхъ изъ Мюнхена въ Амстердамъ и Лейденъ для ознакомленія съ этою системой, опорожненіе ретиратовъ цѣлаго квартала, съ 170 домами, было окончено въ теченіе  $2\frac{1}{2}$  часовъ. (Bericht der Münchener Commission etc. Beiträge VII zum III Bericht. стр. 15). Наполненный нечистотами тендеръ отвозится

на центральную станцію, гдѣ онъ опоражнвается, также пневматическимъ путемъ, въ большой пріемникъ изъ котельнаго желѣза, а изъ послѣдняго нечистоты просто спускаются въ бочки (изъ-подъ керосина), служащія для дальнѣйшей перевозки экскрементовъ. Для упрощенія всей процедуры, *центральная станція можетъ быть непосредственно соединяема, при помощи магистральныхъ трубъ, съ отдельными уличными резервуарами черт. 908), причемъ передвижной насосъ и тендеръ становятся лишними.* Опоражнваніе каждаго резервуара производится по мѣрѣ надобности, либо каждый день, либо 2—4 раза въ недѣлю.

Со времени первыхъ опытовъ, произведенныхъ пады пневматическимъ удаленіемъ нечистотъ, по способу Ліернура, въ Прагѣ (1869 г.) и въ Ганау близъ Франкфурта (1871 г.), по настоящее время, многочисленныя комиссіи, снаряженныя различными городами для изученія этой системы на мѣстахъ, высказывались объ ея достоинствахъ и недостаткахъ весьма различно. Въ общемъ критика, со стороны какъ врачей такъ и техниковъ, не была благопріятна стремленіямъ Ліернура: указывалось на мало привлекательное устройство воронки въ стульчакахъ съ нечистотнымъ затворомъ, на происходящій отсюда дурной запахъ, на возможность недостаточнаго дѣйствія вакуума, на непріятныя послѣдствія неизбѣжнаго отъ времени до времени засоренія трубъ, на затрудненія, которыя непременно должно встрѣчать окончательное помѣщеніе нечистотъ, на большія затраты, связанныя съ устройствомъ всѣхъ тѣхъ сооруженій, которыя, кромѣ пневматическаго удаленія нечистотъ, по собственнымъ словамъ Ліернура, необходимы для ассенизаціи городовъ.

Возраженія, сдѣланныя въ различныя времена врачами и техниками противъ пневматическаго удаленія экскрементовъ по способу Ліернура, не всегда имѣли вполне объективный характеръ и часто недостатки въ исполненіи приписывались несовершенству самой системы. Въ этомъ убѣждаетъ уже то обстоятельство, что Ліернуру удалось совершенно парализовать многія изъ этихъ возраженій простыми видоизмѣненіями техническихъ деталей, такъ что въ настоящее время какъ техническіе, такъ и медицинскіе эксперты отзываются съ гораздо большею похвалою о дѣйствіи этой системы, нежели прежде; это касается въ особенности послѣднихъ сооруженій Ліернура въ нѣкоторыхъ голландскихъ городахъ.

Много возраженій было сдѣлано Ліернуру по поводу нерѣдко ощущаемаго въ отхожихъ мѣстахъ дурного запаха, происходящаго отчасти оттого, что къ стѣнкамъ воронки пристають испражненія, отчасти—отъ напoлиенія сифона подъ воронкой экскрементами. Для устраненія этого запаха Ліернуръ придѣлалъ къ воронкѣ (черт. 911) *вентиляционную трубу* (V) которая, начинаясь подъ сидѣньемъ, проходитъ затѣмъ вдоль дымовой трубы или другого источника тепла. Впослѣдствіи Ліернуръ, хотя повидимому и весьма неохотно, согласился въ принципѣ и на промывку его клозетовъ водой, причемъ, однако, поставилъ условіемъ, чтобы въ день на человѣка употреблялось не болѣе одного литра воды. Это требованіе совершенно понятно, потому что, при употребленіи большихъ количествъ воды для ополаскиванія воронки и сифоновъ и для промывки трубъ, слишкомъ увеличивалась бы масса нечистой жидкости, подлежащая отводу и вывозу, и чрезмѣрно разжижались бы экскременты, что весьма невыгодно отозвалось бы на сбытѣ ихъ сельскимъ хозяевамъ, безъ правильной организаціи котораго система Ліернура потеряла бы половину своего значенія. Все же, по словамъ очевидцевъ, при нѣкоторой заботливости со стороны жильцовъ и при помощи хотя и умѣреннаго употребленія воды, отхожія мѣста и воронки могутъ быть содержимы довольно опрятно и безъ дурного запаха.

Основанное на теоретическихъ вычисленіяхъ заключеніе нѣкоторыхъ изслѣдователей системы Ліернура, по мнѣнію которыхъ неполный вакуумъ, производимый въ уличныхъ резервуарахъ, не обезпечиваетъ опорожненія длинныхъ трубъ и болѣе отдаленныхъ отхожихъ мѣсть, фактически опровергнуто существующими и совершенно нормально дѣйствующими сооружеиіями въ Амстердамѣ, Лейденѣ и Дортрехтѣ, гдѣ магистральныя трубы, идущія отъ уличныхъ резервуаровъ къ центральной станціи, имѣють мѣстами 500—750 метровъ длины, а боковыя (домовыя) вѣтви 150—210 метровъ.

Наиболѣе частою причиною нарушенія правильнаго дѣйствія всей системы является *временное закупориваніе домовыхъ трубъ*, вызываемое, впрочемъ, не экскрементами, а различными посторонними предметами (костями, тряпками, щетками и проч.), бросаемыми жильцами въ отхожія мѣста и застрѣвающимися или въ первомъ сифонѣ, или въ домовой трубѣ. Случаи подобнаго закупориванія домовыхъ трубъ неприяты потому, что, не будучи въ скоромъ времени замѣ-

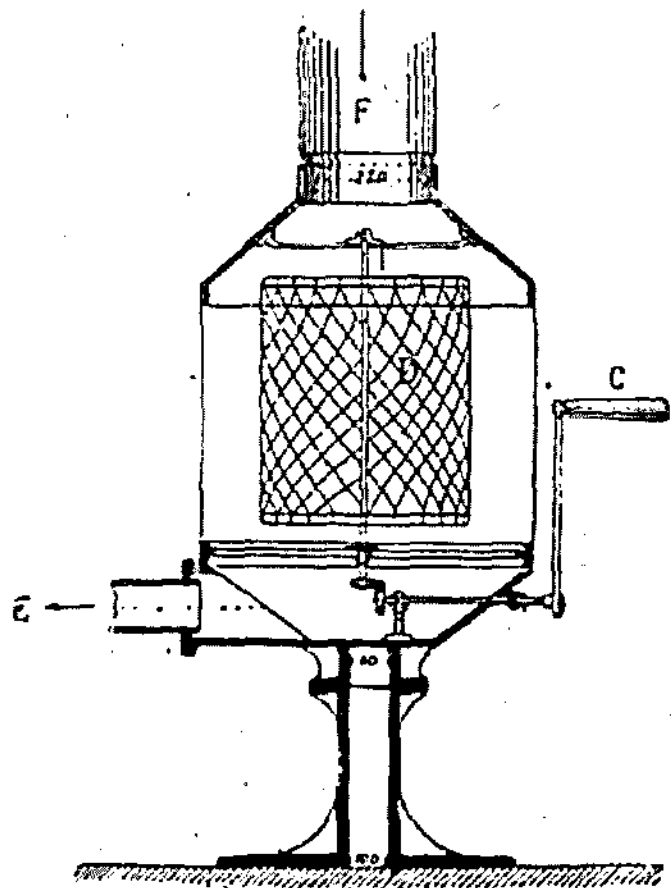


чены, они даютъ поводъ къ наводненію отхожихъ мѣстъ нечистотами. Въ общемъ дѣло можетъ быть скоро и легко поправлено, но все же оно рѣдко обходится безъ распространенія дурного запаха; большею частью удается устранить закупориваніе боковой трубы тѣмъ, что вакуумъ въ уличномъ резервуарѣ заставляють всей силой дѣйствовать на данную трубу, закрывая устья всѣхъ остальныхъ, сообщающихся съ резервуаромъ трубъ.

По оффиціальному отчету, въ Амстердамѣ, въ 1877 году когда система Ліернура была введена приблизительно въ 1.000 домахъ, было 198 случаевъ закупориванія боковыхъ трубъ посторонними предметами и одинъ случай закупориванія магистральной трубы. Изъ Дортрехта также сообщаютъ что временное закупориваніе боковыхъ, трубъ случается довольно часто и иногда сопровождается весьма не-пріятными послѣдствіями, въ особенности тогда, когда съ одною и тою же отводною трубой сообщается нѣсколько домовыхъ трубъ.

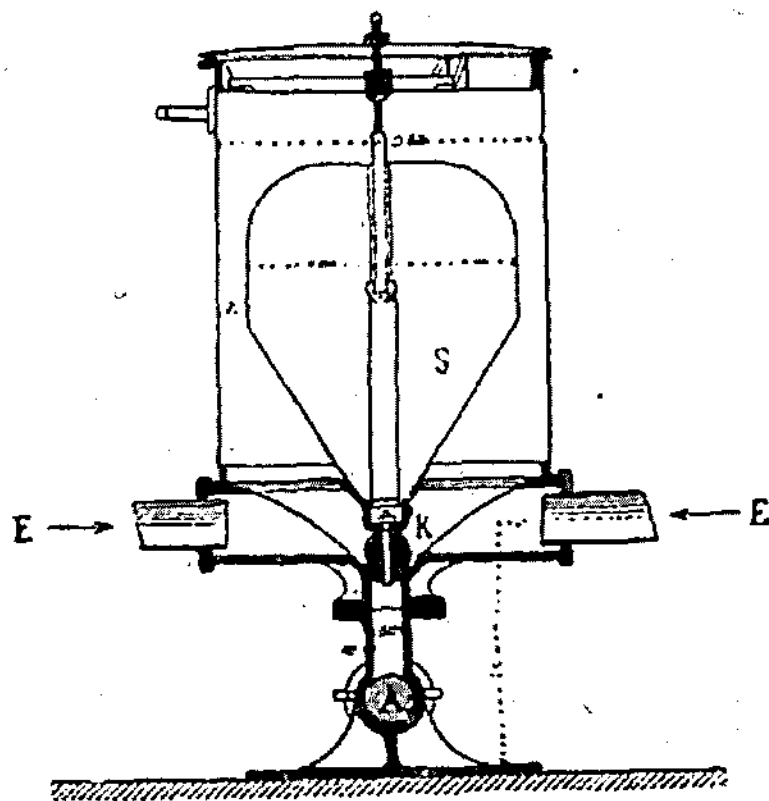
Весьма слабая сторона Ліернуровой системы, свойственная впрочемъ всѣмъ вывознымъ системамъ вообще, заключается въ *тѣхъ затрудненіяхъ, которыя правильный сбытъ удаляемыхъ изъ городовъ нечистотъ встрѣчаетъ даже въ томъ случаѣ, если абсолютное количество послѣднихъ не велико.* Этотъ фактъ тѣмъ болѣе заслуживаетъ вниманія, что Ліернуръ, дѣятельно пропагандируя свою систему, вездѣ и веегда съ особеннымъ удареніемъ указывалъ на возможность правильной организаціи сбыта свѣжаго, неразложившагося и концентрированнаго удобрительнаго матеріала, причемъ онъ представлялъ городамъ перспективу весьма выгодныхъ для нихъ условій съ окрестными сельскими хозяевами и увѣрялъ, что продажа нечистотъ не только окупить устройство, содержаніе и эксплуатацію всѣхъ сооруженій, но и дастъ, сверхъ того, значительный барышъ городской казнѣ. На дѣлѣ эти ожиданія нигдѣ не оправдались, и въ Амстердамѣ Ліернуровскія нечистоты берутся сельскими хозяевами менѣе охотно, нежели содержимое обыкновенныхъ бочекъ, потому что онѣ, вслѣдствіе частаго употребленія воды въ клозетахъ, болѣе разжижены, чѣмъ бочечные экскременты. На этомъ основаніи, въ настоящее время, всѣ поклонники и поборники Ліернуровской системы считаютъ необходимымъ *соединеніе послѣдней съ пудретною* (пудретомъ называются разные виды удобрительныхъ матеріаловъ получаемыхъ изъ экскрементовъ путемъ приведенія ихъ къ состоянію

Системы Берлие и Бурова.



Черт. 912.

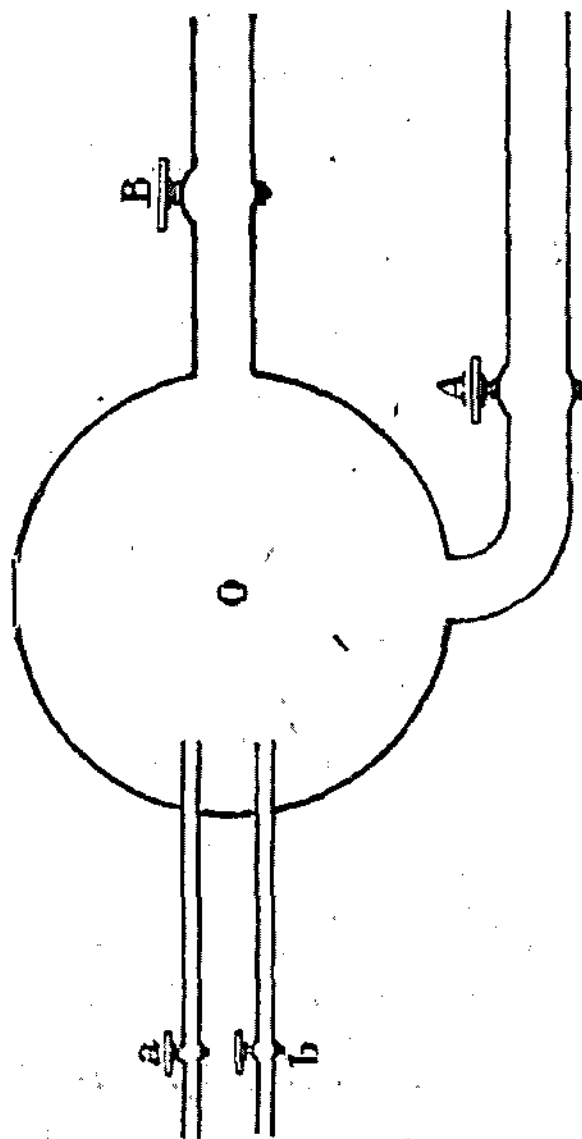
Приемникъ системы Берлие.  
(D—проволочная корзина).



Черт. 913.

Эвакуаторъ системы Берлие. (S—по-  
плавокъ, K—каучуковый шаръ).

Черт. 914.



Схематическое изображение резервуара системы Бурова.

удобному для храненія и перевозки) *фабрикой*, позволяющей превращеніе экскрементовъ въ удобную для перевозки на болѣе далекія разстоянія и легко хранимую массу. Дѣйствительно, въ Дортрехтѣ была устроена пудретная фабрика, но, повидимому, она не дѣйствовала вполнѣ правильно и фекальныя массы превращаются въ ней просто въ удобрительный тукъ, примѣсью уличнаго сора и золы, что давало поводъ къ многочисленнымъ жалобамъ со стороны окрестныхъ жителей на распространяемый фабрикой дурной запахъ. Въ Амстердамѣ также экскременты, не находящіе себѣ непосредственнаго сбыта, употреблялись частью для приготовленія такъ называемой компостной массы, причемъ онѣ просто смѣшиваются съ уличнымъ соромъ и частью служатъ для удобренія городскихъ луговъ, частью же прямо сваливаются въ какія-нибудь рѣчки или канавы.

*Затраты* на устройство системы Ліурпура, даже если имѣть въ виду вовсе не всѣ предлагаемыя имъ для городовъ ассенизаціонныя сооруженія, а лишь тѣ приспособленія, которыя необходимы для пневматическаго удаленія нечистотъ,—весьма значительны, чѣмъ, по всей вѣроятности, и объясняется ограниченное распространеніе ея даже въ голландскихъ городахъ, гдѣ, до сихъ поръ, она встрѣтила больше сочувствія, чѣмъ гдѣ либо въ другомъ мѣстѣ. По словамъ Ліерпура, расходы на устройство пневматическихъ сооружений не должны превышать 15 голландскихъ гульденовъ (около 12 руб.) на человѣка; а между тѣмъ въ Амстердамѣ, по расчету, приходится 20 гульд. (17 руб.) и въ Дортрехтѣ даже 25 руб. на человѣка, безъ всякихъ приспособленій для удаленія помоевъ и дождевыхъ водъ и безъ всякаго дренажа городской почвы.

На основаніи существующаго опыта можно сказать, что пневматическое удаленіе нечистотъ по способу Ліерпура въ слѣдующихъ пунктахъ удовлетворяетъ санитарнымъ требованіямъ:

1) оно исключаетъ загрязненіе почвы человѣческими экскрементами,—но крайней мѣрѣ насколько послѣднія попадаютъ въ отхожія мѣста и общественные писсуары;

2) при хорошемъ устройствѣ и нѣкоторомъ вниманіи со стороны обывателей оно даетъ возможность держать отхожія мѣста въ чистотѣ и избавиться отъ порчи воздуха въ домахъ испареніями выгребовъ;

3) оно позволяетъ быстрое и несопряженное ни съ какимъ зловоніемъ удаленіе нечистотъ изъ домовъ. Поэтому нельзя отрицать суще-

ствованія такихъ условій, при которыхъ этотъ способъ вывоза нечистотъ можетъ быть примѣняемъ не безъ пользы. Это относится главнымъ образомъ до *небольшихъ городовъ* или до *отдѣльныхъ многолюдныхъ учрежденій*, стоящихъ внѣ городовъ, и вообще до всѣхъ населенныхъ мѣстъ, которыя по чему либо находятся вынужденными устроить правильный вывозъ нечистотъ, безъ раздѣленія жидкихъ и плотныхъ экскрементовъ. *Такимъ же городамъ, которые нуждаются въ ассенизаціонныхъ работахъ во всей ихъ совокупности и которыя желаютъ имѣть стройную систему удаленія всѣхъ вредныхъ или подозрительныхъ въ санитарномъ отношеніи отбросовъ, нельзя рекомендовать системы Лирнура, даже въ связи съ приспособленіями для удаленія помоевъ, для дренажа городского грунта и т. д.*,—съ одной стороны вслѣдствіе огромныхъ расходовъ, требуемыхъ такою сложною системой, а съ другой—вслѣдствіе тѣхъ затрудненій, съ которыми были сопряжены для большого города сбытъ и вообще примѣненіе всѣхъ вывозимыхъ изъ города нечистотъ.

### § 168. Система Бурова.

Почти одновременно съ системой Лирнура въ концѣ 60-хъ годовъ въ Петербургѣ была предложена инженеръ-технологомъ Буровыхъ своя пневматическая система удаленія нечистотъ. Сущность этой системы мало чѣмъ разнится отъ системы Лирнура.

Въ машинномъ зданіи помѣщается паровой котелъ, соединенный трубами съ двумя желѣзными резервуарами. Схематическій разрѣзъ одного подобнаго резервуара показанъ на черт. 914. Открывъ кранъ *A*, черезъ трубку *a*, идущую отъ пароваго котла, впускаютъ въ резервуаръ *O* паръ. Когда онъ, выгнавъ черезъ *A* воздухъ, займетъ все пространство *O*, краны *a* и *A* запираютъ, а черезъ *b* въ резервуаръ впускаютъ холодную воду, которая охлаждаетъ находящійся въ немъ паръ и даетъ вслѣдствіе этого разрѣженіе воздуха. Тогда закрываютъ кранъ *b* и открываютъ *B*, соединяющій резервуаръ съ выгребными ямами города, и нечистоты всосутся въ *O*. Послѣ этого закрываютъ *B* и открываютъ *A*, соединенный съ отводною трубой. Открывъ снова кранъ *a*, впускаютъ изъ котла паръ, который и выталкиваетъ нечистоты въ отводную трубу. Такъ какъ съ паровымъ котломъ соединены два подобныхъ резервуара, то, производя въ

нихъ поочередно разрѣженіе воздуха, всасываніе и выталкиваніе нечистотъ, можно достигнуть непрерывнаго дѣйствія канализаціи.

Въ видѣ опыта система эта была примѣнена въ небольшой части г. Петербурга, гдѣ дѣйствовала, сравнительно съ необработаннымъ проектомъ системы, довольно исправно. (См. курсъ Греча и Чиждова—стр. 139).

Уже по одному тому, что эта система не исключаетъ устройства выгребовъ, къ совершенному устраненію которыхъ должно стремиться, желая улучшить санитарное состояніе города, система Бурова не можетъ считаться достаточною. Зависимость отъ рукъ рабочихъ, дѣйствующихъ кранами, не даетъ, кромѣ того, гарантіи въ исправности дѣйствія.

Наконецъ, такъ какъ для отвода всѣхъ водъ, кромѣ человѣческихъ отбросовъ, приходится устраивать отдѣльную систему канализаціи, то и въ финансовомъ отношеніи систему Бурова далеко нельзя назвать выгодной.

### § 169. Система Берліе.

Весьма близко, по замыслу и по исполненію, подходитъ къ системѣ Лиерпура пневматическій способъ удаленія нечистотъ, придуманный въ новѣйшее время французомъ Берліе. (Эрисманъ—Курсъ Гигіены II, стр. 319, Blasius u. Büsing—стр. 175. См. также Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege. II. 1883, стр. 1. «Ein neues System zur Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe aus den Städten.—Liernur, Rationelle Städteentwässerung. 1883, стр. 182) и основанный также на утилизаціи атмосфернаго давленія для передвиженія фекальныхъ массъ по сѣти герметическихъ чугунныхъ трубъ. Существенная разница между Лиерпуромъ и Берліе состоитъ только въ томъ, что Лиерпуръ, по крайней мѣрѣ теоретически, въ свою систему включаетъ не только удаленіе человѣческихъ экскрементовъ, но и дренажъ городской почвы, и удаленіе дождевой воды и удаленіе всевозможныхъ помоевъ и сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній, причемъ вся совокупность необходимыхъ для этого сооруженій, по мысли ихъ изобрѣтателя, должна замѣнить сплавную канализацію, которой Лиерпуръ положительно не сочувствуетъ; Берліе, напротивъ, открыто заявляетъ, что проектъ его ка-

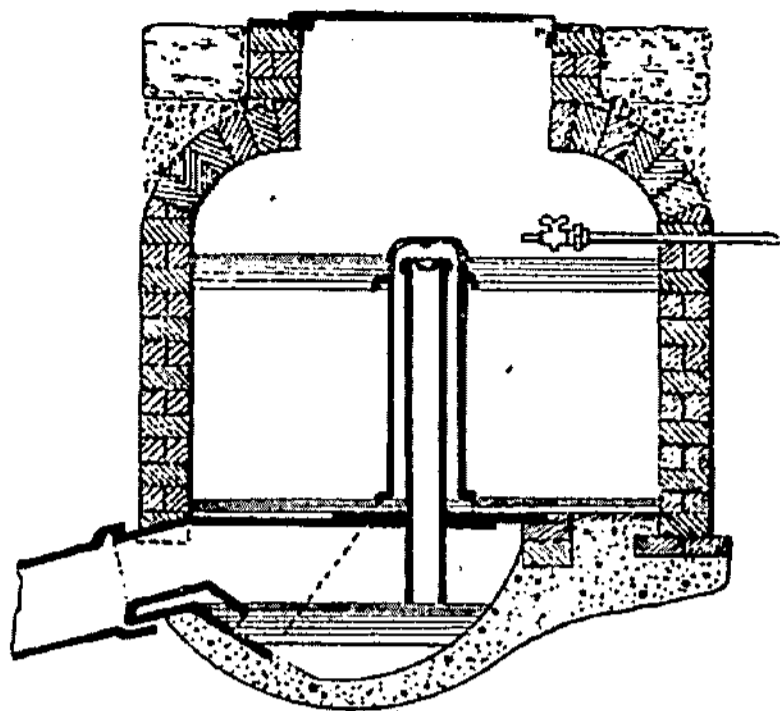
сается *только* способа уборки *человѣческихъ изверженій*, что объ удаленіи помоевъ и грязныхъ водъ вообще, а равно и о дренажѣ почвы онъ не заботится, ибо эти задачи ассенизаціонныхъ работъ вполне достигаются при помощи сплавной канализаціи по англійскому образцу, которую онъ нисколько не порицаетъ.

Другими словами, Берліе исключаетъ изъ уличныхъ водостоконъ только *человѣческіе экскременты*, для удаленія которыхъ онъ, на ряду съ канализаціей, предлагаетъ свою пневматическую систему. Кроме того Берліе не напираетъ на необходимость непременно утилизировать удаляемыя по его системѣ нечистоты для сельскаго хозяйства. Правда, онъ приводитъ нѣкоторые разчеты, въ которыхъ выставляются на видъ матеріальныя выгоды, ожидаемыя отъ продажи нечистотъ въ ихъ первоначальномъ состояніи или же въ видѣ пудрета; но вмѣстѣ съ тѣмъ онъ допускаетъ и спускъ всей клоачной жидкости въ общій городской водостокъ и въ ближайшую рѣку. По крайней мѣрѣ въ Парижѣ, гдѣ система Берліе устроена между прочимъ въ казармѣ «de la Répinière», нечистоты въ концѣ концовъ спускаются въ одну изъ городскихъ магистральныхъ водосточныхъ трубъ. Отсюда и понятно, что для Берліе количество удаляемой на каждаго обывателя жидкости и степень разжиженія нечистотъ не играютъ такой роли какъ для Ліернура, и что Берліе свободно можетъ допускать употребленіе воды для промывки клозетовъ и ретиральныхъ трубъ.

Техническія подробности системы Берліе и ходъ операціи по удаленію экскрементовъ заключаются въ слѣдующемъ. Ближайшіе пріемники нечистотъ устанавливаются не на улицѣ, подъ мостовой, какъ у Ліернура, а въ подвальномъ этажѣ каждаго дома. Они, съ одной стороны, сообщаются съ отхожими мѣстами, ватерклозетами и т. д. посредствомъ обыкновенныхъ ретиральныхъ трубъ, а съ другой—съ центральной станціей,—безъ всякихъ промежуточныхъ сооружений, при помощи развѣтвляющихся чугунныхъ трубъ, имѣющихъ въ діаметрѣ 10—40 сантиметровъ и образующихъ совершенно замкнутую сѣть. Въ подвалѣ помѣщаются два чугунныхъ сосуда, изъ которыхъ одинъ, такъ называемый «пріемникъ» (récepteur), имѣетъ кубическую форму и соединяется съ ретиральною трубой *F* (черт. 912, а другой, такъ называемый «опорожнитель» (évacuateur), представляетъ цилиндръ съ коническимъ дномъ и сообщается,

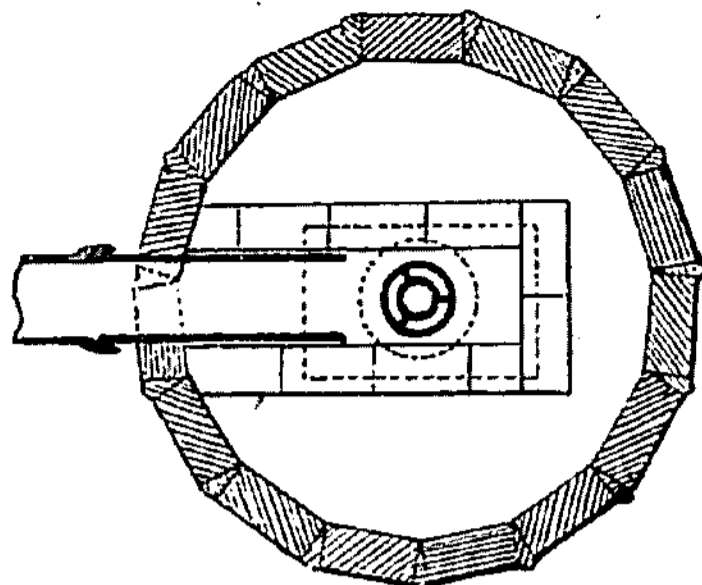
съ одной стороны, съ пріемникомъ, а съ другой—съ отводною трубой *A* (черт. 913). Посредствомъ рукоятки *C* корзину можно вращать, чѣмъ обеспечивается большая правильность ея дѣйствія. Значеніе «пріемника» заключается лишь въ задержаніи постороннихъ тѣлъ (костей, тряпокъ и т. п.), попадающихъ иногда въ отхожія мѣста; съ этою цѣлью въ немъ установлена проволочная корзина *D*, принимающая все, что проходитъ черезъ ретирадную трубку, но пропускающая черезъ свои рѣшетчатые стѣнки лишь жидкости и нѣсколько раздробленныя плотныя изверженія, которыя отсюда непосредственно поступаютъ въ опорожнитель, стоящій рядомъ на одной и той же высотѣ съ пріемникомъ. Въ самой низкой части коническаго дна опорожнителя устроено выпускное отверстіе, обыкновенно плотно закрытое каучуковымъ шаромъ, играющимъ роль клапана. Шаръ этотъ, при помощи желѣзнаго штифта, прикрѣпленъ къ большому шарообразному поплавку. Нечистоты, поступающія изъ пріемника въ опорожнитель, постепенно поднимаются въ послѣднемъ и поднимаютъ поплавокъ, а вмѣстѣ съ нимъ и шаровидный клапанъ, вслѣдствіе чего открывается отверстіе въ отводную трубку, содержащую разрѣженный воздухъ. Въ этотъ моментъ нечистоты, подъ давленіемъ атмосфернаго воздуха, папирающаго со стороны отхожаго мѣста и пріемника, быстро вступаютъ въ отводную трубку, отверстіе которой за ними запирается шаровиднымъ клапаномъ, опускающимся по мѣрѣ того, какъ уровень жидкости въ сосудѣ понижается. Какъ видно, здѣсь происходитъ автоматическое опорожнение сосуда, повторяющееся каждый разъ, какъ только уровень жидкости въ опорожнителѣ достигнетъ извѣстной высоты; никакого передвиженія клапановъ руками этотъ самодѣйствующій аппаратъ не требуетъ, и лишь проволочная корзинка въ пріемникѣ должна быть отъ времени до времени вынимаема и очищаема отъ оставшихся въ ней плотныхъ предметовъ. Нечистоты, разъ попавшія въ отводную трубу, подвигаются въ ней впередъ, по направленію къ центральной станціи, безъ всякаго замедленія. По словамъ изобрѣтателя, уменьшенія давленія въ центральномъ резервуарѣ на 150 мм. ртутнаго столба совершенно достаточно для безпрепятственнаго передвиженія фекальныхъ массъ, хотя, на практикѣ, разрѣженіе воздуха всегда бываетъ нѣсколько больше. О примѣненіи ватерклозетовъ при этой системѣ существующіе отчеты умалчиваютъ; техническія

С и с т е м а В е р и н г а .



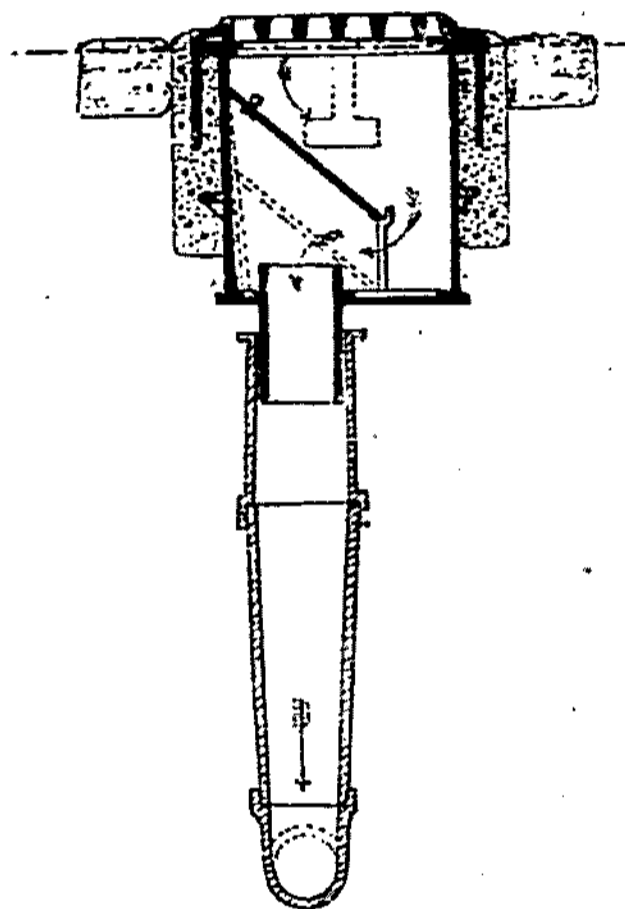
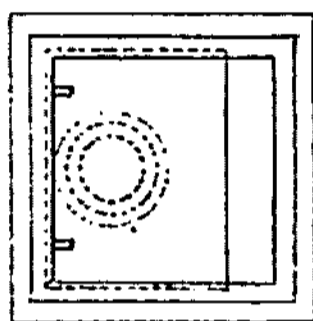
Черт. 918.—Разрѣзь.

Черт. 919.—  
Плавъ.



Черт. 918 и 919. — Автоматическій промывной бакъ (около 40 ведръ вместимости, дѣйствующій при посредствѣ воды изъ городского водопровода).

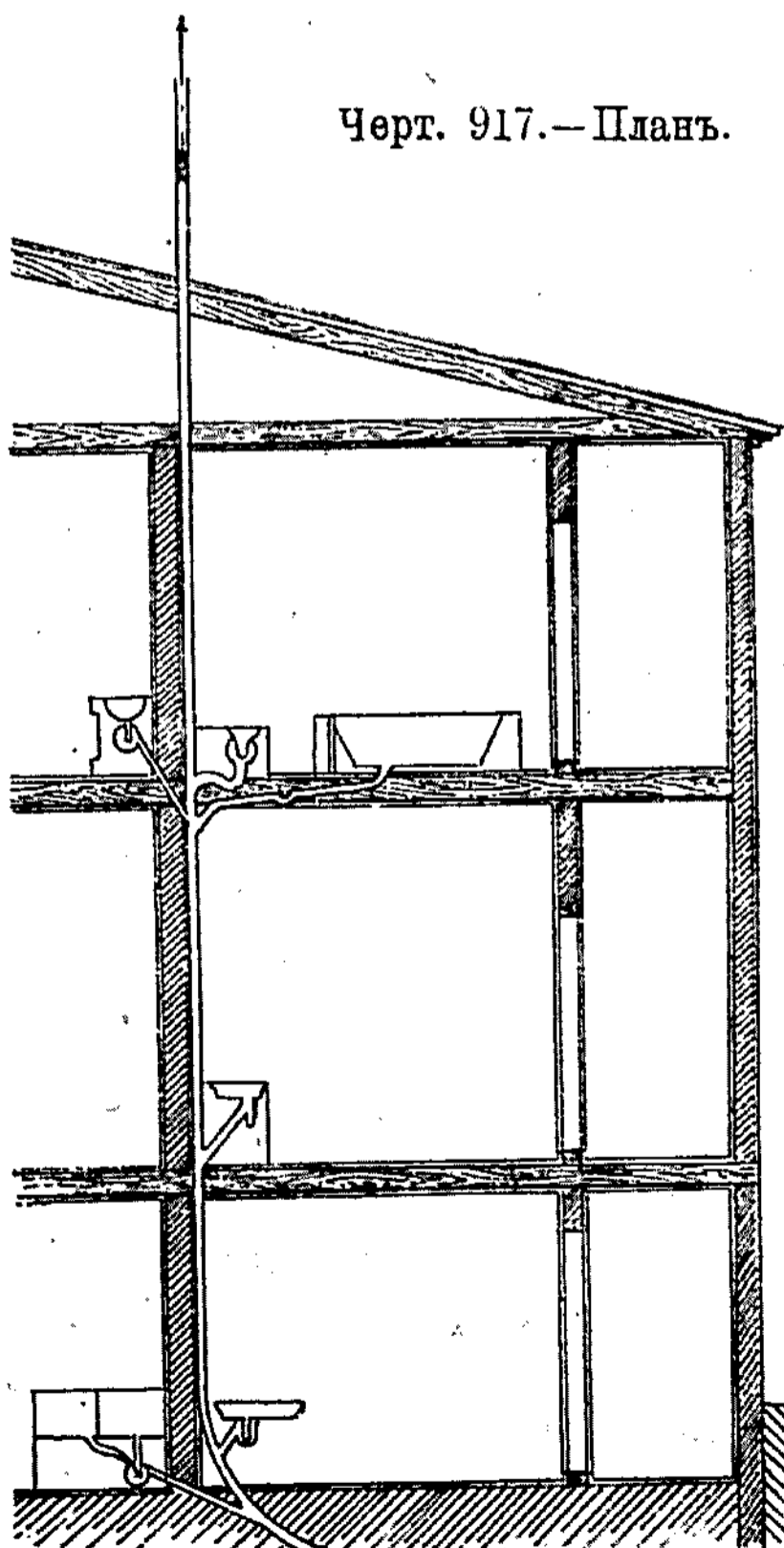
Черт. 917.—Планъ.



Черт. 916.—Разрѣзь.

Черт. 916 и 917.—Вентиляціонный колодезь для впуска чистаго воздуха въ сѣть трубъ.

Черт. 915. — Схема домовой канализація (поперечный разрѣзь дома и улицы).



Черт. 915.

Примѣчаніе. Чертежи изъ брошюры К. К. Клеберга —  
Ассенизація городовъ. Спб. 1882.



условія ея, повидимому, таковы, что она допускаетъ простые ватер-клозеты съ обыкновенными гидравлическими затворами. Для вентилляціи клозетовъ предлагается вытяжная трубка весьма небольшого діаметра, соединяющая воронку въ клозетѣ съ пневматическою отводною трубой.

*Расходы* на устройство пневматической системы Берліе въ Парижѣ опредѣляются приблизительно въ 12 милліоновъ рублей,— сумма сравнительно весьма небольшая; на расходы же по эксплуатаціи потребовалось бы около 1,7 милл. руб. ежегодно. Зато Берліе вычисляетъ валовой доходъ отъ продажи нечистотъ въ 24 руб. на каждую ретирадную трубу, что составляетъ для г. Парижа не менѣе  $5\frac{1}{2}$  милл. руб. ежегодно или чистый барышъ въ 4 милл. руб. Имѣя въ виду, что подобная утилизація нечистотъ въ общпрныхъ размѣрахъ находится всецѣло въ области фантазіи изобрѣтателя, нельзя, по мнѣнію проф. Эрисмана (Курсъ Гигіены—П. 1887 г. стр. 319), при оцѣнкѣ системы Берліе, придавать ей особеннаго значенія, а слѣдуетъ думать, что въ этомъ отношеніи Берліе находится приблизительно въ такомъ же положеніи, какъ и Ліернуръ, и что если спускъ удаляемыхъ нечистотъ въ городскіе водостоки или въ рѣку будетъ запрещенъ, то не только не получится никакой выгоды отъ продажи удобрительнаго матеріала, но расходы па эксплуатацію сразу возрастутъ значительно.

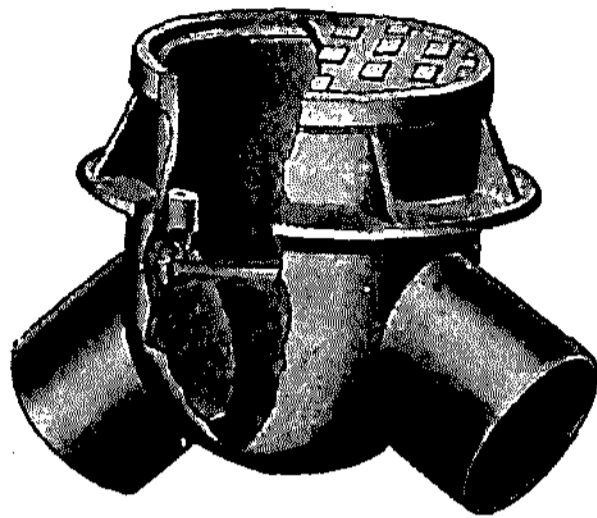
Поэтому, даже въ томъ случаѣ, если бы была увѣренность въ техническихъ достоинствахъ системы Берліе, нельзя не отнестись скептически къ возможности ея примѣненія въ широкихъ размѣрахъ, тѣмъ болѣе, что, какъ уже сказано:

1) *система Берліе ограничивается удаленіемъ человѣческихъ экскрементовъ*; стало быть, замѣнить канализацію, замѣнить водостоки, которые служили бы не только для отвода всевозможныхъ помоевъ, дождевой воды, но и для дренажа почвы, она не можетъ;

2) *рядомъ съ пневматическими трубами Берліе должна быть устроена канализація.*

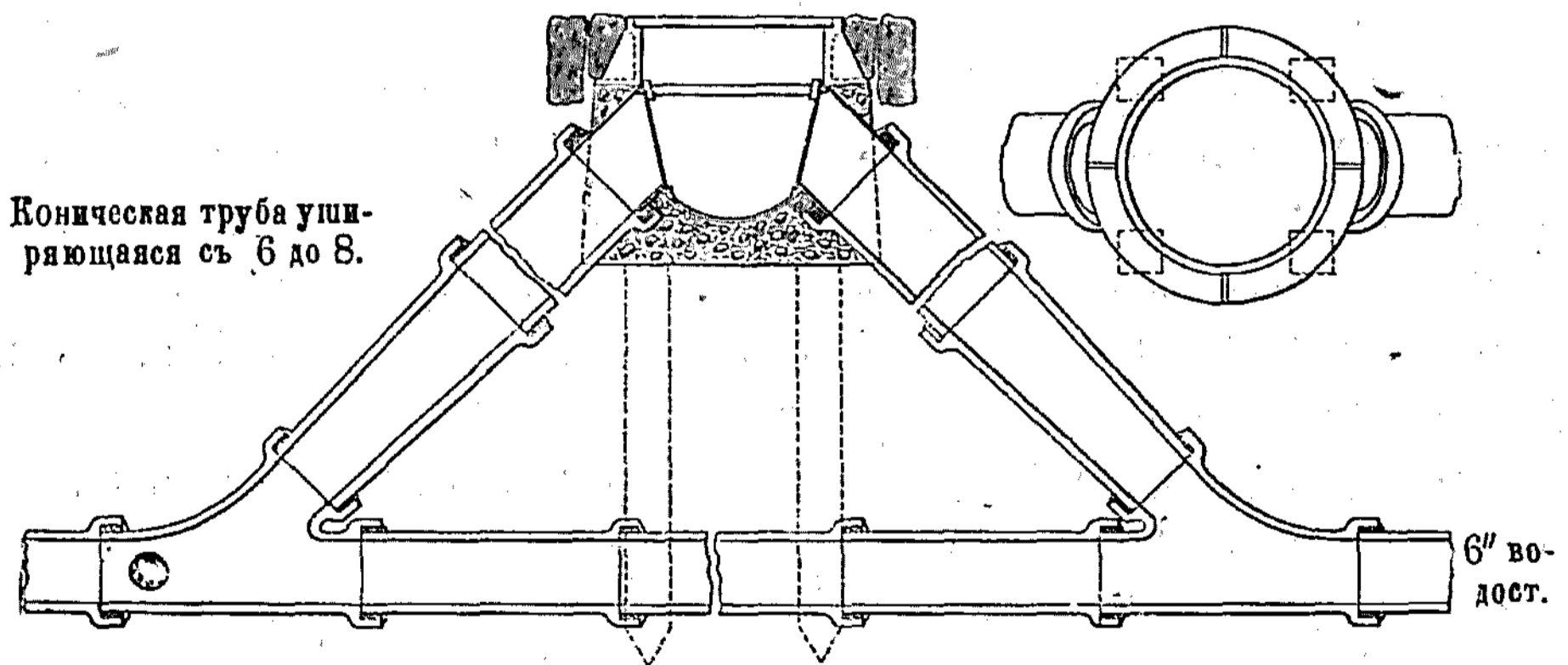
Теперь спрашивается, оправдывается ли *санитарными* соображеніями и требованіями расходъ на устройство и на эксплуатацію сооруженія, дѣйствующаго одновременно съ канализаціей и вся задача котораго будетъ состоять въ томъ, чтобы человѣческіе экскременты, которые непосредственно изъ ватерклозетовъ могли бы пере-

**С и с т е м а В е р и н г а .**



Черт. 920.

Общій видъ верхней части смотроваго колодца (черт. 921).



Черт. 921 и 922.

Колодезь (разрѣзъ и планъ) для осмотра и очистки 6" трубъ. Верхняя часть — чугунная, ставится на бетонномъ основаніи и поддерживается, если надо, свайками. Отверстіе каждой смотровой трубы закрывается крышкой. Крышки расперты особымъ стержнемъ, замкнутымъ висячимъ замкомъ (см. черт. 920).

(См. Sewerage and Land-Drainage. By G. E. Waring Jr. New-York. 1896).

ходить въ уличные водостоки, сначала удерживать отъ спуска въ послѣдніе, а затѣмъ, въ концѣ концовъ, все же спускать ихъ въ собирательные каналы городской водосточной сѣти. Очевидно, что для этого не существуетъ никакой основательной причины, если только водостоки устроены по образцу англійскихъ сплавныхъ трубъ и каналовъ.

Система Берліе страдаетъ, однако, еще гигиеническими и техническими недостатками, какъ это видно изъ слѣдующаго объясненія, заключающагося въ отчетѣ Санитарной комиссіи г. Утрехта (F. W. Büsing. 1894 г. — стр. 175). «Металлическая проволочная корзина въ пріемникѣ нечистотъ можетъ стать очагомъ заразы и опасности. Жидкія изверженія проходятъ сквозь проволочную сѣтку, твердыя — остаются. Отсюда разложеніе, гніеніе и подъемъ газовъ къ клозетамъ. Въ концѣ концовъ корзины нужно очищать, потому что иначе приборы не могутъ продолжать дѣйствовать. Эта отвратительная очистка исполняется рабочими, которые подвергаютъ себя и другихъ большой опасности.

Далѣе система требуетъ большаго количества воды, а разреженіе воздуха, за отсутствіемъ уличныхъ резервуаровъ, должно простираться на всю сѣть трубъ и побѣждать сопротивленія движущихся по нимъ жидкостей. Скорость теченія ихъ уменьшается поэтому по мѣрѣ удаленія отъ воздушнаго насоса. Ночью, когда клозетами пользуются мало, нечистоты осаждаются въ пріемникѣ и могутъ причинить серьезныя засоренія.

Быстрое разрушеніе каучуковыхъ клапановъ дѣлаетъ эксплуатацію системы затруднительной и дорогой».

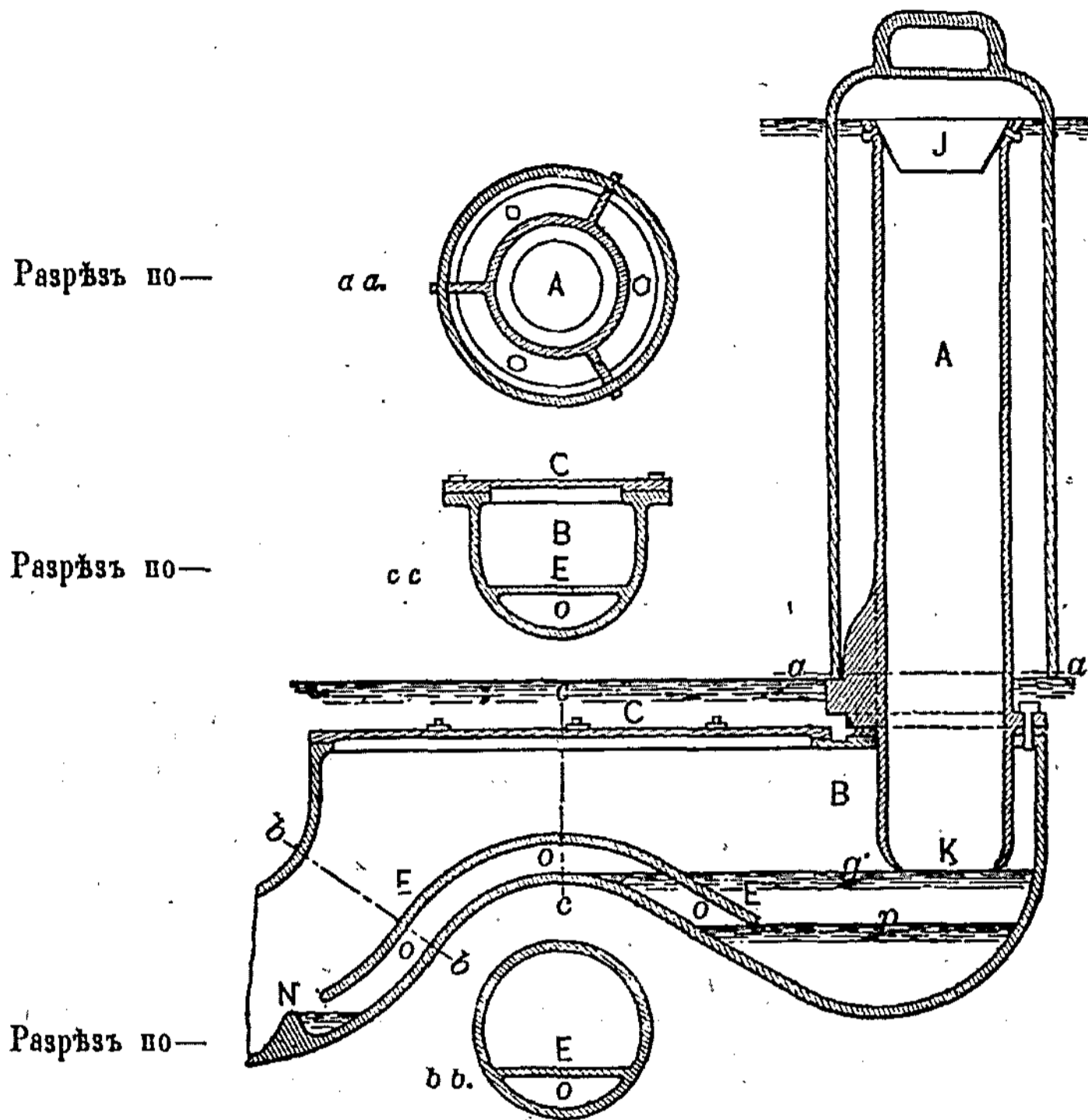
### § 170. Система Веринга (Waring).

Способъ или система Веринга занимаетъ среди разсмотрѣнныхъ выше раздѣльныхъ системъ исключительное мѣсто по своей простотѣ и практической осуществимости.

Верингъ выдѣляетъ въ особую канализацію *домовья воды и человѣческія изверженія*, но не прибѣгаетъ для передвиженія ихъ къ какимъ либо спеціальнымъ механическимъ устройствамъ. Трубамъ придаются обыкновенные уклоны, а недостатокъ скорости теченія восполняется періодической сильной промывкой. Относительно укло-

С и с т е м а В е р и н г а .

Промывные устройства.



Черт. 923—926.

Детали устройства сифона системы Фильда-Верингъ (см. черт. 929).

Особенность этого сифона составляет дополнительный малый сифонь *oo*, ко-  
 нмъ понижается горизонтъ воды въ камерѣ *B* и отверстие *K* спускной трубы  
 дѣлается совершенно свободнымъ, вслѣдствіе чего воздухъ входитъ въ *A* и  
 сифонажъ вполне прекращается и не можетъ возобновиться ракъе, чѣмъ гори-  
 зонтъ воды въ резервуарѣ достигнетъ *J*. Плотника *N*—чтобы номѣшать воз-  
 духу проникать въ сифонъ *oo*, гдѣ теченіе слабо, и прерывать его дѣйствіе.  
*C*—съемная крышка для осмотра камеры *B*. Когда вода доетигнетъ въ резер-  
 вуарѣ до горизонта *J*, она начинаетъ переливаться, поднимаетъ горизонтъ  
 въ *B* до *K* (*q*). При дальнѣйшемъ переливаніи дѣйствіе то-же, что и въ си-  
 фонѣ Дультона (см. черт. 864).

иовъ Верингъ идетъ гораздо далѣе, чѣмъ большая часть европейскпхъ инженеровъ, указанія коихъ приведены въ § 143. Принимая за достаточную скорость теченія 2 фута въ секунду, Верингъ находитъ, что это условіе осуществляется:

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| для трубъ съ діаметромъ въ 6'' | при уклонѣ 1 : 300 |
| » » » » 8 » »                  | 1 : 400            |
| » » » » 10 » »                 | 1 : 500            |
| » » » » 12 » »                 | 1 : 600            |
| » » » » 15 » »                 | 1 : 750            |
| » » » » 18 » »                 | 1 : 900            |
| » » » » 20 » »                 | 1 : 1200           |

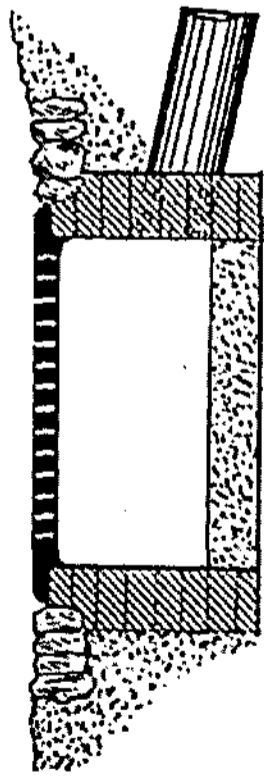
Верингъ рекомендуетъ, однако, держаться по возможности выше этихъ предѣловъ уклоновъ. Трубы гончарныя глазу рованныя. Діаметръ главной домовой 4, уличныхъ 6, 8, 10, 12, 15 и 18 дюйм. Стыки на цементъ. Если нуженъ діаметръ болѣе 18'', то трубы дѣлаются изъ бетона или кирпича. Нормальное наполненіе — на  $\frac{1}{2}$  трубы.

Въ верхнемъ слѣпомъ концѣ каждого водостока устраивается промывной резервуаръ (черт. 918—919 и 923—926). Если водостокъ длинней, то при немъ устраиваются еще промежуточные промывные резервуары болѣе значительныхъ, чѣмъ верхніе размѣровъ (черт. 929 — 930). Размѣры промывныхъ резервуаровъ рассчитываются такъ, чтобы на 260 жителей, посылающихъ свои домовыя воды въ водостоки, приходилось не менѣе 0,5 куб. метра вмѣстимости промывного резервуара. Наименьшая допускаемая вмѣстимость резервуара при этомъ равна 1 куб. метру (*F. W. Büsing. — Die Kanalisation—p. 167*). Разстояніе между верхнимъ и послѣдующимъ резервуарами въ среднемъ 300—400 метровъ. Во всѣхъ этихъ указаніяхъ нѣтъ ничего абсолютнаго и многія изъ сооруженій устроенныхъ самимъ Верингомъ они не соблюдены. Въ городѣ Stamford'ѣ промывные резервуары въ слѣпыхъ концахъ сѣти вмѣщаютъ по 145 галлоновъ только ( $0,03785 \times 145 = 5,5$  куб. м.), а дополнительныхъ во всемъ городѣ имѣется только три по 1000 галлоновъ каждый (37,85 куб. м.; послѣдніе представлены на черт. 929—930).

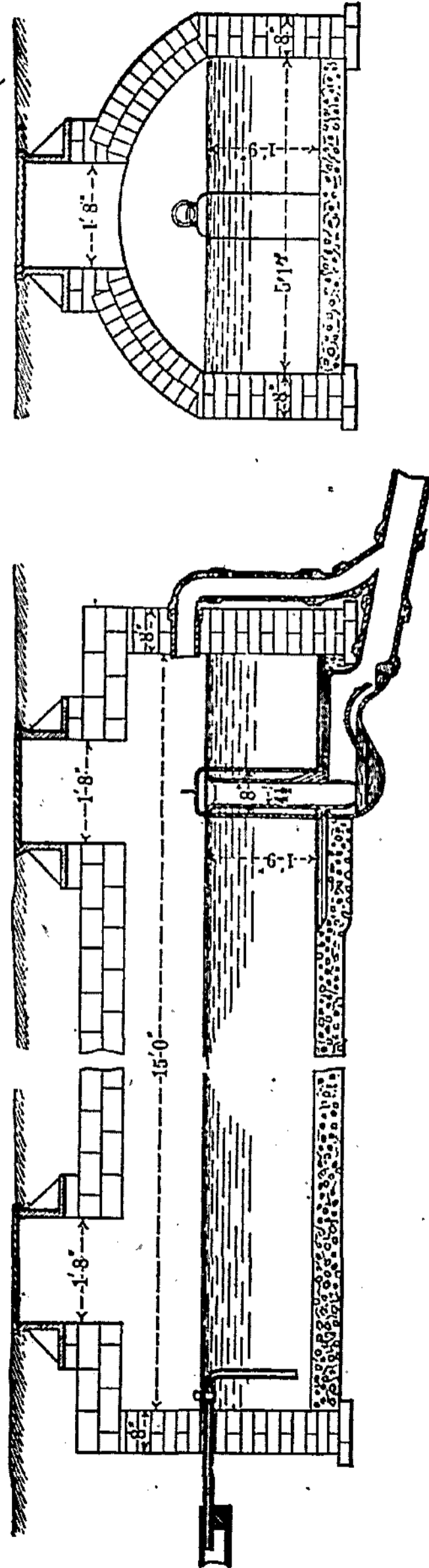
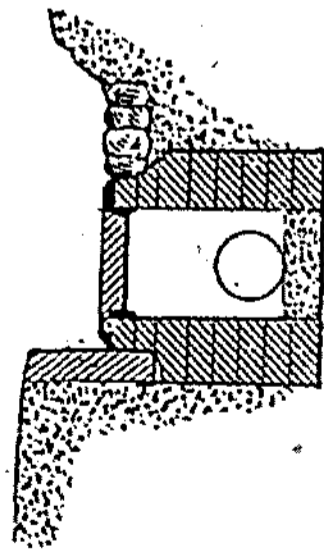
Промывка дѣлается разъ—два въ день, требуя по словамъ Büsing'a около 1 куб. метра воды на жителя въ годъ, что слѣдуетъ считать едва ли достаточнымъ.

С и с т е м а В е р и н г а .

К а н а л и з а ц и я S t a m f o r d ' a (Съв.-Амер. Соед. Шт.)



Р Черт. 927 и 928. — Уличный приемник для  
 дождевых водъ (продольный и поперечный  
 разрывы) примененный въ Stamford'ѣ (С.-А.  
 Соед. Шт.).



Черт. 929 и 930. — Продольный и поперечный разрывы промышленного резервуара въ Stamford'ѣ  
 (С.-А. Соед. Шт.), вмещающій 1000 галлоновъ (3785 литровъ) воды.

Домовые провода соединяются съ уличными безъ водяныхъ затворовъ. Для вентиляціи сѣти уличные водостоки соединяются съ дымовыми трубами домовъ и съ особыми вентиляціонными трубами, поднимающимися выше крышъ зданій.

Для впуска свѣжаго воздуха въ сѣть устроены особые вентиляціонные колодцы (черт. 915—917).

Смотровыхъ колодцевъ при первоначальномъ устройствѣ сѣти по системѣ Веринга не предполагалось, но въ послѣдствіи они оказались необходимыми для удаленія случайныхъ засореній и т. п. (черт. 920—921).

Канализаціонная сѣть для атмосферныхъ водъ устраивается обыкновенно болѣе или менѣе примитивно, такъ какъ при этомъ уже не заботятся о вентиляціи, дезинфекціи и пр. (см. устройство уличнаго пріемника на черт. 927—928).

Описанная система, повидимому, изобрѣтена въ Англіи *Chadwick*’омъ еще въ 1843 г. (*Wazon — Principes techniques d’assainissement, Paris. 1884. p. 182*) и въ Англіи же получила примѣненіе въ Оксфордѣ, но только въ 1876 году по проекту инженера *White*’а.

Своимъ названіемъ она обязана американскому полковнику Верингу, который примѣнилъ ее въ 1878—1880 гг. въ городѣ Мемфисѣ (С. Ш. С. А.), послѣ чего она получила въ Америкѣ быстрое распространеніе.

Вслѣдъ затѣмъ она была примѣнена еще въ иѣкоторыхъ городахъ Европы, а также въ видѣ весьма удавшагося опыта и въ Парижѣ для одного участка города (см. *E. Pontzen.—Première application à Paris en 1883 de l’assainissement suivant le système Waring*).

Въ Европѣ въ настоящее время канализація Веринга встрѣчается и въ нѣсколько измѣненномъ противъ первоначальнаго типа видѣ. Такъ въ Геттингенѣ дождевыя воды, падающія на поверхность дворовъ, вводятся въ трубы Веринговской канализаціи. Этимъ облегчается осушка дворовъ, часто лежащихъ ниже улицъ, и во всякомъ случаѣ уменьшается опасность чрезмѣрнаго загрязненія уличныхъ водъ дворовыми отбросами и, слѣдовательно, непосредственный снискъ уличныхъ водъ въ рѣку становится менѣе неудобнымъ.

Но, очевидно, въ такомъ видѣ раздѣльная система Веринга является уже переходомъ къ общесплавной системѣ водостоковъ.

Система Веринга представляет весьма серьезное средство улучшить санитарное состояніе городовъ, не имѣющихъ средствъ для устройства общесплавной канализаціи. Выключеніемъ дворовыхъ и уличныхъ водъ Верингъ достигаетъ того, что расходъ въ трубахъ, отводящихъ домовыя и клозетныя воды, становится болѣе или менѣе постояннымъ, измѣняясь въ незначительныхъ предѣлахъ. Это даетъ возможность дать трубамъ размѣры и уклоны, отвѣчающіе ихъ упрощенному пазпаченію и получить въ нихъ необходимую для самоочищенія скорость теченія. Если же по условіямъ мѣстности такое самоочищеніе не можетъ быть достигнуто, то при системѣ Веринга легко устраивается промывка водостоковъ. Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ діаметры трубъ малы, то введеніе въ нихъ и не очень значительныхъ добавочныхъ количествъ воды уже можетъ много увеличить скорость теченія; въ общесплавныхъ коллекторахъ промывка требуетъ огромныхъ количествъ воды. Удаленіе уличныхъ и дворовыхъ водъ по системѣ Веринга особой сѣтью водостоковъ позволяетъ придать имъ болѣе короткое протяженіе, направляя ихъ въ такія мѣста (напр. городскіе каналы и рѣки), куда нельзя было бы пустить клозетныя воды. Уличная водоотводная сѣть также обходится при этомъ дешевле. Очевидно, однако, что система Веринга не универсальна. Успѣшно примѣняться она можетъ только при извѣстныхъ условіяхъ. Такъ какъ сила, перемѣщающая нечистоты, есть здѣсь сила тяжести, то необходимо, чтобы мѣстность имѣла приличные уклоны въ направленіи куда слѣдуетъ отвести нечистоты. Необходимо также, чтобы для пріема доставки уличныхъ водъ имѣлись не особенно удаленные каналы, рѣки и т. п. съ достаточнымъ расходомъ воды, чтобы можно было впускать туда грязныя городскія воды безъ особеннаго вреда. Если же уклоны мѣстности слабы и обширныхъ обильныхъ текучихъ водъ нѣтъ, то можетъ потребоваться искусственный подъемъ водъ насосами и двѣ сѣти Веринга могутъ оказаться болѣе дорогими, чѣмъ одна общесплавная.



## ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ.

### Гидропневматическая система Шопа.

СОДЕРЖАНИЕ: § 171. Общее описание системы Шопа. — § 172. Эжекторъ и его дѣйствіе. — § 173. Эжекторныя станціи. — § 174. Канализація сжатого воздуха. — § 175. Промываніе водосточной сѣтк. — § 176. Примѣненія системы Шопа.

#### § 171. Общее описание системы Шопа.

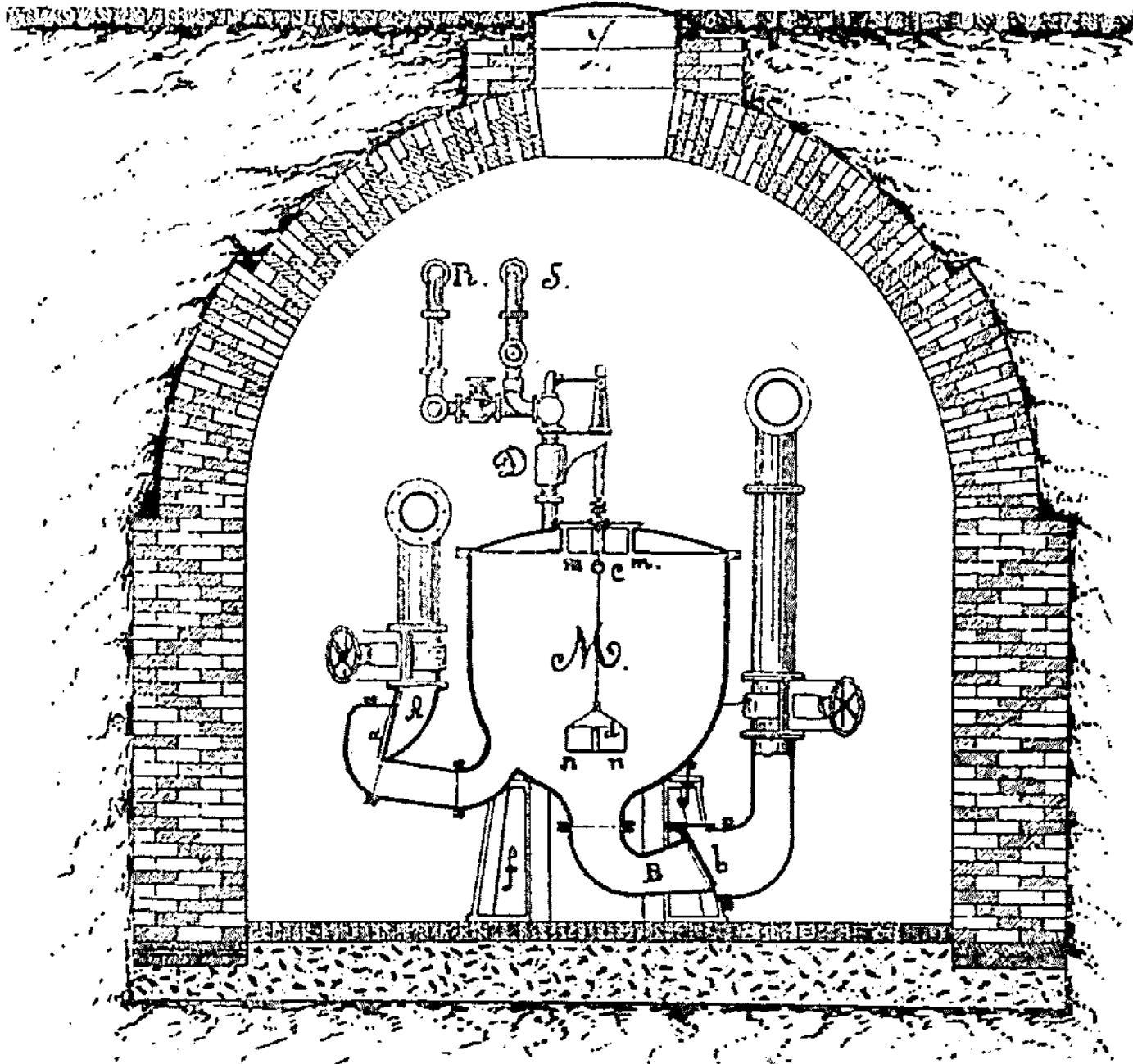
Главные принципы системы Шопа состоятъ:

- 1) въ отводѣ сточныхъ жидкостей отдѣльно отъ дождевыхъ и снѣговыхъ водъ;
- 2) въ отводѣ нечистотъ, по мѣрѣ ихъ образованія, такими трубами, которыя были бы самоочищающимися и размѣры и углоны которыхъ допускали бы скорость движенія жидкости приблизительно отъ  $1\frac{1}{2}$  до  $2\frac{1}{2}$  футъ въ секунду при большихъ діаметрахъ трубъ, и отъ 2-хъ до 3 футъ при малыхъ;
- 3) въ устройствѣ правильнаго промыванія трубъ;
- 4) въ возможно полной автоматичности всей системы.

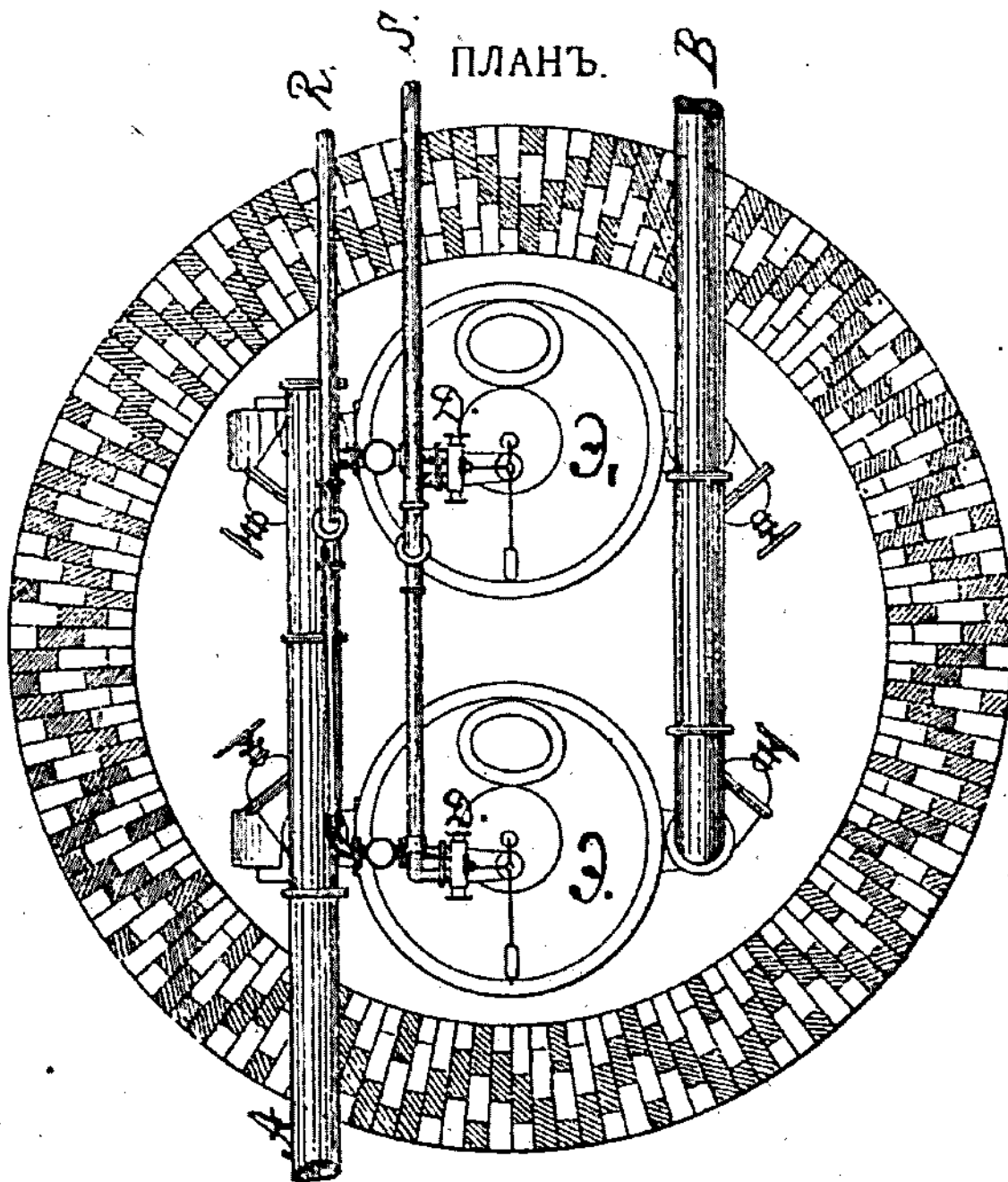
Городъ, канализируемый по системѣ Шопа, разбивается на участки и въ каждомъ изъ нихъ устраивается вполнѣ самостоятельная система трубъ, стокъ жидкости по которымъ обусловливается ихъ естественнымъ уклономъ. Чтобы увеличить скорость протока по этимъ трубамъ, на дворѣ cadaго или нѣсколькихъ домовъ устраиваются соединенные непосредственно съ домовыми приборами металлическіе резервуары, наполняющіеся домовыми водами въ теченіе 9—10 часовъ. Эти резервуары снабжены сифонами и соединены съ водопроводомъ такимъ образомъ, что къ концу ианолненія резервуаръ сразу опорожняется черезъ сифонъ въ отводную сточную трубу и тѣмъ обезпечиваетъ быстрый протокъ жидкости по канализационнымъ трубамъ.

С и с т е м а Ш о н а .

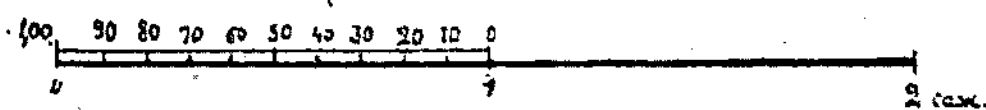
ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРѢЗЪ.



Черт. 931.



Черт. 932.



Эжекторная станція съ двумя пневматич. жекторами емкостью каждый въ 147 ведеръ.

Въ центральномъ пунктѣ каждаго отдѣльнаго сточнаго участка подъ землею располагается большой чугунный или желѣзный бакъ, въ который и стекаютъ домовыя воды. Въ резервуаръ этого бака, названнаго Шономъ эжекторомъ, входятъ 4 трубы: одна, по которой въ него стекаютъ нечистоты, другая отводная, третья, проводящая въ резервуаръ сжатый и четвертая отводящая отработавшій сжатый воздухъ.

Когда резервуаръ наполнится нечистотами до верха, посредствомъ особаго золотника автоматически открывается отверстіе въ трубѣ, приводящей сжатый воздухъ, и послѣдній входитъ въ верхнюю часть резервуара. Подъ его давленіемъ па жидкость клапанъ закрываетъ отверстіе сточной трубы, открываетъ подобный же клапанъ въ отводной трубѣ и нечистоты вгоняются по ней вверхъ до главнаго коллектора, по которому и стекаютъ самотекомъ за предѣлы города. Когда уровень сточныхъ водъ въ эжекторѣ понизится въ резервуарѣ до извѣстнаго предѣла, золотникъ воздушной трубы автоматически закрывается и нечистоты вновь наполняютъ бакъ до слѣдующаго опорожненія.

Такимъ образомъ дѣйствуютъ всѣ эжекторы отдѣльныхъ участковъ.

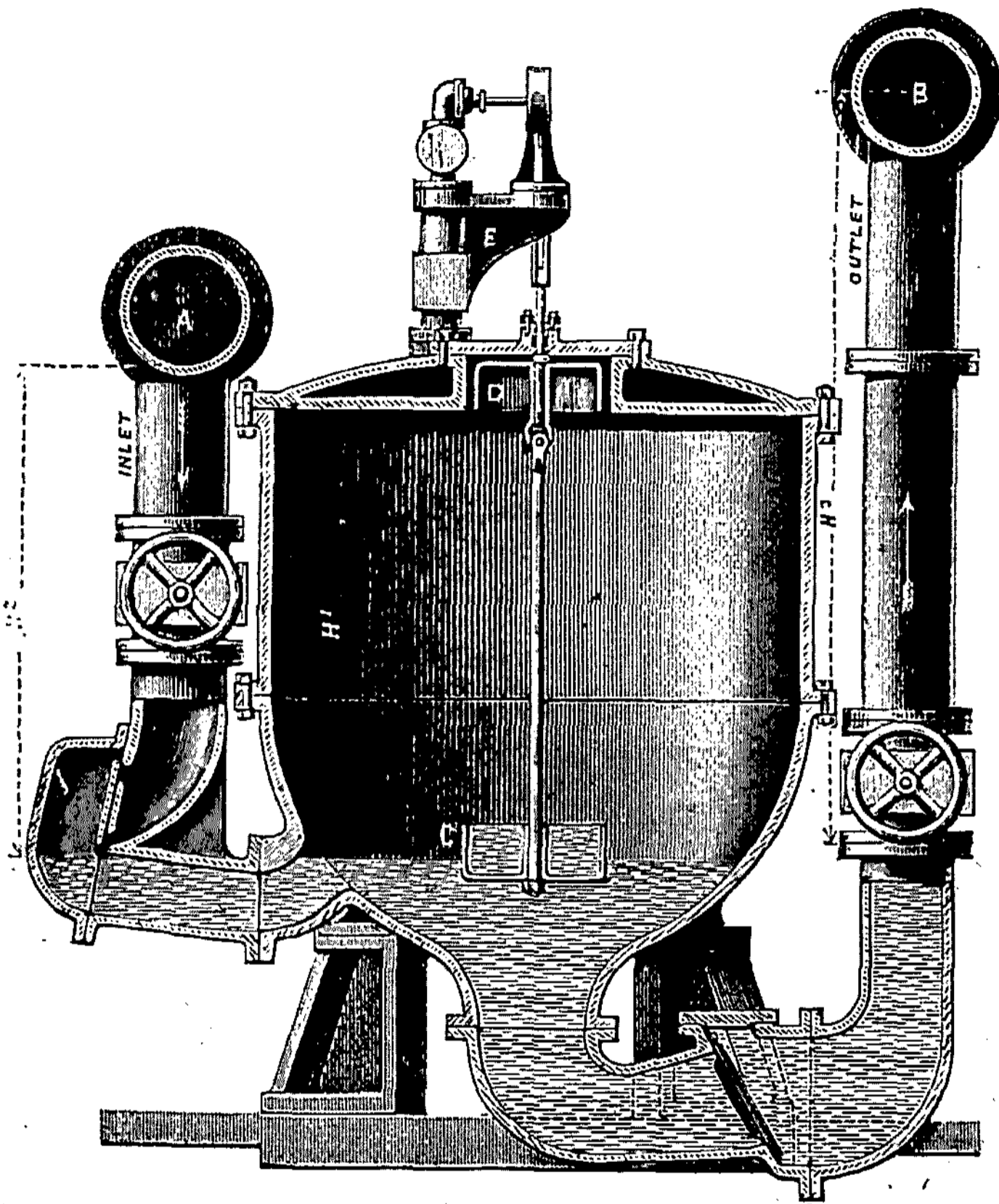
Для доставленія къ эжекторамъ сжатаго воздуха въ городѣ устраивается центральная пневматическая станція и сѣтъ отдѣльныхъ воздуходувныхъ трубъ.

### § 172. Эжекторъ и его дѣйствіе.

Эжекторъ Шопа есть чугунный сосудъ *M* (черт. 931 и 932) отъ 25 до 200 ведеръ вмѣстимости, съ цилиндрическими толстыми стѣнками и полусферическимъ дномъ, плавно переходящимъ въ воронку и затѣмъ въ отводную трубу *B*. Устанавливается эжекторъ на дно опускнаго колодца или шахты на трехъ прочныхъ чугунныхъ подставкахъ *fff*. Сверху цилиндрическая часть герметически закрывается крышкой, соединенною съ флянцами цилиндрической части прочными болтами. Съ эжекторомъ соединяется конецъ отводной трубы *A*, черезъ которую въ эжекторъ поступаютъ нечистотныя жидкости.

На обѣихъ трубахъ *A* и *B* устанавливаются задвижки (системы

С и с т е м а Ш о н а .



Черт. 933.

Вертикальный разръзъ эжектора.

- A* — труба, приводящая нечистоты. }  
*B* — труба, отводящая нечистоты. }  
*C* — нижняя чашка управляющаго вакуумомъ сжатаго воздуха механизма; при поднятїи горизонта жидкости въ эжекторъ она погружается въ жидкость и горизонтъ послѣдней продолжаетъ подниматься пока не дойдетъ до верхней чашки *D* и не сожметъ воздухъ внутри ея.  
*D* — верхняя чашка управляющаго механизма; когда воздухъ внутри ея сжатъ поднимающей жидкостью до должнаго предѣла, открывается —  
*E* — затворъ сжатаго воздуха изъ приводящей сжатый воздухъ трубы и воздухъ наполняетъ эжекторъ, вытѣсняя жидкость; горизонтъ ея понижается до тѣхъ поръ, пока чаша *C* на столько выйдетъ изъ воды, что ея вѣсъ съ вѣсомъ заключенной въ ней жидкости будетъ достаточенъ, чтобы закрыть затворъ *E*.

Пита), для полнаго, на случай необходимости, выдѣленія каждаго эжектора изъ общей сѣти трубъ. Точно также на обѣихъ трубахъ между задвижками и самимъ эжекторомъ размѣщены клапаны *a* и *b*, дѣйствіе которыхъ автоматически. Каждый клапанъ состоитъ изъ толстой резины и точно пригнаннаго къ сѣдлу чугунаго диска. На верхней крышкѣ эжектора помѣщается воздушный распредѣлитель *D*, къ которому приводится сжатый воздухъ трубою *R* и отъ котораго отводится отработанный воздухъ трубою *S*.

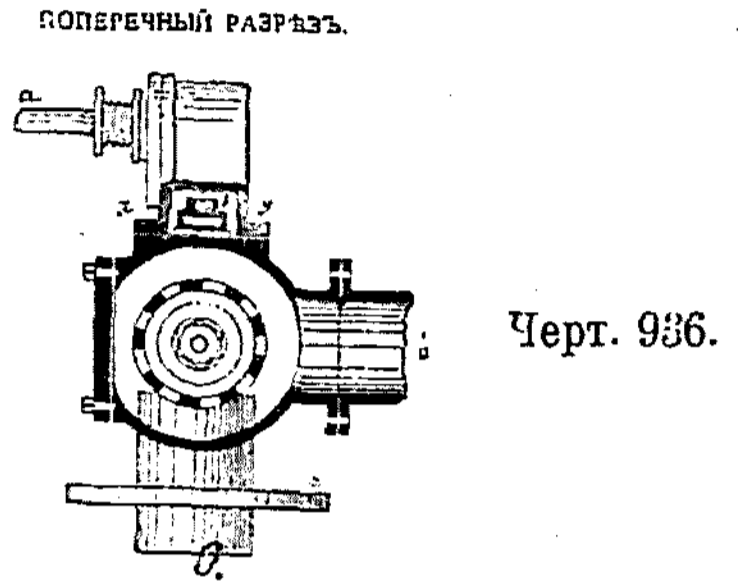
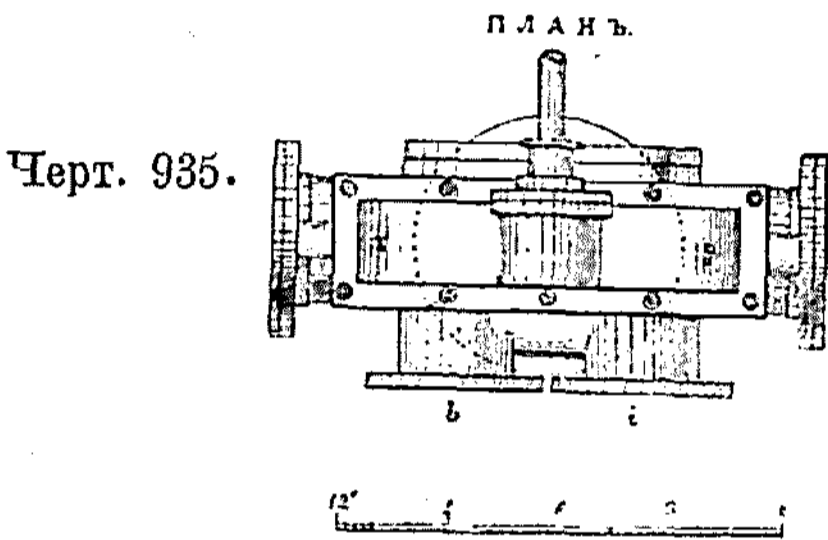
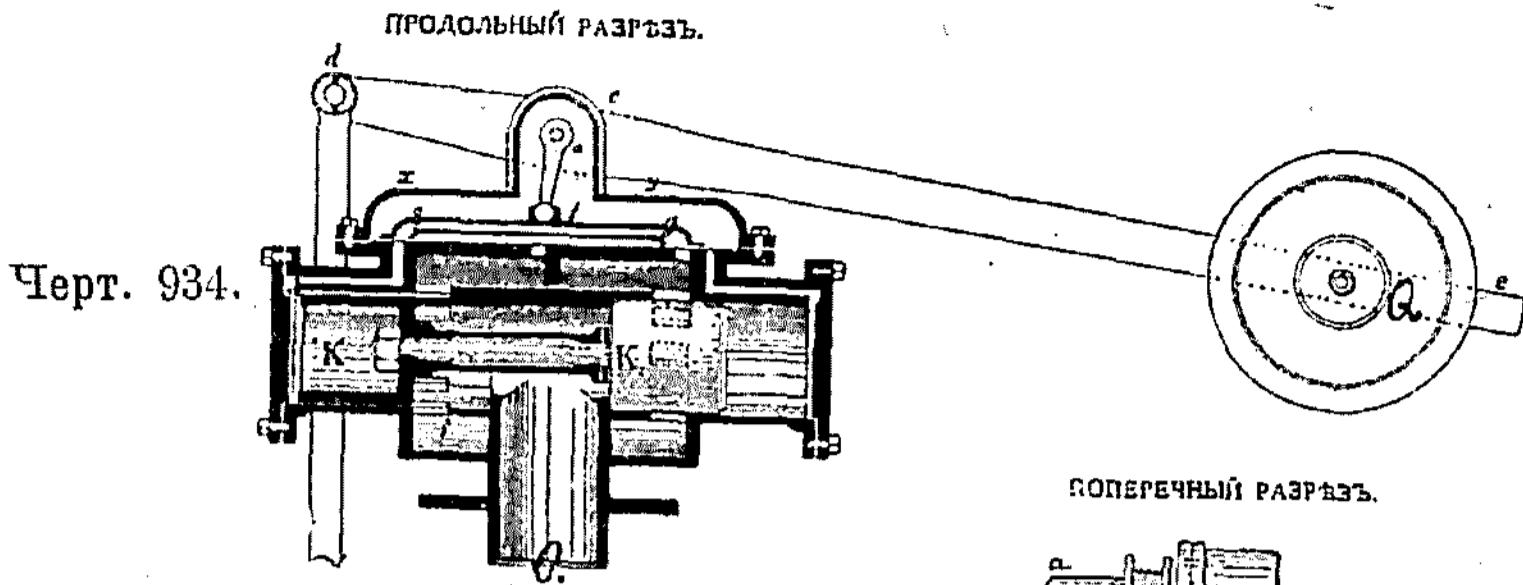
Распредѣлительный аппаратъ имѣетъ соединеніе съ внутреннею частью эжектора черезъ особую легкую вертикальную штангу *cd*, къ которой внутри эжектора подвѣшены двѣ металлическія чаши *mm* и *nn*, расположенныя одна надъ другой.

Эжекторы помѣщены въ шахтахъ попарно на случай поврежденій. Сточная жидкость черезъ открытую задвижку поступаетъ по проводной трубѣ *A* въ одинъ изъ эжекторовъ *Э* или *Э'*, черезъ впускной клапанъ *a* (черт. 931), пройдя который она входитъ и заполняетъ эжекторъ, причемъ выводной клапанъ во все время наполненія непремѣнно закрытъ, т. е. прижатъ къ своему сѣдлу столбомъ жидкости въ выводной трубѣ *B*.

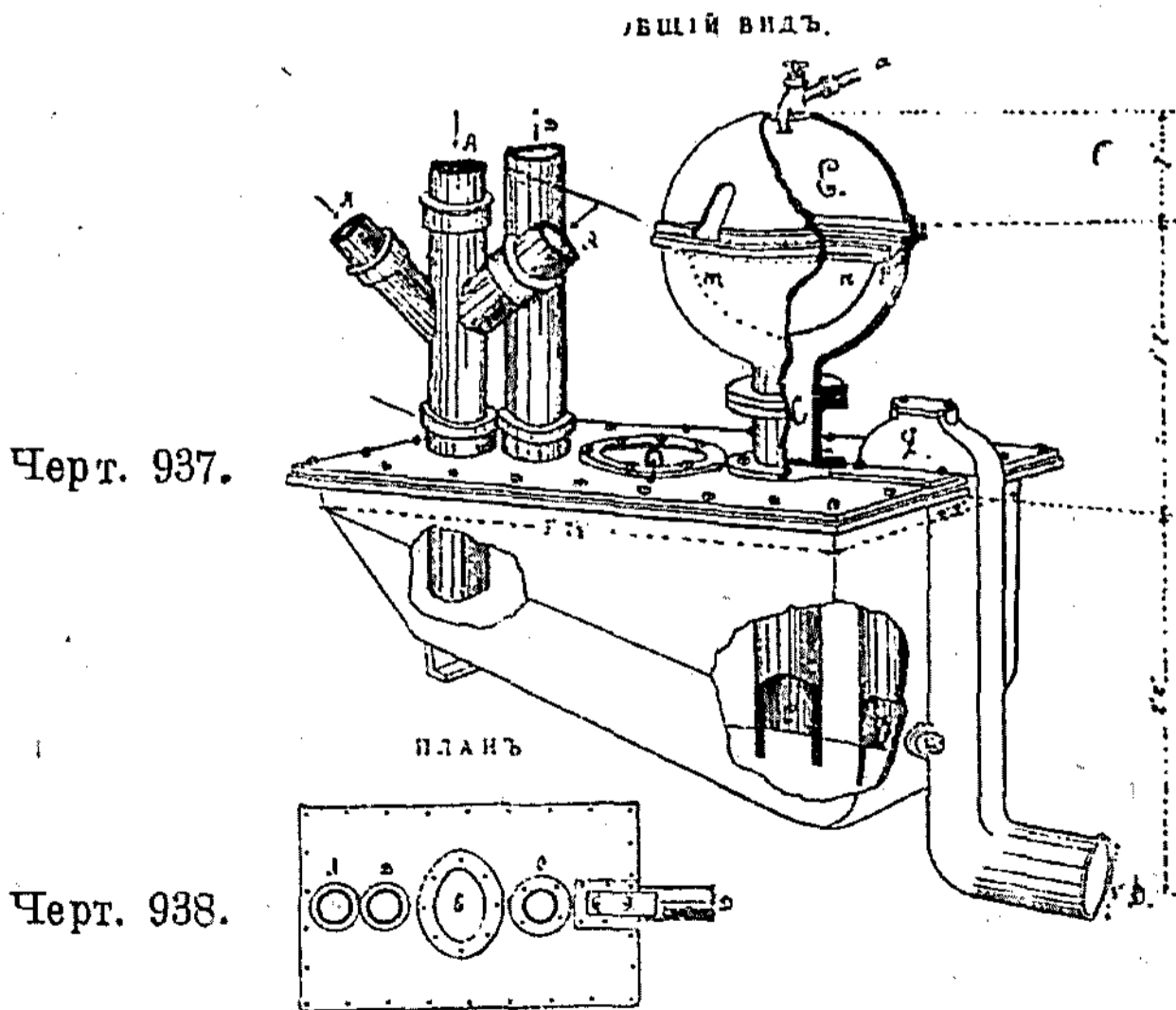
По мѣрѣ притеканія нечистотъ въ эжекторъ (обыкновенно въ промежутокъ полу или одной минуты), горизонтъ ихъ повышается и, наконецъ, въ моментъ совершеннаго наполненія эжектора, начинается автоматическая работа распредѣлительнаго воздушнаго аппарата. Происходитъ это такъ. Когда горизонтъ нечистотъ достигнетъ верха эжектора и начнетъ подниматься и въ верхней, опрокинутой чашѣ (*mm*—черт. 931 и *D*—черт. 933), то воздухъ въ этой чашѣ станетъ сжиматься. Сжатіе увеличивается по мѣрѣ поднятія жидкости и наступаетъ моментъ, когда давленіе сжатаго въ чашѣ воздуха становится достаточнымъ, чтобы поднять обѣ чаши съ соединяющимъ ихъ стержнемъ и повернуть связанный съ ними кранъ, чрезъ который въ аппаратѣ открывается впускъ сжатаго воздуха въ эжекторъ, послѣ чего сжатый воздухъ изъ станціи въ теченіе 20—30 сек. выдавливаетъ всю жидкость изъ эжектора чрезъ клапанъ *b* въ выводную трубу *B*. Клапанъ *a* въ проводной трубѣ *A* находится при этомъ въ закрытомъ положеніи, вслѣдствіе внутренняго давленія въ эжекторѣ (черт. 931).

Какъ только изъ эжектора сжатый воздухъ выгонитъ всю жид-

С и с т е м а Ш о н а .



Черт. 934—936. — Воздушный распорядитель пневматическаго эжектора.



Черт. 937 и 938. — Гидравлическій домашній эжекторъ емкостью въ 25 ведеръ (flishtank).

кость ниже горизонта нижней чаши *mm* (черт. 931), или *C* (черт. 933), обѣ чаши падаютъ обратно, такъ какъ жидкость ихъ уже болѣе не поддерживаетъ, тянуть за собою штангу *cd* и этимъ передвигаютъ золотникъ въ распредѣлительномъ воздушномъ аппаратѣ, при чемъ входъ сжатого воздуха прекращается, а отработанный сжатый воздухъ получаетъ безпрепятственный выходъ изъ эжектора въ холостую трубу *S* (черт. 931), послѣ чего вновь настаетъ періодъ наполненія эжектора. Положеніе обѣихъ чашъ должно быть такъ урегулировано, чтобы сжатый воздухъ не входилъ въ эжекторъ, пока онъ не наполнится жидкостью и чтобы доступъ этого воздуха не закрывался ранѣе, чѣмъ эжекторъ не опорожится вполне.

Такимъ образомъ наполненіе эжектора нечистотами, и выталкиваніе ихъ изъ него дѣлается автоматически: первое силою тяжести, вслѣдствіе того, что эжекторъ помѣщенъ въ наиболѣе пониженной точкѣ канализируемаго участка и всѣ нечистоты стекаютъ къ нему самосплавомъ, а второе—силою сжатого воздуха.

Всѣ нечистоты, выдавленные изъ эжекторовъ по выводнымъ металлическимъ трубамъ (*B*) направляются къ общимъ уличнымъ магистральямъ, впадающимъ въ главную выводную трубу или выводной коллекторъ, по которому они уже отводятся за предѣлы города, напримѣръ на поля.

Распредѣлительный приборъ (черт. 934—936), установленный на верхней крышкѣ эжектора, состоитъ изъ горизонтальнаго бронзоваго цилиндра, въ которомъ ходитъ поршень *kk*, закрывающій или открывающій, смотря по своему положенію, впускное и выпускное отверстія сжатого воздуха. Сверху цилиндра прикрѣплена распредѣлительная золотниковая коробка, въ которой золотникъ *gg* приводится въ движеніе вправо и влево перемѣщеніемъ эжекторной штанги *cd* вверхъ и внизъ. Весь приборъ помѣщается на вертикальной трубѣ *O*, проводящей попеременно сжатый воздухъ и отводящій изъ него отработанный.

Аппаратъ требуетъ смазки.

Для правильнаго дѣйствія аппарата и для облегченія передвиженія штанги *cd* на рычагѣ *dc* (черт. 934) установлена гиря *Q*.

Замѣтимъ, что эжекторъ Шона можетъ примѣняться не только къ перемѣщенію нечистотъ. Онъ можетъ служить съ успѣхомъ для всякихъ жидкостей, въ томъ числѣ и для жидкостей имѣющихъ высокую температуру.

### § 173. Эжекторныя станціи.

Эжекторы размѣщаются, какъ было упомянуто, попарно въ колодцахъ или шахтахъ. Шахты дѣлаются изъ кирпича на цементномъ растворѣ или металлическія изъ чугуна или желѣза. Постройку ихъ обыкновенно ведутъ способомъ опускаемыхъ колодцевъ.

Шахта покрывается сводомъ (черт. 931), въ замкѣ котораго оставляется спускной люкъ съ обыкновенною уличною чугунною крышкою.

Размѣры наибольшихъ эжекторовъ достигаютъ въ ширину до 5 футь и въ высоту до 7 футь, а потому для размѣщенія 2-хъ эжекторовъ внутренній діаметръ шахты долженъ быть равенъ отъ 12 до 15 футь, при полной высотѣ шахты въ 15 футь.

Для возможности удобнаго осмотра клапановъ *a* и *b* требуется лишь, прикрывъ задвижки, вынуть нѣсколько болтовъ, отнять клапанные коробки и доступъ къ клапанамъ становится свободнымъ.

### § 174. Канализація сжатого воздуха.

Сжатый воздухъ, необходимый для выталкиванія нечистотъ изъ эжекторовъ, добывается въ одной или нѣсколькихъ центральныхъ станціяхъ (смотря по величинѣ канализируемаго района) особыми паровыми машинами-компрессорами и собирается въ металлические воздушные резервуары, откуда и разводится ко всѣмъ эжекторнымъ станціямъ системою подземныхъ металлическихъ трубъ.

Машинное зданіе должно быть по возможности въ центрѣ канализируемаго района для того, чтобы трубы со сжатымъ воздухомъ шли, по возможности, равными радіусами.

Воздушныя трубы укладываются на ту же глубину, какъ и трубы съ нечистотами, во избѣжаніе чрезмѣрнаго охлажденія воздуха. Соединенія этихъ трубъ въ стыкахъ должно быть сдѣлано возможно тщательнѣе и послѣ укладки какъ воздушныя, такъ и напорныя чугунныя трубы—должны быть опробованы на двойное давленіе противъ расчетнаго.

Воздушные резервуары, представляя изъ себя металлические котлы для храненія сжатого воздуха, дѣлаются изъ котельнаго же-



лѣза самой совершенной сборки и опробываются точно также на двойное давленіе. Они снабжаются манометрами, предохранительными клапанами и кранами для выпуска воды, выдѣляющейся изъ сжатого воздуха.

Машины-компрессоры рассчитываются на приготовленіе сжатого воздуха той упругости, которая требуется для преодоленія всего тренія въ отводящихъ трубахъ и противодѣйствія силъ тяжести при подъемѣ вытѣсняемыхъ нечистотъ на требуемую высоту.

При расчетѣ наибольшаго количества необходимаго сжатого воздуха принимается, что половина всего суточного притока нечистотъ должна быть удалена не въ 720 минутъ (12 часовъ), а въ 450 минутъ, въ виду того, что притокъ нечистотъ не постояенъ, а значительно больше съ 6 ч. утра до 12 часовъ дня, чѣмъ въ теченіе ночныхъ часовъ.

Самыя компрессорныя машины для добыванія сжатого воздуха, при обиліи воды для конденсаціи, обыкновенно устраиваются системы Компаундъ, при чемъ какъ компрессорныя цилиндры, такъ и паровые располагаются на общихъ основныхъ рамахъ и съ поршнями насаженными на общіе штоки. Регуляторъ машины полезно дѣлать зависящимъ отъ давленія сжатого воздуха въ воздушныхъ резервуарахъ, съ такимъ расчетомъ, чтобы при увеличеніи расхода сжатого воздуха и, слѣдовательно, при паденіи давленія въ резервуарахъ, машина начинала работать скорѣе и, обратно, при уменьшеніи потребленія сжатого воздуха и увеличеніи давленія машина начинала бы работать медленнѣе и добывала бы меньшее количество сжатого воздуха. Расходъ сжатого воздуха производится лишь въ то время, когда происходитъ выталкиваніе жидкости изъ эжектора; разъ оно окончено, прекращается и трата сжатого воздуха. Слѣдовательно, сжатый воздухъ расходуется для эжекторовъ въ строго опредѣленные промежутки времени, въ прямой зависимости или пропорціоальности съ поступленіемъ нечистотъ, т. е. въ зависимости отъ ихъ накопленія изъ городскихъ домовъ, фабрикъ и заводовъ.

### § 175. Промываніе водосточной сѣти.

При примѣненіи системы Шона достигается значительное обезпеченіе трубъ отъ засоренія, какъ приводящихъ нечистоты къ эжек-

торамъ, такъ и папорныхъ, потому что первыя уложены съ относительно большими уклонами, а во вторыхъ дѣйствуетъ сила сжатаго воздуха при развитіи надлежащей скорости (до 3 футь въ 1 секунду) движенія въ трубахъ.

Но тѣмъ не менѣе однако, съ какими бы уклонами ни были уложены собирательныя трубы, въ истокахъ ихъ скорость всегда будетъ мала; поэтому, во избѣжаніе засореній, Шонъ предлагаетъ ставить особыя промывныя танки, чтобы обезпечить чистоту трубъ во всякое время, во всѣхъ мѣстахъ и при всякомъ расходѣ.

Промывной танкъ или флештанкъ состоитъ изъ чугунаго ящика, при минимальныхъ размѣрахъ, въ  $2\frac{1}{2}$  фут. ширины, въ 4 фута длины и въ  $2\frac{1}{4}$  фута высоты, съ наклоннымъ дномъ (черт. 937—938). Емкость его около 20 ведеръ.

Танкъ этотъ помѣщается или въ началѣ уличныхъ магистралей для промывки ихъ, или же подъ каждымъ домомъ для сбора всѣхъ домовыхъ нечистотъ по мѣрѣ ихъ поступленія, откуда онѣ и выбрасываются періодически въ уличныя магистрали, послѣ наполненія танка.

Домовыя нечистоты стекаютъ въ танкъ по трубамъ *A*, а по трубѣ *DDD*, начинающейся почти со дна танка и изогнутой въ видѣ сифона, онѣ вытекаютъ изъ него въ уличныя магистрали. Между этими двумя трубами помѣщена третья вертикальная труба *CC*, которая возвышается надъ крышкою танка и образуетъ шарообразное расширение *E*, къ которому подведена труба *a*, съ водопроводной или кухонной и ванной водою.

Внутри шарообразнаго расширения *E* помѣщена особая металлическая чашка *m*, вращающаяся на эксцентрической оси. Центр тяжести этой чаши, когда она пуста, проходитъ черезъ ось вращения и она не опрокидывается, но лишь только чаша наполнится водою до верху, то, вслѣдствіе того, что вода заполнить выступъ чаши *p*, центр тяжести ея переходитъ на право и она опрокидывается и, опоражниваясь такимъ образомъ, снова принимаетъ свое прежнее положеніе. Наконецъ, четвертая труба *B* служитъ для вентиляціи, а люкъ *P*—для осмотра танка.

Дѣйствіе прибора заключается въ слѣдующемъ: клозетныя, кухонныя или ванныя воды, протекающія по трубамъ *A*, наполняютъ собою резервуаръ. Одновременно съ этимъ по трубкѣ *a* течетъ не-

большою струею вода изъ водопровода или изъ кухонь и ваннъ, наполняющая вращающуюся чашку, при опораживаніи которой вводится въ танкъ сразу около одного ведра воды. Такое внезапное опрокидываніе чашки, когда резервуаръ танка уже совершенно наполненъ, производитъ быстрое заполненіе верхняго колѣна сифона *D* водою и, такимъ образомъ, его заряжаетъ и приводитъ въ дѣйствіе.

Благодаря этому приспособленію, сифонъ сразу опораживаетъ весь резервуаръ и въ трубахъ идущихъ отъ танка къ уличнымъ магистральямъ получается періодическая и энергичная промывка. Для того же, чтобы всасываніе въ сифонъ было по возможности совершенно, дну резервуара приданъ значительный уклонъ (черт. 937) къ всасывающей трубѣ.

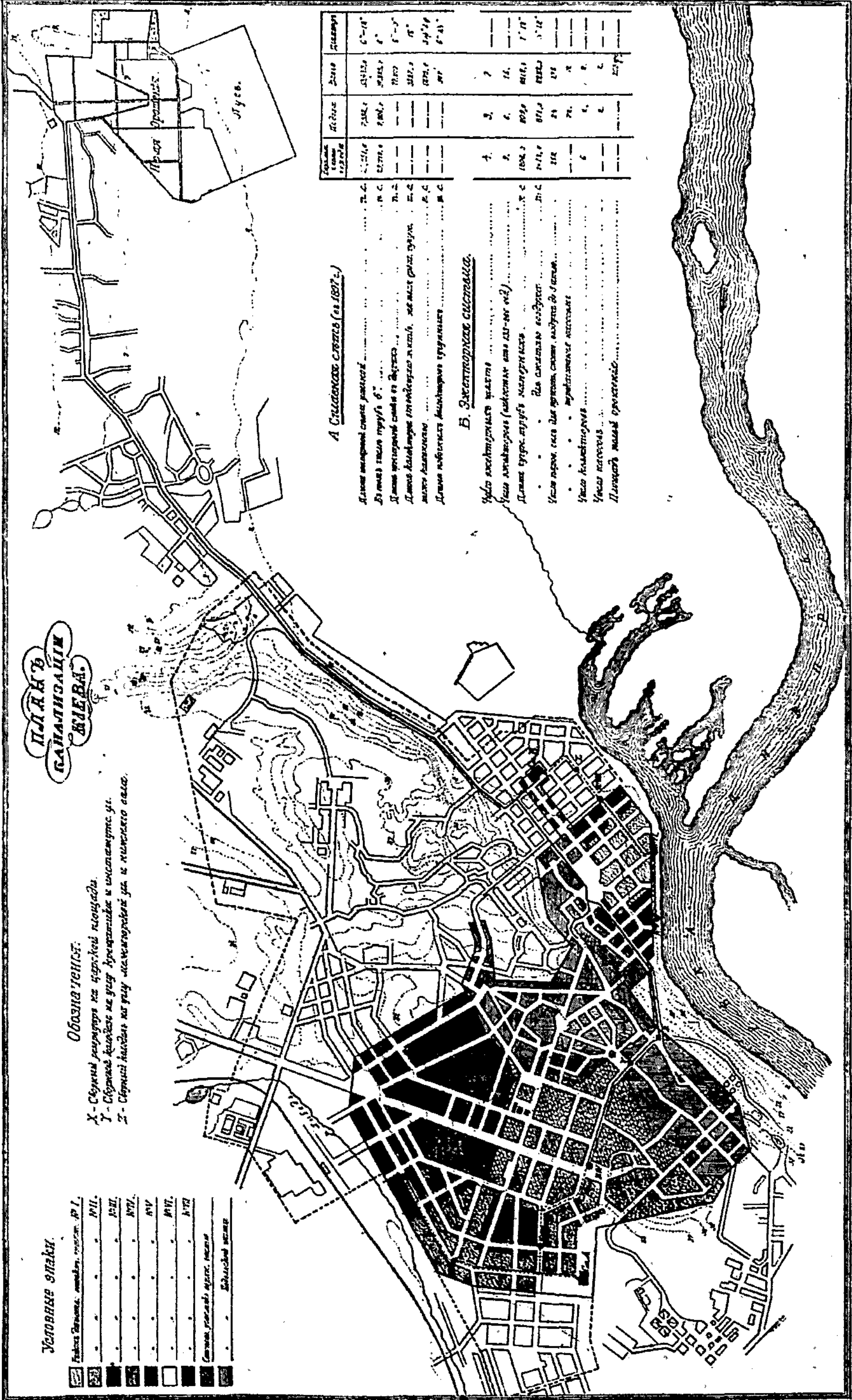
Время наполненія такого танка зависитъ отъ количества нечистотъ, въ него поступающихъ. Если принять расходъ воды на челвѣка въ 5 ведеръ въ сутки и число жителей на 1 танкъ въ 60 челвѣкъ, мы получимъ, что въ сутки танкъ долженъ очиститься и вновь наполниться около 15 разъ, т. е. нечистоты въ немъ могутъ находиться около полутора часа.

Дѣйствіе этого прибора, какъ очистителя трубъ, согласно показаніямъ практики (Саблинъ), распространяется при 6 дюймовыхъ трубахъ (обыкновенный размѣръ уличныхъ трубъ) на разстояніе около 100 п. саж.

Такимъ образомъ по системѣ Шопа возможно повидимому канализировать съ успѣхомъ даже такіе города, которые расположены почти на совершенно горизонтальной плоскости, какъ напр., Петербургъ. Въ послѣднемъ случаѣ требуется устроить отъ 60 до 75 эжекторныхъ станцій, районъ дѣйствія которыхъ распространялся бы приблизительно отъ эжекторовъ въ каждую сторону отъ 120 до 150 сажеиъ.

Придавая уклоны сборнымъ (гравитаціоннымъ) трубамъ отъ  $\frac{1}{200}$  —  $\frac{1}{100}$ , смотря по ихъ діаметрамъ и дѣлая заложеніе ихъ верховьевъ на 5 футовъ, мы получимъ заложеніе дна эжекторовъ до 2 саж. отъ поверхности улицъ. Устроивъ затѣмъ два центра, съ машинными зданіями для добыванія сжатого воздуха, возможно отъ каждаго изъ нихъ развести сжатый воздухъ трубами къ отдѣльнымъ эжекторнымъ станціямъ съ наибольшею длиною воздухопроводныхъ трубъ до двухъ верстъ (Саблинъ).

К а н а л и з а ц и я Г о р о д а К і е в а .



Условные знаки.

|                                         |       |        |       |      |       |        |         |
|-----------------------------------------|-------|--------|-------|------|-------|--------|---------|
| Каналы: ливневые, сточные, Р I.         | Р II. | Р III. | Р IV. | Р V. | Р VI. | Р VII. | Р VIII. |
| Сточные каналы: ливневые, сточные, Р I. | Р II. | Р III. | Р IV. | Р V. | Р VI. | Р VII. | Р VIII. |
| Сточные каналы: ливневые, сточные, Р I. | Р II. | Р III. | Р IV. | Р V. | Р VI. | Р VII. | Р VIII. |

Обозначения.

- X - Случайные постройки на церковной площади.
- Y - Случайные постройки на углу Курчатовской и Александровской ул.
- Z - Случайные постройки на углу Александровской ул. и Николаевского вала.

А. Технические условия (на 1897 г.)

|                               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Диаметр канализационной трубы | 100 см    | 120 см    | 150 см    | 200 см    | 250 см    | 300 см    | 350 см    | 400 см    | 450 см    | 500 см    |
| Глубина заложения             | 1 м       | 1,2 м     | 1,5 м     | 2 м       | 2,5 м     | 3 м       | 3,5 м     | 4 м       | 4,5 м     | 5 м       |
| Скорость течения              | 0,5 м/сек | 0,6 м/сек | 0,7 м/сек | 0,8 м/сек | 0,9 м/сек | 1,0 м/сек | 1,1 м/сек | 1,2 м/сек | 1,3 м/сек | 1,4 м/сек |

Б. Эксплуатационные условия.

|                    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Угол наклона трубы | 0,005     | 0,006     | 0,007     | 0,008     | 0,009     | 0,010     | 0,011     | 0,012     | 0,013     | 0,014     |
| Скорость течения   | 0,5 м/сек | 0,6 м/сек | 0,7 м/сек | 0,8 м/сек | 0,9 м/сек | 1,0 м/сек | 1,1 м/сек | 1,2 м/сек | 1,3 м/сек | 1,4 м/сек |
| Срок службы        | 10 лет    | 12 лет    | 15 лет    | 20 лет    | 25 лет    | 30 лет    | 35 лет    | 40 лет    | 45 лет    | 50 лет    |

Черт. 939. — Планъ города Кіева съ показаніемъ коллекторовъ и ирригаціонныхъ полей.

## § 176. Примѣненія системы Шона.

Способъ Шона для канализація городовъ и различныхъ учреждений впервые былъ примѣненъ въ 1880 году и съ тѣхъ поръ по способу Шона канализировано нѣсколько десятковъ городовъ въ Англіи (Истборнъ, Уорипгтонъ, Сауогамптоиъ, Генлей па Темзѣ, часть Лондона и пр.), въ Америкѣ и Индіи, причемъ населеніе нѣкоторыхъ канализированныхъ городовъ достигаетъ до ста тысячъ жителей.

У насъ въ Россіи примѣненіе способа Шона, для удаленія нечистотъ, впервые было сдѣлано при постройкѣ Московскихъ центральныхъ боенъ (1886 — 1888 г.). По заданію, съ центральныхъ Московскихъ боенъ и всѣхъ устройствъ при нихъ требовалось отвести 1,25 куб. фут. въ одну секунду или въ 1 часъ до 10.000 ведеръ нечистотныхъ водъ. Всѣ дождевыя воды отведены особою подземною сѣтью трубъ въ ближайшія пониженныя мѣста.

Для сбора всѣхъ нечистотныхъ водъ и удаленія ихъ на поля орошенія, расположенныя въ одноверстномъ разстояніи, устроено четыре эжекторныя станціи съ двумя эжекторами, по 150 галлоповъ въ каждомъ.

Въ первую и четвертую станцію собраны всѣ нечистоты отъ всѣхъ мелкихъ боенъ, заводовъ и жилыхъ домовъ и отведены на поля орошенія по 9-дюймовому чугунному водоводу, а въ другія двѣ станціи попадаютъ всѣ грязныя воды съ большихъ боенъ, вмѣстѣ со всѣмъ содержимымъ желудковъ большихъ животныхъ (конягою); онѣ отведены на поля орошенія по отдѣльному 6-дюймовому чугунному водоводу.

Абсолютная высота подъема съ потерею на треніе въ трубахъ = 84 футамъ. Скорость движенія нечистотныхъ водъ въ напорныхъ трубахъ = 3 футамъ въ одну секунду. Для нормальной работы требуется въ каждую минуту добыть 75 куб. фут. воздуха, сжатаго до 45 фуитовъ.

Для добыванія сжатаго воздуха установлена въ особомъ машинномъ зданіи компрессорная спаренная машина, безъ охлажденія, въ 52 индикаторныхъ силы, съ автоматическимъ дѣйствіемъ регулятора на отсѣчку пара. Каждая часть спаренной машины имѣетъ по од-

ному паровому и компрессионному цилиндру, которые установлены на одной общей рамѣ. Валъ и маховикъ общіе. Паровые и компрессорные цилиндры снабжены рубашками, первые для погрѣванія пара, а вторые для охлажденія сжатого воздуха.

Добытый сжатый воздухъ собирается въ два резервуара, причемъ емкость каждаго 210 куб. фут.

Изъ резервуаровъ сжатый воздухъ разводится на длину до 450 пог. саж. по подземнымъ галлереймъ (въ которыхъ уложены, кромѣ воздухопроводныхъ трубъ, всѣ водопроводныя, канализационныя, паровыя и съ конденсационною водою трубы, ко всѣмъ эжекторнымъ стациямъ въ установленныя въ нихъ эжекторы.

Для добыванія пара для отопленія всѣхъ зданій боенъ и для работы одиннадцати паровыхъ машинъ установлены въ трехъ котельныхъ отдѣленіяхъ пять паровыхъ комбинированныхъ котловъ системы Тимбейнъ и два батарейныхъ котла въ новомъ котельномъ зданіи.

Въ восьми большихъ жилыхъ зданіяхъ и въ четырехъ зданіяхъ большихъ боенъ установлены 12 флештанковъ, системы Шона, для сбора всѣхъ нечистотныхъ водъ въ жилыхъ зданіяхъ и отвода этихъ водъ въ сточиныя трубы, а въ большихъ бойняхъ — для дѣятельной промывки приемыхъ трубъ во время убоя.

Всѣхъ канализационныхъ глиняныхъ и бетонныхъ трубъ уложено нѣсколько больше 2000 пог. саж. Напорныхъ чугунныхъ отъ эжекторныхъ станцій до полей орошенія 1150 пог. саж. Водопроводныхъ трубъ отъ водоподъемнаго зданія, установленнаго у источника городского Артезианскаго источника (въ Серебреническомъ переулкѣ) до водонапорной башни на бойняхъ 2050 пог. саж. и наконецъ, вся разводная водопроводная сѣть на бойняхъ имѣетъ длину до 1940 пог. саж. Пожарныхъ крановъ установлено по всему водопроводу 65 штукъ и ревизионныхъ колодцевъ по водопроводу и канализационнымъ трубамъ во дворѣ боенъ и по зданіямъ 184 штуки.

Работы по устройству канализациі въ Московскихъ скотобойняхъ исполнены инженеромъ Саблинымъ. Имъ же составленъ проектъ канализациі Кіева, уже приведенный въ исполненіе. Въ этомъ обширномъ предпріятіи система Шона играетъ также большую роль. (См. М. Моргулевъ — Канализациа города Кіева. Кіевъ 1899 и А. Абрагамсоиъ — Докладъ о Кіевской канализациі IV-му водопроводному Съѣзду, откуда почерпнуты приводимыя дальше свѣдѣнія).

Канализация города Кіева построена по сплавной раздѣльной системы для удаленія нечистотныхъ жидкостей, а равно хозяйственныхъ и фабричныхъ водъ; атмосферные осадки и твердые отброски не должны подавать въ канализационную сѣть.

Въ Кіевѣ въ канализованный районъ включена самая населенная часть города, пространствомъ въ 600 десятинъ съ населеніемъ въ 80.000 жителей и всѣ канализационныя сооруженія рассчитаны для удаленія нечистотъ на поля орошенія на двойное число населенія, т. е. на 160.000 жителей, считая 7 ведеръ въ сутки на человѣка.

Эта цифра (7 ведеръ) оправдалась на практикѣ. Въ настоящее время (1899 г. 1 Юля) при 140.000 жителей, пользующихся канализацией за поля орошенія въ сутки поступаетъ около 930.000 ведеръ.

По рельефу мѣстности канализированный районъ распадается на двѣ самостоятельныя части.

*Верхняя часть* города, въ составъ которой входитъ вся территория, лежащая между высокимъ берегомъ Днѣпра и р. Лыбедью. Вся эта часть лежитъ между 17 и 42 саж. горизонталями, надъ уровнемъ Днѣпра.

*Подольская часть* расположена между 1 и 6 саж. горизонталями.

Верхняя часть города только незначительною частью имѣетъ склонъ къ Днѣпру, между тѣмъ какъ большая часть ея территории образуетъ покатость къ р. Лыбеди, впадающей въ Днѣпръ на значительномъ разстояніи (около 6 верстъ) ниже города.

Задача удаленія нечистотъ, которая легла въ основаніе проекта Кіевской канализации, состояла: во 1-хъ въ сборѣ всѣхъ сточныхъ водъ со всей верхней части города въ одномъ пунктѣ—на Царской площади, лежащемъ на 15 саж. выше полей орошенія, на которыя сточныя воды стекаютъ далѣе самотокомъ по особому отводному коллектору и во 2-хъ въ сборъ нечистотъ со всего Подольскаго участка въ сборномъ резервуарѣ, устроенномъ на Введепской канализационной усадьбѣ (ст. Б) и въ перекачкѣ означенныхъ нечистотъ въ упомянутый выше отводной коллекторъ для дальнѣйшаго отвода на тѣже ирригационныя поля. (См. черт. 939).

Для выполненія этой задачи оба канализируемые района въ зависимости отъ рельефа мѣстности раздѣлены на соответствующее

число участковъ, съ которыхъ сточныя воды направляются къ намѣченнымъ двумъ пунктамъ, частью *самосплавомъ*, частью же по мощью *эжекторовъ Шона*.

*Верхній районъ*. По топографіи мѣстности районъ этотъ распадается на *самосплавную* и *эжекторную* части. Первая занимаетъ ту часть территоріи, которая прилегаетъ къ Днѣпру. Вся сточная жидкость со всего этого самосплавнаго участка стекаетъ въ общій колодезь (устроенный на углу Институтской улицы и Крещатика), откуда уже самотекомъ по особому чугунному 24" коллектору поступаетъ въ сборный резервуаръ на Царской площади. Самосплавный участокъ этотъ занимаетъ территорію съ населеніемъ въ 15.419 жителей. Что же касается эжекторныхъ частей, то въ верхнемъ районѣ города имѣются такихъ 4 съ такимъ же числомъ эжекторныхъ станцій, устроенныхъ въ наинижайшихъ точкахъ соотвѣтствующихъ участковъ, куда жидкости стекаютъ самосплавомъ.

Въ виду значительной разности въ отмѣткахъ эжекторныхъ станцій, расположенныхъ на различныхъ горизонталяхъ, работа каждой изъ 4-хъ станцій ограничивается исключительно подъемомъ жидкости изъ одной станціи въ слѣдующую, непосредственно выше ея лежащую. Такъ напримѣръ, первый эжекторный участокъ съ эжекторною станціею № 1 занимаетъ обширную площадь (черт. 939) съ населеніемъ въ 16.184 жителя и сточная жидкость со всей этой площади течетъ къ своей шахтѣ № 1 (при нормальномъ числѣ жителей) въ количествѣ 56,<sub>64</sub> куб. футъ въ минуту. Для удаленія этой массы жидкости въ слѣдующій эжекторный участокъ въ означенной шахтѣ установлены два эжектора емкостью въ 315 галлоновъ (54 кб. футъ) каждый.

Второй эжекторный участокъ съ эжекторною станціею № II занимаетъ территорію съ населеніемъ въ 8496 жителей и количество нечистотъ, которое стекаетъ съ этого участка къ шахтѣ № II, (при нормальномъ населеніи) составляетъ 86,<sub>38</sub> кб. фут. въ минуту; въ томъ числѣ 56,<sub>64</sub> кб. футъ жидкости, поступающей изъ эжекторнаго участка № I, а 30,<sub>26</sub> кб. фут. составляетъ минутный притокъ собственно второго эжекторнаго участка при нормальномъ числѣ населенія.

Для удаленія нечистотныхъ водъ изъ шахты № II въ слѣдующій эжекторный участокъ въ ней установлены два эжектора емкостью каждый въ 415 галлоновъ (66,<sub>5</sub> кб. футъ).

Третій эжекторный участокъ съ эжекторною станціею № III за-



нимаетъ территорію съ населеніемъ въ 3231 жителей и количество нечистотъ, которое притекаетъ въ 1 минуту къ шахтѣ № III (при нормальномъ населеніи) составляетъ 97,<sub>69</sub> кб. футъ, въ томъ числѣ 86,<sub>38</sub> кб. фут. поступаетъ съ первыхъ 2-хъ эжекторныхъ участковъ, а 11,<sub>31</sub> кб. футъ составляетъ минутный притокъ собственно 3-го эжекторнаго участка къ шахтѣ № III. Для удаленія всей массы жидкости изъ шахты № III въ слѣдующій эжекторный участокъ въ пей установлены два эжектора емкостью въ 415 галлоновъ (138 кб. фут.) въ каждомъ.

Четвертый эжекторный участокъ съ эжекторною станціею № 4 занимаетъ площадь съ населеніемъ въ 18.276 жителей и количество нечистотъ, притекающее къ шахтѣ № IV (при нормальномъ числѣ жителей), составляетъ въ 1 минуту 166,<sub>66</sub> кб. фут., въ томъ числѣ 97,<sub>69</sub> кб. фут. поступаетъ сюда съ первыхъ трехъ эжекторныхъ участковъ, а 63,<sub>97</sub> кб. футъ составляетъ минутный притокъ собственно 4-го эжекторнаго участка. Такимъ образомъ всѣ сточныя воды со всѣхъ четырехъ эжекторныхъ участковъ верхняго района скопляются въ приемномъ колодезѣ эжекторной станціи № 4 и для дальнѣйшей перекачки отсюда всей массы поступающихъ сюда нечистотъ, эта шахта оборудована тремя эжекторами общео емкостью въ 1660 галлоновъ (553 кб. фут.). Дѣйствіемъ этихъ эжекторовъ вся жидкость перекачивается въ общій колодезь (устроенный на углу Институтской и Крепачика), куда также поступаютъ нечистоты со всего самосплавнаго участка, а отсюда уже общео массою направляется по 24" чугунному коллектору въ сборный резервуаръ на Царской площади.

*Подольскій районъ.* Какъ выше было замѣчено, всѣ сточныя воды этого района необходимо было собрать въ общемъ резервуарѣ, устроенномъ на Введенской канализационной усадьбѣ *Б* (черт. 939), а потому районъ этотъ разбить на самосплавный и эжекторный участки. Первый занимаетъ территорію съ населеніемъ въ 6428 жителей и нечистотныя жидкости текутъ прямо въ сборный резервуаръ, устроенный на канализационной усадьбѣ *Б*. Эжекторныхъ участковъ въ этомъ районѣ три съ эжекторною станціею въ низшихъ точкахъ каждаго. Эти три эжекторныя станціи отличаются отъ таковыхъ верхняго района тѣмъ, что въ послѣднемъ каждая шахта одной эжекторной станціи всю жидкость передаетъ въ слѣдующую непосредственно выше ея лежащую эжекторную станцію и т. д., между тѣмъ какъ По-

подольскія эжекторныя станціі вслѣдствіе незначительной разности въ отмѣткахъ между ними перекачиваютъ жидкость своего участка прямо въ общій колодезь (на углу Межигорской улицы и Нижняго вала), откуда она самотекомъ направляется въ сборный резервуаръ на Введенской усадьбѣ *Б*. Такъ напр. эжекторный участокъ № 5, занимая площадь съ населеніемъ въ 4801 жителей, при содѣйствіи своей эжекторной станціи долженъ удалять свой минутный притокъ въ 16,8 кб. фут., а эжекторный участокъ № 6, занимая территорію съ населеніемъ въ 46.415 жителей, долженъ удалять съ помощью эжекторовъ шахты № 6 въ общій колодезь (на углу Межигорской улицы и Нижняго Вала) свой минутный притокъ въ 16,5 кб. фут.; что же касается эжекторнаго участка № 7, то онъ, занимая площадь съ населеніемъ въ 2550 жителей, можетъ перекачать при помощи эжекторовъ своей эжекторной станціи № 7 ежеминутно при нормальномъ населеніи 8,92 кб. фут. сточныхъ водъ въ упомянутый общій колодезь на Межигорской улицѣ. Для удаленія изъ эжекторныхъ станцій собранной съ соотвѣтствующихъ эжекторныхъ участковъ жидкости всѣ три Подольскія эжекторныя станціи (№№ 5, 6 и 7) оборудованы каждая 2-мя эжекторами общою емкостью въ 310 галлоновъ (103 кб. фут.). Изъ общаго колодца (на углу Межигорской и Верхняго Вала) всѣ нечистоты со всѣхъ 3-хъ эжекторныхъ участковъ, направляются по 12" гончарной магистрали въ общій резервуаръ на Введенской канализаціонной усадьбѣ *Б*, откуда уже насосами перекачиваются въ главный чугунный 18" отводной коллекторъ, проложенный на разстояніи 190 пог. саж. отъ названной усадьбы.

Какъ въ самосплавномъ, такъ и въ эжекторномъ участкахъ сточныя воды текутъ по гончарнымъ глазурированнымъ внутри трубамъ. Общее протяженіе всей уличной сѣти составляло по окончаніи сооруженія канализаціи около 60 верствъ, изъ коихъ  $\frac{9}{10}$  всего протяженія—6-ти дюймоваго діаметра, а остальное количество составляетъ 7-ми, 8-ми, 9-ти, 12-ти и 14-ти дюймовыя гончарныя трубы.

Начало каждой магистрали заложено на глубину не меньше 1,15 с., дальнѣйшее же ея заложеніе зависѣло отъ рельефа мѣстности, отъ глубины залеганія впадающихъ въ нее боковыхъ вѣтвей, домовыхъ отводовъ и наконецъ отъ уклона, при чемъ наименьшій принятый уклонъ для 6" трубъ въ 0,005, обеспечиваетъ скорость въ 2 фута въ секунду, признававшуюся достаточной для самоочищенія трубной сѣти.

Наимеиыній діаметръ гончарныхъ трубъ на уличной сѣти принять въ 6", хотя пропускная способность этихъ трубъ въ большинствѣ случаевъ гораздо больше требуемой; тѣмъ не менѣе діаметры уличной сѣти менѣе 6" не допущены. Расчетъ діаметровъ трубъ сводился къ опредѣленію (на основаніи формулы Гангилъе и Кутера) пропускной способности 6-ти дюймовой гончарной трубы, уложенной по заранѣе опредѣленнымъ изъ условій мѣстности уклонамъ, и если этотъ объемъ оказывался болѣе требуемаго, то принимались трубы 6-ти дюймовыя; въ противномъ случаѣ дѣлались пробные расчеты съ постепеннымъ увеличеніемъ діаметра на 1 дюймъ.

Это увеличеніе преимущественно вызвано было не величиною суточного притока, а необходимостью получить не меньше 2-хъ футовой скорости при малыхъ уклонахъ данной мѣстности.

Для ухода за уличной сѣтью на всѣхъ пересѣченіяхъ магистралей и въ предѣлахъ послѣднихъ, черезъ каждыя 50 саж., построены каменные смотровые колодцы. Число всѣхъ колодцевъ, считая въ томъ числѣ и такіе, въ которыхъ устроены приборы для промывки, составляетъ 623.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ по недостаточности притока скорость теченія получается меньше 2-хъ футовъ въ секунду, а именно въ начальныхъ колодцахъ каждой магистрали и въ мѣстахъ съ небольшими уклонами, установлены приспособленія для промывки—флеш-танки, *имѣющіе своимъ назначеніемъ періодически дополнять тотъ объемъ воды, который необходимъ для полученія скорости въ 2 фута.*

Каждый изъ такихъ колодцевъ, который предполагалось приспособить къ установкѣ промывателя, дѣлался прямоугольнаго сѣченія съ пристройкой каменнаго резервуара емкостью около 28 ведеръ.

Вода для промывки проведена изъ городского водопровода, а тамъ, гдѣ его нѣтъ, доставляется бочками. Для учета расхода чистой воды въ каждомъ изъ такихъ колодцевъ поставленъ счетчикъ.

Промывка производится съ помощью автоматическихъ приборовъ. Сверхъ сего поставлены въ нѣкоторыхъ большихъ усадьбахъ при устройствѣ домовой канализаціи промыватель Шона, въ которомъ промывка производится нечистотными жидкостями. Приборъ этотъ описанъ въ § 175.

При необходимости промывки уличной сѣти въ такихъ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ промывателя, ее всегда дѣлаютъ, производя искусственный

подпоръ воды въ трубахъ закрытіемъ входнаго отверстія въ смотровомъ колодцѣ деревянной пробкой, причемъ какъ только замѣчается, что въ верхнемъ смотровомъ колодцѣ накопилось достаточное количество жидкости, выбивается пробка, жидкость вслѣдствіе произведеннаго искусственнаго подпора вытекаетъ съ усиленной скоростью, достаточною для смыванія осѣвшихъ на стѣнкахъ трубъ твердыхъ частицъ.

Въ Кіевѣ принята закрытая система вентилпрованія сѣти (съ водяными затворами на домовыхъ магистраляхъ). Проектомъ предписывалось: 1) чтобы участокъ вентилируемой магистрали былъ по возможности малъ; 2) чтобы выходящая въ воздухъ труба была бы по возможности высокою и во всякое время года настолько теплою, чтобы воздухъ тянулся по ней въ верхніе слои атмосферы и 3) чтобы размѣры отверстій приводящихъ свѣжій воздухъ и отводящихъ испорченный были бы строго сообразованы съ размѣрами канализационныхъ трубъ. По проекту предполагалось поставить 319 вентиляционныхъ пунктовъ, но домовладѣльцы въ большинствѣ случаевъ не давали разрѣшенія на постановку вентиляционныхъ трубъ у фасадовъ своихъ домовъ, и съ трудомъ удалось поставить во всемъ канализируемомъ районѣ около 150 вентиляционныхъ пунктовъ. Такое сравнительно малое число вентиляционныхъ мѣстъ по мнѣнію самихъ администраторовъ канализаціи, совершенно недостаточно; для болѣе правильной и рациональной вентиляціи сѣти необходимо, чтобы на каждый участокъ уличной магистрали въ 30 ног. саж. площадь сѣченія вентиляционныхъ трубъ была бы по крайней мѣрѣ вдвое болѣе площади сѣченія уличной магистрали. Слѣдовательно для кіевской канализаціи общая площадь сѣченія всѣхъ вентиляционныхъ трубъ должна быть 400 кв. фута., а въ дѣйствительности она составляетъ только 22 кв. фута.

Кромѣ гончарной сѣти со всѣми ея принадлежностями въ составъ канализационныхъ сооруженій входитъ еще цѣлая напорная динія трубъ, составляющая проводъ отъ эжекторныхъ шахтъ до соответствующихъ пунктовъ подъема нечистотъ. Такъ напр. отъ эжекторовъ шахты № 4 идетъ чугунный 18-ти дюймовый проводъ въ 400 саж. длины, по которому сточныя воды поднимаются эжекторами до сборнаго колодца и т. д.

## ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ТРЕТья.

### Послѣдствія спуска нечистотъ въ рѣки.

СОДЕРЖАНІЕ: § 177. Общее положеніе вопроса о судьбахъ нечистотъ и сточныхъ водъ.— § 178. Загрязненіе рѣкъ, озеръ, прибрежныхъ морскихъ водъ.— § 179. Мнѣніе объ уменьшеніи опасности загрязненія рѣкъ псключеніемъ пзъ сточныхъ водъ изверженій.— § 180. Самоочищеніе рѣчной воды.— § 181. Неопредѣленность современной постановки вопроса о пользованіи рѣками для спуска нечистотъ.

#### § 177. Общее положеніе вопроса о судьбахъ нечистотъ и сточныхъ водъ.

Вопросъ о томъ, куда въ концѣ концовъ дѣвать отводимыя изъ городовъ нечистоты, что съ ними дѣлать, какъ ихъ обезвреживать и, такъ сказать, уничтожать, — вопросъ, съ которымъ встрѣчаются при всякихъ вывозныхъ системахъ, пріобрѣтаетъ особое значеніе, когда рѣчь идетъ о сплавной канализаціи. И если уже при вывозѣ, гдѣ города имѣютъ дѣло съ весьма небольшимъ, сравнительно, количествомъ нечистотъ, т. е. съ извѣстною только долею человѣческихъ изверженій, окончательное и безвредное въ санитарномъ отношеніи помѣщеніе ихъ встрѣчаетъ почти непреодолимыя затрудненія, то при удаляющей всѣ вообще грязныя воды и всѣ человѣческія и животныя изверженія сплавной канализаціи, когда приходится заботиться объ обезвреживаніи огромныхъ массъ далеко не безразличной, съ санитарной точки зрѣнія, жидкости, — эти затрудненія, по крайней мѣрѣ на первый взглядъ должны казаться почти непреодолимыми. Дѣйствительно, большею частью не легко найти такой выходъ изъ этого положенія, который удовлетворялъ бы всѣхъ и который не оставлялъ бы желать лучшаго. Вполнѣ удовлетворительное рѣшеніе вопроса затрудняется еще и тѣмъ, что здѣсь большую роль играютъ экономическія соображенія, вслѣдствіе которыхъ нерѣдко то, что

теоретически признано наилучшимъ, не можетъ быть исполнено на дѣлѣ за отсутствіемъ матеріальныхъ средствъ. Наконецъ, надо имѣть еще въ виду, что при теперешнемъ, далеко не совершенномъ состояніи свѣдѣній о природѣ и способахъ происхожденія болѣзней, *не всегда возможно провести рѣзкую грань между вреднымъ и безвреднымъ, между тѣмъ, что можетъ быть допускаемо съ точки зрѣнія общественной гигиены, и тѣмъ, что въ интересахъ общественнаго здоровья не можетъ быть дозволено.* При этомъ положеніи дѣла, при всѣхъ этихъ затрудненіяхъ какъ научнаго, теоретическаго, такъ и чисто практическаго характера всякое рѣшеніе занимающаго насъ здѣсь вопроса можетъ быть только условнымъ и частнымъ: пѣтъ такого рецепта, который годился бы во всѣхъ случаяхъ, а нужно въ каждомъ данномъ случаѣ соображаться съ мѣстными условіями, необходимо взвѣшивать всѣ обстоятельства, всѣ шансы за и противъ, и рѣшаться на то, что представляется наиболѣе цѣлесообразнымъ какъ въ санитарномъ отношеніи, такъ и съ точки зрѣнія городского хозяйства.

Оговорившись такимъ образомъ, можно теперь перейти къ разсмотрѣнію способовъ обращенія съ отводимой изъ городовъ клоачною жидкостью, которые выработала долготѣльная практика и которые состоятъ въ томъ, что содержимое городскихъ водостоконъ или спускается въ рѣки—либо непосредственно, либо по предварительномъ очищеніи при помощи химическихъ средствъ, фильтраціи, бактериолиза и т. д.—или же употребляется на орошеніе полей.

## § 178. Загрязненіе рѣкъ, озеръ, прибрежныхъ морскихъ водъ.

При первомъ появленіи сплавной канализаціи въ англійскихъ городахъ, главное вниманіе было обращено на возможно полное и, въ то же время, возможно дешевое и простое удаленіе всѣхъ нечистотъ; и потому понятно, что повсюду на ряду съ устройствомъ водостоконъ, практиковался непосредственный спускъ ихъ содержимаго въ ближайшія рѣки. Но при густотѣ населенія въ Англии и при сравнительной маловодности англійскихъ рѣкъ, такой примитивный пріемъ не могъ примѣняться безнаказанно долгое время, и вскорѣ отовсюду раздались жалобы на чрезмѣрное загрязненіе рѣчной воды. Тамъ, гдѣ водостоки впадали въ рѣку въ предѣлахъ города, самому

городскому населенію приходилось переносить всѣ непріятности, связанныя съ засореніемъ рѣки нечистотами. Тамъ же, гдѣ устья водосточковъ находились ниже города по теченію рѣки, жаловались обиженные сосѣди. Вслѣдствіе этого, неоднократно назначались комисиі изъ извѣстныхъ ученыхъ, которымъ давалось порученіе изслѣдовать причины загрязненія англійскихъ рѣкъ и указать на лучшіе способы устраненія этого зла. Не останавливаясь здѣсь на результатахъ этихъ изслѣдованій, можно сказать, что дѣйствительно загрязненіе англійскихъ рѣкъ достигло невѣроятной степени, но что въ этомъ участвовали далеко не одинъ городскіе водостоки, а въ не меньшей мѣрѣ и огромная масса фабрикъ и заводовъ, безцеремонно спускавшихъ въ тѣ же рѣки всѣ свои сточныя воды.

Такіе же печальные факты волновали—и до сихъ поръ волнуютъ—населеніе многихъ французскихъ городовъ и между ними преимущественно населеніе Парижа, гдѣ, несмотря на огромные расходы по вывозу изъ города человѣческихъ изверженій, не смотря на усиленные стремленія эксплуатировать нечистоты для приготовленія удобрительнаго матеріала, рѣка Сена получаетъ такое количество грязныхъ водъ, что на протяженіи 20 верстъ ниже Парижа она почти превратилась въ клоаку, съ водой, покрытою грязной пѣной, причемъ со дна рѣки постоянно поднимаются пузыри газа, происхожденію котораго ясно видно изъ слѣдующаго состава его:

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| легкихъ углеводовъ . . . . .     | 72,88% |
| углекислоты . . . . .            | 13,30% |
| окиси углерода . . . . .         | 2,54%  |
| сѣрводорода . . . . .            | 6,70%  |
| азота и другихъ газовъ . . . . . | 4,58%  |
| кислорода . . . . .              | 0 %    |

И здѣсь было произведено много изслѣдованій и со стороны правительственныхъ комиссій, и по почину городского общественнаго управленія. Общее заключеніе, къ которому пришли всѣ эти изслѣдователи, было, что Сену слѣдуетъ избавить отъ спуска въ нее содержимаго городскихъ водосточковъ.

Въ Германіи особенныхъ жалобъ на загрязненіе рѣкъ городскими нечистотами нѣтъ, — по всей вѣроятности потому, что германскія рѣки, по отношенію къ величинѣ расположенныхъ по ихъ берегамъ городовъ, довольно многоводны. Исключеніе, впрочемъ, изъ этого

правила составляла, до устройства въ Берлинѣ сплавной канализации, рѣка Шпре, которая была крайне загрязнена вслѣдствіе сильнаго несоотвѣтствія между ея расходомъ и огромною численностью городского населенія. Нѣкоторыя неудобства обнаружались также во Франкфуртѣ на Майнѣ, вслѣдствіе спуска клоачной жидкости со всего города въ р. Майнъ, который этимъ настолько загрязнялся, что еще на три версты ниже города ни купаться въ рѣкѣ, ни поить скоть, ни стирать бѣлье его водой было невозможно. Эти обстоятельства, какъ мы увидимъ ниже, побудили прусское правительство обязать г. Франкфуртъ принять мѣры къ очищенію клоачной жидкости раньше спуска ея въ рѣку.

Точно также новѣйшія изслѣдованія состава воды рѣки Одеръ въ Бреславлѣ, ниже тѣхъ мѣстъ, гдѣ въ рѣку еще недавно спускалось содержимое городскихъ водостоковъ, показали, что и здѣсь происходило сильное загрязненіе рѣчной воды, что послѣдняя на большомъ протяженіи содержала значительныя количества легко-разлагающихся органическихъ веществъ, огромныя массы амміака, много гнилостныхъ бактерій и проч., и что лишь около 25 верстъ ниже города составъ рѣчной воды снова являлся нормальнымъ. Менѣе сильное вліяніе клоачной жидкости на порчу рѣчной воды сказывается въ другихъ мѣстахъ, гдѣ сравнительно небольшія количества грязныхъ водъ спускаются въ многоводныя, быстротекущія рѣки; такъ, напр., въ Мюнхенѣ, еще лѣтъ 10 тому назадъ, загрязненіе рѣки Изаръ городскими стоками было весьма незначительно, не смотря на то, что въ рѣку попадала клоачная жидкость изъ канализированныхъ частей города, содержимое многочисленныхъ домовыхъ стоковъ и человѣческія изверженія изъ многихъ отхожихъ мѣстъ.

Далѣе, при изслѣдованіяхъ, произведенныхъ въ Саксоніи, оказалось, что въ огромномъ большинствѣ случаевъ жалобы на порчу рѣчной воды возникаютъ не вслѣдствіе спуска въ рѣки человѣческихъ изверженій, а благодаря фабричнымъ помоямъ, стекающимъ въ рѣки въ огромномъ количествѣ: въ 50% всѣхъ случаевъ порча воды производилась фабриками, обрабатывающими волокнистыя вещества (сукноотдѣлочныя, красильныя и отбѣльныя и т. д.), въ 9% — писчебумажными фабриками, въ 8% — кожевенными заводами и проч., и лишь въ 7% всѣхъ случаевъ обвинялись между прочимъ и городскіе водостоки, какъ источники загрязненія рѣчной воды.



Что дѣйствительно сточныя воды съ фабрикъ и заводовъ гораздо болѣе способны сообщать рѣчной водѣ большія массы гніющихъ органическихъ веществъ, нежели водостоки при сплавной канализаціи, видно изъ слѣдующаго (таб. 41) сопоставленія цифровыхъ данныхъ о химическомъ составѣ тѣхъ и другихъ жидкостей, подтверждающаго сказанное по сему вопросу въ § 116.

ТАБЛИЦА № 41.—Сравнительныя данныя о составѣ сточныхъ водъ — городскихъ и фабричныхъ.

| Происхожденіе<br>сточныхъ водъ.                       | Примѣси на 100.000 частей воды.          |                     |          |                                      |                         |                      |                           |                         |                                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------------|
|                                                       | Въ растворѣ:                             |                     |          |                                      |                         | Въ взвѣшенномъ видѣ: |                           |                         |                                        |
|                                                       | Общее количество растворенныхъ веществъ. | Органическаго азота | Амміака. | Азота въ видѣ нитритовъ и нитратовъ. | Общее количество азота. | Хлора.               | Неорганическихъ веществъ. | Органическихъ веществъ. | Общее количество взвѣшенныхъ веществъ. |
| Содержимое сплавныхъ водостоковъ въ Англіи.           | 72,2                                     | 2,21                | 6,70     | 0,003                                | 7,73                    | 10,66                | 24,2                      | 20,5                    | 44,7                                   |
| Содержимое сплавныхъ водостоковъ въ Данцигѣ . . . . . | 68,3                                     | 1,16                | 6,46     | 0,00                                 | 6,48                    | 6,97                 | 22,6                      | 35,6                    | 58,2                                   |
| Сточныя воды съ 15 суковныхъ фабрикъ . .              | 337,0                                    | 10,38               | 11,65    | 0,041                                | 20,01                   | 21,94                | 102,4                     | 372,4                   | 474,8                                  |

Разница въ пользу содержамаго городскихъ водостоковъ, какъ видно, весьма ощутительна.

Города, расположенные на берегахъ озеръ и морей, также сначала, подобно прирѣчнымъ городамъ, спускали свои нечистотныя воды по естественнымъ линіямъ ската въ прилежація водныя — озерныя или морскія пространства. И здѣсь послѣдствій такого спуска въ большинствѣ случаевъ не замедлили сказаться.

Въ озерахъ вода загрязнялась, становилась малогодной для питья и сверхъ сего нечистоты образовывали у береговъ осадки, обнажающіеся при колебаніяхъ горизонта и въ выбрасываемые волненіемъ на край и такимъ путемъ заражающіе своимъ гніеніемъ воздухъ. Какъ выдающійся примѣръ такого рода послѣдствій можетъ служить городъ Чикаго, который вынужденъ былъ въ недавнее время

предпринять для своего оздоровленія капитальныя работы по постройкѣ дренажнаго канала. (Chicago Drainage Canal); этотъ каналъ создалъ искусственный потокъ воды изъ озера Мичиганъ, куда раньше выпускались городскія сточныя воды въ рѣку Иллинойсъ и оттуда въ Миссиссипи (см. черт. 799).

При спускѣ нечистотныхъ жидкостей въ моря, если нѣтъ благопріятнаго и сильнаго берегового теченія, нечистоты не разносятся на большія пространства и не уничтожаются, а скопляются у устья водостока, образуя зловонныя осадки, обнажающіеся при колебаніяхъ горизонта воды, выбрасываемые на берегъ и проч. Примѣровъ такихъ неблагопріятныхъ условій много. У насъ въ Россіи, напр. въ Одессѣ пришлось совсѣмъ отказаться отъ спуска нечистотъ въ море и отвести сточныя воды на поля орошенія, въ Ялтѣ уложить отводную трубу на дну моря до большой глубины и т. д.

Вообще можно сказать, что выпускъ нечистотъ въ озера едва ли можетъ быть допускаемъ, выпускъ же въ моря можетъ быть осуществленъ съ успѣхомъ лишь въ исключительныхъ условіяхъ, напр. когда устье водостока можетъ быть помѣщено въ такомъ пунктѣ побережья, гдѣ есть сильное береговое теченіе постояннаго направленія.

Оставляя въ сторонѣ такіе исключительные случаи, въ дальнѣйшемъ мы займемся детально вопросомъ о наиболѣе распространенномъ случаѣ спуска нечистотныхъ водъ въ рѣки.

### **§ 179. Мнѣніе объ уменьшеніи опасности загрязненія рѣкъ иенлюченіемъ изъ сточныхъ водъ изверженій.**

Многіе до сихъ поръ думаютъ, что опасность загрязненія рѣкъ городскими водостоками уменьшится значительно, если изъ послѣднихъ будутъ исключены человѣческіе экскременты, такъ что въ рѣки будутъ попадать только домовые и другіе помои и атмосферныя воды. Этимъ и объясняется, почему до настоящаго времени въ нѣкоторыхъ городахъ, имѣющихъ болѣе или менѣе правильную канализацію, спускъ человѣческихъ экскрементовъ въ уличные стоки отчасти, или даже совершенно запрещенъ (Мюнхенъ, Парижъ, Цюрихъ и др.). Однако, предположеніе, что этимъ способомъ въ значительно большей степени будетъ обезпечена чистота рѣчной воды,

оправдалось не вполне, и мнение, будто все зло происходит отъ человеческихъ экскрементовъ, тогда какъ помой представляютъ вполне безобидную жидкость, оказалось при ближайшемъ разсмотрѣніи дѣла вовсе несостоятельнымъ. Правда, количество взвѣшенныхъ частицъ въ содержимомъ водостоковъ, принимающихъ и человеческія изверженія, бываетъ всегда больше, нежели въ клоачной жидкости, состоящей только изъ помоевъ и атмосферныхъ водъ; но зато количество растворенныхъ веществъ оказывается въ первомъ случаѣ не только не меньше, но даже больше, чѣмъ во второмъ. Въ этомъ не оставляютъ никакого сомнѣнія приведенныя въ таблицѣ № 42 данныя, взятыя изъ перваго отчета англійской комиссіи.

**ТАБЛИЦА № 42. Сравнительныя данныя о составѣ сточныхъ водъ въ городахъ съ вывозомъ экскрементовъ и съ общесплавной системой.**

| Характеристика<br>водъ.                                                                                  | Примѣси на 100.000 частей воды.          |                      |          |                                      |                         |                      |                           |                         |                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|----------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                          | Въ растворѣ:                             |                      |          |                                      |                         | Въ взвѣшенномъ видѣ: |                           |                         |                                        |
|                                                                                                          | Общее количество растворенныхъ веществъ. | Органическаго азота. | Амміака. | Азотъ въ видѣ нитратовъ и нитратовъ. | Общее количество азота. | Хлора.               | Неорганическихъ веществъ. | Органическихъ веществъ. | Общее количество взвѣшенныхъ веществъ. |
| Клоачная жидкость изъ 15 городовъ съ вывозомъ человеческихъ экскрементовъ . . . . .                      | 82,4                                     | 1,97                 | 5,44     | 0,00                                 | 6,45                    | 11,54                | 17,81                     | 21,30                   | 39,11                                  |
| Клоачная жидкость изъ 16 городовъ съ ватер-клозетами и спускомъ экскрементовъ въ уличные стоки . . . . . | 72,2                                     | 2,20                 | 6,70     | 0,003                                | 7,73                    | 10,66                | 24,18                     | 20,51                   | 44,69                                  |

Такое большое содержаніе растворенныхъ органическихъ веществъ въ клоачной жидкости городовъ, не спускающихъ человеческіе экскременты въ уличные водостоки и удаляющихъ все, за исключеніемъ помоевъ и поверхностныхъ водъ, посредствомъ вывоза, объясняется, по всей вѣроятности, тѣмъ, что не смотря на существующее запрещеніе, все же значительное количество мочи, а можетъ быть и плотныхъ изверженій, попадаетъ въ стоки. Въ самомъ дѣлѣ оказалось,

что тамъ, гдѣ имѣются уличные водостоки, правило, исключющее изъ нихъ экскременты, нигдѣ не соблюдается въ полной строгости, — обстоятельство, котораго не слѣдуетъ упускать изъ вида. *Запрещеніе*, какъ видно, приноситъ только ту выгоду, что въ клоачной жидкости плаваютъ меньше плотныхъ веществъ, но оно *не уменьшаетъ существенно порчу рѣчной воды растворенными органическими и, стало быть, способными къ иженію веществами*; разница состоитъ лишь въ томъ, что, при дозволенномъ спускѣ экскрементовъ въ уличные стоки, послѣдніе получаютъ органическое вещество въ свѣжемъ видѣ и удаляютъ его за городъ раньше, чѣмъ оно успѣетъ перейти въ разложеніе, тогда какъ въ такихъ городахъ, гдѣ человѣческія изверженія, по существующимъ правиламъ, не должны поступать въ водостоки, послѣдніе, а вмѣстѣ съ ними и рѣки, получаютъ эти нечистоты обыкновенно уже въ состояніи болѣе или менѣе значительнаго разложенія. Въ общемъ итогѣ, при такомъ порядкѣ получаютъ, по мнѣнію многихъ специалистовъ (Arnould, Эрмсманъ и др.) мало утѣшительные результаты: городъ вынужденъ имѣть, на ряду со сплавной канализаціей, еще правильно организованный вывозъ и, не избавляя отъ загрязненія ту рѣку, въ которую онъ спускаетъ свою клоачную жидкость, беретъ на себя еще тягостную заботу о помѣщеніи вывозимыхъ изъ него экскрементовъ.

### § 180. Самоочищеніе рѣчной воды.

Исслѣдованія рѣчной воды показываютъ, что, какъ бы ни была загрязнена рѣка, вслѣдствіе спуска въ нее городскихъ нечистотъ, все-таки на извѣстномъ разстояніи отъ города, зависящемъ отъ цѣлаго ряда условій, она снова пріобрѣтаетъ свою первоначальную чистоту. По мѣрѣ того какъ вода удаляется отъ источника загрязненія, она освобождается отъ легко разлагающихся органическихъ веществъ, избавляется отъ механически примѣшанныхъ къ ней плотныхъ частицъ, обнаруживаетъ все большее и большее содержаніе кислорода, пріобрѣтаетъ прозрачность и хорошій вкусъ и, въ концѣ концовъ, является настолько чистою, что отъ прежняго загрязненія не остается слѣдовъ. Конечно, чѣмъ больше рѣка и чѣмъ меньше городъ, т. е. чѣмъ сильнѣе разбавляются сточныя воды при спускѣ ихъ въ рѣку, тѣмъ скорѣе совершается процессъ самоочищенія по-

слѣдней, а потому и нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что для очищенія Сены въ Парижѣ требуется не менѣе 70 верстъ, тогда какъ р. Одеръ въ Бреславлѣ избавляет сяоть всякой примѣси клоачной жидкости уже на разстояніи 25 верстъ, а р. Майнъ въ Франкфуртѣ очищается еще значительно скорѣе. Было время, когда сильно увлекались аолько что описаннымъ явленіемъ, которое, по миѣнію многихъ, совершенно устраняло всякія сомнѣнія въ возможности передавать рѣкамъ безбоязненно содержимое городскихъ водостокъ. Но вскорѣ изученіе того способа, которымъ совершается самоочищеніе рѣчной воды, показало, что оптимисты подвергаются нѣкоторому самообману. Правда, подъ вліяніемъ химическихъ и біологическихъ процессовъ (окисленіе, испареніе, взаимное разложеніе и возстановленіе, жизнедѣятельность микроорганизмовъ и пр.), многія вредныя или непріятныя примѣси исчезаютъ изъ воды совершенно или принимаютъ безвредный характеръ. При значительномъ размноженіи нисшихъ организмовъ и поглощеніи кислорода, органическія вещества превращаются въ неорганическія соединенія; сѣрная кислота и окись желѣза возстановляются въ сѣрнистое желѣзо; углекислота, амміакъ и сѣроводородъ испаряются, и въ концѣ концовъ на дно осѣдаетъ темный осадокъ, состоящій изъ сѣрпистаго желѣза, извести, магnezіи и фосфорной кислоты и увлекающій собой органическія вещества, отчасти даже неизмѣпившіяся. Но, съ другой стороны, многія примѣси исчезаютъ только изъ вида, на самомъ же дѣлѣ осѣдаютъ на дно рѣки, образуя тамъ толстый слой грязнаго ила, который при случайномъ мелководіи, въ сухое и жаркое время года, можетъ дать поводъ къ вреднымъ испареніямъ.

Огромныхъ размѣровъ достигаетъ этотъ слой грязнаго ила, образующагося изъ содержамаго городскихъ водостокъ, въ руслѣ рѣки Сены ниже Парижа, гдѣ онъ доходитъ до толщины 2—3 метровъ; и, хотя его ежегодно удаляютъ въ количествѣ 6000—9000 куб. саж., но очищеніе рѣчнаго ложа удается все же въ весьма недостаточной степени. Даже большія и быстротекущія рѣки подвергаются той же участи; русло р. Дуная, во время мелководья, покрывается значительнымъ слоемъ чернаго ила, происходящаго изъ вѣнскихъ водостокъ и остающагося до слѣдующаго половодья. Составъ этого ила такой. Въ 1000 граммахъ было найдено по даннымъ профессора Эрисмана:

*Вещества, растворимыхъ въ холодной водѣ:*

|                                   |             |      |
|-----------------------------------|-------------|------|
| Плотнаго остатка . . . . .        | 13,11— 62,3 | грм. |
| Потери при прокаливаниі . . . . . | 4,54— 24,4  | »    |
| Органическихъ веществъ . . . . .  | 9,81— 37,8  | »    |
| Хлора . . . . .                   | 0,90— 7,18  | »    |
| Азотной кислоты . . . . .         | 0,81— 3,69  | »    |

*Вещества, нерастворимыхъ въ холодной водѣ:*

|                                   |              |      |
|-----------------------------------|--------------|------|
| Потери при прокаливаниі . . . . . | 77,4 — 139,7 | грм. |
| Азота . . . . .                   | 1,33— 2,75   | »    |

Какъ, видно, въ данномъ случаѣ этотъ иль состоялъ на 10—15% изъ органическихъ веществъ и содержалъ довольно значительныя количества азота.

Говоря о самоочищеніи рѣкъ и о происходящемъ при этомъ обезвреживаниі попавшей въ рѣчную воду клоачной жидкости, должно упомянуть еще о нѣкоторыхъ наблюденіяхъ, заставляющихъ предполагать, что при извѣстныхъ условіяхъ проточная вода, въ силу своего быстрого движенія, имѣетъ дезинфецирующее вліяніе, т. е. уничтожаетъ патогенныхъ микроорганизмовъ: по нѣкоторымъ опытамъ кровь животныхъ, умершихъ отъ сибирской язвы, смѣшанная съ 200-кратнымъ количествомъ рѣчной воды, теряла свою ядовитость и не вызывала у привитыхъ ею животныхъ сибирской язвы послѣ того, какъ смѣсь ея съ водой была энергично взболтана въ теченіе двухъ часовъ, хотя она и послѣ этого еще содержала огромныя количества специфическихъ бактерій. То же самое удалось доказать и по отношенію къ бактеріямъ, свойственнымъ септицеміи. На этомъ основаніи нѣкоторые ученые считаютъ движеніе воздуха и воды наиболѣе важными естественными способами дезинфекціи и видятъ въ движеніи воды огромное санитарное значеніе рѣкъ.

**§ 181. Неопредѣленность современной постановки вопроса о пользованіи рѣками для спуска нечистотъ.**

Спрашивается теперь, какимъ образомъ, въ виду только-что приведенныхъ данныхъ, общественная гигиена должна рѣшить вопросъ

о спускѣ воды изъ городскихъ стоковъ при сплавной системѣ, въ рѣки? Должна ли она слѣдовать совѣтамъ тѣхъ, которые безусловно порицаютъ спускъ въ проточныя воды человѣческихъ экскрементовъ, а спускъ помоевъ допускаютъ лишь съ ограниченіями, или должна уступить требованіямъ тѣхъ, которые признаютъ за населеніемъ «естественное право» пользоваться проточными водами для удаленія нечистотъ, или которые рассматриваютъ рѣки какъ естественныя и вполне цѣлесообразныя дуты для отвода не только помоевъ, но и человѣческихъ изверженій, или, наконецъ, должна ли она примкнуть къ тѣмъ, которые высказываются условно, занимаютъ какъ бы середину между только-что упомянутыми крайностями и мнѣніе которыхъ лучше всего передается положеніемъ, высказаннымъ Вирховымъ: «Введеніе человѣческихъ экскрементовъ въ общественныя водоемы (рѣки, озера и пр.) во всякомъ случаѣ — вещь не безразличная. Оно не можетъ быть допущено въ городахъ, населеніе которыхъ превышаетъ 100.000 чел., а въ городахъ съ меньшимъ населеніемъ дозволяется только при особенно благопріятныхъ условіяхъ со стороны рѣки, и то послѣ предварительнаго осажденія и дезинфекціи. Точно также и спускъ помоевъ большихъ городовъ въ рѣки и проч. дозволяется только при особенно благопріятныхъ условіяхъ со стороны рѣки, и то только послѣ предварительнаго осажденія и дезинфекціи. Точно также и спускъ помоевъ большихъ городовъ въ рѣки и проч. дозволяется лишь по предварительномъ осажденіи, которое, въ случаѣ надобности, должно быть поддерживаемо химическими средствами».

Такая неопредѣленность постановки столь важнаго вопроса объясняется еще недостаточной его разработанностью. Роль воды, какъ посредника при распространеніи заразныхъ болѣзней—для многихъ ученыхъ сомнительна, и новѣйшія изслѣдованія объ этиологіи холеры, которыя, по мнѣнію многихъ, доказываютъ распространеніе этой болѣзни черезъ воду, употребляемую въ питье, по крайнему убѣжденію другихъ (Эрисманъ), не оправдываютъ подобныхъ выводовъ. Статистическаго же матеріала, который доказалъ бы, что въ мѣстахъ, черезъ которыя пролегаютъ загрязненныя рѣки, заболѣваемость и смертность бываетъ больше, чѣмъ въ мѣстахъ съ сравнительно чистыми рѣками, не существуетъ; предпринятые спеціальныя изслѣдованія не дали въ этомъ отношеніи никакихъ положительныхъ

результатовъ — нигдѣ не удалось пайти параллели между степенью загрязненія рѣкъ и смертностью населенія.

Поэтому представляется для многихъ нераціональнымъ отказываться отъ спуска нечистотъ въ рѣки тамъ, гдѣ только этимъ путемъ можетъ быть достигнута чистота воздуха и почвы. Для этого приводится одно вѣское основаніе: почву замѣнить другой почвой нельзя, и не пользоваться ею, т. е. не дышать тѣмъ воздухомъ, которымъ она насъ снабжаетъ невозможно; отъ пользованія же рѣчной водой, какъ въ питье, такъ и для другихъ домашнихъ и общественныхъ надобностей, можно въ большинствѣ случаевъ отказаться, изыскивая другіе источники водоснабженія. Съ этой точки зрѣнія представляется совершенно справедливымъ, еслибы напр., большой городъ, вынужденный, въ интересахъ чистоты своей почвы, спускать свои клоачныя жидкости въ ближайшую рѣку, вмѣстѣ съ тѣмъ позаботился о доставленіи чистой воды селеніямъ, находящимся ниже по теченію рѣки и расположеннымъ въ районѣ ея загрязненія.

Ввиду этого можно согласиться съ проф. Эрисманомъ, что *сохраненіе чистоты рѣчной воды — вещь условная, и общаго, приложимаго ко всемъ случаямъ рѣшенія вопроса о спускѣ клоачныхъ жидкостей въ рѣки не существуетъ.*

При рѣшеніи его, въ каждомъ данномъ случаѣ, руководясь общими принципами, необходимо соображаться съ мѣстными условіями. И здѣсь прежде всего слѣдуетъ имѣть въ виду:

1) отношеніе между количествомъ отводимой изъ города клоачной жидкости и количествомъ протекающей въ ту же единицу времени черезъ рѣчное русло воды, и

2) скорость теченія воды въ рѣкѣ.

Немноголюдный городъ, расположенный на берегу большой рѣки, находится въ совершенно иныхъ условіяхъ, по отношенію къ спуску своихъ грязныхъ водъ, нежели огромный городъ, лежащій на мало-водной и медленно-текущей рѣкѣ. Чѣмъ больше количество воды въ рѣкѣ, сравнительно съ количествомъ клоачной жидкости, тѣмъ значительнѣе будетъ разбавленіе послѣдней послѣ спуска ея въ рѣку, — и чѣмъ быстрѣе течетъ рѣка, тѣмъ меньше опасность, что на днѣ или по берегамъ ея образуются отложенія грязныхъ и гніющихъ массъ. Большая разница — упадетъ ли содержимое лондонскихъ водостоконъ въ Темзу, дающую менѣе 2-хъ милл. куб. метр. воды въ сутки, или



въ Рейнъ, дающій напр., у Кельна, даже при самомъ низкомъ стояніи, 82 милл. куб. метровъ воды въ сутки; загрязненіе Сены, а главнымъ образомъ отложеніе грязи на днѣ рѣки, были бы менѣе значительны, еслибы скорость теченія Сены была не 0,15 метр. въ секунду, а 1 метръ, каковую скорость имѣетъ напр. рѣка Изаръ въ Мюнхенѣ. По приблизительному разчету на 1 литръ рѣчной воды приходится сухого остатка въ клоачной жидкости:

|                                          |        |      |
|------------------------------------------|--------|------|
| во Франкфуртѣ при низкомъ стояніи рѣки . | 0,0028 | грм. |
| » среднемъ » » .                         | 0,0013 | »    |
| въ Мюнхенѣ при низкомъ стояніи рѣки .    | 0,014  | »    |
| » среднемъ » » .                         | 0,0083 | »    |
| въ Парижѣ . . . . .                      | 0,216  | »    |

Такія цифры, конечно, имѣютъ лишь относительное значеніе, потому что и при благопріятномъ количественномъ отношеніи между клоачной жидкостью и рѣчной водой могутъ обнаруживаться нѣкоторыя неудобства, напр., отложенія плотныхъ нечистотъ по берегамъ рѣки, такъ какъ содержимое водостоконъ, выходя изъ отверстія коллектора, не сразу смѣшивается съ рѣчной водой, а нѣкоторое время остается обособленнымъ и какъ бы образуетъ особый ручей въ общемъ теченіи рѣчной воды. При спускѣ нечистотъ въ рѣку во всякомъ случаѣ должно быть обращено вниманіе на то, чтобы устье коллектора находилось постоянно подъ водой, даже при наиболѣе низкомъ стояніи послѣдней, и чтобы оно было расположено не у самаго берега, а ближе къ серединѣ рѣки.

Вопросъ о спускѣ нечистотъ въ рѣки пріобрѣтаетъ все большее значеніе съ увеличеніемъ густоты населенія въ рѣчныхъ долинахъ и потому русскіе инженеры и санитарные дѣятели должны будутъ вскорѣ удѣлять ему все болѣе и болѣе вниманія по примѣру ихъ западно-европейскихъ и американскихъ коллегъ. (См. между прочимъ Stream Contamination and Sewage purification. Proc. Am. Soc. Civ.-Eng. August, 1899).

## ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ.

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХЪ ВОДЪ ИСКУССТВЕННЫМЪ, ХИМИЧЕСКИМЪ И МЕХАНИЧЕСКИМЪ ПУТЕМЪ.

СОДЕРЖАНИЕ: § 182. Общія основанія и' главные методы искусственной очистки сточныхъ водъ. — § 183. Очистительные бассейны во Франкфуртъ-на-Майнѣ. — § 181. Способъ Рекнеръ-Роте и его примѣненіе въ Эссенѣ. — § 185. Торфяной фильтръ Петри и способъ Дегенера.—§ 186. Условія необходимости очистки сточныхъ (городскихъ и фабричныхъ) водъ предъ спускомъ ихъ въ рѣки.

#### § 182. Общія основанія и главные методы искусственной очистки сточныхъ водъ.

Очищеніе клоачной жидкости химическимъ и механическимъ путемъ предпринимается для того, чтобы обработанную такимъ образомъ жидкость можно было спускать въ рѣки, не вызывая чрезмѣрнаго загрязненія послѣднихъ. Много было предложено съ этою цѣлью химическихъ составовъ и многіе изъ нихъ примѣнялись на практикѣ, хотя бы въ видѣ опыта. Но здѣсь нѣтъ надобности перечислять ихъ всѣ, такъ какъ принципъ, на которомъ основано ихъ дѣйствіе — вездѣ одинъ и тотъ же, и такъ какъ, по многимъ причинамъ, этотъ способъ очищенія сточной воды на практикѣ не приобрѣлъ до сихъ поръ большого значенія.

По существу, химическое очищеніе клоачной жидкости идетъ обыкновенно рука объ руку съ механическимъ очищеніемъ ихъ путемъ осажденія (седиментаци): сточныя воды собираются въ резервуары того или другого устройства, гдѣ къ нимъ примѣшиваются вещества, производящія въ нихъ осадокъ, который затѣмъ механически увлекаетъ большую часть плавающихъ въ жидкости веществъ; кромѣ того, здѣсь рассчитываютъ, отчасти, и на химическое извлеченіе растворенныхъ въ сточной водѣ удобрительныхъ веществъ

азота, калия и фосфорной кислоты, причемъ жидкость надъ осадкомъ должна сдѣлаться на столько чистою, чтобы ее безбоязненно можно было спускать въ проточную воду. Однако, въ этомъ отношеніи химическое очищеніе сточныхъ водъ оставляетъ желать многого и дѣйствіе его ограничивается большею частью выдѣленіемъ взвѣшенныхъ частицъ.

Чаще всего для химическаго очищенія клоачныхъ жидкостей употребляется известь въ видѣ простого известковаго молока или въ видѣ фосфорнокислой извести. Обыкновенно употребляется простая известь, какъ вещество наиболее дешевое. Ея дѣйствіе основано на томъ, что она обращаетъ находящуюся въ растворѣ въ сточной водѣ двууглекислую известь въ одноуглекислую известь нерастворимую, а также образуетъ нерастворимыя соединенія съ жировыми кислотами и съ свободной углекислотой; всѣ эти осадки образуясь и падая на дно, увлекаютъ за собой взвѣшенные частицы. Органическій азотъ выдѣляется однако лишь на половину, а содержащее амміака даже увеличивается вслѣдствіе разложенія органическихъ веществъ. Удобрительное достоинство осадка весьма незначительно. Фосфорнокислая известь дѣйствуетъ лучше простой извести, но примѣненіе ея въ широкихъ размѣрахъ обходится слишкомъ дорого.

Квасцы — сѣрнокислый глиноземъ — употреблялись въ Парижѣ, по свидѣтельству Дюранъ-Клэ \*), въ большихъ размѣрахъ для очищенія сточной воды раньше спуска ея въ Сену. Очищающее дѣйствіе ихъ основывается на слѣдующемъ: если квасцы приходятъ въ соприкосновеніе съ щелочными веществами въ клоачной жидкости, то они разлагаются: сѣрная кислота соединяется съ щелочью, напр. съ амміакомъ, а глиноземъ осаждается въ видѣ рыхлыхъ, желатинообразныхъ хлопьевъ, увлекающихъ съ собою плавающія въ водѣ плотныя частицы. Растворенныя органическія вещества остаются большею частью въ жидкости. Удобрительное достоинство осадка незначительно. Весь способъ называется Парижскою комиссіею дорогимъ палліативомъ.

Цѣна квасцовъ въ 3—4 раза больше цѣны извести, по количе-

---

\*) Dugand Claye, — извѣстный французскій инж. и проф. землед. гидравл. въ Ecole des Ponts et Chaussées, скончался нѣсколько лѣтъ тому назадъ. Онъ былъ въ Россіи въ качествѣ эксперта по вопросу о канализаціи гор. Одессы и далъ очень цѣнныя указанія.

ство нужное для полученія той же степени освѣтленія меньше. Дѣйствіе различныхъ солей на разныя составныя части сточной жидкости (напр. извести на кислоты, а квасцовъ на щелочи) заставляетъ въ практикѣ примѣнять одновременно оба вещества для достиженія болѣе полной очистки.

Количество прибавляемыхъ солей зависитъ, конечно, отъ состава сточныхъ водъ и степени требуемой очистки. Обыкновенно извести прибавляютъ 0,25 килограмма на 1 куб. м. сточной жидкости, а для фабричныхъ водъ до 0,5 килограмма. При употребленіи квасцовъ количество потребной соли, какъ было сказано, въ 3—4 раза меньше. При смѣшанномъ способѣ относительныя и абсолютныя количества солей очень колеблются; въ Ковентри напр. прибавляется на куб. метръ воды — 0,17 килогр. квасцовъ и 0,04 обожженной извести, во Франкфуртѣ въ среднемъ 0,17 килогр. квасцовъ и 0,8 килогр. извести. Известь даетъ больше осадочнаго ила, чѣмъ квасцы, причемъ илъ полученный только при посредствѣ одной извести, не эластиченъ и не прессуется. И то, и другое говорить не въ пользу извести, какъ единственнаго осаждающаго вещества. Важно также возможно тщательное и равномерное примѣшиваніе къ водѣ этихъ веществъ, а также удобное и спокойное послѣдующее осажденіе ила. Для достиженія этихъ цѣлей придуманы многочисленные устройства, изъ коихъ мы опишемъ далѣе лишь нѣкоторыя. Вслѣдствіе частыхъ измѣненій состава сточныхъ водъ необходимо непрерывно производить ихъ изслѣдованіе (напр. чрезъ каждые  $\frac{1}{2}$  часа), чтобы соотвѣтственно регулировать составъ примѣси добавляемыхъ солей.

Всѣ охарактеризованные приемы имѣютъ тотъ общій недостатокъ, что, отнюдь не достигая полнаго обезвреживанія воды и будучи дорогими, они даютъ огромное количество ила или грязи, которую нужно удалять изъ очистительныхъ приспособленій и отъ которой нужно затѣмъ такъ или иначе отдѣлываться. Расчеты на удобрительныя свойства этого отброса не оправдались и лишь въ видѣ исключенія онъ утилизируется какъ удобреніе, такъ какъ перевозка его стоитъ слишкомъ дорого по сравненію съ количествомъ полезныхъ веществъ въ немъ заключающихся. Еще рѣже за этотъ отбросъ платятъ деньги, тѣ, кто беретъ его на свои поля. Обыкновенно приходится складывать его въ кучи у очистительныхъ сооружений, что съ теченіемъ

времени становится болѣе и болѣе затруднительнымъ. Болѣе совершенный и пригодный для земледѣльческихъ цѣлей осалокъ получается при примѣненіи такихъ приемовъ воздѣйствія на сточную жидкость, гдѣ примѣсь постороннихъ веществъ не имѣетъ мѣста.

Такова обработка сточной воды простымъ отстаиваніемъ, обработка ея воздухомъ, бактериологическимъ процессомъ и, наконецъ, электризація.

Простое отстаиваніе должно быть очень продолжительно, чтобы привести къ должному освѣтленію и при этомъ влечетъ за собою загниваніе воды и обильное развитіе бактерій; вслѣдствіе послѣдняго обстоятельства отъ такого способа отказывались. Но именно развитіе микроорганизмовъ въ сточной жидкости оказалось въ последнее время могучимъ средствомъ для ея оздоровленія и способъ бактериальной очистки находитъ себѣ теперь уже примѣненіе (см. § 195). Опасность, которую онъ однако представляетъ для общественнаго здравія, не даетъ ему пока возможности и по мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ едва ли дастъ и впослѣдствіи получить значительное распространеніе. (См. Samuel Rideal—Sewage and the Bacterial purification of Sewage. New-York. 1900).

Окисленіе посредствомъ кислорода воздуха вдуваемаго въ сточную воду или дѣйствующаго на нее при пробѣганіи ея по особымъ градирнямъ,—примѣнялось пока въ видѣ опытовъ и иногда съ успѣхомъ, но идетъ медленно и требуетъ сложныхъ устройствъ.

Способъ обезвреживанія сточныхъ водъ непосредственнымъ дѣйствіемъ электрическаго тока имѣетъ новидимому болѣе блестящее будущее. Онъ былъ широко примѣненъ въ *Crossness* ниже Лондона. Электрическій токъ разлагаетъ воду и даетъ кислородъ, который въ моментъ образованія дѣйствуетъ какъ очень энергичный окислитель; тотъ же токъ разлагаетъ хлорныя соединенія, оставшіяся въ растворѣ при описанныхъ выше процессахъ.

Въ Вортингѣ въ Англіи былъ испытанъ \*) способъ *Hermité'a* очистки грязныхъ водъ, состоящій въ электролизѣ морской воды съ образованіемъ хлорноватистомагніевой бѣлильной соли и приливаніи такой измѣненной морской воды къ нечистотамъ. Агентъ Комитета общественной гигіены, производившій опыты, говоритъ въ

---

\*) См. „Инженеръ“—1896 г. № 1.

своемъ донесеніи, что способъ не даетъ полнаго разложенія нечистотъ и стерилизаціи воды, почему и предлагаетъ замѣнить его пропускаемъ тока въ 2,5 — 3  $V$  и напряженіемъ непосредственно чрезъ сточныя воды, причемъ всѣ обыкновенныя микроорганизмы будутъ убиты.

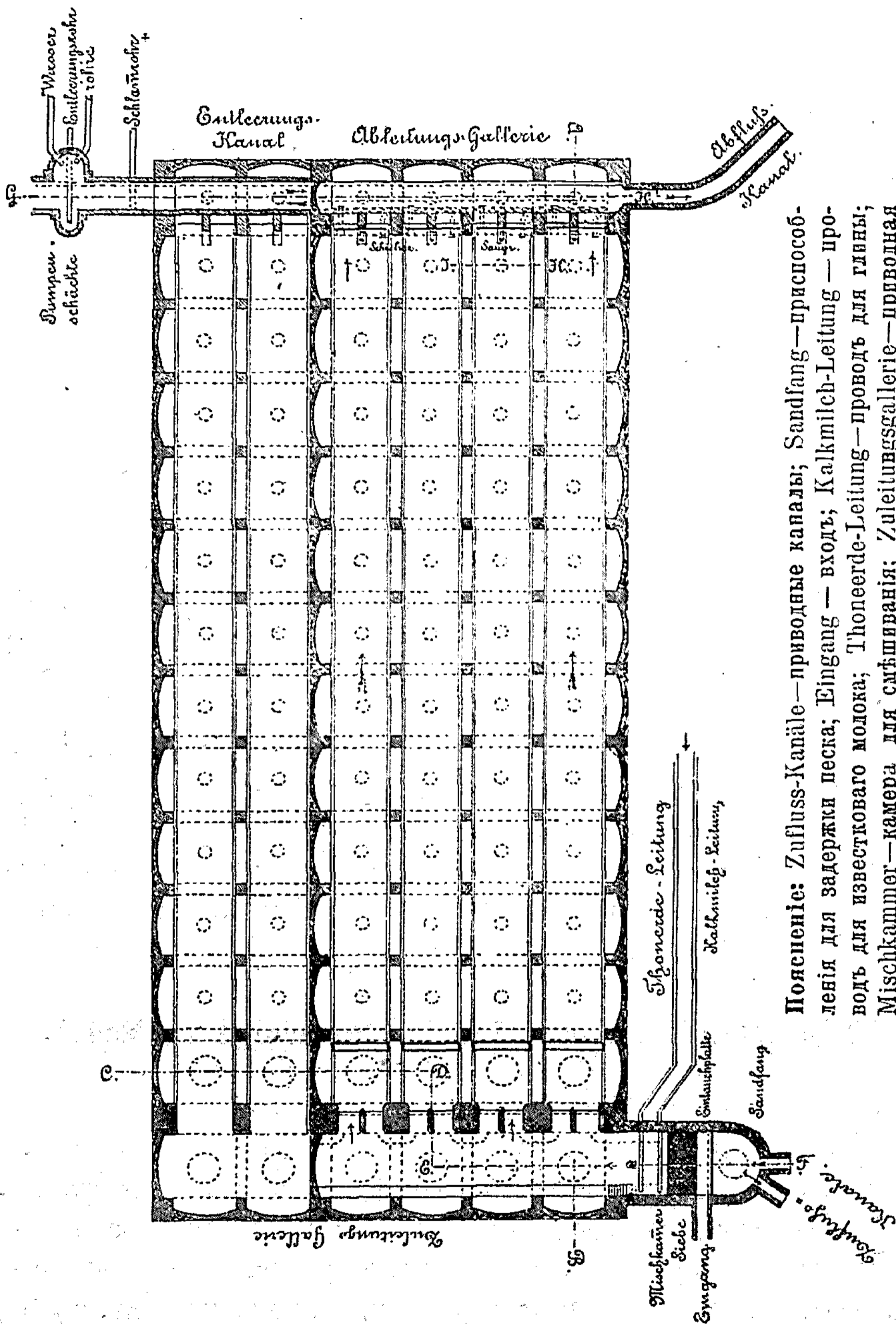
Однако въ Брюстернѣ (Нью-Йоркъ) способъ *Hermité*'а далъ вполне благопріятныя результаты и былъ безусловно одобренъ. Процессъ ведется слѣдующимъ образомъ. Токъ въ 700  $A$  и 5  $V$  проходитъ черезъ морскую воду, медленно текущую между 4-хъ угольными катодами съ поверхностью въ 929 см.<sup>2</sup> каждый и 3 анодами платинизированной мѣди. Скорость теченія воды регулируется для полученія желаемой степени разложенія раствора. Затѣмъ вода спускается прямо въ нечистоты и производитъ дальнѣйшую дезинфекцію ихъ. Изъ сравнительныхъ опытовъ выяснилось, что дезинфицирующая способность воды, приготовленной по указанному способу, равна дѣйствию 1% раствора хлорной извести съ той только разницей, что послѣдній обходится въ 0,019 фр. за литръ, тогда какъ первая въ 0,013 фр. Электролизированной водой можно обезвреживать разжижающія твердыя нечистоты, но сгущенныя нечистоты дезинфицируются не вполне хорошо.

Не входя въ болѣе подробную классификацію способовъ искусственной очистки сточныхъ водъ (см. A. Frühling — *Entwässerung der Städte*, p. 489), замѣтимъ, что способы эти непрерывно разрабатываются теперь въ Европѣ и Америкѣ, причемъ далеко не сказано послѣднее слово, и перейдемъ къ разсмотрѣнію нѣкоторыхъ частныхъ случаевъ.

### § 183. Очистительные бассейны въ Франкфуртѣ на Майнѣ.

Во Франкфуртѣ на Майнѣ производится очищеніе клоачной жидкости смѣсью изъ квасцовъ и извести, въ связи съ простымъ механическимъ отстаиваніемъ. Раньше Франкфуртъ спускалъ содержимое своихъ водостоконъ непосредственно въ Майнъ, но прусское правительство, вслѣдствіе жалобъ, поданныхъ жителями нѣкоторыхъ селеній, лежащихъ на рѣкѣ ниже города, настаивало на томъ, чтобы послѣдній очищалъ сточныя воды раньше спуска ихъ въ рѣку. Долго длился споръ между городомъ и правительствомъ, но въ концѣ кон-

Очистительные бассейны въ г. Франкфуртъ - на - Майнѣ.

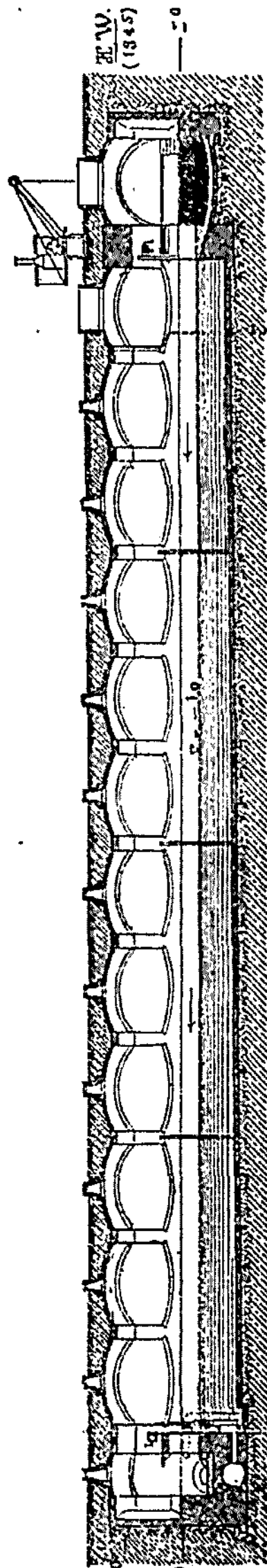


Поясненіе: Zufluss-Kanäle—приводные каналы; Sandfang—приспособ-  
 левія для задержки песка; Eingang — входъ; Kalkmilch-Leitung — про-  
 водъ для известкового молока; Thoneerde-Leitung—проводъ для глины;  
 Mischkammer—камера для смѣшиванія; Zuführungsgallerie—приводная  
 галлерей сточныхъ водъ, смѣшанныхъ съ осадителями; Ableitungsgallerie—отводная галлерей.

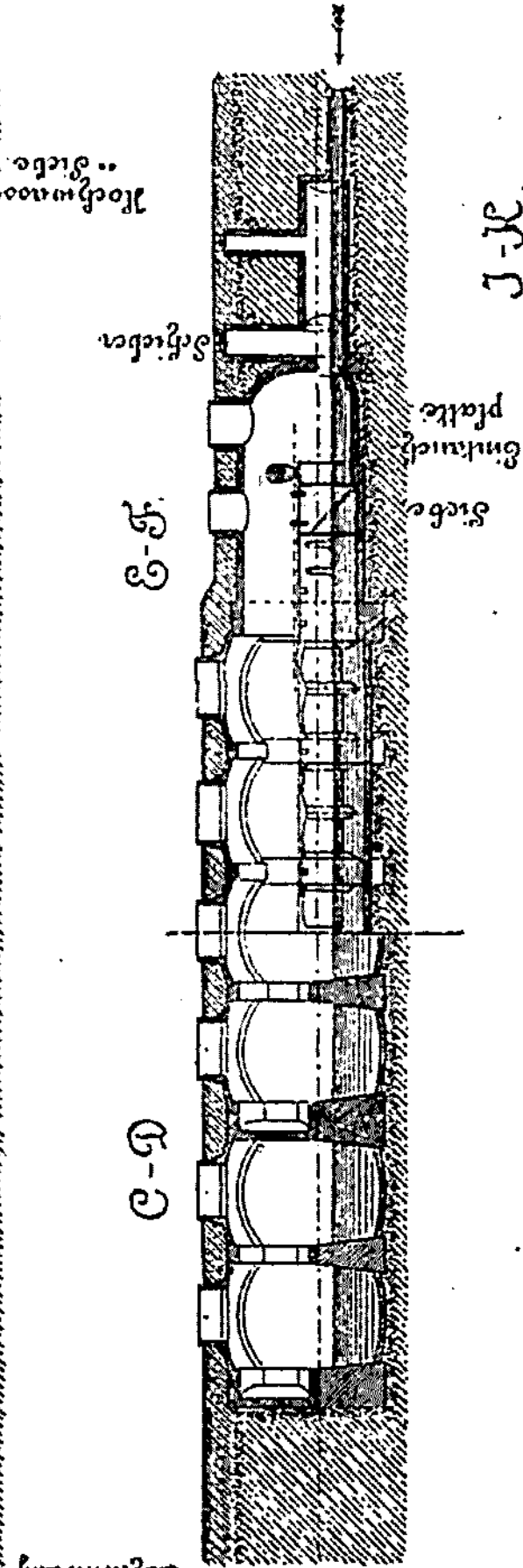
Черт. 940. — Планъ.

Примѣчаніе. Черт. 940—944 изъ Vierteljahrschrift für öff. Gesundheitspflege, XIX.

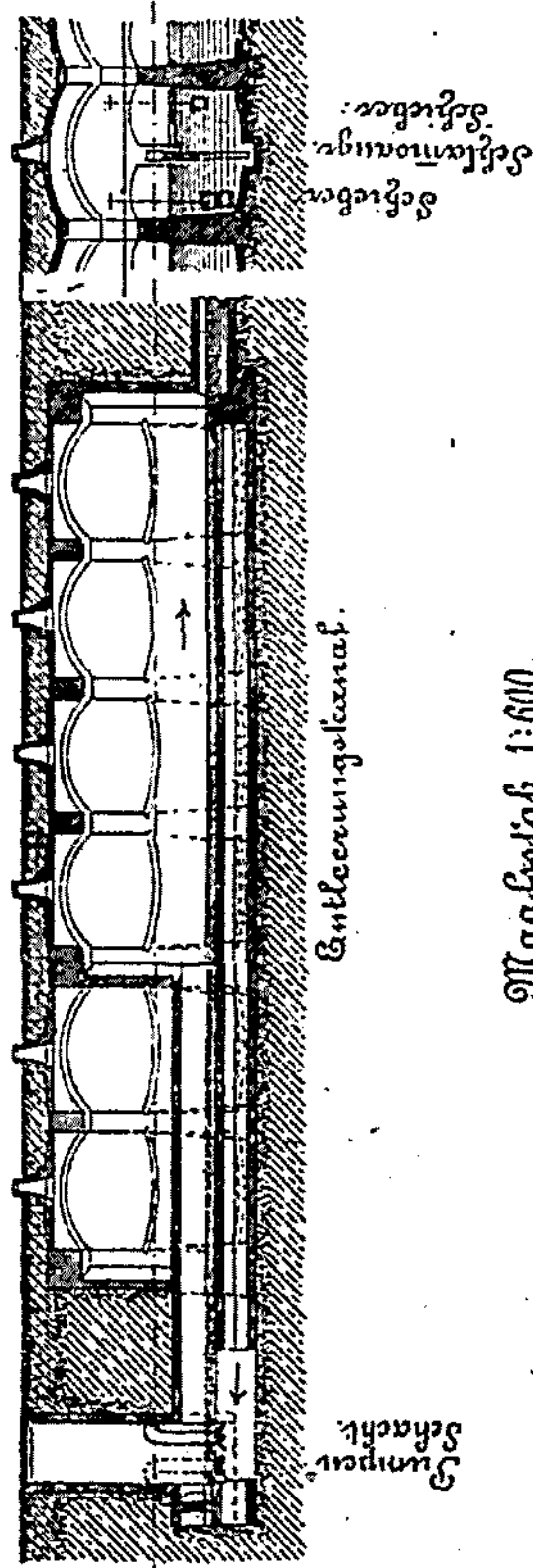
Очистительные бассейны въ г. Франкфуртъ-на-Майнѣ.



Черт. 941. —  
Продольный  
разрѣзъ по *A B*.



Черт. 942. — Попереч-  
ный разрѣзъ по *CD*  
въ *H W*.



Черт. 943 и 944. — По-  
перечные разрѣзъы по  
*GH* и *IK*.

Масштабъ 1:600.

Масштабъ 1:600.

Поясненіе: *H W* (1895) — высокая воды 1895 г.; *Entwässerungskanal* — каналъ для полного опораживания бассейновъ; *Schlammsaugt.* — труба для высасыванія ила; *Hochwassersiebe* — рѣшетки для задерживанія плавающихъ тѣлъ при высокой водѣ; *Siebe* — рѣшетка для задерживанія плавающихъ тѣлъ; *Eintrittsplatte* — погружающаяся въ воду влос-  
кая преграда; *Pumpenschacht* — колодезь насосъ; *Schieber* — заслонка.



цовъ первый долженъ былъ уступить и рѣшиться на устройство бассейновъ и другихъ необходимыхъ приспособленій для очистки своихъ сточныхъ водъ, раньше спуска ихъ въ рѣку. Схематическій ходъ этой очистки слѣдующій:

Вода изъ главнаго коллектора поступаетъ въ приѣмную галлерею бассейновъ (черт. 940—944).

Въ самомъ началѣ галлерей она подвергается механическому очищенію: замедленіе скорости теченія, вслѣдствіе значительной ширины галлерей сравнительно съ размѣрами коллектора, свѣшивающіеся и погруженные нижнимъ краемъ въ воду щиты, иакоиецъ, сита, дѣлаютъ свое дѣло и вода, освобожденная отъ всѣхъ крупныхъ частицъ проходитъ далѣе. Непосредственно за ситами сточная вода встрѣчаетъ струю раствора изъ квасцовъ и известковаго молока, смѣшивается съ этими веществами и распространяется по приѣмной галлерей. Отсюда она поступаетъ въ отстойные бассейны проходя длинными и узкими горизонтальными отверстиями между гребнемъ порога галлерей и затворами бассейновъ. Положеніе затворовъ регулируется такъ, чтобы эти отверстия лежали ниже горизонта воды, чѣмъ достигается возможно малое возмущеніе всей массы жидкости и образованіе осадковъ можетъ идти спокойнымъ и равномернымъ путемъ.

Это осажденіе или отстаиваніе обуславливается главнымъ образомъ весьма значительнымъ уменьшеніемъ скорости движенія жидкости, которая, разливаясь на обширное пространство, приходитъ постепенно въ состояніе все большаго и большаго покоя.

Такая система отстаиванія съ непрерывнымъ протеканіемъ легко можетъ быть измѣнена въ переменную систему абсолютнаго покоя, если обстоятельства этого потребуютъ (чрезвычайно большое количество осадковъ и т. д.): для этого стоитъ только надлежащимъ образомъ воспользоваться щитами, регулирующими впускъ воды въ бассейны.

Выпускъ очищенной воды въ рѣку совершается чрезъ особую галлерею, сообщающуюся съ отстойными бассейнами при помощи специальныхъ водосливовъ, выпускныя отверстия которыхъ регулируются особыми щитами и лежатъ нѣсколько ниже горизонта воды.

Чрезъ каждыя 7—8 дней дѣйствія каждый бассейнъ долженъ очищаться. Очистка эта производится такъ. Прекращаютъ дальнѣйшій впускъ воды въ назначенный въ очистку бассейнъ, затѣмъ осу-

шаютъ его при помощи насосовъ. Для этого служить специальная галлерей, проходящая подъ бассейнами и сообщающая ихъ съ насосными колодцами.

Выкачанная вода чрезъ смотровой колодезь и трубы, по которымъ посылаютъ глиноземъ и известь, снова поступаетъ въ приемную галлерей.

Когда бассейнъ осушенъ, изъ него извлекаютъ осадки. Болѣе твердыя части выносятся при помощи пароваго хрѣпа, помѣщеннаго у верхняго конца бассейна, жидкія же стекаютъ къ нижнему концу, откуда ихъ вычерпываютъ особой помпой.

Отстойными бассейнами пользуются при низкихъ и среднихъ горизонтахъ рѣки, при высокихъ нечистоты прямо направляются въ нее.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда рѣка не поднялась еще достаточно высоко, чтобы получать непосредственно воду каналовъ, но тѣмъ не менѣе горизонтъ ея выше предѣльнаго, при которомъ возможенъ еще естественный спускъ очищенной воды изъ бассейновъ, пользуются нанорными помпами, которыя, выкачивая воду изъ бассейновъ, направляютъ ее въ выпускной каналъ.

Осадокъ, извлекаемый изъ бассейновъ и содержащій 90% воды, перекачивается также помощью машинъ, въ особые резервуары, представляющіе простыя углубленія въ землѣ, обведенныя валомъ и снабженныя подпочвеннымъ дренажемъ. Здѣсь осадокъ теряетъ свою воду и затѣмъ, въ сухомъ видѣ, можетъ быть удаляемъ и сбываемъ въ видѣ удобрительнаго матеріала. Резервуары, въ которыхъ накапливается и сушится этотъ осадокъ, не распространяютъ замѣтнаго дурнаго запаха.

#### § 184. Способъ Рекнеръ-Роте и его примѣненіе въ Эссенѣ.

Удачную комбинацію химическаго осажденія сточныхъ водъ съ механическимъ очищеніемъ ихъ представляетъ система Рекнеръ-Роте. Сточные воды, по прибавленіи къ нимъ осаждающихъ химическихъ веществъ, собираются въ большомъ колодцѣ, въ которомъ находится желѣзный, почти такихъ же размѣровъ какъ и колодезь, цилиндръ, внизу открытый, а на верху снабженный сравнительно узкою отводною трубой. Посредствомъ воздушнаго насоса, въ цилиндрѣ образовывается пространство съ разрѣженнымъ воздухомъ, которое затѣмъ

наполняется сточною жидкостью, весьма медленно поднимающеюся въ цилиндрѣ подѣ вліяніемъ атмосфернаго давленія и стекающею далѣе черезъ отводную трубу. Первоначально эта система употреблялась только для очищенія фабричныхъ водъ, но получаемые при этомъ результаты оказались настолько хорошими, что въ настоящее время способъ Рёкнеръ-Роте неоднократно примѣненъ и къ городскимъ водостокамъ. По имѣющимся анализамъ, количество взвѣшенныхъ примѣсей уменьшается въ аппаратѣ Рёкнеръ-Роте на 94<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а содержаніе азота на 96,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Вытекающая изъ аппарата жидкость прозрачна, почти безцвѣтна и не содержитъ ни сѣроводорода, ни фосфорной кислоты; бактериоскопическія изслѣдованія ея обнаружили почти полное отсутствіе микроорганизмовъ — въ среднемъ 112 на 1 куб. сантим., въ то время когда неочищенная жидкость содержитъ приблизительно 2.640.000 жизнеспособныхъ микробовъ на 1 куб. сантим. По своей простотѣ и дешевизнѣ, эта система, повидимому, заслуживаетъ предпочтенія передъ сложною системою осадочныхъ бассейновъ, устроенныхъ напр. въ Франкфуртѣ на Майнѣ. Примѣръ примѣненія системы Röckner-Rothe въ большихъ размѣрахъ можетъ дать городъ Эссенъ на р. Рурѣ, въ Германіи. Особенность системы Röckner-Rothe состоитъ, какъ мы видѣли, въ примѣненіи для освѣтленія всасывающаго сифона, который поднимаетъ изъ глубокаго колодца грязную воду. Колодезь имѣетъ въ Эссенѣ глубину около 5 метровъ. Вѣтвь сифона, по которой вода поднимается, конструирована, какъ большой цилиндръ высотой 7—8 метровъ, погруженный своимъ открытымъ концомъ въ грязную воду. Другая вѣтвь устроена въ видѣ спусковой трубы, идущей отъ верха цилиндра и оканчивающейся подѣ уровнемъ отводнаго бассейна. Вверху къ цилиндру сифона придѣлана трубка, соединенная съ проводомъ отъ разрѣжающаго воздушнаго насоса на высотѣ 11 метр. надъ уровнемъ воды (чтобы вода не могла попадать въ воздушную трубку и портить воздушный насосъ). При разрѣженіи воздуха въ сифонѣ грязная вода вслѣдствіе давленія атмосферы, изъ колодца постепенно поднимается по восходящей вѣтви сифона, пока не достигнетъ спусковой трубы; затѣмъ сифонъ уже работаетъ самъ собою (черт. 945—946).

Скорость поднятія воды въ цилиндрѣ, сообразно съ коей долженъ быть регулированъ притокъ воды, опредѣляется разницею по-

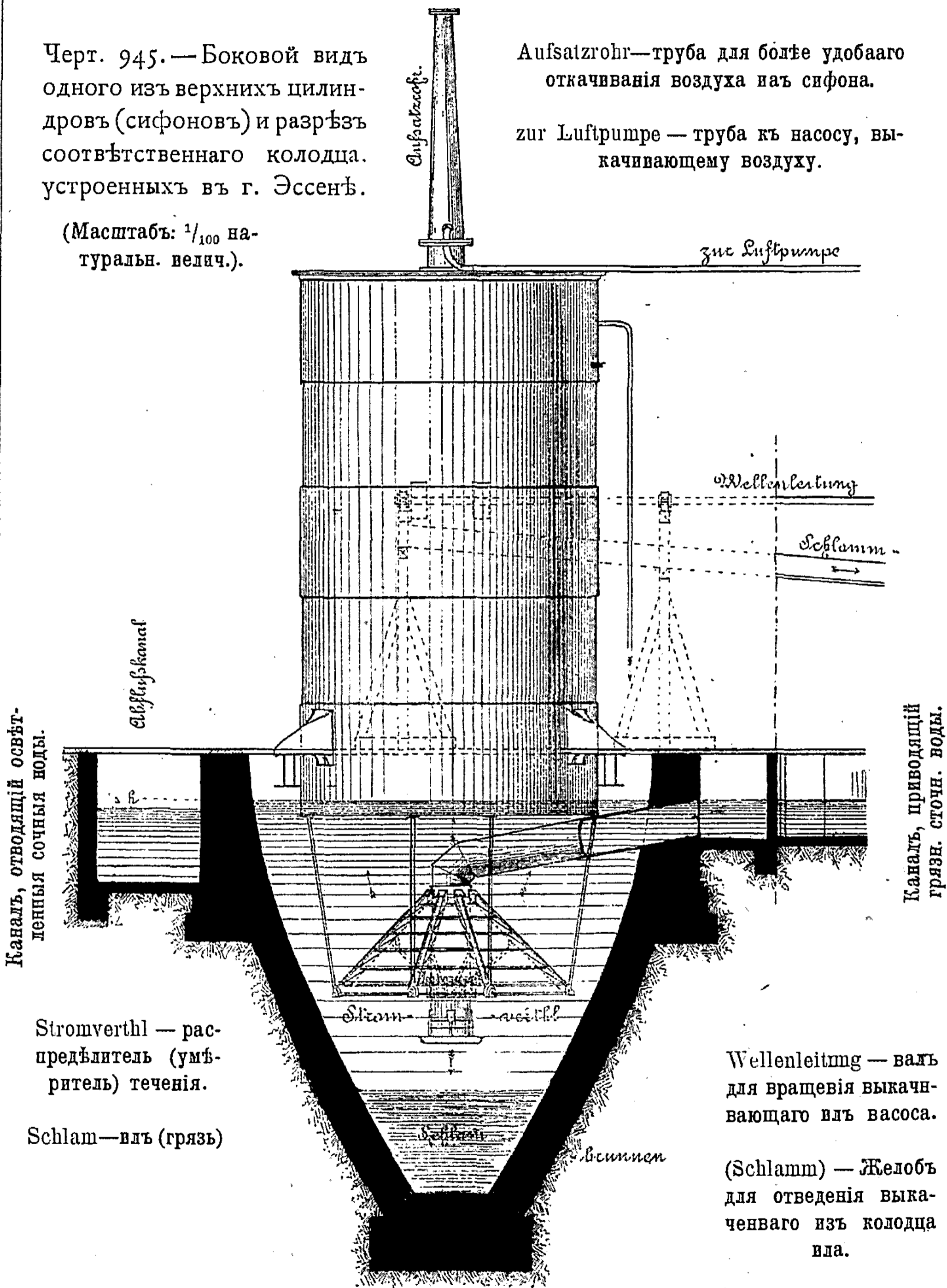
**Очистка сточныхъ водъ по способу Röckner-Rothe.**

Черт. 945. — Боковой видъ одного изъ верхнихъ цилиндровъ (сифоновъ) и разрѣзъ соответственнаго колодца, устроенныхъ въ г. Эссенѣ.

(Масштабъ:  $\frac{1}{100}$  натуральн. велич.).

Aufsatzrohr — труба для болѣе удобнаго откачиванія воздуха наъ сифона.

zur Luftpumpe — труба къ насосу, выкачивающему воздуху.



zur Luftpumpe

Wellenleitung

Schlamm

Abflusskanal

Каналъ, отводящій освѣ-  
ленные сочныя воды.

Каналъ, приводящій  
грязн. сточн. воды.

Stromverthl — рас-  
предѣлитель (умѣ-  
ритель) теченія.

Schlamm — влѣ (грязь)

Wellenleitung — валъ  
для вращенія выкачн-  
вающего влѣ насоса.

(Schlamm) — Желобъ  
для отведенія выка-  
ченнаго изъ колодца  
влѣ.

Примѣчаніе. Черт. изъ Vierteljahrschrift für öff. Gesundheitspflege, XIX.

перечныхъ сѣченій цилиндра и спусковой трубы и регулируется помощью особой задвижки въ спусковой трубѣ. По опытамъ эта скорость при условіи достиженія полнаго освѣтленія воды составляетъ отъ 2 до 9 мм.

Какъ ни простъ принципъ описываемаго способа, но въ примѣненіи его къ практикѣ пришлось преодолѣть трудности, заключавшіяся въ достиженіи спокойнаго и равномернаго движенія воды во всемъ цилиндрѣ сифона.

Для этой цѣли грязная вода вступаетъ черезъ трубу близъ дна колодца въ особую воронку, которая имѣетъ стѣны изъ наклонно положенныхъ пластинокъ съ обшивкою въ видѣ жалюзи. Чтобы подняться вверхъ вода должна проходить сквозь узкія щели воронки, что вызываетъ замедленіе скорости движенія и осажденія взвѣшенныхъ частицъ. Кромѣ того въ верхней части цилиндра устроена особой конструкціи крыша, заставляющая воду сливаться тонкимъ слоемъ для попаданія въ отводное отверстіе спускной трубы и не допускающая вихреобразныхъ движеній и сильныхъ теченій воды при прибыли и убыли ея.

Процессъ очистки слѣдующій:

Притекающая изъ городской сѣти вода сначала пропускается черезъ сита, которыя заполняютъ поперечное сѣченіе въ концѣ отводнаго коллектора: такъ задерживаются всѣ значительныя плаваюція тѣла. Затѣмъ вода поступаетъ въ особый осадочный бассейнъ, который раздѣленъ пополамъ стѣною; вода съ замедленною скоростью опускается въ одной половинѣ и по осажденіи болѣе твердыхъ частей поднимается во второй. Песокъ и болѣе грубый илъ вынимается черпачнымъ приспособленіемъ, не опоражнивая бассейна и не нарушая хода очистки.

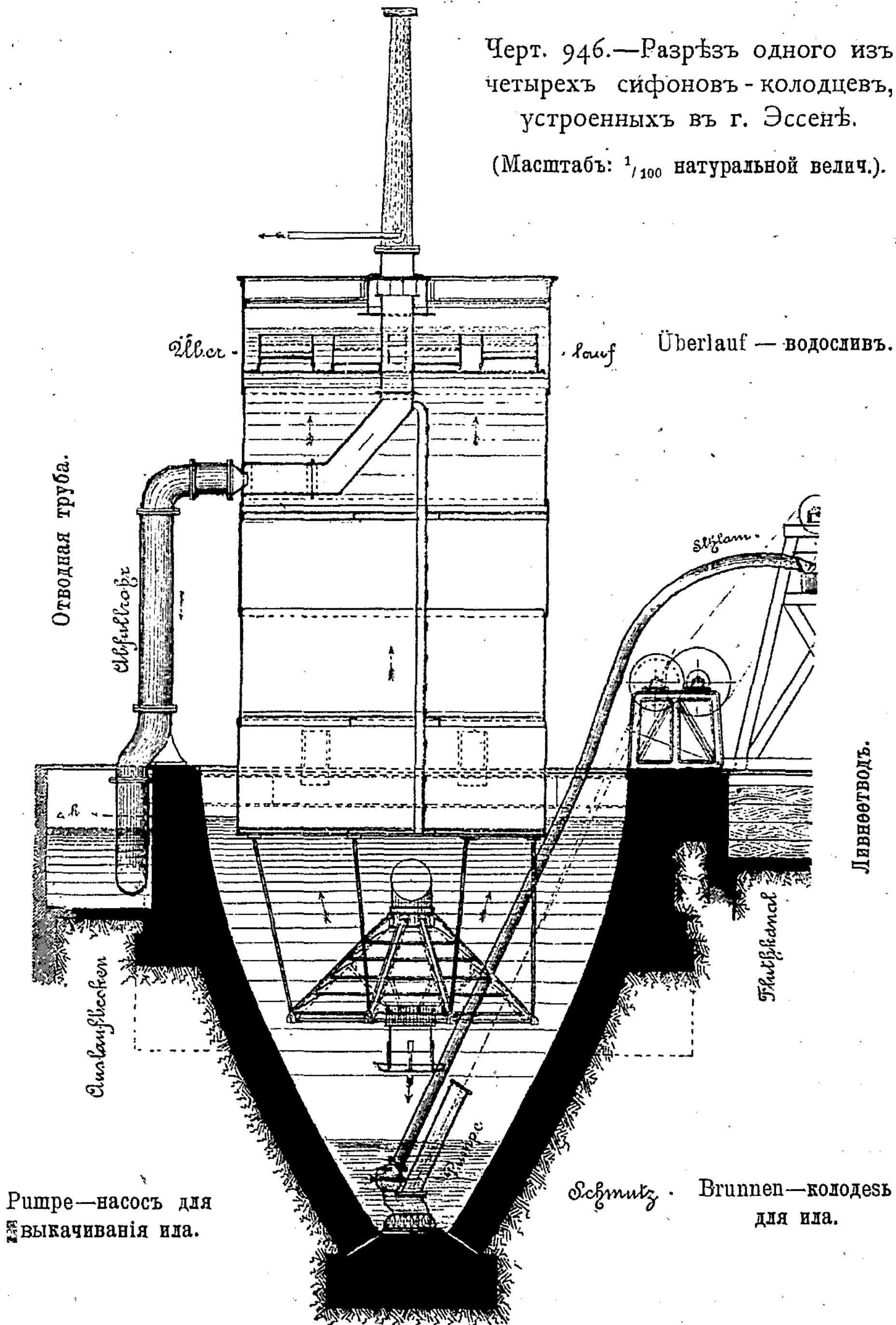
Вода, поднявшаяся вверхъ во второй половинѣ осадочнаго бассейна, переходитъ въ каналъ, куда также притекаютъ сначала известковое молоко, а потомъ и другіе химическіе препараты; притокъ ихъ регулируется автоматически. Въ этомъ каналѣ устроены препятствія теченію воды, расположенныя зигзагообразно; смѣсь должна принять потому змѣеобразное движеніе, а черезъ это происходитъ тѣснѣйшее смѣшеніе грязной воды съ химическими реактивами и обуславливается вполне достаточный доступъ атмосфернаго воздуха.

Переработанная такимъ образомъ смѣсь попадаетъ въ колодцы подъ сифонами.

**Очистка сточныхъ водъ по способу Röckner-Rothe.**

Черт. 946.—Разрѣзъ одного изъ четырехъ сифоновъ - колодцевъ, устроенныхъ въ г. Эссенѣ.

(Масштабъ:  $\frac{1}{100}$  натуральной велич.).



Примѣчаніе. Черт. изъ Vierteljahrsschrift für öff. Gesundheitspflege, XIX.

При каждомъ водоспускѣ въ колодцы устроены затворы, чтобы можно было, когда нужно, изолировать каждый сифонъ. Со вступленіемъ воды въ колодезь болѣе тяжелыя части тотчасъ опускаются на дно. Во время продолжительнаго спокойнаго поднитія въ цилиндрѣ сифона происходитъ мало-по-малу осажденіе болѣе тяжелыхъ частицъ, бывшихъ въ сточной водѣ и новыхъ соединеній, образующихся вслѣдствіе химическихъ реакцій; такимъ образомъ мало-по-малу въ колодцѣ и въ нижней части цилиндра образуются слои ила, которые представляютъ для слѣдующей притекающей воды родъ фильтра. Въ этой постоянной борьбѣ поднимающейся грязной воды и опускающихся слоевъ ила, насыщенныхъ накопившимися въ нихъ реактивами, заключается залогъ наиболѣе полного дѣйствія химическихъ препаратовъ.

Илъ осѣдаетъ сперва на воронкѣ. По мѣрѣ накопленія слои ила сваливаются съ воронки на дно бассейна, откуда *безъ нарушенія процесса освѣтленія* удаляются насосами въ особыя бассейны, гдѣ илъ высыхаетъ.

Для регулированія количества притока химическихъ продуктовъ устроено особое автоматическое приспособленіе: движеніе поплавка помощью цѣпей передается клапану, открывающему большій или меньшій притокъ химическимъ реактивамъ. Такъ какъ притекающая грязная вода измѣняется въ теченіи дня и качественно (отъ 12 ч. ночи до 4 ч. утра она чище, чѣмъ въ теченіе дня), то приходится и въ этомъ отношеніи регулировать химическіе препараты, что дѣлается уже ручными приспособленіями.

Гигиеническія преимущества описанныхъ устройствъ гор. Эссена состоятъ въ томъ, что:

1) осажденіе и освѣтленіе происходитъ въ замкнутомъ пространствѣ съ малою площадью;

2) при фильтраціи въ вакуумѣ происходитъ отдѣленіе газовъ изъ грязной воды и эти газы, поступая въ воздушную трубку, отводятся въ пламя паровыхъ машинъ и такимъ образомъ дѣлаются безвредными, вслѣдствіе чего зловонія никакого не бываетъ;

3) очищеніе сточныхъ водъ достигается относительно очень совершенное (см. выше).

4) илъ осаждающійся въ колодцѣ можетъ быть удаляемъ постоянно — безъ перерыва дѣйствія всего устройства, тогда какъ въ

осадочныхъ бассейнахъ Франкфуртскаго типа необходимо предварительно осушить бассейнъ.

Что же касается расходовъ, то по нечисленію проф. Arnold'a стоимость эксплуатаціи описанныхъ снарядовъ составляетъ 1 пфепигъ на 1 куб. метръ очищенной воды.

Общая стоимость очистительныхъ сооружений Эссена, представленныхъ на чертежахъ 945 и 946 и состоящихъ изъ 4 аппаратовъ подобныхъ описанному, каждый съ очистительной способностью въ 4500 куб. метровъ воды въ сутки равна 240.000 герм. марокъ.

### § 185. Торфяной фильтръ Петри и способъ Дегенера.

Комбинацію химическаго и механическаго способа очищенія сточныхъ водъ представляетъ и предложенная докторомъ Петри фильтрація ихъ черезъ торфъ, съ послѣдующей обработкой сѣрнокислымъ глиноземомъ, мѣднымъ купоросомъ и гашеною извѣстью.

Примѣромъ примѣненія системы Петри можетъ служить приспособленіе, представленное на черт. 947 и 948 и устроенное изобрѣтателемъ въ одной изъ германскихъ тюремъ для очистки грязныхъ водъ отъ населенія въ 2.000 человекъ. (См. стр. 36 и 37 — «Системы канализаціи городовъ и способы очистки грязной канализаціонной воды». Технолога А. Х. Мейра. Кіевъ. 1887. 62 стр. 15 таблицъ чертежей). Грязная вода поступаетъ въ бассейнъ *a*, въ которомъ насыпанъ слой торфа въ крупныхъ кускахъ съ откосомъ 1:2. Просачиваясь сквозь торфъ въ горизонтальномъ направленіи, вода стекаетъ (черт. 947) черезъ дырчатые стѣны бассейна въ верхній каналъ *b*, по которому направляется въ нижній каналъ *c* (черт. 948), раздѣленный вертикальными стѣнами на четыре части.

Стѣны эти поставлены такъ, что двѣ не доходятъ до пола, а двѣ сплошныя—имѣютъ пониженный верхній край. Вслѣдствіе этого вода движется по извилистому пути, показанному стрѣлками.

Въ грязную воду, освобожденную фильтромъ отъ крупныхъ плавающихъ примѣсей, вступающую въ каналъ *c*, впускаютъ стаю извѣстковаго молока; смѣшеніе происходитъ при движеніи по вышеуказанному извилистому пути. Изъ канала *c* смѣсь переходитъ въ резервуаръ *d*, служащій отстойнымъ бассейномъ, откуда она, переливаясь черезъ новый сливъ, поступаетъ въ фильтръ *f*, наполненный



торфомъ. Переливаніе изъ *d* въ *f* совершается тонкимъ слоемъ, при чемъ вода находится въ соприкосновеніи съ воздухомъ. Изъ фильтра *f* очищенная вода вытекаетъ по трубѣ *g*. Первый фильтръ *a* покрытъ деревянными рейками, на которыхъ для уменьшенія запаха разложены куски торфа, пропитанные карболовой кислотой. Опыты показали, что торфъ въ первомъ фильтрѣ послѣ 7 мѣсяцевъ нужно было перемѣнить.

По вычисленію изобрѣтателя на каждого жителя необходимо 0,043 кв. метровъ площади всѣхъ бассейновъ.

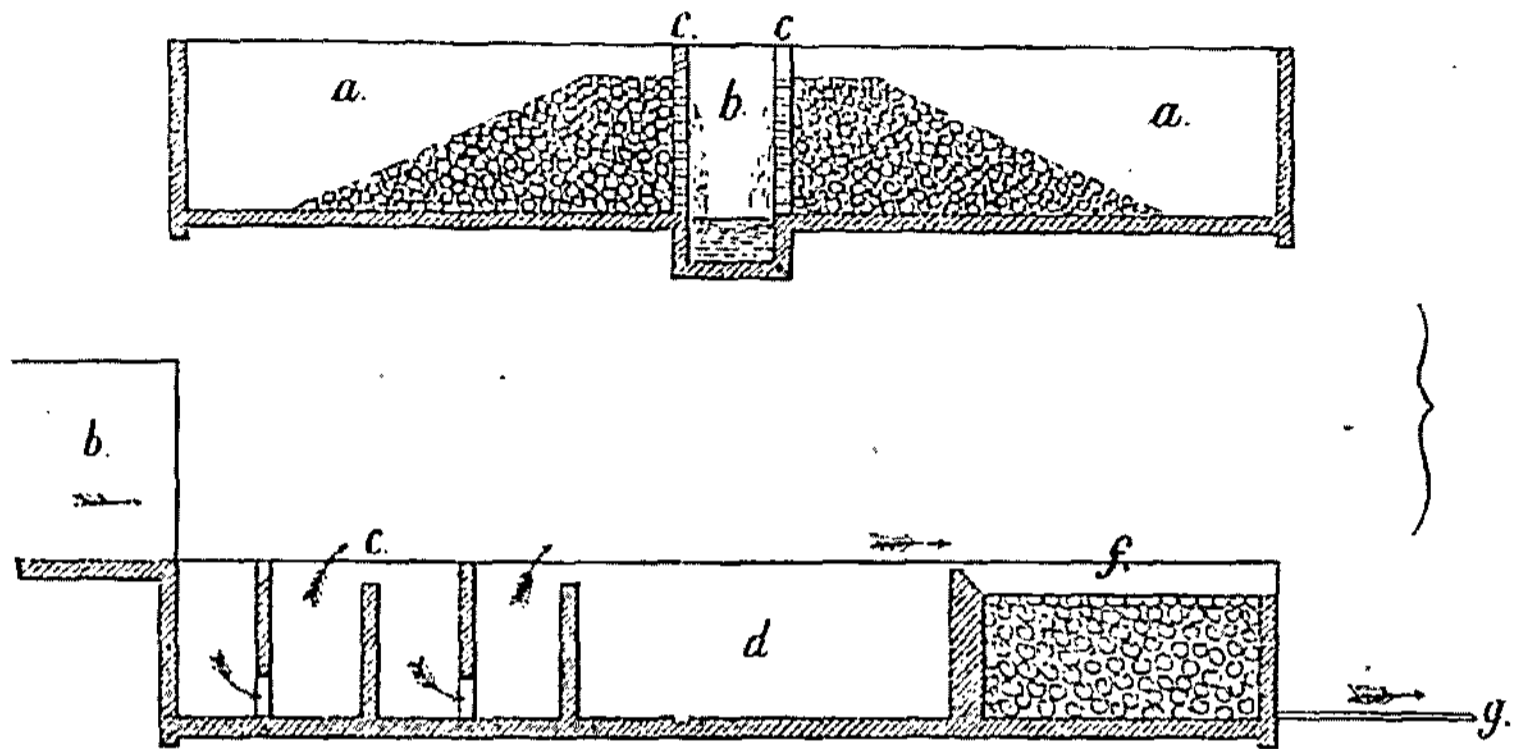
Торфъ, бывшій въ фильтрахъ, выпущенный на воздухъ, можетъ употребляться для топки печей.

Торфяной фильтръ Петри имѣетъ, какъ мы видѣли, ту особенность, что подлежащія очисткѣ воды проникаютъ въ него съ боку; этимъ, по мнѣнію Петри, избѣгается быстрая закупорка поръ фильтра, неизбежная при восходящей или нисходящей фильтраціи. По собственнымъ словамъ Петри, однако, сточная вода, прошедшая черезъ этотъ фильтръ, получается мутною и дѣлается прозрачною только послѣ химической обработки въ осадочномъ бассейнѣ, которой Петри придаетъ весьма важное значеніе.

Критическій разборъ, которому система Петри подвергалась со стороны инженера Reschke, принимавшаго дѣятельное участіе въ постройкѣ фильтровъ и въ наблюденіяхъ за ихъ дѣйствіемъ, показываетъ, что эта система не оправдываетъ надеждъ, возлагаемыхъ на нее изобрѣтателемъ: по словамъ Пешке, фильтратъ изъ-подъ торфянаго фильтра бываетъ всегда мутенъ, крайне вонючъ, темно-желтаго или коричневаго цвѣта, содержитъ массу амміака, сѣроводорода и органическихъ веществъ въ стадіи разложенія; точно также отрицательно выражается Пешке и относительно пользы послѣдующей химической обработки этого фильтрата и относительно земледобрительнаго достоинства какъ торфа, такъ и получаемого въ осадочномъ бассейнѣ отстоя.

Ярымъ защитникомъ системы Петри выступилъ Кнауфъ, по мнѣнію котораго достоинство этой системы заключается именно въ раздѣленіи процесса очистки сточныхъ водъ на 2 приѣма—на удаленіе взвѣшенныхъ примѣсей торфянымъ фильтромъ и на послѣдующее просвѣтленіе воды химическими средствами; при исключительно-химической обработкѣ,—говоритъ онъ,—получается всегда масса плот-

Торфяной фильтр Петри.



Черт. 947. — Поперечный разрезъ верхняго фильтра.

Черт. 948. — Продольный разрезъ нижняго канала и фильтра.

*a*—верхній торфяной фильтръ;

*b*—верхній отводной каналъ;

*c*—дырчатая стѣны, отдѣляющія верхній фильтръ отъ верхняго канала;

*C*—нижній отводной каналъ съ извилистымъ движеніемъ сточной воды и смѣниваніемъ послѣдней съ известковымъ молокомъ;

*d*—отстойный бассейнъ;

*f*—нижній торфяной фильтръ;

*g*—отводная труба.

Примѣчаніе. Черт. изъ соч. Мейера — „Системы канализаціи городовъ“. 1887.

наго осадка, удаленіе и утилизація котораго представляютъ большія затрудненія; такъ что желательнo получать его по возможности меньше, и эта именно цѣль достигается предварительномъ прохожденіемъ грязныхъ водъ черезъ торфяной фильтръ; послѣдній, по мнѣнію Кнауфа, долженъ быть сдѣланъ изъ смолистаго торфа, такъ какъ торфяной войлокъ постоянно всплываетъ на поверхность и представляетъ большое препятствіе для фильтраціи. Однако, какъ слова самаго Кнауфа, такъ и приводимые имъ анализы Бишофа, убѣждаютъ въ томъ, что торфяной фильтръ дѣйствительно обнаруживаетъ слабое поглощающее дѣйствіе на растворенныя составныя части кловачной жидкости, а задерживаетъ только механическія примѣси. А если это такъ, то, по мнѣнію проф. Эрисмана, и земледобрительное достоинство бывшаго въ употребленіи торфа едва ли можетъ быть на столько велико, чтобы этимъ оправдывалось примѣненіе на практикѣ торфяныхъ фильтровъ, когда та же цѣль, которая здѣсь преслѣдуется, можетъ быть достигнута болѣе простыми способами, напр. вышеописанною системою Рокнеръ-Роте или повѣйшимъ способомъ примѣненія торфа предложеннымъ приватъ-доцентомъ Дегенеромъ пзъ Брауишвейга и названымъ имъ «гумусовымъ способомъ». Онъ состоитъ въ томъ, что къ сточнымъ водамъ прибавляется каша изъ растертаго съ водою торфа или бураго угля и для усиленія осаждающаго дѣйствія желѣзная соль.

Торфъ, поглощаетъ органическія вещества, хотя способность эта съ теченіемъ времени по насыщеніи торфа прекращается, почему торфяные фильтры, напримѣръ, въ скоромъ времени перестаютъ очищать воду. Здѣсь же работаетъ всегда свѣжій торфъ или бурый уголь, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, попадая въ осадокъ, онъ способствуетъ консервированію органическихъ веществъ и, съ другой стороны, придаетъ осадкамъ извѣстную горючесть.

Желѣзныя соединенія вводятся для того, чтобы усилить освѣтленіе и освободить жидкость при содѣйствіи небольшого фильтра отъ плавающихъ торфяныхъ частицъ. На 1 куб. метр. сточныхъ водъ берется 1 килогр. бураго угля и 0,17 килогр. желѣзнаго купороса. Освѣтленіе происходитъ совершенное, и, кромѣ того, по опытамъ Проскауера, содержаніе органическихъ веществъ уменьшается отъ 80 до 90<sup>0</sup>/. Главное достоинство этого способа то, что осадки отъ очищенія, освобожденные отъ избытка воды посредствомъ

фильтръ-прессовъ, не только болѣе пригодны для удобренія, чѣмъ при осажденіи известью, но могутъ употребляться, какъ топливо въ паровыхъ котлахъ при чемъ тепловой эффектъ ихъ равенъ  $\frac{1}{3}$  каменнаго угля. Точно также оказалось возможнымъ сухой перегонкой или въ ретортахъ получать изъ него свѣтильный газъ такого же качества, какъ пзъ каменнаго угля.

Бактеріи при способѣ Дегенера не уничтожаются совершенно, поэтому для дезинфекціи въ случаѣ надобности, напр., при эпидеміяхъ, освѣтленная жидкость обрабатывается еще разъ ѣдкой известью (0,05%) или еще лучше хлорной известью (0,0015%). Стоимость очищенія составляетъ по имѣющимся свѣдѣніямъ въ Потсдамѣ 1,40 марки на человѣка въ годъ, но изобрѣтатель надѣется въ дальнѣйшемъ усовершенствованіи понизить стоимость еще отъ 25 до 40%, такъ что онъ обойдется не дороже другихъ химическихъ способовъ.

Способъ этотъ въ настоящее время нельзя считать окончательно разработаннымъ, но изъ результатовъ дѣятельности тѣхъ станцій, гдѣ онъ примѣненъ, выяснено, что жидкость вытекаетъ вполне прозрачная и по малому содержанію органическихъ веществъ не уступающая дренажной водѣ съ полей орошенія, и, кромѣ того, что прессованный илъ возможно упогреблять, какъ топливо. Какое значеніе придается этому способу въ Германіи, можно видѣть изъ того, что считавшаяся до сего времени лучшая очистительная система «Рекнеръ-Роте», замѣняется теперь въ Потсдамѣ и Эссенѣ обработкой, по Дегенеру, бурнымъ углемъ и желѣзной солью въ аппаратахъ Роте, почему вся система носитъ названіе «Дегенеръ-Роте». (См. докладъ Горбачева, IV Водопр. Съѣздъ, 1899 г.).

### **§ 186. Условія необходимости очистки сточныхъ (городскихъ и фабричныхъ) водъ передъ спускомъ ихъ въ рѣки.**

Въ виду того, что очистка сточныхъ водъ требуетъ сложныхъ и дорогостоящихъ сооружений, невольно является вопросъ какіе результаты ими достигаются, — дѣйствительно ли дезинфицируется этимъ сточная вода, дѣйствительно ли уничтожаются случайно находящіяся въ ней специфическія болѣзнетворныя начала, или же происходитъ только дезодоризація ея, т. е. лишеніе ея дурнаго за-

паха и т. д. Собственно о дезинфекціи въ смыслѣ уничтоженія патогенныхъ микроорганизмовъ, здѣсь, по мнѣнію специалистовъ Эрисманъ едва ли можетъ быть рѣчь? Вообще дезинфекція клоачной жидкости представляется едва ли практически исполнимою: вѣдь для этого нужно было бы по выраженію проф. Эрисмана «превратить все содержимое городскихъ водостоковъ въ 5 %-ный растворъ карболовой кислоты или въ 1 %-ный растворъ сулемы» и т. д., для чего потребовались бы такія количества дезинфекціонныхъ средствъ и такіе огромные расходы. Для дезинфекціи экскрементовъ 100-тысячнаго населенія потребовалось бы карболовой кислоты на 3.000 руб., а сулемы на 3.500 р. въ день, что не подъ силу ни одному городскому обществу на свѣтѣ. Стало бытъ приходится удовольствоваться болѣе скромнымъ результатомъ, состоящимъ въ удаленіи плотныхъ примѣсей, въ освѣтленіи жидкости и нѣкоторой задержкѣ процесса разложенія, причемъ даже этотъ результатъ достигается весьма дорогою цѣной, ибо приспособленія для такой очистки клоачной жидкости требуютъ не только единовременной большой затраты, но и ежегоднаго весьма значительнаго расхода.

При подобномъ очищеніи спускаемой въ рѣки клоачной жидкости видимое загрязненіе рѣчной воды уменьшится и произойдетъ меньше неудобствъ, нежели отъ непосредственнаго спуска содержамаго водостоковъ; но, съ другой стороны, нельзя не подумать и о томъ, окупается ли финансовое бремя, налагаемое этимъ на городское населеніе, — санитарною выгодой, представляемою далеко не полной очисткой клоачной воды? Этотъ вопросъ, конечно, не можетъ быть рѣшаемъ *in abstracto*; онъ долженъ быть обсуждаемъ въ каждомъ данномъ случаѣ, въ общей связи со всѣми тѣми условіями, которыя представляетъ данная мѣстность, причемъ главнымъ образомъ должно быть принимаемо во вниманіе отношеніе, существующее между величиной города (т. е. между количествомъ удаляемыхъ изъ него грязныхъ водъ) съ одной стороны и степенью многоводности и быстротой теченія рѣки — съ другой. Въ этомъ направленіи особый интересъ представляетъ резолюція, принятая обществомъ нѣмецкихъ гигиенистовъ, по данному вопросу, на съѣздѣ въ Бреславлѣ въ 1886 г.: «Въ общемъ слѣдуетъ стремиться къ очищенію содержамаго городскихъ водостоковъ раньше спуска его въ рѣки, но, принимая во вниманіе современное положеніе техники и значительную стоим-

мость очищенія сточныхъ водъ, слѣдуетъ требовать его только тамъ, гдѣ въ противномъ случаѣ можетъ произойти санитарный вредъ, и лишь въ такихъ размѣрахъ, которые необходимы для устраненія этого вреда»

Но если можно еще колебаться въ присутствіи большихъ иногда непосильныхъ затратъ, при рѣшеніи вопроса объ очисткѣ ватерклозетныхъ, домовыхъ и уличныхъ водъ, то едвали можетъ быть допустимо сомнѣніе въ безусловной необходимости предварительной очистки водъ фабричныхъ. Мы видѣли, что воды эти въ большинствѣ случаевъ крайне вредны для здоровья и кромѣ того содержащіяся въ нихъ ядовитыя вещества представляютъ собой стойкія соединенія, не легко разрушающіяся и не быстро теряющія свои токсическія свойства. Требованіе объ очисткѣ фабричныхъ водъ предъ спускомъ ихъ въ рѣки должно быть ставимо категорически, подобно тому какъ это дѣлается все съ большей и большей настойчивостью въ Германіи и Англии. Осуществленіе этого требованія не представляетъ къ тому же особыхъ затрудненій для фабрикъ и въ настоящее время имѣется уже цѣлый рядъ научно выработанныхъ методовъ обезвреживанія фабричныхъ водъ разныхъ происхожденій. (См. между прочимъ въ числѣ новѣйшихъ работъ по этому вопросу—R. A. Tatton—The Purification of Water after its Use in Manufactories»—Min. of Proc. C. S. Vol. CXL—1900).

---

## ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ.

### Очистка сточныхъ водъ посредствомъ почвы, растительности и бактерій.

СОДЕРЖАНИЕ: § 187. Очистительныя свойства почвы какъ фильтра.—§ 188. Практическія затрудненія въ примѣненіи очистки сточныхъ водъ фильтраціей и соединеніе фильтраціи съ орошеніемъ.—§ 189. Основныя черты очистительнаго процесса при орошеніи.—§ 190. Значеніе состава почвы и отношеніе между количествомъ сточныхъ водъ и орошаемой поверхностью.—§ 191. Сооруженія для отвода сточныхъ водъ на поля.—§ 192. Поля для орошенія и ихъ устройство. — § 193. Зимнее орошеніе и зимніе бассейны. — § 194. Значеніе орошаемыхъ сточными водами полей въ санитарномъ отношеніи и стоимость ирригаціоннаго способа очистки.—§ 195. Бактеріолізъ.

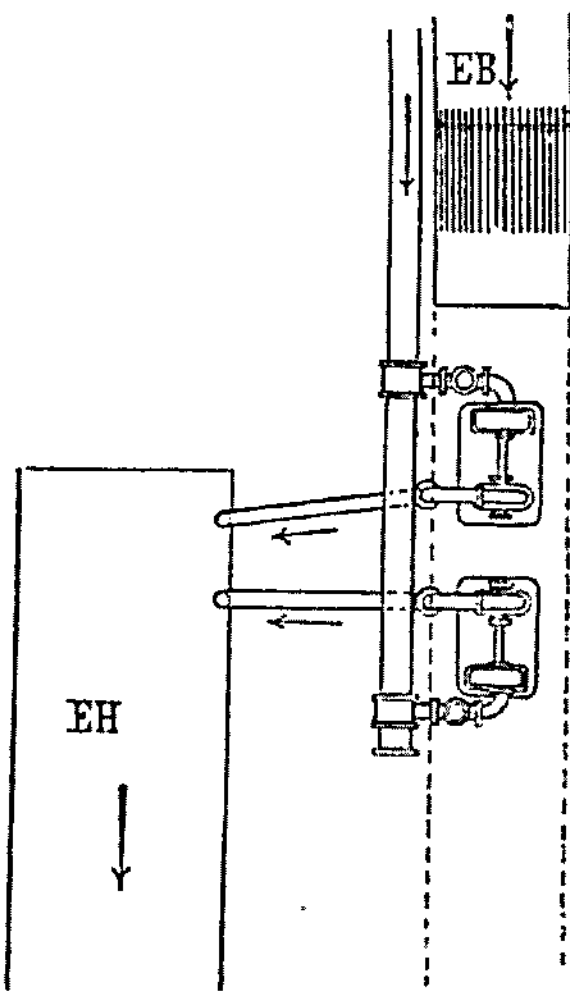
#### § 187. Очистительныя свойства почвы, какъ фильтра.

Очищеніе клоачной жидкости *посредствомъ фильтраціи* черезъ *почву* основано на слѣдующемъ явленіи: если на достаточно толстый слой пористой лишенной растительности почвы налить жидкость, содержащую постороннія вещества какъ въ растворѣ, такъ и въ взвѣшенномъ видѣ, то почва поглощаетъ и задерживаетъ эти вещества, причемъ степень поглощенія отчасти зависитъ отъ особенностей почвы и наливаемой на нее жидкости, отчасти же обусловливается количествомъ и концентраціей послѣдней, а также и продолжительностью ея соприкосновенія съ почвой.

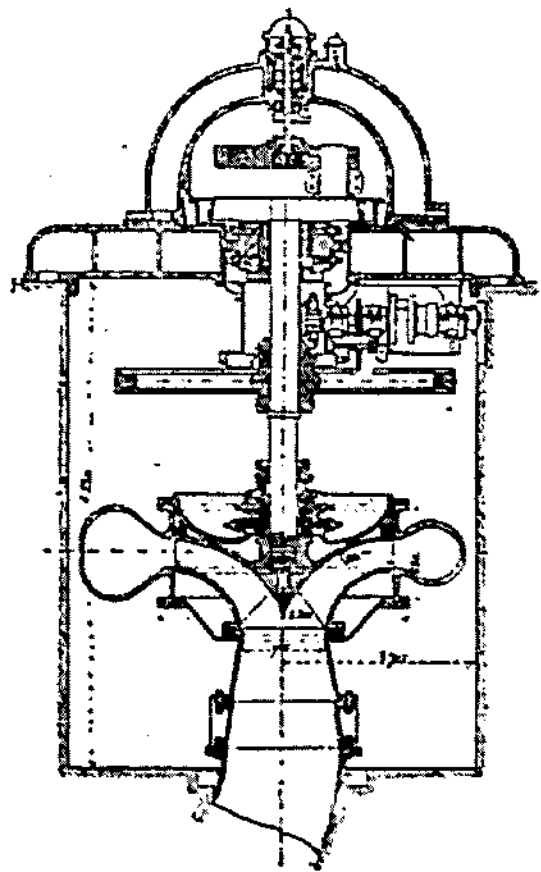
Легче всего задерживаются почвой вещества, механически примѣшанныя къ наливаемой на нее жидкости. Но поглощающее дѣйствіе почвы распространяется и на растворенныя составныя части воды органическаго происхожденія, и это дѣйствіе почвы объясняется отчасти химическимъ сродствомъ извѣстныхъ составныхъ элементовъ

Н а с о с н ы я с т а н ц и я .

Канализація города Парижа.



Черт. 949.



Черт. 950.

Черт. 935. — Планъ расположенія небольшихъ насосныхъ станцій г. Парижа (Mazas, Cité). *EB* — коллекторъ низкаго уровня, изъ коего сточныя воды перекачиваются въ *EH* — коллекторъ высокаго уровня. Перекачиваніе совершается посредствомъ центробѣжныхъ помпъ съ горизонтальной осью, поставленныхъ подѣ *EB*. Помпы приводятся въ движеніе сидящими на одной съ ними осн турбинами, работающими водой городского водоснабженія (труба параллельна коллектору *EB*). Рѣшетка въ *EB* задерживаетъ болѣе значительныя плаваюція тѣла.

Черт. 936. — Большая центробѣжная помпа большой насосной станціи въ Клиши съ вертикальной осью, приводимая въ дѣйствіе горизонтальными паровыми машинами. Каждая помпа подаетъ 1500 литровъ воды въ секунду. Диаметръ турбины помпы 1,920 метровъ.



ея съ нѣкоторыми органическими веществами, отчасти же физическимъ притяженіемъ, которое обнаруживаютъ частицы почвы и которое называется тѣмъ сильнѣе и энергичнѣе, чѣмъ меньше діаметръ отдѣльныхъ почвенныхъ частицъ и чѣмъ больше, слѣдовательно, становится притягивающая поверхность.

Почва, однако, не только задерживаетъ взвѣшенные и растворенныя вещества, но она еще перерабатываетъ ихъ, причемъ происходятъ процессы расщепленія и окисленія, которые совершаются частью при помощи кислорода почвеннаго воздуха (нитрификація), частью же при содѣйствіи нѣзшихъ организмовъ аерообныхъ и анаерообныхъ бактерій (бактеріолизъ) и которые, въ концѣ концовъ, ведутъ къ полной минерализаціи органическаго вещества. На этомъ и основывается столь важное для обезвреживанія клоачной жидкости черезъ фильтрацію «дезинфицирующее» свойство почвы.

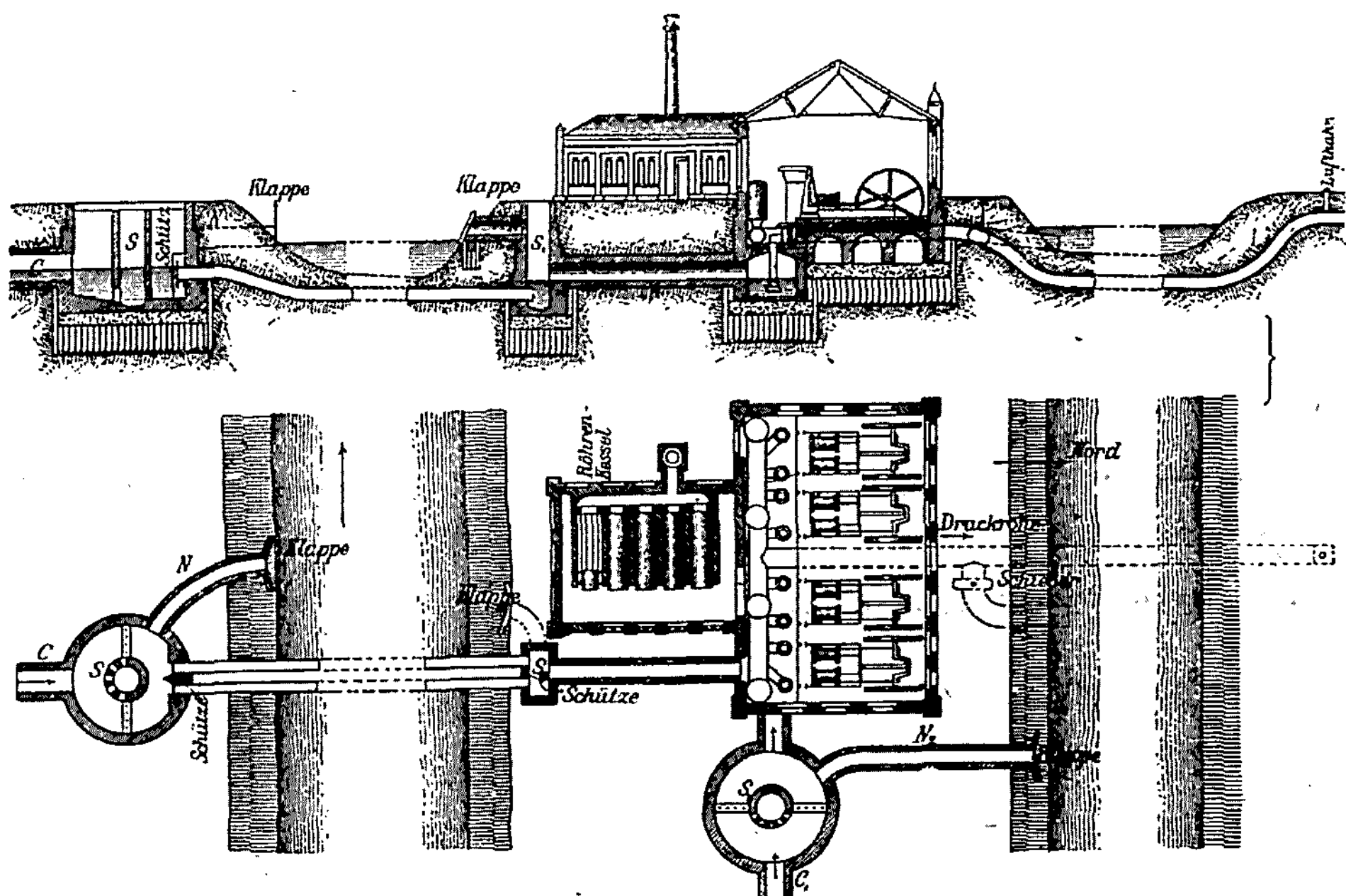
Наилучшее условіе для фильтраціи представляетъ почва рыхлая, состоящая изъ мелкаго песка, съ примѣсью глины, и имѣющая хорошей естественный дренажъ. Сама фильтрація должна производиться не непрерывно, а съ опредѣленными интервалами (перемежающаяся фильтрація), чтобы дать воздуху возможность проникнуть въ поры почвы и ускорить разложеніе накопившихся тамъ органическихъ веществъ. Но такъ какъ, даже при соблюденіи этого условія, почвенныя поры мало-по-малу засоряются, то, чтобы возвратить почвѣ прежнюю проходимость, необходимо отъ времени до времени совершенно прерывать фильтрацію и дать почвѣ возможность хорошо просохнуть; вмѣсто просушиванія можно глубоко перепахать землю. Перепахиваніе, вообще, очень полезно, для разрыхленія верхней болѣе плотной пленки, которая образуется на фильтрѣ послѣ нѣкотораго періода его дѣйствія.

Въ химическомъ отношеніи дѣйствіе почвы весьма различно: однѣ почвы нитрифицируютъ лучше, нежели другія; не всѣ одинаково хорошо задерживаютъ амміакъ, органическій азотъ и проч., обстоятельство весьма важное для очищенія клоачной жидкости, такъ и для эксплуатаціи ея въ интересахъ сельскаго хозяйства.

Пробовали также очищать фильтраціей черезъ землю (или же черезъ смѣсь золы съ шлакомъ) сточныя воды фабрикъ и заводовъ. Результаты получались удовлетворительныя, какъ показываютъ слѣдующія цифры, приводимыя профессоромъ Эрисманомъ и относя-

Н а с о с н ы я с т а н ц и и .

К а н а л и з а ц и я г о р о д а Б е р л и н а .



Черт. 951 и 952. — Разрѣзъ и планъ одного изъ типовъ насосной станціи.  $C$  и  $C_1$ —главные городскіе водостоки;  $S$  и  $S_1$ —отстойные бассейны для задерживанія песка и плавающихъ тѣлъ; грязь извлекается по мѣрѣ накопленія посредствомъ вычерпыванія чрезъ центральный колодезь, находящійся у наиболѣе пониженной точки дна;  $N$ ,  $N_1$  и  $N_2$ —ливнеотводы; Кларре — затворъ для предохраненія бассейна отъ высокихъ водъ рѣки; Druckrohr—отводная труба насосовъ, по коей грязныя воды направляются на поле; Schieber—кранъ, запирающій отростокъ отводной трубы, чрезъ который грязныя воды могутъ направляться въ рѣку; Lutzhahn — воздушный кранъ.

шіяся до грязныхъ водъ одного красильнаго заведенія, пропущенныхъ черезъ остатки каменнаго угля и золу:

|                                                   | До<br>фльтраціи. | Послѣ<br>фльтраціи. |
|---------------------------------------------------|------------------|---------------------|
| Общее количество взвѣш. и раствор. веществъ.      | 114,7            | 40,0                |
| Органическій углеродъ. . . . .                    | 11,32            | 1,76                |
| » азотъ. . . . .                                  | 0,51             | 0,16                |
| Амміакъ. . . . .                                  | 1,68             | 0,004               |
| Азотъ въ видѣ нитритовъ и нитратовъ . . . . .     | 0                | 0,41                |
| Общее количество химич. связаннаго азота. . . . . | 1,89             | 0,57                |
| Хлоръ . . . . .                                   | 7,45             | 2,75                |

Количество клоачной жидкости, которое можетъ быть очищаемо при помощи фльтраціи черезъ почву въ единицу времени, зависитъ въ значительной мѣрѣ отъ качества самой почвы. По опытамъ Фрэйклэнда, фльтрація сточной воды черезъ почву, состоящую изъ песка и мѣла, при толщинѣ слоя почвы въ 4,57 метр., даетъ хорошіе результаты, если на 1 куб. метръ почвы приходится, въ 24 часа, не болѣе 32 литровъ фльтруемой жидкости.

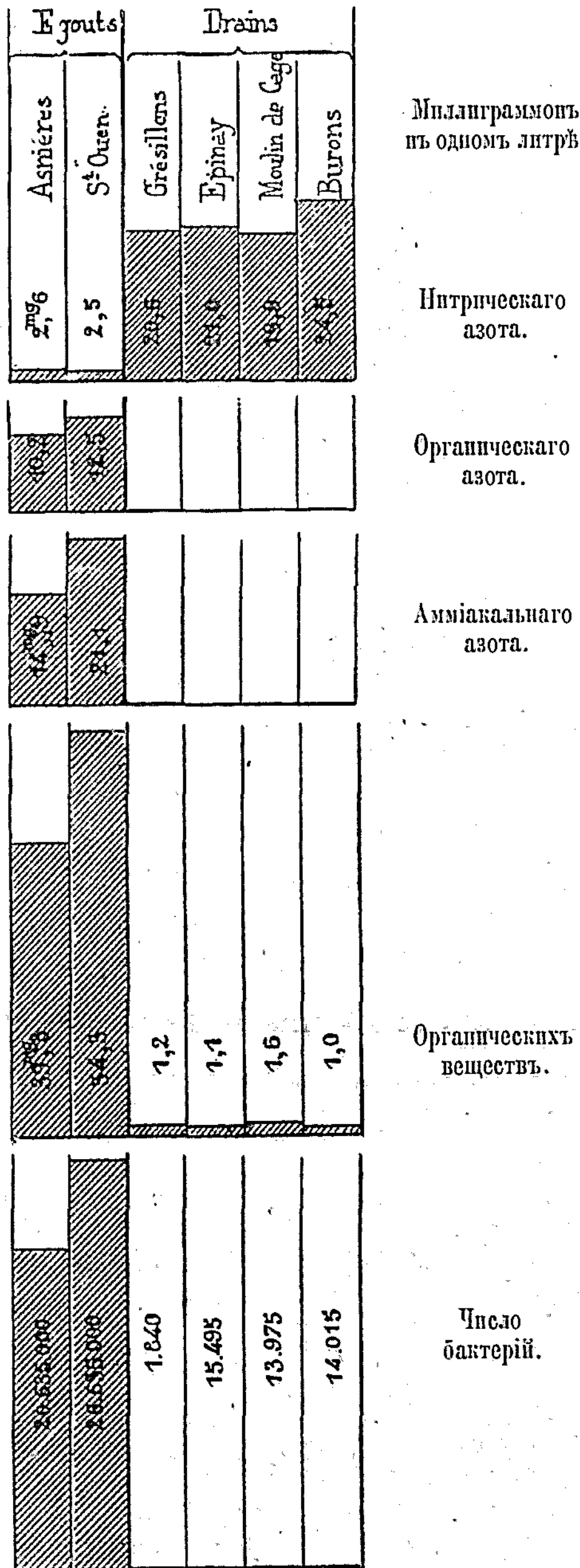
По другимъ англійскимъ даннымъ удовлетворительная очистка воды достигается, если:

|                                       |                                    |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| на 1 куб. м. легкаго песчанаго грунта | приходится не болѣе 25 л. въ 24 ч. |
| » 1 » » гравелистаго грунта           | » » 45 » » 24 »                    |
| » 1 » » легкаго глинистаго грунта     | » » 58 » » 24 »                    |

Вообще, судя по опытамъ, произведеннымъ въ Англии, можно принять, что въ среднемъ 1 куб. метръ почвы въ 24 часа достаточно очищаетъ 40 литровъ клоачной жидкости. Стало бытъ, если бы имѣемъ въ нашемъ распоряженіи скважинетый слой почвы въ 2 метра глубиной, и если предположить, что на каждаго жителя приходится въ день 120 литровъ сточной воды, то, по вышеприведенному расчету, для фльтраціи клоачной жидкости, доставляемой въ день населеніемъ въ 100.000 чел., необходимо располагать площадью земли въ 19 гектаровъ, причемъ на каждый гектаръ приходится 800 куб. метр. жидкости ежедневно; па дѣлѣ, однако, оказалось, что лучше брать меньшее количество сточной воды на единицу фультрующей поверхности и Бэйлей-Дентонъ (Bailey Duntop-Sewage purification), одинъ изъ наиболѣе опытныхъ практиковъ въ этой области въ Англии, предлагаетъ считать не болѣе 1.000 чел.

Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.

Канализация города Парижа.



Черт. 953 — 957. — Графическія изображенія результатовъ прохождения сточныхъ водъ чрезъ почвенныя олои ирригаціонныхъ полей. На чертѣхъ представленъ въ первыхъ двухъ графахъ составъ сточныхъ водъ, а въ четверохъ слѣдующихъ составъ водъ, собираемыхъ на разныхъ ирригаціонныхъ поляхъ дренажными трубами.

на 1 акръ (0,4 дес.) или 2.200 на гектаръ, причемъ ежедневно на гектаръ приходится лишь 280 куб. метр. клоачной жидкости. Въ Англіи имѣются однако примѣры городовъ, гдѣ фильтраціонныя поля очищаютъ домовыя воды по расчету до 7.000 человекъ на гектаръ (Abingdon).

Сточные воды фабрикъ очищаются труднѣе, чѣмъ жидкость изъ городскихъ водостоковъ, такъ что для фабрикъ на извѣстную объемную единицу фильтрующаго матеріала приходится брать меньше воды, чѣмъ для городовъ, примѣрно въ 2—3 раза.

Изъ изложеннаго понятно, что для успѣшной очистки городскихъ сточныхъ водъ посредствомъ фильтраціи чрезъ почву, необходимо имѣть въ своемъ распоряженіи не въ далекомъ разстояніи отъ города и на надлежащей высотѣ, земли пригодныя для этой цѣли. Земли эти должны по возможности быть ниже города, чтобы сточныя воды могли доставляться на нихъ силой тяжести безъ особыхъ водоподъемныхъ устройствъ, и чтобы отфильтрованныя воды стекали въ рѣку ниже города. Грунтъ избранныхъ полей долженъ быть достаточно плотенъ, хотя и водопроницаемъ, чтобы вода оставалась въ соприкосновеніи съ почвой достаточно долгое время, безъ чего нитрификація органическаго азота можетъ не происходить въ должной мѣрѣ.

По той же причинѣ и толщина фильтрующаго слоя (*считая отъ поверхности земли до горизонта грунтовыхъ водъ*) должна быть довольно значительна.

Считаютъ, что эта толщина не должна быть менѣе одного метра. Лучше, если она больше.

Поверхность фильтраціоннаго поля должна быть тщательно выровнена, чтобы вода распредѣлялась по ней вполне равномерно, не скопляясь мѣстами въ значительныхъ массахъ.

Предъ разливаніемъ по фильтру сточныя воды пропускаются сквозь сита, которыя задерживаютъ болѣе значительныя плавающія тѣла и иногда чрезъ водосливы, чтобы остановить наиболѣе тяжелыя взвѣшенныя.

Разливаніе воды по фильтраціонному полю должно дѣлать периодически чрезъ ровныя промежутки времени и въ одинаковыхъ каждый разъ количествахъ, причемъ толщина налитаго заразъ слоя воды не должна превосходить нѣкотораго предѣла, устаивавливаемаго опытомъ (по Bailey Duntou—0,025 метра или 250 куб. м. на гектаръ).

**Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.**

**Канализація города Одессы.**



Черт. 958. — Насосная станція и начало главнаго оросительнаго канала, проведеннаго въ насыпи (оросительнаго вала). (Зуевъ и Діагровъ.—Одесскія поля орошенія).

Промежутокъ времени между двумя послѣдовательными разли-тіями долженъ быть такъ урегулированъ, чтобы прошедшая чрезъ фильтръ вода имѣла желаемую степень чистоты.

Постоянное обводненіе фильтраціоннаго поля имѣетъ обыкновенно послѣдствіемъ поднятіе уровня грунтовыхъ водъ, что уменьшаетъ толщину фильтрующаго слоя и очистительную способность поля. Для борьбы съ этимъ неудобствомъ подъ фильтраціоннымъ полемъ дѣлается дренажная сѣть (см. курсъ Орошенія и Осушенія) болѣе или менѣе густая; такая сѣть, заложенная достаточно низко, можетъ даже увеличить фильтраціонную способность поля противъ естественнаго предѣла послѣдней.

Для поддержанія фильтраціонныхъ свойствъ поля необходимо также отъ времени до времени его перепаживать.

### **§ 188. Практическіи затрудненія въ примѣненіи очистки сточныхъ водъ фильтраціей и соединеніе фильтраціи съ орошеніемъ.**

Не смотря, однако, на хорошіе результаты, которые всегда достигаются въ лабораторіяхъ,—при фильтраціи грязной воды черезъ голую, лишенную растительности почву и на неоднократныя удачныя примѣненія этого способа на практикѣ,—широкое примѣненіе его для очищенія клоачной жидкости встрѣчаетъ немаловажныя затрудненія. Во-первыхъ, большія, голыя поверхности земли, пропитанной гніющими отбросами, возбуждаютъ нѣкоторыя опасенія съ санитарной точки зрѣнія, а во-вторыхъ, при этомъ способѣ очистки клоачной воды теряются всѣ удобрительныя составныя части ея. На этомъ основаніи города, примѣнявшіе этотъ способъ на практикѣ, обыкновенно не останавливались на чистой фильтраціи клоачной воды, а отъ времени до времени утилизировали фильтрующую поверхность для насажденія огородныхъ растеній и такимъ образомъ создали нѣчто среднее между фильтраціей и орошеніемъ, которое постепенно выработалось въ самостоятельный и крайне удобный методъ очистки сточныхъ водъ.

Вообще понятно, что теперь, когда въ употребленіи клоачной жидкости для орошенія полей (см. § 189) мы имѣемъ гораздо болѣе совершенный способъ очищенія сточныхъ водъ, чистая фильтрація послѣднихъ, какъ самостоятельный методъ, уже не практи-

Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.

Канализація города Одессы.



Черт. 959. — Ирригаціонныя поля. Оросительный канал, проведенный въ насыпи (оросительный валь). Дренажныя каналы. (Зуевъ и Діагровъ — Одесскія поля орошенія).“



куется или практикуется крайне рѣдко. Но какъ вспомогательное средство, на ряду съ орошеніемъ, она можетъ оказать хоронія услуги, въ особенности на сѣверѣ, гдѣ орошеніе не можетъ дѣйствовать въ теченіе всего года. Практикуемое въ Берлинѣ, въ зимнее время, накопленіе клоачной жидкости въ плоскихъ бассейнахъ носить на себѣ, хотя отчасти, характеръ фильтраціи, такъ какъ при этомъ рассчитывается на то, что жидкія составныя части клоачной воды будутъ уходить въ землю.

Стоимость устройства фильтраціонныхъ полей, конечно, крайне различна въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Baily Duntop считаетъ ее для Англій въ 3.000—5.000 франковъ минимумъ (покупка земли, выравниваніе поверхности, дренажъ).

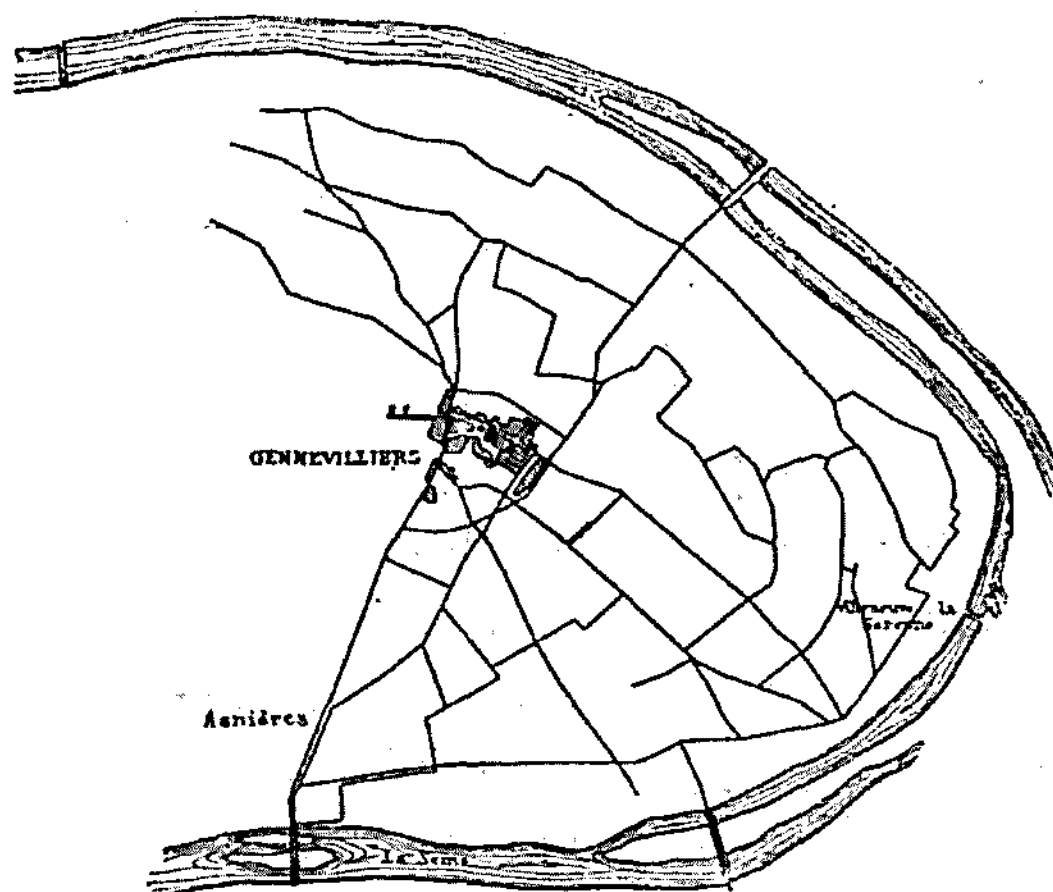
Расходы на гектаръ меньше для полей ирригаціонно-фильтраціонныхъ, но при этомъ площадь поля больше и общій расходъ выше.

## § 189. Основные черты очистительнаго процесса при орошеніи.

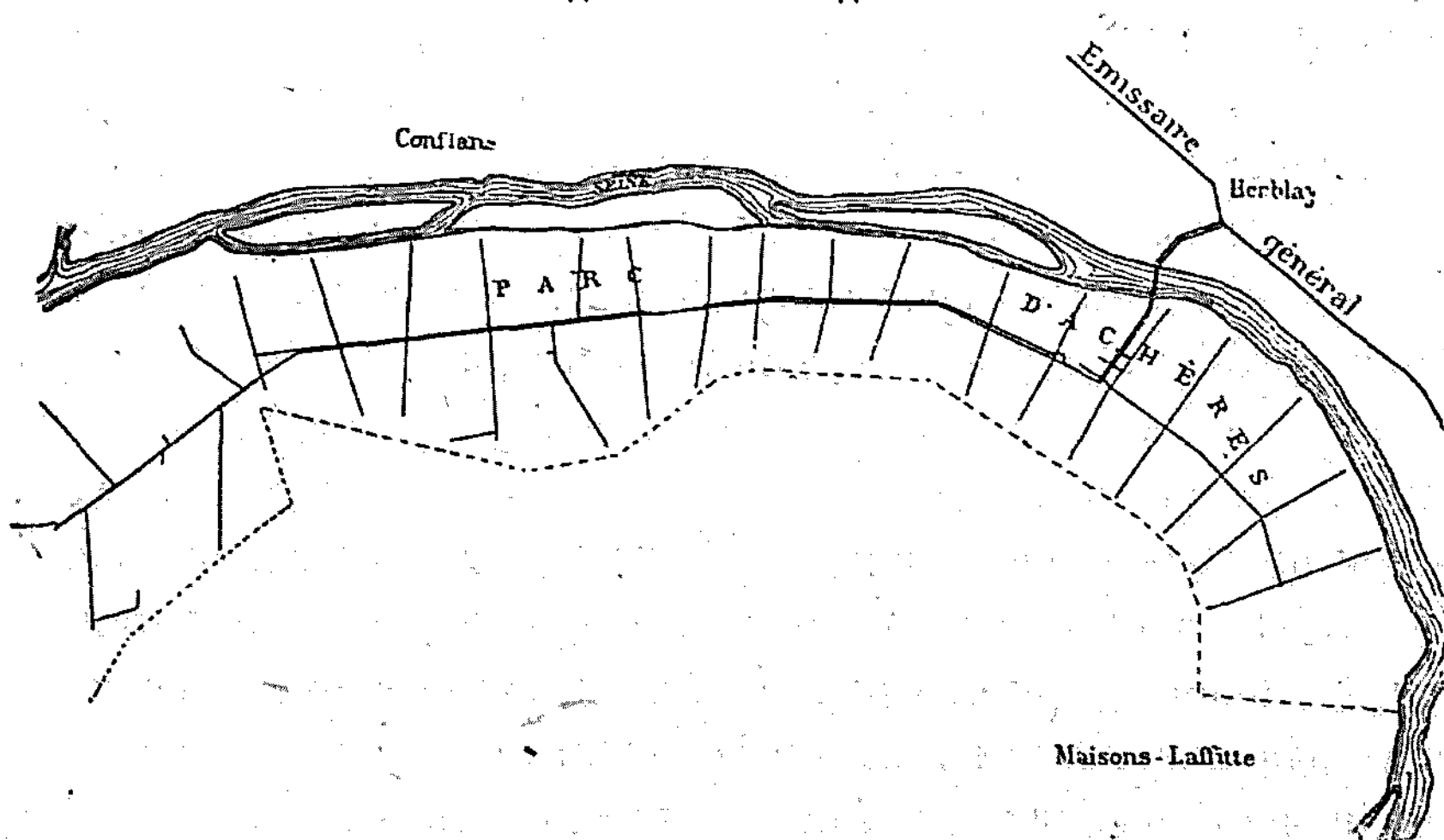
Мысль—лишить сточныя воды ихъ вредныхъ примѣсей орошеніемъ земли, утилизируя такимъ образомъ удобрительныя составныя части ихъ, была осуществлена въ Англій уже болѣе 100 лѣтъ тому назадъ, хотя и въ довольно примитивномъ видѣ. Именно въ Эдинбургѣ, съ 1760 г., содержимое городскихъ водостоковъ отводится на песчаную мѣстность близъ моря, которая, благодаря этому орошенію, обратилась въ прекрасный лугъ. Но лишь во второй половинѣ нашего столѣтія употребленіе городскихъ сточныхъ водъ на орошеніе культурной земли получило болѣе широкое примѣненіе, при обстоятельствахъ указанныхъ въ § 188 и—главнымъ образомъ вслѣдствіе частыхъ жалобъ на загрязненіе нечистотами проточныхъ водъ. Многіе англійскіе города были вынуждены судебными приговорами подвергать свои клоачныя жидкости, раньше спуска ихъ въ рѣки, основательному очищенію и, такъ какъ химическіе и фильтраціонный способы очищенія, къ которымъ преимущественно прибѣгали въ началѣ, обходились очень дорого, не всегда достигая при этомъ цѣли, то снабженные ватерклозетами города постепенно перешли къ орошенію. Въ 60-хъ годахъ изъ 583 канализированныхъ англійскихъ городовъ 121 городъ подвергалъ свои сточныя воды предварительному

**Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.**

**Канализація города Парижа.**



Черт. 960. — Планъ первой группы ирригаціонныхъ полей, устроенныхъ въ Парижѣ въ Жепвилле. Ирригаціонная сѣть трубъ должна была доставлять воду многимъ участкамъ съ разной культурой, причемъ потребность каждаго не могла быть точно исчислена заранее; сѣть сдѣлана поэтому съ круговымъ движеніемъ воды.



Черт. 961. — Планъ второй группы ирригаціонныхъ полей, устроенныхъ въ Парижѣ въ Ашеръ. Весь участокъ эксплуатируется, какъ одно цѣлое имѣніе; потребность въ водѣ отдѣльныхъ полей заранее точно была извѣстна и сѣть сдѣлана по некруговой, болѣе дешевой системѣ.

очищенію, раньше спуска ихъ въ рѣки, и между ними было тогда уже 64 города, въ которыхъ примѣнялось орошеніе земли,—а въ 1872 году число этихъ городовъ возрасло уже до 98. Съ тѣхъ поръ ирригаціонная очистка сточныхъ водъ сдѣлала дальнѣйшіе значительные успѣхи и на континентѣ.

Нынѣ на европейскомъ материкѣ правильное орошеніе культурныхъ земель содержимымъ городскихъ водостоковъ производится въ Берлинѣ, Бреславлѣ, Данцигѣ, Парижѣ, Одессѣ, Кіевѣ, Москвѣ и др.

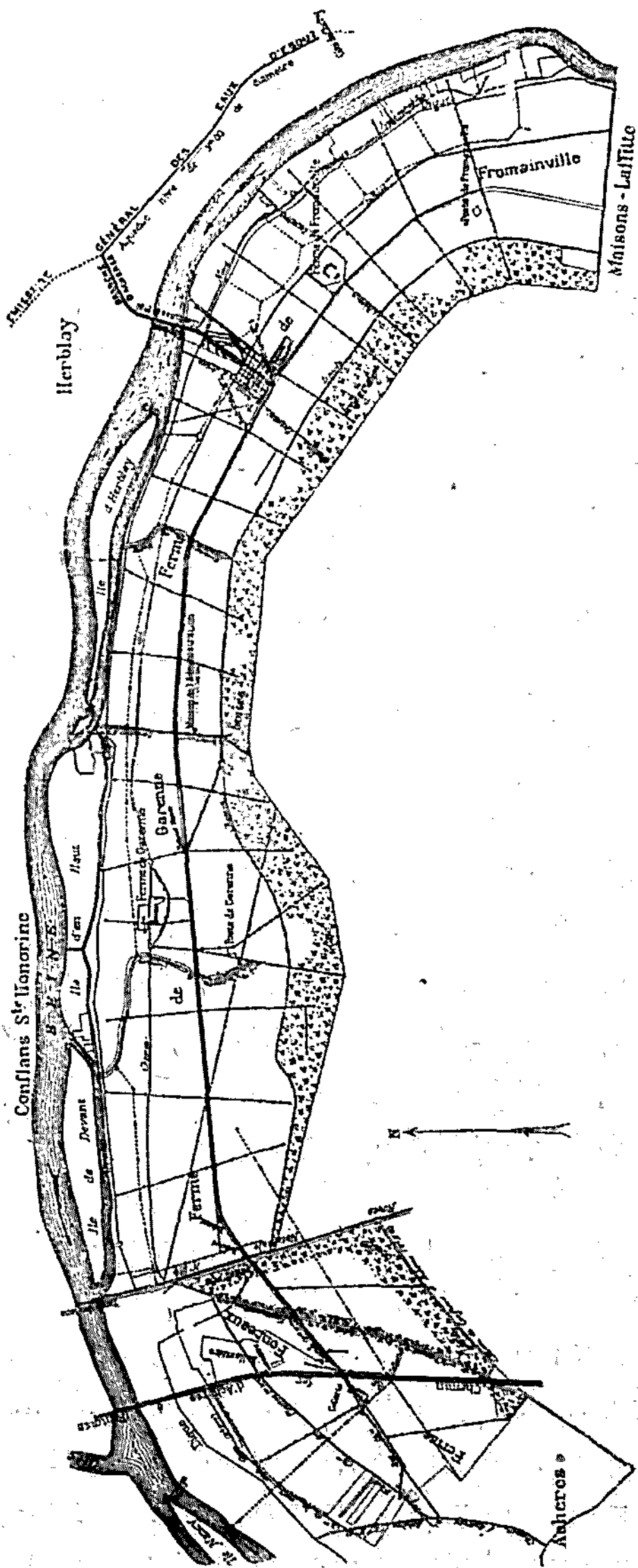
Орошеніе должно быть рассматриваемо какъ усовершенствованная перемежающаяся фильтрація. Оно отличается отъ послѣдней тѣмъ, что здѣсь къ фильтраціи присоединяется жизнедѣятельность растеній, благодаря чему химическое превращеніе органическихъ, способныхъ къ гніенію, веществъ, и окончательное извлеченіе ихъ изъ почвы совершается скорѣе и лучше, нежели въ почвѣ, лишенной растительности. При простой фильтраціи окончательные продукты разложенія—нитраты, углекислота и проч.—постепенно вымываются изъ почвы дождями или же переходятъ въ атмосферный воздухъ, тогда какъ при орошеніи культурной земли они всасываются большею частью растеніями и употребляются ими для питанія ихъ организма.

Трудно сказать, на сколько сами корни растеній содѣйствуютъ очищенію клоачной жидкости. Въ общемъ думаютъ, что растенія принимаютъ лишь минерализованные продукты происходящихъ въ почвѣ процессовъ разложенія органическихъ веществъ, хотя, по нѣкоторымъ наблюденіямъ, тончайшіе отростки корней и обладаютъ до извѣстной степени способностью всасывать растворенныя органическія вещества и безъ предварительнаго разложенія ихъ въ почвѣ. Но что роль корней въ этомъ отношеніи не можетъ быть значительна, доказывается уже тѣмъ, что очищеніе клоачной жидкости почвой продолжается и зимой, при чемъ питательный матеріалъ, накопившись такимъ образомъ въ почвѣ, утилизуется растеніями лишь весной. Вообще, при благопріятныхъ климатическихъ условіяхъ, времена года оказываютъ лишь незначительное вліяніе на очищающую силу почвы, но уже въ Англіи эта способность въ зимнее время нѣсколько уменьшается.

Для достиженія надлежащей очистки сточныхъ водъ посредствомъ орошенія необходимы, однако, слѣдующія условія:

Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.

Канализація города Парижа.



Черт. 962. — Планъ ирригационныхъ полей въ Ашеръ. Масштабъ  $\frac{1}{60,000}$  нѣт. в.

Объясненіе. Сплошной чертой показаны трубы, по коимъ протекають сточныя воды.

Точки на сплошныхъ линияхъ—ороительныя краны.

Пунктирной чертой показаны дренажныя трубы, по коимъ прошедшія окномъ почвы воды удаляются съ участка.

Точка на пунктирныхъ линияхъ—колодцы для осмотра и очистки дренажной сѣти.

(см. Bechmann et Laigneau—Notice sur les travaux d'Achères).

а) Надлежащая скважистость почвы, дабы вода въ ней не застаивалась и дабы воздухъ могъ проникать въ ея поры въ достаточномъ для окисленія количествѣ.

б) Извѣстный порядокъ въ поступленіи грязныхъ водъ на орошаемые участки и въ правильномъ распредѣленіи водъ, причемъ должно заботиться о томъ, чтобы вода имѣла возможность оставаться долгое время въ соприкосновеніи съ почвой.

с) Дренажъ почвы, достаточный для удаленія всего количества стекающихъ съ полей очищенныхъ водъ.

### § 190. Значеніе состава почвы и отношеніе между количествомъ сточныхъ водъ и орошаемой поверхностью.

По существующимъ изслѣдованіямъ и наблюденіямъ, очищеніе клоачной жидкости происходитъ лучше въ почвѣ, содержащей глину и черпоземъ, нежели въ чисто-песчаной почвѣ.

Правда песокъ можетъ временно поглотить огромныя количества сточной воды, но опъ очпщаетъ ее неудовлетворительно, и если такую почву въ теченіе нѣкотораго времени орошать большими массами клоачной жидкости, то послѣдняя, быстро протекая черезъ песокъ, не имѣетъ времени отдавать ему значительныя количества растворенныхъ и взвѣшанныхъ въ ней веществъ и стекаетъ плохо очищеною, загрязняя собою почвенную воду. Подобное явленіе наблюдалось въ сильной степи въ наносной песчаной почвѣ, которая орошалась въ Берлинѣ, въ видѣ опыта, во время производства подготовительныхъ работъ въ канализаціи.

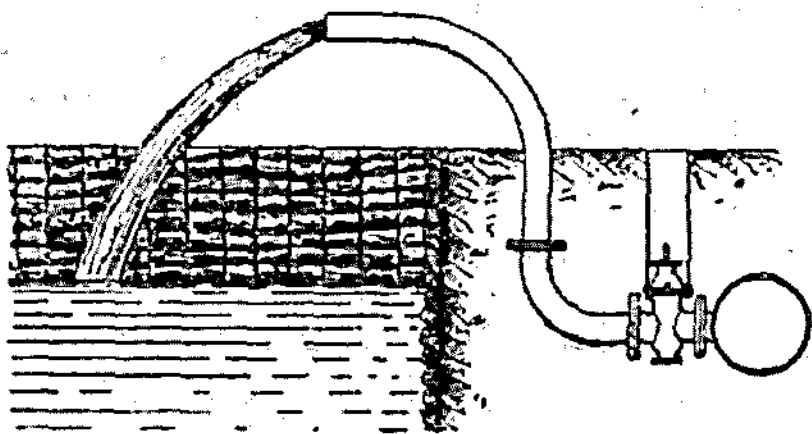
Впрочемъ для нѣкоторыхъ песковъ (Данцигъ) коэффициентъ поглощенія, т. е. разница въ удѣльномъ вѣсѣ жидкости до и послѣ прохожденія ея черезъ почву можетъ возрастать съ теченіемъ времени.

Поглощенію подвергаются главнымъ образомъ азотъ—содержація соединенія и фосфорная кислота; хлоръ же задерживается въ незначительной степени, такъ что по количеству хлора, находящагося въ стекающей съ орошаемаго поля водѣ, нельзя судить объ очистительной способности данной почвы. Примѣромъ, подтверждающимъ сказанное, могутъ служить графики, предоставленные на черт. 953—957 (Парижъ) и данныя, приводимыя ниже—относительно химическаго состава содержамаго сплавныхъ каналовъ въ Вреславлѣ съ од-

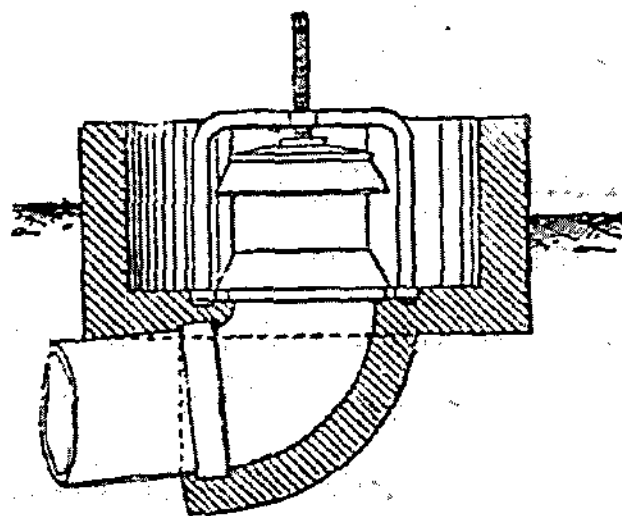
**Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.**



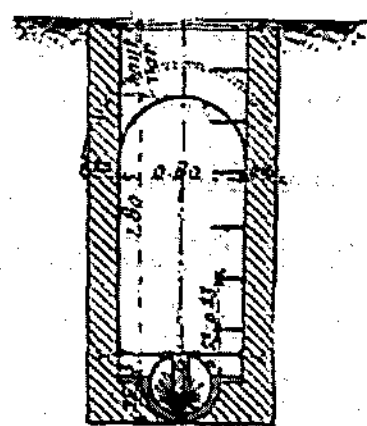
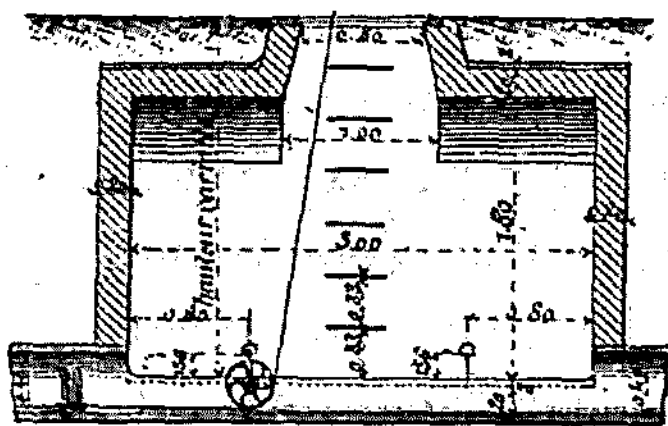
Черт. 963. — Наиболее цѣлесообразный видъ раздѣлки ирригаціоннаго поля, орошаемаго сточными водами. Орошеніе происходитъ исключительно просачиваніемъ изъ канавокъ воды въ стороны, причемъ ни поверхность земли, ни растенія не приходятъ въ соприкосновеніе съ сточной водой.



Черт. 964. — Оросительный кранъ, примененный на ирригаціонныхъ поляхъ Берлина.



Черт. 965. — Оросительный кранъ, примененный на Парижскихъ ирригаціонныхъ поляхъ (см. еще черт. 968—971).



Черт. 966 и 967. — Разрѣзы продольный и поперечный колодца для осмотра и очистки дренажной сѣти, примененнаго въ Парижѣ на Ашврскихъ поляхъ (размѣры въ метрахъ). Разстояніе между колодцами 200 метровъ. Очистка трубъ производится круглыми щетками, которыя двигаютъ между двумя колодцами посредствомъ проволоки, перекинутой черезъ блокъ.

Примѣчаніе. Разстояніе между оросительными кранами 50—100 метровъ, причемъ на каждый кранъ должно приходиться не болѣе 3—4 гектаровъ орошаемой поверхности.

ной стороны, и дренажной воды орошаемых полей—съ другой (цифры обозначают граммы въ 1 литрѣ воды):

|                                 | Клоачная<br>жидкость: | Дренажная вода<br>съ орошаемых<br>полей: |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Сухого остатка . . . . .        | 0,981—1,505           | 0,561                                    |
| Минеральныхъ веществъ . . . . . | 0,577—0,769           | 0,461                                    |
| Органическихъ » . . . . .       | 0,404—0,736           | 0,100                                    |
| Азота . . . . .                 | 0,065—0,127           | 0,030                                    |
| Сѣрной кислоты . . . . .        | 0,042—0,118           | 0,081                                    |
| Хлора . . . . .                 | 0,107—0,152           | 0,097                                    |
| Фосфорной кислоты . . . . .     | 0,017—0,029           | слѣды                                    |
| Кали . . . . .                  | 0,047—0,858           | 0,016                                    |
| Натра . . . . .                 | 0,090—0,124           | 0,096                                    |
| Извести . . . . .               | 0,044—0,099           | 0,103                                    |

Степень очищенія клоачной жидкости при орошеніи культурной земли въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ отношенія между количествомъ сточныхъ водъ и орошаемою ими поверхностью земли. Если количество земли, отведенное для орошенія, мало, если, вслѣдствіе этого, земля получаетъ больше грязной воды, чѣмъ она въ состояніи перерабатывать, если данная мѣстность не обладаетъ выгодными условіями для естественнаго дренажа, а искусственный дренажъ не устроенъ, то въ такомъ случаѣ, кромѣ загрязненія почвенной воды неудовлетворительно очищаемою клоачною жидкостью, легко можетъ произойти подпочвенное наводненіе, уровень почвенной воды можетъ подняться и орошаемое поле можетъ мѣстами превратиться въ болото.

Отсюда необходимость располагать для успѣшной очистки сточныхъ водъ путемъ орошенія — обширными территоріями. Экономическіе интересы городского общества составляютъ, однако, вѣское препятствіе для чрезмѣрнаго расширенія орошаемыхъ поверхностей, ибо земля въ окрестностяхъ большихъ городовъ обыкновенно стоитъ весьма высоко въ цѣнѣ.

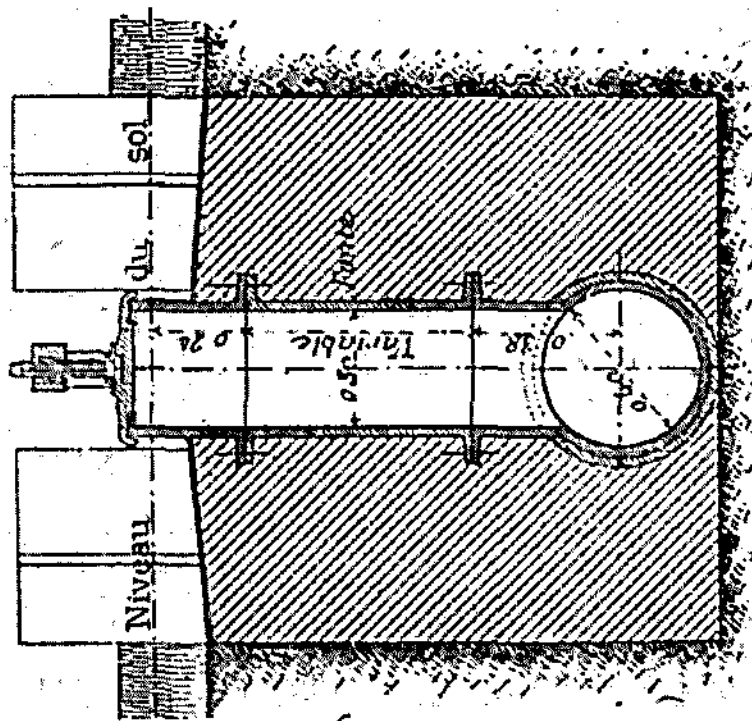
Въ Англій, среднимъ числомъ, на 1 гектаръ орошаемаго поля приходится около 250 чел. (почти 300 чел. на 1 десятину) городского населенія или отъ 12500 до 25000 куб. метр. клоачной жидкости въ годъ.

Въ Берлинѣ на 1 гектаръ орошаемой земли по даннымъ проф. Эрисмана приходилось приблизительно 460 чел. городского насе-

Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошеія полей.

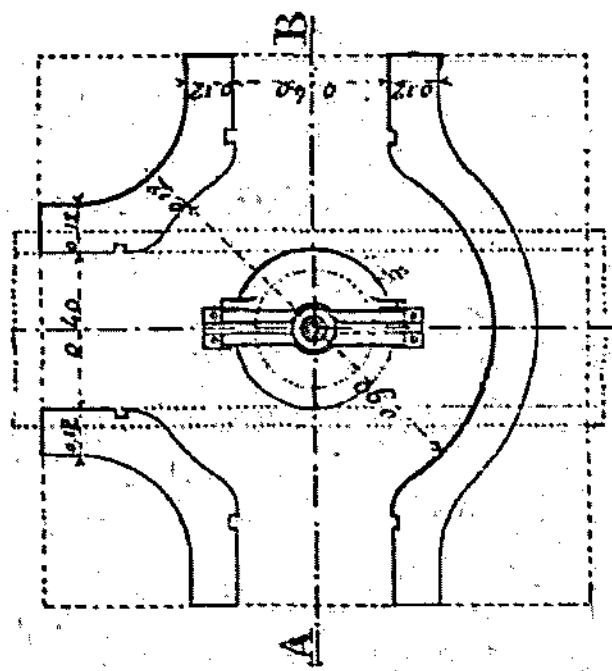
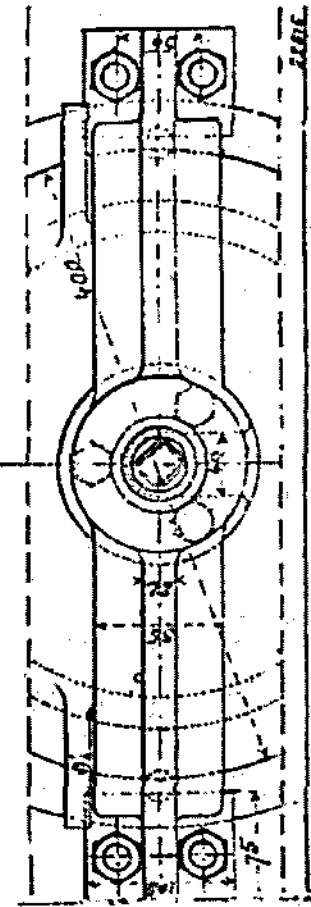
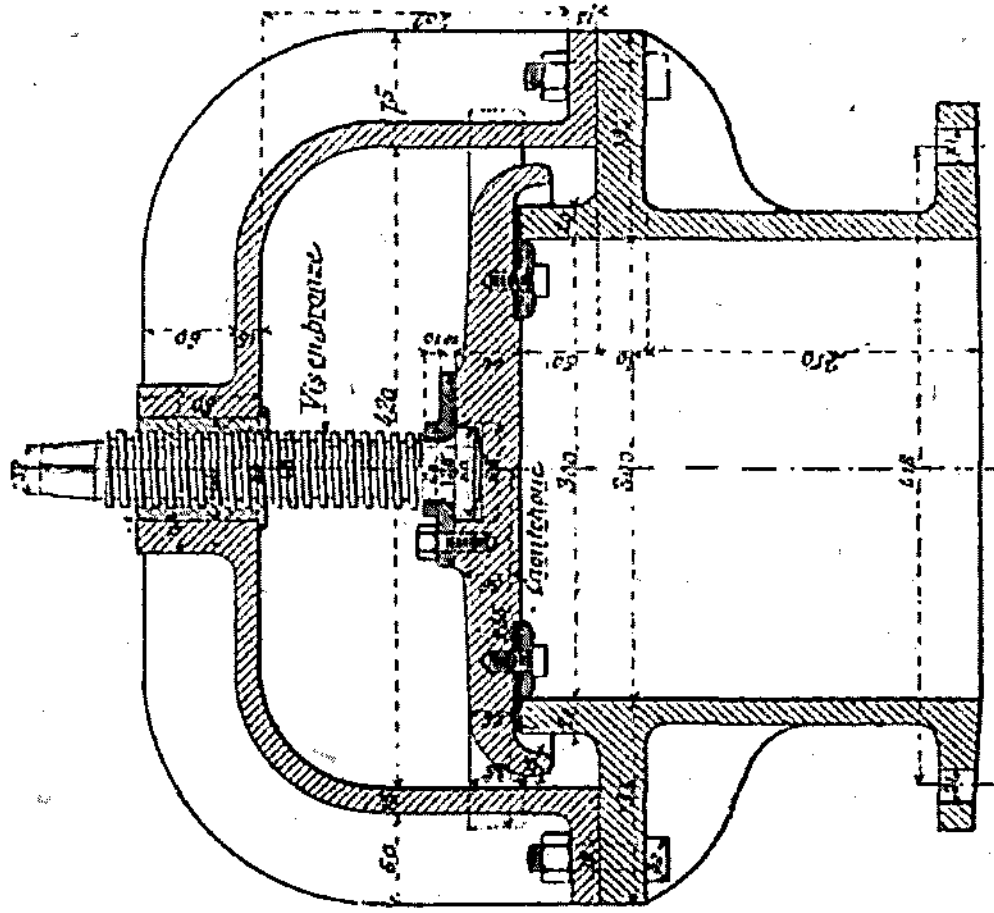
Канализація города Парижа.

Устройство оросительнаго крана на Ашерскихъ поляхъ, отпираемаго особымъ ключемъ.



Оросительная канавка.

Каменная грядка.



Черт 968 и 969. — Разрѣзь по АВ и планъ оросительнаго устья. Пазы въ верхней части каменной маонива, въ левей зложена чугунная труба, служащая для вдвиганія щатковъ и направленія воды въ ту или другую изъ сходящихся у крана оросительныхъ канавокъ.

Черт. 970 и 971. — Разрѣзь и планъ затвора.



ленія или около 25000 куб. метр. клоачной жидкости, а по повѣй-  
вѣйшимъ свѣдѣніямъ Вештап'а—14000 куб. метр.

Въ Данцигѣ число людей на 1 гектаръ равняется 470 чел., а  
количество клоачной жидкости 34000 куб. метр. въ годъ.

Въ Парижѣ установлена закономъ норма въ 40000 куб. метр.  
на гектаръ въ годъ, отвѣчающая населенію въ 600 человѣкъ. (Веш-  
тап, р. 247).

Для Москвы, въ случаѣ устройства сплавной канализаціи, Гоб-  
рехтъ, въ своемъ проектѣ канализаціи г. Москвы, предлагаетъ от-  
вести подъ орошаемыя земли 1725 гектаровъ или 1578 десятинъ.

Слѣдуетъ, впрочемъ, сказать, что такія данныя по одной какой-ни-  
будь мѣстности не могутъ быть непосредственно переносимы на другую,  
и лишь подробное изученіе мѣстныхъ условій, въ томъ числѣ коли-  
чества выпадающихъ осадковъ, направленія и силы господствующихъ  
вѣтровъ, колебанія подпочвенныхъ водъ и т. д., а съ другой сто-  
роны свойствъ растительнаго покрова, его потребность въ удобри-  
тельныхъ веществахъ и пр., въ каждомъ данномъ случаѣ даетъ воз-  
можность, хотя бы приблизительно, опредѣлить впередъ, сколько  
земли потребуется для удовлетворительнаго очищенія всѣхъ сточ-  
ныхъ водъ города.

Необходимо при этомъ замѣтить, что опредѣленные такимъ обра-  
зомъ количества воды, которыя могутъ быть очищены посредствомъ  
орошенія, обыкновенно гораздо болѣе значительны, чѣмъ нужно  
для культуры посаженныхъ на ирригаціонныхъ поляхъ растений.  
Для послѣднихъ количество удобрительныхъ продуктовъ, заключаю-  
щееся въ изверженіяхъ 50 человѣкъ на одинъ гектаръ ирригаціон-  
наго поля, есть должный предѣлъ, который можетъ быть доведенъ  
въ крайнемъ случаѣ до 100 человѣкъ на гектаръ. Бóльшаго коли-  
чества растенія переработать не могутъ. Слѣдовательно въ почвѣ  
долженъ постепенно увеличиваться запасъ неизрасходованнаго орга-  
ническаго матеріала и ея первоначальныя очистительныя свойства  
измѣняться—разъ количество приводимой воды заходитъ за ука-  
занную пропорцію 100 человѣкъ на гектаръ. Въ этомъ затрудненіи  
совмѣстить интересы ассенизаціи города и земледѣльческой куль-  
туры при дороговизнѣ земли близъ городовъ и необходимости имѣть  
земли съ незаурядно встрѣчающимися свойствами—и лежитъ одно  
изъ главнѣйшихъ затрудненій къ успѣшному распространенію ирри-

гаціоннаго способа очистки сточныхъ водъ. Для правильной постановки дѣла очистки сточныхъ водъ посредствомъ ирригаціи необходимо поэтому самое тщательное предварительное изученіе мѣстныхъ условій, въ томъ числѣ и потребностей земледѣльческихъ культуръ, возможныхъ въ данной мѣстности.

Вопросъ о количествѣ сточной воды пужпомъ для разныхъ культуръ выходитъ за предѣлы настоящаго курса. Земледѣльческая гидравлика, читаемая въ Институтѣ, въ видѣ курса Орошенія и Осушенія, должна разсматривать этотъ вопросъ съ должной подробностью.

Нѣкоторыя свѣдѣнія о немъ специально по отношенію къ ирригаціоннымъ городскимъ полямъ, см. въ указанныхъ въ началѣ настоящаго выпуска источникахъ, въ томъ числѣ у *Pignant—Principes d'assainissement*, p. 302. (Paris, 1890).

### § 191. Сооруженія для отвода сточныхъ водъ на поля.

Немногіе большіе города занимаютъ такое мѣстоположеніе, которое имъ позволяетъ пользоваться, для отвода клоачной жидкости на орошаемая земли, естественными условіями уклона. Почти всегда вся масса сточной воды должна быть искусственно поднимается до извѣстной высоты, что въ техническомъ отношеніи не встрѣчаетъ, разумѣется, никакихъ затрудненій. Для этого устраиваются такъ называемыя насосныя станціи, которыя, смотря по мѣстнымъ условіямъ, помѣщаются въ чертѣ города или за городомъ и занимаютъ самое низменное мѣсто того участка, который носылаетъ сюда свои грязныя воды, такъ какъ къ нимъ должны сходиться наиболѣе глубоко заложеныя устья главныхъ коллекторовъ. На насосной станціи (черт. 948—952 и 958) находятся большіе пріемные резервуары, разгороженные желѣзною рѣшеткою такъ, что грязныя воды, до вступленія во всасывающія трубы подъемныхъ машинъ, должны пройти сквозь эту рѣшетку; она задерживаетъ предметы, могущіе повредить клапаны насосовъ (щепки, тряпки и т. д.). Изъ пріемныхъ резервуаровъ грязныя воды поднимаются насосами до требуемой высоты и затѣмъ, если позволяютъ мѣстныя условія, стекаютъ по естественному уклону на орошаемая земли или же прогоняются паровыми машинами прямо на самое возвышенное мѣсто поля орошенія.

Высота, на которую при этомъ поднимаются сточныя воды, бываетъ иногда весьма значительна:

въ Данцигѣ она равняется 9,5 метр. (4,5 саж.);

въ Берлинѣ орошаемыя земли для южныхъ частей города находятся на 22 метра (10,3 саж.) выше пріемныхъ резервуаровъ въ насосной станціи;

въ Москвѣ, по проекту Гобрехта, часть сточныхъ водъ приходилось бы поднимать на высоту 12,1 метр. (5,76 саж.), а другую часть на высоту 34,1 метр. (16 саж.) и т. д.

Въ санитарномъ отношеніи насосныя станціи, даже если онѣ расположены среди населенныхъ частей города, не внушаютъ опасеній и не распространяютъ никакого дурного запаха.

На случай сильныхъ ливней, когда подъемныя машины не могутъ справиться со всей притекающею къ нимъ жидкостью, насосныя станціи должны быть снабжены запасными выпусками.

Отъ насосной станціи сточныя воды ведутся на ирригаціонныя поля посредствомъ трубопровода, который обыкновенно имѣетъ большія сѣченія, и дѣлаются изъ чугуна, а въ пѣкоторыхъ сооруженіяхъ новѣйшаго времени изъ бетона (Gennevilliers — Парижъ) или желѣзобетона (Acherès и Мегу — Парижъ).

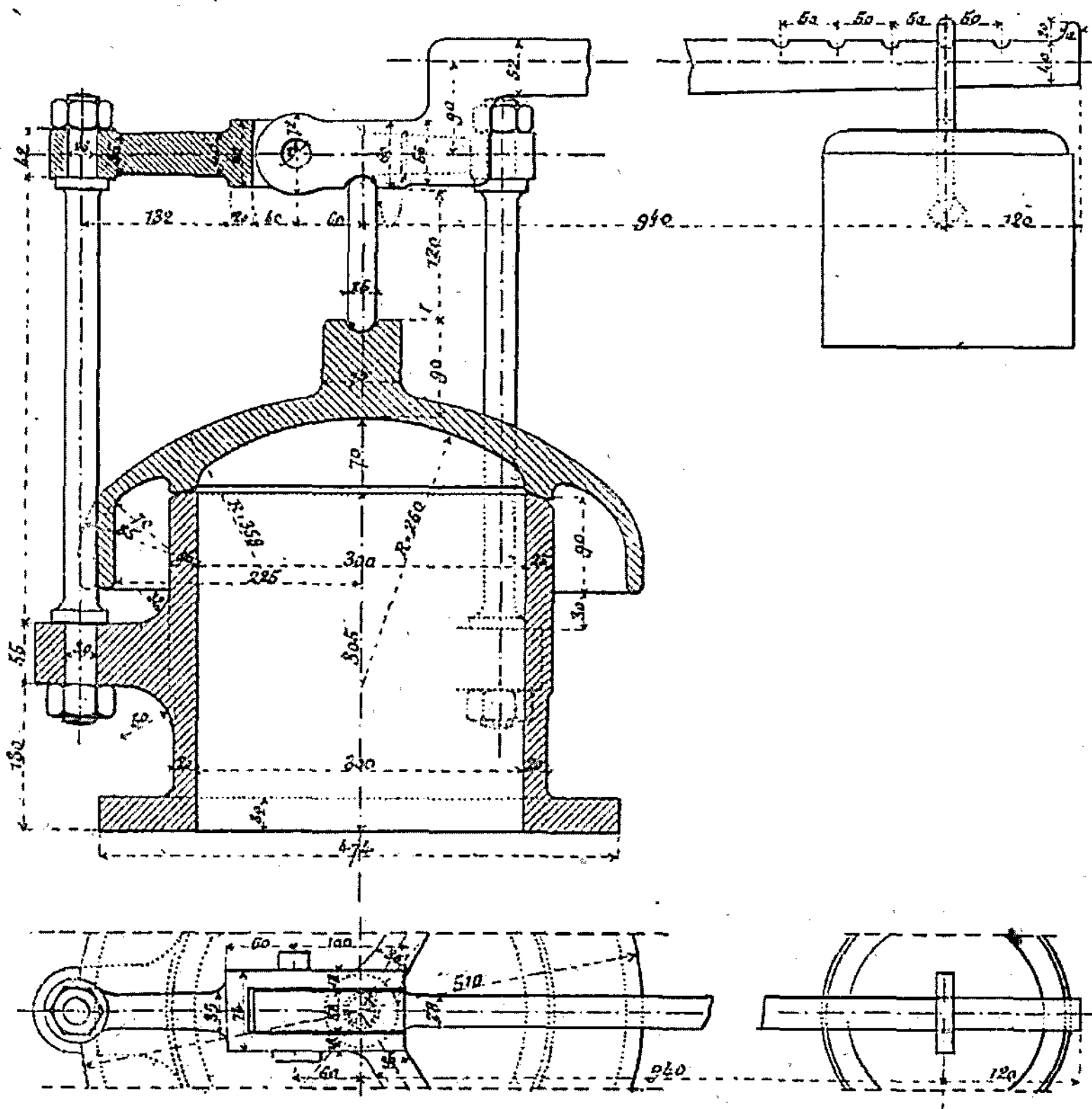
Насосы для перекачиванія нечистотныхъ водъ должны быть по возможности простаго устройства. Они должны легко пропускать всякаго рода взвѣшенные части и песокъ, которыми такъ обильны эти воды, не засоряясь и не замедляя своей работы. Въ Англіи часто пользовались для этой цѣли насосами поршневыми съ вертикальными клапанами. Въ Парижѣ весьма удовлетворительные результаты получаются отъ примѣненія центробѣжныхъ насосовъ большого діаметра (до 2 метровъ).

Вслѣдствіе непостоянства расхода сточныхъ водъ къ насосной станціи притекаетъ весьма переменное количество воды; нужно, чтобы водоподъемныя машины имѣли достаточную силу для исполненія наибольшей работы и были эластичны, т. е. способны работать выгодно при значительныхъ колебаніяхъ въ количествѣ поднимаемой воды. При такой эластичности подъемныхъ машинъ можно избѣжать устройства у насосныхъ станцій запасныхъ резервуаровъ, сооруженій дорогихъ и опасныхъ для общественнаго здравія.

Разсчетъ силы насосовъ, а также трубопроводовъ для переменъ-

Очистка сточныхъ водъ посредствомъ орошенія полей.

Канализація города Парижа.



Черт. 972 и 973.

Разрѣзъ и планъ предохранительнаго автоматическаго оросительнаго крана, примененнаго на Ашерскихъ поляхъ въ Парижѣ. Такие краны поставлены въ наиболѣе высокихъ точкахъ каждой вѣтви, отходящей отъ главной приводной трубы. Краны открываются при давленіи въ 35 метровъ.

Примѣчаніе. При болѣе низкихъ предѣльныхъ давленіяхъ (Берлинъ и Женевилье) для предохраненія напорной оросительной сѣти служатъ открытыя вертикальныя чугунныя трубы (водонапорныя колонны), верхній уровень коихъ соотвѣтствуетъ предѣльному давленію.

щепія сточныхъ водъ на поля совершенно одинаковы съ подобными же расчетами водопроводовъ.

Какъ бы ни были доставлены сточныя воды, къ орошаемому полю, силою ли тяжести или пара, въ открытыхъ въ каналахъ или въ трубопроводахъ, онѣ должны быть вслѣдъ засимъ распределены по полю при помощи сѣти каналовъ или трубъ, чтобы исполнить оросительное и удобрительное назначеніе (черт. 959—962). Сѣть эта можетъ быть или круговая, замкнутая, или съ тупыми вѣтвями, какъ и въ обыкновенныхъ водоснабженіяхъ. Круговая система предпочитается, когда поле раздѣлено между большимъ числомъ хозяевъ, занимающихся разными культурами, и потребность каждаго не можетъ быть заранѣе исчислена. Если же все поле эксплуатируется, какъ одно цѣлое, по опредѣленному земледѣльческому плану, то можно пользоваться болѣе дешевой некруговой системой. Водопроводная сѣть должна быть раздѣлена на самостоятельные уединяемые другъ отъ друга участки, чтобы было возможно соблюдать въ поливкѣ періодичность, безъ которой не возможны ни должная очистка водъ, ни благопріятное произрастаніе растеній (см. § 192). Затѣмъ сѣть, если она состоитъ изъ открытыхъ канавъ, должна имѣть заслонки, а трубчатая сѣть—краны для выпуска воды въ оросительныя канавки, Эти устья сѣти располагаются обыкновенно въ 30—100 метрахъ другъ отъ друга и обслуживаютъ 3—4 гектара максимумъ. Типы такихъ устьевъ показаны на черт. 964, 965, 968—971. Когда вода доставляется на ирригаціонныя поля по трубопроводамъ механической силой, — можетъ случиться, что разборка воды не будетъ происходить въ должномъ соотвѣтствіи съ ея притокомъ и давленіе въ трубахъ можетъ возрасти до предѣла ихъ прочности. Чтобы предупредить разрывы трубъ устраиваютъ автоматическіе предохранительные клапаны, подобные паровымъ (черт. 972—973), открывающіеся когда давленіе достигнетъ заданнаго предѣла и выпускающіе часть воды. Въ Берлинѣ съ тою же цѣлью на ирригаціонныхъ поляхъ поставлены открытыя сверху *пьезометрическія* колонны, изъ которыхъ вода выливается, если давленіе больше ихъ высоты. Эти колонны служатъ также и вентиляціонными трубами для распределительной сѣти. Ихъ примѣненіе удобно лишь при небольшихъ предѣлахъ давленія. Въ Парижѣ напр. ихъ пришлось бы дѣлать въ 35 метровъ вышины.

## § 192. Поля для орошенія и ихъ устройство.

Мѣстность, предназначенная подъ поля для орошенія должна быть надлежащимъ образомъ приспособлена. Здѣсь, прежде всего, необходимо устранить всѣ тѣ условія, которыя могли бы дать поводъ къ застаиванію грязныхъ водъ на поверхности или подъ почвой и которыя, такимъ образомъ, могли бы благопріятствовать образованію поверхностныхъ или подпочвенныхъ болотъ. Вообще слѣдуетъ избѣгать неравномѣрнаго распредѣленія жидкости по площади орошаемыхъ полей и нужно заботиться о томъ, чтобы не оставалось недоступныхъ для воды бугровъ, сухихъ мѣстъ и т. п. Пробныя орошенія служатъ для контроля этихъ подготовительныхъ работъ. Затѣмъ, въ большинствѣ случаевъ нельзя обойтись безъ искусственнаго дренажа орошаемыхъ участковъ, обеспечивающаго надлежащій стокъ прошедшимъ черезъ поверхностные слои почвы водамъ.

Примѣръ Парижа показываетъ, къ какимъ неприятнымъ послѣдствіямъ можетъ вести несоблюденіе этого правила, игнорированію котораго, въ прежнее время, не рѣдко навлекало справедливыя нареканія на систему орошенія вообще. Въ Парижѣ, съ конца 60-хъ годовъ, часть клоачной жидкости, доставляемой коллекторами, употребляется на орошеніе земли на образуемомъ извилинами р. Сены полуостровѣ Gennevilliers, имѣющемъ скважистую, хрящево-песчаную, наносную почву, каждый гектаръ который получаетъ около 40,000—50,000 куб. метр. сточной воды въ годъ. Въ 1869 году, когда началось орошеніе, почвенная вода на полуостровѣ стояла на 4—4,5 метр. подъ поверхностью; но уже въ 1876 г. было официально констатировано, что уровень грунтовой воды, въ общемъ, поднялся на 2 метра и что мѣстами вода находится лишь на 1,5 метра подъ поверхностью. Правда, повышеніе грунтовой воды, отчасти, могло быть приписываемо устройству въ р. Сепъ новыхъ плотинъ, затруднявшихъ стокъ грунтовой воды съ полуострова въ рѣку; но нельзя было отрицать существеннаго участія въ этомъ дѣлѣ и орошенія; и такъ какъ, вслѣдствіе подъема подпочвенныхъ водъ, затоплялись нѣкоторые подвалы и загрязнялись нѣкоторые колодцы въ сосѣдней деревнѣ, то появились громкіе протесты со стороны пострадавшихъ, было предъявлено много исковъ къ общественному

управленію г. Парижа, было вообще подпято много шума и городъ оказался вынужденнымъ снабдить орошаемую мѣстность искусственнымъ дренажемъ.

Точно также въ Берлинѣ на орошаемомъ полѣ близъ Осдорфа, съ котораго вначалѣ вода стекала исключительно естественными путями, наблюдалось повышеніе грунтовой воды  $1\frac{1}{2}$ —2 метр. и нѣкоторыя низменности превратились въ болотца, вслѣдствіе чего пришлось провести тамъ мѣстами искусственный дренажъ. Въ настоящее время 71% всей площади Берлинскихъ полей для орошенія снабжены правильнымъ дренажамъ.

Наконецъ, и на орошаемыхъ поляхъ въ Данцигѣ грунтовая вода поднялась на 1,3 метра, по тамъ, благодаря особенно благоприятнымъ условіямъ, искусственный дренажъ оказался пока излишнимъ.

Вообще повышеніе почвенной воды на орошаемыхъ поляхъ кажется явленіемъ общимъ, истояннымъ и во всякомъ случаѣ заслуживающимъ вниманія. Поверхность орошаемыхъ полей должна быть раздѣлана соотвѣтственно роду культивируемыхъ растеній и общему характеру мѣстности и климата (черт. 963). Подробности относительно этихъ работъ, а равно и дренажа почвы составляютъ принадлежность курса «Орошенія и Осушенія». Здѣсь слѣдуетъ, однако, замѣтить, что *для орошенія сточными водами нельзя примѣнять* всѣ способы раздѣлки поверхности поля и напускающія воды, употребляемые при пользованіи *чистою* водой. Нужно всемѣрно заботиться, чтобы растенія не приходили въ непосредственное соприкосновеніе со сточной водой, особенно растенія, листья и стебли коихъ употребляются въ пищу людьми или животными съ сыромъ видѣ. Причина ясна—возможность зараженія. Поэтому орошеніе *не должно* производиться здѣсь по откосной системѣ, когда вода льется по длинному скату или по нагрядной, когда она сливается по короткимъ скатамъ, но все же движется по поверхности земли. Единственный способъ, который можно примѣнять,—это бороздчатый или фильтраціонный, при которомъ вода наполняетъ канавки или борозды между грядками и всасывается въ почву сбоку, достигая корней растеній въ профильтрованномъ видѣ. Такія канавки должно отъ времени до времени прочищать, чтобы ихъ фильтрующая способность не уменьшилась очень значительно. Орошеніе должно быть перемежающимся чтобы въ промежутокъ между двумя поливками

могла произойти нитрификация органических веществ, заключенных в сточной водѣ. Въ этихъ видахъ орошенное поле должно раздѣлить на участки и устроить правильный оборотъ поливки.

Дренажъ долженъ быть возможно совершенный и снабженный средствами для прочистки трубъ (см. черт. 966—967).

### § 193. Зимнее орошеніе и зимніе бассейны.

Весьма важенъ, и притомъ не только въ техническомъ, но и въ санитарномъ отношеніи, вопросъ: можетъ ли орошеніе продолжаться и зимой, и что въ противномъ случаѣ слѣдуетъ дѣлать въ зимнее время съ содержимымъ водостоковъ? Отвѣтъ на эти вопросы долженъ быть различенъ, смотря по климатическимъ условіямъ данной мѣстности. Въ Англіи, напр., гдѣ морозы бываютъ весьма незначительны, орошеніе можетъ идти безпрепятственно круглый годъ; на сѣверѣ же, какъ напр. въ Берлинѣ или у насъ, зимнее орошеніе крайне затруднительно, если не невозможно. Правда, опыты, произведенные въ Берлинѣ, доказали, что сточныя воды даже во время сильныхъ морозовъ, поглощаются песчаною почвой, и къ тому же результату пришелъ и проф. Фадѣевъ, производившій опыты съ зимнимъ и лѣтнимъ орошеніемъ въ Петровской земледѣльческой академіи въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ; но тѣмъ не менѣе, зимнее орошеніе едва ли возможно, какъ общая мѣра, во-первыхъ, потому что оно требуетъ особенныхъ условій и приспособленій и, во-вторыхъ, потому что на орошаемой зимой землѣ растительность погибаетъ даже въ томъ случаѣ, если земля покрывается предохраняющимъ ее отъ вліянія мороза слоемъ льда и снѣга. Поэтому въ Берлинѣ орошеніе производится теперь лишь съ Мая по Октябрь, а въ остальное время года сточныя воды направляются въ такъ называемые накопные или зимніе бассейны, занимающіе огромную площадь и устроенные такъ, что отведенный для нихъ участокъ сплошь разбитъ промежуточными дамбами на отдѣльные бассейны. При устройствѣ ихъ по возможности избѣгаются излишнія земляныя работы. Матеріаль, доставляемый необходимыми земляными выемками, употребляется для насыпи дамбъ. Дно бассейновъ закладывается на столько глубоко, чтобы можно было наполнить каждый бассейнъ водой на 1 метръ (0,47 саж.). Подъ дномъ бассейновъ въ случаѣ надобности прокла-



дываются дренажныя трубы. По наполненіи бассейновъ сточными водами жидкость просачивается въ почву и стекаетъ либо по дренажнымъ трубамъ, либо по естественному уклону непроницаемаго для воды слоя, а плотныя части образуютъ иловатый осадокъ на днѣ бассейновъ. Въ лѣтнее время накопные бассейны занимаютъ подь культуру, чѣмъ и уничтожается грязный осадокъ.

Устройство накопныхъ бассейновъ даетъ возможность избѣгать и въ зимнее время непосредственнаго спуска грязныхъ водъ въ рѣки. Необходимо только соразмѣрить количество направляемой въ эти бассейны сточной воды съ качествомъ почвы и съ ея способностью переработывать поглощаемый ею матеріаль, — другими словами необходимо и здѣсь избѣгать всякаго пресыщенія почвы нечистотами. Наконецъ слѣдуетъ обратить вниманіе и на то обстоятельство, что временами накопные бассейны могутъ распространять не совсѣмъ пріятный запахъ; такъ что они должны быть расположены по возможности дальше отъ человѣческаго жилища.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ когда имѣются обширныя пространства земли мало пригодной въ естественномъ состояніи для цѣлей культуры растений, можно разливать зимой нечистотныя воды на такихъ участкахъ съ цѣлью накопленія въ ихъ почвѣ удобрительныхъ веществъ и постепеннаго улучшенія ихъ культурныхъ качествъ. Такой пріемъ, будучи очень выгоднымъ самъ по себѣ, позволяетъ избѣгать устройства накопныхъ бассейновъ, но возможенъ, конечно, далеко не вездѣ.

#### **§ 194. Значеніе орошаемыхъ сточными водами полей въ санитарномъ отношеніи и стоимость ирригаціоннаго способа очистки.**

Въ санитарномъ отношеніи орошаемая сточными водами поля вызываютъ, съ одной стороны, опасеніе порчи воздуха въ окрестностяхъ этихъ полей, а съ другой — возможность распространенія заразныхъ болѣзней.

Нѣтъ сомнѣнія, что, при неряшливомъ веденіи дѣла, съ орошаемыхъ земель могутъ подниматься зловонныя испаренія въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ. Но при заботливомъ отношеніи къ орошенію, при правильномъ веденіи его, орошаемая земли обыкновенно не издають дурного запаха. Такъ рѣдко бываетъ зловоніе па

подобныхъ земляхъ, что въ г. Норвудъ, въ Англіи, по оффціальнымъ источникамъ, на разстояніи 200—250 метр. отъ поля орошенія дома имѣютъ такую же цѣнность, какъ и на разстояніи 700 метровъ. Всѣ носѣтители поражаются отсутствіемъ зловонія на полуостровѣ Женевильтъ въ Парижѣ. По словамъ сосѣдей Берлинскихъ полей орошенія, слабый запахъ замѣчается лишь иногда съ подвѣтренной стороны; то же самое слѣдуетъ сказать и объ орошаемыхъ земляхъ въ Данцигѣ. Воздухъ на такихъ же поляхъ въ Кройдонѣ до такой степени чистъ, что тамъ эти поля и огороды служатъ мѣстомъ гулянья для городскихъ жителей и въ непосредственной окрестности ихъ находится много дачъ.

Вліяніе полей орошенія на распространеніе брюшного тифа, холеры или другихъ инфекціонныхъ болѣзней фактически до сихъ поръ нигдѣ не наблюдалось, и даже съ тѣхъ немногихъ случаяхъ, гдѣ оно подозрѣвалось, тщательное изученіе дѣла всегда давало отрицательные результаты. Теоретически можно себѣ представить, что при извѣстныхъ условіяхъ орошаемая земля могла бы сдѣлаться воспримчивою для холернаго яда и что, если бы на нее, вмѣстѣ со сточною водою, попалъ холерный или тифозный зародышъ, между занятыми на полѣ рабочими могла бы развиваться холерная или тифозная эпидемія; но на самомъ дѣлѣ подобныя опасенія по словамъ такого спеціалиста въ вопросахъ гигиены, какъ профессоръ Эрнсманъ, пока нигдѣ не оправдались, хотя, какъ было сказано, орошеніе полей практикуется напр. въ Англіи, въ широкихъ размѣрахъ, уже нѣсколько десятковъ лѣтъ.

Но, какъ бы то ни было, очистка нечисточныхъ водъ посредствомъ ирригаціонныхъ полей должна быть признана способомъ далеко не совершеннымъ и во всякомъ случаѣ не универсальнымъ. Его не всегда можно примѣнить съ успѣхомъ, а нерѣдко нельзя примѣнить и совсѣмъ. Неуспѣху много способствуетъ затрудненіе въ распоряженіи массами притекающихъ сточныхъ водъ. Они прибываютъ непрерывно въ болѣе или менѣе постоянномъ количествѣ. Потребность же въ нихъ для нуждъ орошенія крайне переменна. Иногда воды требуется для растеній много, иногда мало, иногда ея не нужно вовсе. Такимъ образомъ приходится поливать растенія, которымъ поливка не нужна и даже вредна, такъ какъ нужно отдѣлываться отъ притекающихъ сточныхъ водъ. Если же земля насыщена дождями, а

тѣмъ болѣе, когда она замерзнетъ, выливаемая сточныя воды не впитываются ею, а текутъ по поверхности, не очищаясь болѣе. Если же съ цѣлью предупрежденія заболачиванія почвы во время дождей она хорошо дренируется, то въ сухую погоду она оказывается слишкомъ проницаема и сточныя воды опять очищаются неудовлетворительно. Наконецъ количество земли нужное для большихъ городовъ, какъ мы видѣли, колоссально. Если принять за норму 100 чело-вѣкъ на гектаръ (§ 190), то для очистки сточныхъ водъ Лондона потребовалось бы при 5 милліонахъ жителей 50.000 гектаровъ земли! Понятно, что при такихъ условіяхъ, когда ни ирригаціонные, ни химическіе способы очистки, не даютъ желаемыхъ результатовъ, многіе спеціалисты продолжаютъ трудиться надъ отысканіемъ способа, который рѣшилъ бы просто и дешево поставленную задачу—обезвредить большія массы городскихъ сточныхъ водъ и извлечь возможную пользу изъ удобрительныхъ веществъ, въ нихъ содержащихся.

Но въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣстныя почвенныя и климатическія условія благопріятствуютъ примѣненію ирригаціоннаго процесса и въ устройство полей со всѣми ихъ сооруженіями внесена безусловно необходимая въ этомъ дѣлѣ точность и тщательность, достигаются замѣчательные результаты не только по отношенію къ очисткѣ водъ, но и къ культурѣ растений. Въ Парижѣ напр. бываетъ по два урожая овощей, по пяти сборовъ сѣна въ годъ и т. п. Одинъ гектаръ даетъ въ годъ 25.000—40.000 головъ капусты, 500 гектолитровъ картофеля и пр. и при томъ отличнаго качества.

Цѣнность земли возрастаетъ въ огромной пропорціи. Въ Парижѣ за земли, которыя до орошенія стоили не дороже 90—150 франковъ, платятъ теперь наемной платы въ годъ до 600 франковъ при цѣнѣ земли 10—15.000 франковъ за гектаръ.

Доходъ земледѣльца съ гектара составляетъ въ Парижѣ въ среднемъ 3.000 франковъ, достигая 10.000 франковъ.

Такіе результаты получаются, однако, цѣной очень крупныхъ затратъ по первоначальному устройству полей, по ихъ ирригаціи и по работамъ земледѣльческаго характера.

Отчужденіе земель, хотя бы и малоцѣнныхъ по существу, обходится дорого, вслѣдствіе близости ихъ къ городу. Обращеніе же земель въ пригодные для ирригаціи участки съ проводомъ сточныхъ водъ, устройствомъ сѣти и пр. обходится до 1—3 тысячъ франковъ

на гектаръ. Ежегодные расходы по содержанію, ремонту и эксплуатаціи водосточныхъ сооружений также велики.

Наконецъ, при интенсивной культурѣ ирригаціонныхъ полей нужно много работы, чтобы поддерживать канавки, очищать ихъ, открывать краны и пр. и пр.

Если принять во вниманіе всѣ эти статьи расхода, то оказывается, что, за весьма немногими исключеніями случайнаго характера, доходъ отъ ирригаціонныхъ полей *не можетъ покрыть расходовъ*. Операция въ ея совокупности является дефицитной и можетъ быть осуществлена лишь во имя общественной пользы, съ тѣмъ чтобы часть расходовъ производилась изъ другихъ источниковъ городскихъ доходовъ, покрываясь косвенными выгодами отъ улучшенія общественнаго здравія. Въ Берлинѣ, напримѣръ, гдѣ счетоводство водосточнаго хозяйства ведется очень обстоятельно, погашеніе только на приобрѣтеніе земли для орошенія и устройство полей имѣетъ отдѣльный счетъ; расходы по приводу сточныхъ водъ и ихъ распредѣленію также выдѣлены; въ счетѣ ирригаціонныхъ полей фигурируютъ лишь расходы по орошенію и земледѣльческой культурѣ—и даже этотъ счетъ почти ежегодно солодируется съ легкимъ дефицитомъ.

### § 195. Бактеріолизъ.

Заканчивая обзоръ способовъ очистки сточныхъ водъ посредствомъ естественныхъ агентовъ, каковы почва, растительность и бактеріи, слѣдуетъ указать на новый приемъ очистки, пока еще находящійся въ періодѣ изученія, но имѣющій предъ собой повидимому серьезное будущее, вслѣдствіе относительной простоты и дешевизны требующихся для него сооружений.

Это такъ называемый *бактеріолизъ* или *биологическая фильтрація*. Сущность процесса заключается въ томъ, что нечистоты подвергаются усиленному дѣйствию бактерій, которыя производятъ въ органическихъ веществахъ процессы разщепленія, способствуя окисленію и сгоранію однихъ частей и нитрификаціи другихъ. Для достиженія этихъ цѣлей идутъ двумя путями: или помѣщаютъ нечистотныя жидкости въ закрытые танки, гдѣ развиваются гнилостные процессы при посредствѣ анаэробныхъ бактерій или же помѣщаютъ нечистотныя жидкости въ открытые резервуары — фильтры, гдѣ первенствующая роль выпадаетъ на долю аэробныхъ бактерій.

Въ деталяхъ предлагаемаго устройства крайне различны въ различныхъ случаяхъ.

Одно изъ такихъ устройствъ, существующее въ Англии въ гор. Sutton'ѣ представлено на черт. 974—976.

Въ г. Sutton'ѣ была устроена въ 1893 г. система сооружений для химической очистки сточныхъ водъ и ирригаціонныхъ полей для окончательной утилизаціи отбросовъ, а также нѣкоторыхъ другихъ приспособленій, не давшая хорошихъ результатовъ. Въ 1896 году часть осадочныхъ бассейновъ для химической очистки была передѣлана въ бактеріальные фильтры по указаніямъ Диббина. Успѣхъ первыхъ опытовъ повлекъ за собою дальнѣйшую постройку новыхъ фильтровъ и полный переходъ къ бактеріолизу для очистки сточныхъ водъ г. Sutton'а, примѣру коего послѣдовали многіе англійскіе города. Общій видъ фильтраціонныхъ сооружений Sutton'а представленъ на черт. 974, гдѣ видны еще 2 резервуара для химической очистки, 8 фильтровъ для бактеріолиза простого устройства и одинъ самовентилирующійся системы Дуката. Детали обыкновенныхъ фильтровъ представлены на черт. 975 и 976. Это простые открытые резервуары съ непроницаемыми дномъ и стѣнками, дренажною сѣтью гончарныхъ трубъ на днѣ и распределительнымъ желобомъ сверху, наполненные коксомъ. Коксъ въ однихъ крупный однородный, въ другихъ болѣе мелкій. Для полной очистки воды фильтруются два раза: чрезъ крупный и затѣмъ чрезъ мелкій фильтръ. Толщина слоя кокса  $3\frac{1}{2}$  и  $5\frac{1}{2}$  фут.

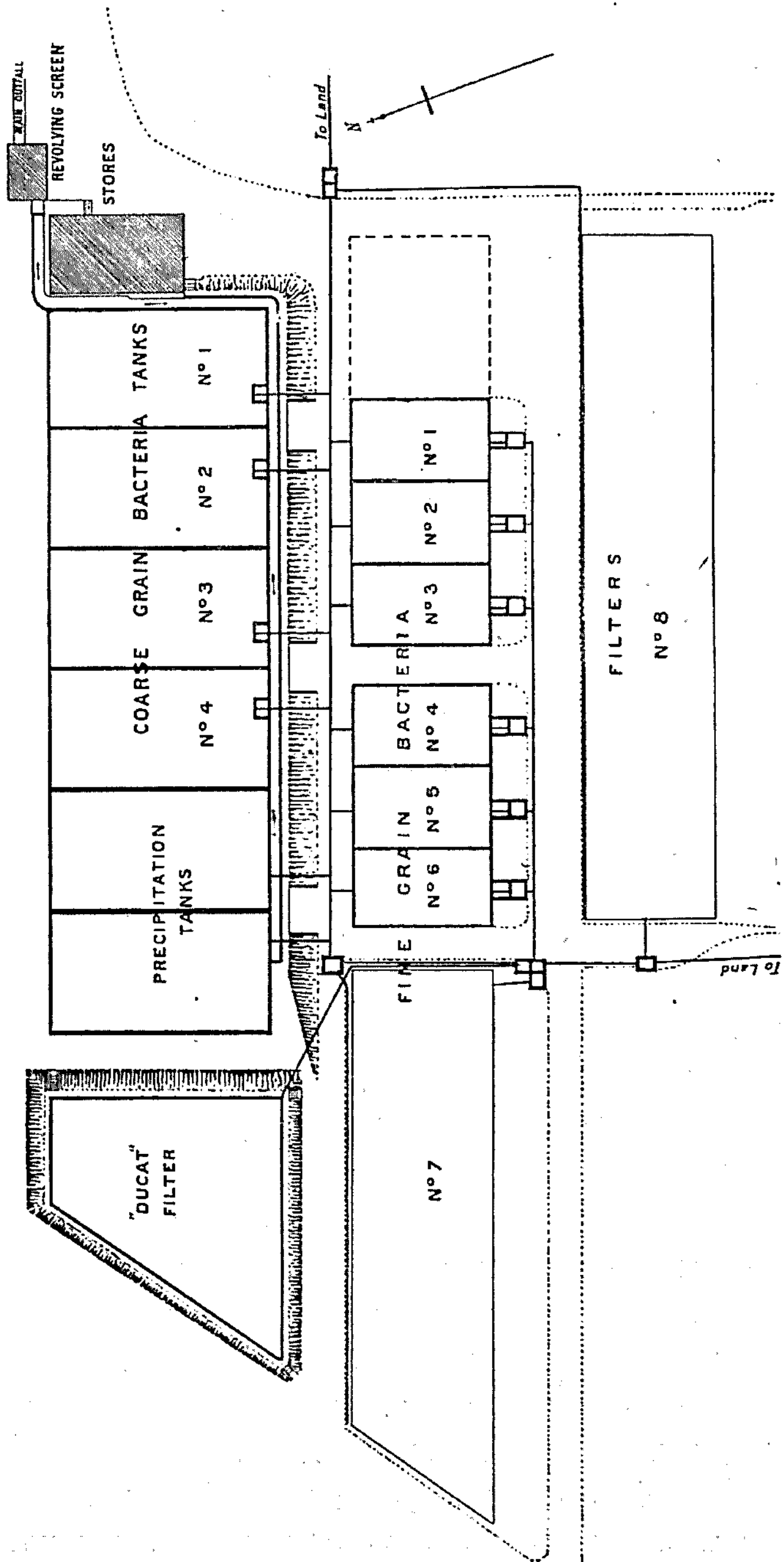
Фильтръ наполняется сточной жидкостью равномерно до краевъ (на это нужно около  $\frac{3}{4}$  часа) и засимъ доступъ ея автоматически прекращается, а жидкость оставляется въ фильтрѣ 2 часа. Послѣ этого фильтръ опоражнивается въ нижній мелкій или на поле орошенія (это требуетъ  $1\frac{1}{4}$  часа) и затѣмъ *отдыхаетъ* 2 часа. Оборотъ операций требуетъ 6 часовъ и фильтръ можетъ наливаться до 3 разъ въ день.

Фильтратъ вышедшій изъ вторыхъ фильтровъ имѣетъ видъ совершенно чистой воды и спускается въ ручей. (См. подробности въ Moore-Sanitary Engineering).

Не задаваясь цѣлью дать описаніе всѣхъ предложенныхъ, испытанныхъ и испытываемыхъ способовъ біологической очистки сточныхъ водъ, нельзя не сообщить хотя нѣкоторыхъ свѣдѣній о современной

Бактеріолізъ.

Канализация города Sutton'a (Англія).



Черт. 974.—Планъ сооруженій для бактеріальной очистки сточныхъ водъ.

Coarse grain bacteria tanks (№№ 1—4) — фильтры крупнозернистые.

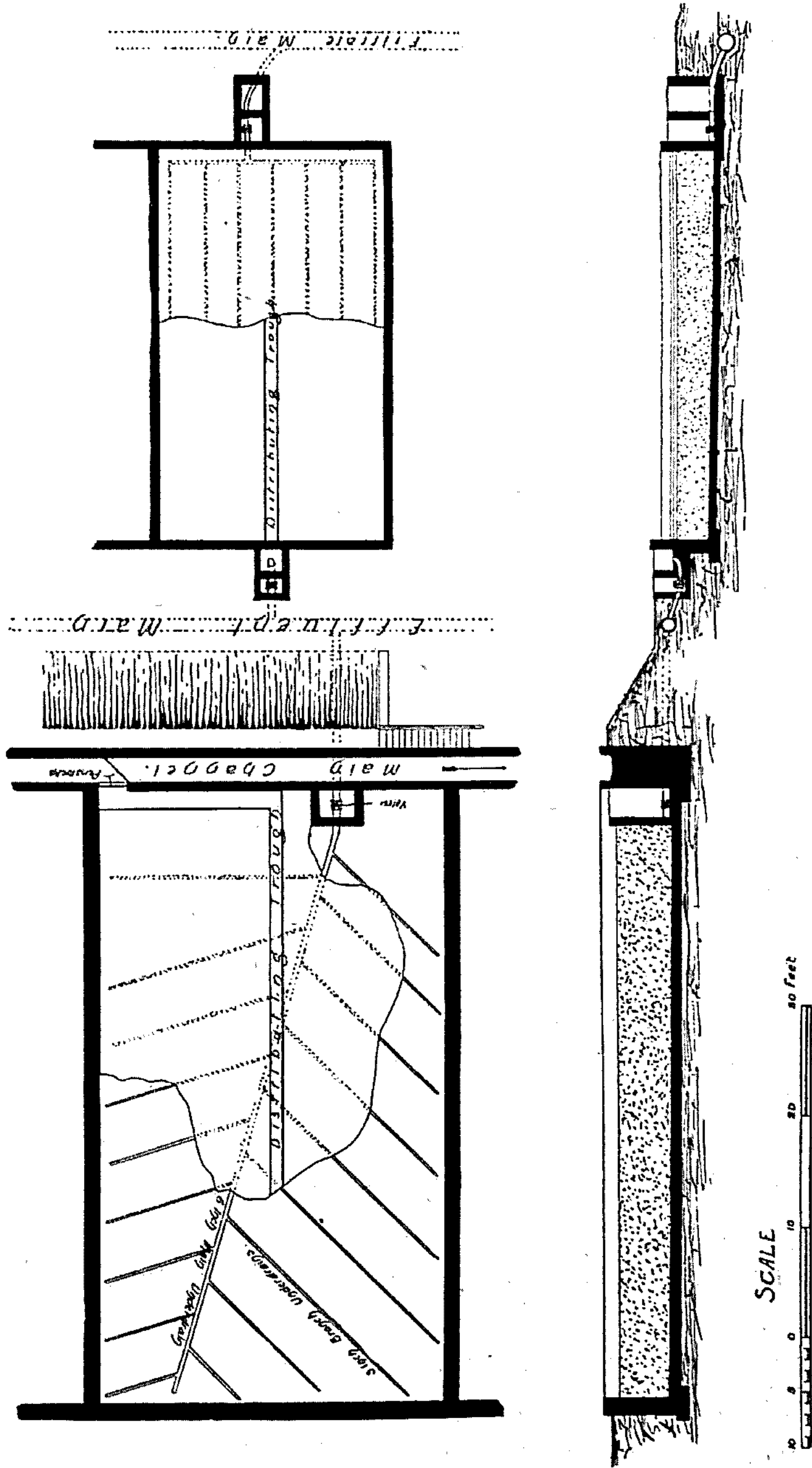
Fine " " filters (№№ 1—8) — фильтры мелкозернистые.

разработкѣ даннаго вопроса заграницей, такъ какъ этотъ вопросъ, несомнѣнно, является весьма важнымъ и для русскихъ городовъ.

Одними изъ первыхъ попытокъ очищать сточныя воды при помощи бактериолиза путемъ фильтраціи были сдѣланныя въ Америкѣ, въ Массачусеттѣ (1889—1890 гг.). Затѣмъ въ Англии Scott-Moncrieff предложилъ свой способъ восходящей фильтраціи. Послѣ этого, Satterton въ 1895 г. и Dibdin въ 1892—1896 гг. въ Лондонѣ предложили выработанные ими способы біологической очистки. Полковникъ Ducat предложилъ приспособленіе могущее отчасти быть уподобленнымъ градирнѣ и представляющее собою надземный коксовый фильтръ заключенный въ оболочку изъ дреиажныхъ трубъ; проходя чрезъ этотъ фильтръ, сточныя воды подвергаются усиленному воздействию кислорода воздуха. Помимо этого, предлагали также вдувать кислородъ въ сточныя жидкости искусственно или прибавлять къ нимъ нитраты натрія и другія подобныя вещества, богатые кислородомъ. Вообще, сверхъ упомянутыхъ выше, разновидностей біологическихъ способовъ очистки сточныхъ водъ существуетъ въ настоящее время значительное количество, хотя, въ сущности, всѣ онѣ могутъ быть подведены подъ два основныхъ типа: одинъ, — въ которомъ преобладаютъ анаэробныя процессы, другой — въ которомъ преобладаютъ процессы, аэробныя. Подробныя свѣдѣнія объ упомянутыхъ опытахъ, а равно и о многихъ другихъ, сдѣланныхъ въ иныхъ мѣстахъ, можно найти въ сочиненіи Mooge'a (Sanitary Engineering — стр. 474—528 изд. 1898 г. и 573—677 изд. 1901 г.).

Въ послѣднее время изысканіе наиболѣе совершеннаго способа очистки сточныхъ водъ особенно озабочивало городъ Манчестеръ. До сихъ поръ сточныя воды Манчестера удаляются за 10—12 верстъ отъ города въ особыя отстойныя бассейны, а затѣмъ непосредственно спускаются въ открытый каналъ, отводящій ихъ въ море. Вода канала, благодаря значительной примѣси сточныхъ водъ, сильно загрязняется и жители поселеній, расположенныхъ вблизи канала, потребовали отъ Манчестера, чтобы онъ такъ или иначе очищалъ предварительно свои сточныя воды. Для всесторонняго обсуждения и практическаго разрѣшенія даннаго вопроса была избрана особая комиссія экспертовъ. Эта комиссія, на основаніи собраннаго ею фактическаго и опытнаго матеріала, пришла къ заключенію, что пока орошеніе является для Манчестера непримѣнимымъ, вслѣдствіе очень высокой стоимости земли и кромѣ того по-

Канализация города Sutton'a (Англія).



Черт. 975 и 976.—Детальный планъ и разръзъ фильтровъ.

Main Channel—каналъ, приводящій нечистотныя воды.  
 Distributing trough—распределительный каналъ въ каждомъ отдѣленіи фильтровъ.  
 Underdrains—дренажныя трубы фильтровъ.  
 Effluent main—сборная труба фильтрата верхнихъ фильтровъ.  
 Filtrate main—сборная труба фильтрата нижнихъ фильтровъ.



тому, что тяжелая почва окрестности Манчестера, какъ выяснилось изъ спеціальныхъ опытовъ мало пригодна для очистки сточныхъ водъ. Устройство особаго водовода до устья рѣки Мёрсей тоже было признано мало практичнымъ въ виду того, что отводъ всего количества дождевыхъ водъ по подобному водоводу представлялъ бы извѣстныя затрудненія, и что трудно было бы обойтись безъ предварительной очистки сточныхъ водъ у конца водовода. По мнѣнію комиссіи, наиболее пригоднымъ способомъ очистки сточныхъ водъ г. Манчестера слѣдовало признать способъ біологической фильтраціи, почему комиссіа занялась имъ съ особой тщательностью. Послѣ 1½ лѣтъ посвященныхъ комиссіей изученію и всесторонней опытной разработкѣ этого вопроса, примѣнительно къ мѣстнымъ условіямъ, ей удалось, наконецъ, выработать приспособленія для біологической очистки, наиболее практически примѣнимыя для г. Манчестера, равно какъ и установить тѣ требованія, которымъ должна удовлетворять вода, очищенная даннымъ способомъ. Эти приспособленія состоятъ изъ открытыхъ коксовыхъ фильтровъ, періодически наполняемыхъ предварительно отстоявшеюся нечистой жидкостью. Отстаиваніе производится въ особомъ резервуарѣ. Для періодическаго наполненія имѣются особые автоматическіе механизмы и пр. Толщина фильтровъ 4 фута. Наполняются они по два раза въ сутки, причемъ остаются наполненными по нѣсколько часовъ и въ промежуткѣ отдыхаютъ. Подробное описаніе устройства біологическихъ фильтровъ, испытанныхъ Манчестерской комиссіей, и выясненіе тѣхъ измѣненій, которыя претерпѣваетъ сточная вода подъ вліяніемъ біологической фильтраціи (см. въ докладѣ Е. Б. Контковскаго, въ «Журналѣ Русскаго Общ. Нар. Здр.» за 1901 годъ).

При примѣненіи біологическихъ способовъ, приходится вывозить едва лишь  $\frac{1}{3}$  того, что необходимо удалять при химической очисткѣ. Въ отстойныхъ бассейнахъ и въ septic-taps'ахъ остаются только такія вещества, которыя или вовсе не подвергаются или только съ трудомъ подвергаются разложенію, какъ, на примѣръ, песокъ, клѣтчатка и т. п.; всѣ остальные органическія вещества сгораютъ. Рыба живетъ въ очищенной подобнымъ способомъ водѣ прекрасно. Эта вода содержитъ огромное количество питательныхъ веществъ для растеній и очень пригодна для орошенія полей. Въ Англіи спускаютъ подобную воду на поля орошенія въ 6 — 7 разъ большемъ количествѣ на единицу поверхности, нежели воду неочищенную. Что

касается зловонія и другихъ неудобствъ, то въ этомъ отношеніи дѣло представляется на практикѣ далеко не въ такомъ дурномъ видѣ, какъ можно было бы думать; даже при анаэробныхъ процессахъ зловонныхъ газовъ развивается, сравнительно, мало, а получается преимущественно болотный газъ, который пытались даже утилизировать для цѣлей освѣщенія.

Отстойные бассейны во всякомъ случаѣ необходимы и при данномъ способѣ.

Прежде въ отстойныхъ бассейнахъ жидкость оставалась до 24 часовъ, а теперь этотъ срокъ сведень уже до 6 часовъ и даже до 1—1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ, т. е. требуется только, чтобы былъ удаленъ несокъ и крупныя плавающія частицы. Въ виду множества возможныхъ комбинацій различныхъ существующихъ уже разновидностей біологической очистки сточныхъ водъ, выборъ наиболее цѣлесообразной системы въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ требуетъ особаго вниманія.

Слѣдуетъ отмѣтить важность не только хорошаго устройства отстойныхъ бассейновъ, въ смыслѣ ихъ непроницаемости, на примѣръ, но и тщательнаго ухода за ними. Накопившіеся въ бассейнахъ осадки далеко не могутъ считаться совершенно безвредными.

Соли тяжелыхъ металловъ, примѣшанныя въ извѣстныхъ количествахъ къ сточнымъ водамъ, могутъ задерживать біологическіе процессы и потому фабричныя воды, содержащія соли тяжелыхъ металловъ, во всякомъ случаѣ должны быть подвергнуты предварительно, до спуска ихъ въ общую канализаціонную сѣть, особой химической очисткѣ.

Вообще для успѣха біологической очистки имѣетъ огромное значеніе однородность состава сточныхъ жидкостей, безъ чего нельзя обезпечить правильности дѣйствія біологическихъ фильтровъ. Что касается количества осадковъ, то при дальнѣйшемъ усовершенствованіи разбираемыхъ способовъ количество этихъ осадковъ должно будетъ повидимому болѣе и болѣе уменьшаться. Органическія вещества, взвѣшенныя и растворенныя въ сточныхъ водахъ, могутъ совершенно сгорать на фильтрахъ и въ результатѣ получаютъ растворы солей, безвредные для человѣка.

Успѣшность дѣйствія біологическихъ фильтровъ зависитъ, вообще говоря, отъ слѣдующихъ трехъ основныхъ моментовъ: 1) отъ качества сточныхъ водъ, т. е., отъ ихъ состава и концентраціи; 2) отъ качества и количества микробовъ, развивающихся въ этихъ водахъ

и 3) отъ тѣхъ внѣшнихъ условій, которыя содѣйствуютъ ихъ жизнедѣятельности. Въ настоящее время въ области біологической очистки сточныхъ водъ существуетъ однако еще много темныхъ сторонъ и сущность многихъ, происходящихъ здѣсь процессовъ-остается далеко еще не вполне выясненною; тѣмъ не менѣе, уже въ настоящее время не подлежитъ никакому сомнѣнію, что разбираемые способы имѣютъ хорошую будущность, такъ какъ въ данномъ случаѣ человекъ идетъ правильнымъ природнымъ путемъ, примѣняя къ уничтоженію вредныхъ органическихъ отбросовъ тотъ же пріемъ, какимъ пользуется природа, т. е. жизнедѣятельность низшихъ организмовъ. Качественные результаты такой очистки сточныхъ водъ весьма удовлетворительны. Напримѣръ въ Sutton'ѣ при посредствѣ устройствъ, представленныхъ на черт. 974—976 удалялось 98, 79% взвѣшенныхъ частей; уменьшалась поглощаемость кислорода на 85, 83% (въ четыре часа); уменьшалась на 78, 54% содержаніе азотистыхъ веществъ. При посредствѣ приспособленій Ducat'a въ 1897 году въ Sutton'ѣ были достигнуты напр. такіе результаты: уменьшалась поглощаемость кислорода (изъ перманганата  $K$  23° C) въ 1 часъ съ 29% до 0,58%, т. е. на 98%, органическихъ въ 5 часовъ—съ 59% до 0,64%, т. е. на 98,9%, уменьшалось содержаніе аммоніакальныхъ веществъ съ 19,6 до 1,03, т. е. на 94,7%. Не останавливаясь на имѣющихся въ заграничной практикѣ цифровыхъ данныхъ, замѣтимъ, что для насъ является дѣломъ крайне необходимымъ правильно поставленная научная опытная разработка біологическихъ способовъ очистки сточныхъ водъ при нашихъ русскихъ условіяхъ. Не имѣя въ рукахъ достаточнаго фактическаго и цифроваго матеріала по данному вопросу, полученнаго у насъ въ Россіи, было бы пока преждевременно говорить о непосредственномъ широкомъ практическомъ примѣненіи у насъ такихъ біологическихъ способовъ. Для успѣха указываемыхъ излѣдованій необходимо, чтобы въ работѣ въ данномъ направленіи принимали совмѣстное участіе не только инженеры, но и химики, бактериологи, и непременно врачи, въ виду того, что только врачъ можетъ правильно оцѣнить наблюдаемая въэтомъ случаѣ явленія, съ точки зрѣнія полезности или вредности ихъ для здоровья человека.

---

# ПРИЛОЖЕНІЯ.

---

Программы упражненій и проектовъ по водоснабженію и водостокамъ.

Адресъ Императорской Военно-Медицинской Академіи отъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I.



# ПРИМѢРЫ ЗАДАНІЙ

упражнений и проектов по водоснабженію и водостокамъ изъ числа предлагавшихся студентамъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I профессоромъ В. Е. Тимоновымъ въ періодъ 1892—1901 гг.

## 1) Упражнение по водостокамъ для студентовъ IV курса.

(1892 — 1896 гг.).

Требуется, задавшись планомъ города, отвѣчающимъ приведеннымъ ниже условіямъ, составить проектъ канализаціи этого города по сплавной системѣ.

Проектъ долженъ состоять изъ:

- 1) общаго плана сѣти водостоковъ съ показаніемъ главныхъ коллекторовъ, станцій и т. д.,
- 2) плана городскихъ водостоковъ въ масштабѣ  $\frac{1}{5000}$ ,
- 3) продольной профили по одной изъ наиболѣе длинныхъ линій сѣти, заключающей возможно большее число водостоковъ разныхъ сѣченій,
- 4) расчета размѣровъ водостоковъ этой линіи,
- 5) детальныхъ чертежей устройства нѣкоторыхъ частей канализаціи, указанныхъ для каждаго заданія особо,
- 6) пояснительной записки.

**Таблица данныхъ.**

| №№ по порядку. | Фамилія<br>гг. студентовъ. | Густота населенія. | Число жителей<br>города. | Потребленіе воды<br>на 1 жителя въ<br>сутки. | Наибольшее ко-<br>личество дождя<br>въ сутки. | Наибольшее ко-<br>личество дождя<br>въ часъ. | Куда отводятся<br>нечистоты.     | Канія части системы<br>должны быть пред-<br>ставлены на деталь-<br>ныхъ чертѣжахъ. |
|----------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                            | на 100<br>кв. с.   |                          | куб. ф.                                      | въ ми                                         | длнм.                                        |                                  |                                                                                    |
| 1              | .....                      | 15                 | 20.000                   | 5                                            | 10                                            | 16                                           | У<br>к<br>ь<br>Р<br>ь<br>В<br>я. | Домовая канализація.                                                               |
| 2              | .....                      | 16                 | 21.000                   | 5                                            | 11                                            | 15                                           |                                  | Устройство коллекторовъ.                                                           |
| 3              | .....                      | 17                 | 22.000                   | 5                                            | 12                                            | 14                                           |                                  | Уличные приборы.                                                                   |
| 4              | .....                      | 18                 | 23.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 13                                            | 13                                           |                                  | Промывныя приспособл.                                                              |
| 5              | .....                      | 19                 | 24.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 12                                            | 12                                           |                                  | Домовая канализація.                                                               |
| 6              | .....                      | 20                 | 25.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 11                                            | 11                                           |                                  | Устройство коллекторовъ.                                                           |
| 7              | .....                      | 21                 | 26.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 10                                            | 10                                           |                                  | Уличные приспособленія.                                                            |
| 8              | .....                      | 22                 | 27.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 11                                            | 9                                            |                                  | Промывныя приспособл.                                                              |
| 9              | .....                      | 23                 | 28.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 12                                            | 10                                           |                                  | Домовая канализація.                                                               |
| 10             | .....                      | 24                 | 29.000                   | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                | 13                                            | 11                                           |                                  | Домовая канализація.                                                               |
| 11             | .....                      | 25                 | 30.000                   | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                | 12                                            | 12                                           | Поля орошенія.                   |                                                                                    |
| 12             | .....                      | 26                 | 30.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 11                                            | 13                                           |                                  | id.                                                                                |
| 13             | .....                      | 25                 | 29.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 10                                            | 14                                           | id.                              |                                                                                    |
| 14             | .....                      | 24                 | 28.000                   | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                | 11                                            | 15                                           | id.                              |                                                                                    |
| 15             | .....                      | 23                 | 27.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 12                                            | 16                                           | Домовая канализація.             |                                                                                    |
| 16             | .....                      | 22                 | 26.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 13                                            | 17                                           | id.                              |                                                                                    |
| 17             | .....                      | 21                 | 25.000                   | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                | 12                                            | 18                                           | Устройство коллекторовъ.         |                                                                                    |
| 18             | .....                      | 20                 | 24.000                   | 5                                            | 11                                            | 17                                           | id.                              |                                                                                    |
| 19             | .....                      | 19                 | 23.000                   | 5                                            | 10                                            | 16                                           | Промывныя приспособл.            |                                                                                    |
| 20             | .....                      | 18                 | 22.000                   | 5                                            | 11                                            | 15                                           | id.                              |                                                                                    |

**2) Упражненіе IV курса по водостокамъ.**

(1901 г.).

**Предлагается**

составить проектъ водостоковъ по системѣ ..... для участка г. С.-Петербурга, изображеннаго на планѣ № «      ».

### Д а н н ы я:

1. Прилагаемый къ сему заданію планъ участка г. С.-Петербурга,—на которомъ, кромѣ кварталовъ и улицъ, показаны: неровности мѣстности въ горизонталяхъ (черезъ каждыя 0,20 саж., считая отъ ординара р. Невы); предполагаемое расположеніе главнаго коллектора, отводящаго сточныя воды всего участка; отмѣтка отъ ординара р. Невы поверхности сточныхъ водъ въ выпускномъ концѣ упомянутаго коллектора, соотвѣтствующая заполненію коллектора при наибольшемъ расходѣ сточныхъ водъ; уклоны поверхности воды въ этой части коллектора и направленіе движенія въ коллекторѣ сточныхъ водъ.

2. Количество домовыхъ сточныхъ водъ и количество атмосферныхъ осадковъ должны быть выбраны въ примѣненіи къ условіямъ г. С.-Петербурга вообще и заданнаго участка въ частности.

Источниками для выбора этихъ данныхъ могутъ служить:

- а) проектъ водостоковъ столичнаго г. С.-Петербурга, составленный В. Лпндлеемъ;
- б) наблюденія Главной Физической Обсерваторіи;
- в) свѣдѣнія о переписи населенія.

3. Остальныя необходимыя, для выполненія проекта данныя предоставляются усмотрѣнію составителя проекта, при чемъ выборъ таковыхъ данныхъ долженъ быть мотивированъ въ пояснительной запискѣ.

*Примѣчаніе.* Желательно, чтобы составитель проекта осмотрѣлъ свой участокъ города въ натурѣ — для болѣе правильнаго расположенія сѣти водостоковъ.

### П о я с н е н і я.

При исполненіи упражненія требуется:

1. Вычертить заданный участокъ г. С.-Петербурга въ масштабѣ 50 саж. въ 0,01 саж. и на этомъ *планѣ* нанести сѣть водосточныхъ коллекторовъ. Если по заданію требуется составить проектъ водостоковъ по раздѣльной системѣ, то на планѣ должны быть нанесены разными красками обѣ системы коллекторовъ, т. е. одна для отвода нечистотъ и другая для отвода атмосферныхъ водъ.

На томъ же планѣ должны быть означены: распределение площадей кварталовъ, питающихъ отдѣльные участки коллекторовъ, съ надписями размѣра этихъ площадей въ кв. саж., мѣста расположенія водосточныхъ, смотровыхъ, ламповыхъ и др. колодцевъ, ливне-спусковъ, промывныхъ аппаратовъ и проч.; равнымъ образомъ должны быть обозначены буквами, какъ на планѣ, такъ и на продольной профили, узловыя точки тѣхъ коллекторовъ, по отношенію къ которымъ въ проектѣ приводятся расчеты.

2. Начертить въ маломъ масштабѣ *схему вывода нечистотъ* изъ заданнаго участка г. С.-Петербурга за предѣлы города.

3. Выбравъ наибольшее протяженіе непрерывной линіи водостоковъ, требуется, примѣнительно къ заданному выпускному концу коллектора, распределить частныя уклоны участковъ водостоковъ и рассчитать для каждаго участка упомянутой линіи размѣры водостока, скорости теченія при разныхъ расходахъ, уклоны подошвы водостоковъ и количество промывныхъ водъ, если встрѣтится необходимость въ промывкѣ водостоковъ чистой водой.

4. Въ соотвѣтствіи съ вышеуказанными расчетами должна быть вычерчена *продольная профиль* найдлиннѣйшей линіи водостоковъ. На профили должно быть обозначено: а) общая длина и общій уклонъ всей линіи водостоковъ; б) длины и уклоны, какъ дна водостоковъ, такъ и поверхности сточныхъ водъ, для каждаго участка водостоковъ; в) отмѣтки въ узловыхъ точкахъ: поверхности земли, дна водостока и поверхности сточныхъ водъ, какъ при наибольшемъ, такъ и при среднемъ суточномъ расходѣ сточныхъ водъ. Если по заданію требуется спроектировать раздѣльную систему водостоковъ, то необходимо вычертить двѣ профили, соотвѣтствующія двумъ системамъ водостоковъ.

5. Спроектировать и вычертить, съ показаніемъ размѣровъ, *детали* устройства .....

6. Составить *пояснительную къ проекту записку*, которая должна состоять изъ:

а) перечня данныхъ, послужившихъ для составленія проекта, съ указаніемъ источниковъ откуда онѣ взяты, или мотивовъ, на основаніи которыхъ принялъ ихъ составитель проекта;

б) краткаго описанія проекта;

в) расчетовъ;



и г) перечня литературных источников, которыми пользовался составитель проекта съ точнымъ указаніемъ, что и откуда взято.

7. Всѣ относящіеся къ настоящему упражненію расчеты должны быть окончены и предъявлены для просмотра ..... не позже 30 Ноября 189 года.

8. Настоящее заданіе должно быть приложено къ пояснительной запискѣ.

### 3. Упражненіе IV курса по водоснабженію.

(1901 г.).

Предлагается составить проект водоснабженія участка города ....., рассматривая означенный участокъ въ отдѣльности, независимо отъ сосѣднихъ кварталовъ. Источникъ водоснабженія, расположеніе водопріемныхъ и водоемного сооруженій должны быть избраны по соображенію съ мѣстными особенностями участка. Для Петербурга источниками водоснабженія предполагаются: р. Нева или сборный для ключевыхъ водъ водоемъ, расположенный у Варшавскаго вокзала. Для участковъ города Москвы мѣстоположеніе источника водоснабженія не ограничивается предварительными указаніями.

Проектъ долженъ состоять изъ:

1. Общаго плана водопроводной сѣти съ показаніемъ магистрали, расположенія, водопріемнаго и водоемного сооруженій, колодцевъ, уличныхъ и пожарныхъ крановъ и проч.

2. Продольной профили по одной изъ наиболѣе длинныхъ линій водопроводной сѣти съ показаніемъ примыкающихъ трубъ (отвѣтвленій) и ихъ сѣчсній.

3. Общаго расчета водопроводныхъ трубъ избранной наиболѣе длинной линіи сѣти и главнѣйшихъ сооружений.

4. Детальнаго расчета и чертежей устройства нѣкоторыхъ частей водопровода, указанныхъ для каждаго зданія особо.

5. Пояснительной записки, въ которой должны быть помѣщены:

а) перечень данныхъ, послужившихъ для составленія проекта, съ указаніемъ источниковъ—откуда они взяты и мотивовъ, на основаніи которыхъ принялъ ихъ составитель проекта;

б) краткое описаніе проекта;

- в) расчеты;  
и г) перечень литературных источников, которыми пользовался составитель проекта (съ указаниемъ страницъ).

Таблица данныхъ.

| Фамиліи<br>гг. студентовъ. | Густота насе-<br>ленія.     | Потребленіе<br>воды на 1 жи-<br>теля въ сутки. | Фамиліи<br>гг. студентовъ. | Густота насе-<br>ленія.     | Потребленіе<br>воды на 1 жи-<br>теля въ сутки. |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
|                            | Жителей<br>на<br>100 кв. с. | Всдеръ.                                        |                            | Жителей<br>на<br>100 кв. с. | Всдеръ.                                        |
| 1.....                     | 15                          | 5                                              | 21.....                    | 17                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 2.....                     | 16                          | 5                                              | 22.....                    | 17                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 3.....                     | 17                          | 5                                              | 23.....                    | 17                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 4.....                     | 18                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  | 24.....                    | 16                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 5.....                     | 19                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  | 25.....                    | 16                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 6.....                     | 20                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  | 26.....                    | 16                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 7.....                     | 21                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 27.....                    | 15                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 8.....                     | 22                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 28.....                    | 15                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 9.....                     | 23                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 29.....                    | 15                          | 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 10.....                    | 24                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  | 30.....                    | 14                          | 5                                              |
| 11.....                    | 25                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  | 31.....                    | 14                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 12.....                    | 26                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 32.....                    | 14                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 13.....                    | 25                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 33.....                    | 15                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 14.....                    | 24                          | 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>                  | 34.....                    | 15                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 15.....                    | 23                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  | 35.....                    | 15                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 16.....                    | 22                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  | 36.....                    | 16                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>                  |
| 17.....                    | 21                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  | 37.....                    | 16                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>                  |
| 18.....                    | 20                          | 5                                              | 38.....                    | 16                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 19.....                    | 19                          | 5                                              | 39.....                    | 17                          | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>                  |
| 20.....                    | 18                          | 5                                              | 40.....                    | 17                          | 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>                  |

Соотвѣтственно избранному источнику водоснабженія упражне-  
ніе по водоснабженію исполняется по одной изъ слѣдующихъ про-  
граммъ.

1. При назначеніи водоснабженія посредствомъ сбора ключевыхъ водъ упражненіе обнимаетъ устройство и расчетъ слѣдующихъ сооружений: а) ключевые колодцы; б) трубы, проводящія воду изъ ключевыхъ колодцевъ въ сборный резервуаръ; в) сборный резервуаръ; г) водоподъемное зданіе; д) всасывающая и нагнетательная трубы; е) водонапорная башня.

2. Сборъ воды помощью колодцевъ большого діаметра: а) водосборные колодцы; главный водосборный колодезь; б) сифонная труба, соединяющая колодцы между собою; в) водоподъемное зданіе; г) всасывающая и нагнетательная труба; д) водонапорный резервуаръ.

3. Сборъ грунтовой воды помощью колодцевъ малаго діаметра (бруклинскихъ): а) бруклинскій колодезь; б) сборный колодезь; в) сифонная труба, соединяющая колодцы между собой; г) водоподъемное зданіе; д) всасывающая и нагнетательная трубы; е) водонапорный резервуаръ.

4. Сборъ грунтовой воды помощью горизонтальныхъ трубъ: а) водосборная труба; б) смотровой колодезь; в) сборный колодезь; г) водоподъемное зданіе; д) всасывающая и нагнетательная трубы и е) водонапорная башня.

5. Приемъ, отстаиваніе и фильтрованіе рѣчной воды: а) сооруженіе для приѣма воды изъ рѣки и провода въ отстойные бассейны; б) отстойные бассейны; в) фильтры; г) сборный резервуаръ; д) водоподъемное зданіе; е) всасывающая и нагнетательная трубы.

Пособіями для проектированія водоснабженія, кромѣ курсовъ гидравлики, могутъ въ числѣ многихъ другихъ служить слѣдующія сочиненія и сборники:

1. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften: Франціусъ и Зонне (Dritter Band).

2. *Lueger*. Die Wasserversorgung der Städte. 1895 г.

3. *Bechmann*. Distributions d'eau. 1898 г.

4. *Debauve*. Distributions d'eau, egouts. t. 1 изд. 1897 г.

5. *L. Vigreux*. Projet de distribution d'eau pour une ville industrielle.

6. *Кеннгъ*. Водоснабженіе, переводъ Усова.

7. Проектъ московскаго водоснабженія (Шухова, Кнорре и Лембке), 1891 г.

8. Альбомъ по водоснабженію проф. Максименко.

Разсчеты должны быть предъявлены для разсмотрѣнія  
но возможности не позже 30 Ноября 189 года.

#### 4. Проектъ V курса по водостокамъ.

(1892 — 1901).

Предлагается составить проектъ общесплавной системы водо-  
стоковъ съ отводомъ нечистотъ въ рѣку для города, опредѣляемаго  
слѣдующими данными.

*Мѣстность* представлена на приложенной къ сему топографи-  
ческой картѣ, въ предѣлахъ коей ближайшій выборъ положенія го-  
рода, развитія его улицъ и пр. предоставляются усмотрѣнiю соста-  
вителя проекта.

*Климатическія и метеорологическія* условія суть условія го-  
рода ..... и опредѣляются наблюденіями, занесенными  
въ соотвѣтствующія лѣтописи Физической обсерваторіи (см. изданіе  
Вильда, труды проф. Воейкова и др.).

*Густота населенія, образъ его жизни, устройство зданій и*  
проч. приближаются къ условіямъ центральныхъ частей города.....

*Число жителей города* = .....

*Проектъ долженъ состоять изъ:*

1. общаго плана сѣти и нѣсколькихъ основныхъ профилей по  
направленію главныхъ линій сѣти,
2. чертежей коллекторовъ,
3. деталей,
4. разчетовъ сооружений,
5. пояснительной записки съ приложеніемъ мотивовъ, устанавли-  
вающихъ правильность принятаго расположенія и типовъ соору-  
женій.

#### 5. Проектъ V курса по водостокамъ.

(1896 г.).

Требуется составить проектъ канализаціи по системѣ Верига,  
участка города С.-Петербурга.

Участокъ, площадью не менѣе 100 тысячъ кв. саж. избирается  
въ предѣлахъ г. С.-Петербурга по усмотрѣнiю составителя проекта,

и канализационная сѣть этого участка разсматривается, какъ самостоятельное цѣлое.

Сточные воды отводятся на поля орошенія или спускаются въ рѣку, по усмотрѣнiю составителя проекта.

Проектъ долженъ состоять изъ:

1. общаго плана сѣти и нѣсколькихъ продольныхъ профилей по главныхъ линiямъ водостоковъ,
2. чертежей коллекторовъ и промывныхъ приспособленiй,
3. расчетовъ сооруженiй,
4. пояснительной записки съ краткимъ обзорѣнiемъ главнѣйшихъ изъ составленныхъ до сего времени для канализации Петербурга предположенiй.

## 6. Проекты V курса по водоснабженiю желѣзнодорожныхъ станцiй.

(1896—1901).

Предполагается составить проектъ водоснабженiя или непосредственно связанныхъ съ водоснабженiемъ устройствъ для станцiй ..... класса, находящейся на опредѣленной желѣзной дорогѣ, техническiя условiя которой извѣстны и указаны въ прилагаемой таблицѣ.

При составленiи проекта надлежитъ:

1. По установленному для дороги или избранному соотвѣтственно профили и условiямъ движенiя типу паровозовъ и подвижнаго состава, а также по указаннымъ въ техническихъ условiяхъ элементамъ профили пути опредѣлить наибольшую силу тяги паровозовъ и наибольшiй составъ поѣздовъ.

2. По наибольшему составу поѣздовъ, провѣрить количество необходимой для тяги паровоза воды на одну виртуальную поѣздоверсту, и по объему тендера наибольшiй допускаемый виртуальный перегонъ между двумя водоснабженiями (а также виртуальную длину двойныхъ перегоновъ, имѣя въ виду порчу промежуточныхъ водоснабженiй).

3. На данной картѣ мѣстности назначить расположенiе линiи, станцiи и источника водоснабженiя и, составивъ профиль водопроводной линiи, опредѣлить ея длину, уклоны, высоту подъема воды и прочiе необходимые для разчета водоснабженiя факторы.

4. По суточному расходу определить диаметры водопроводных трубъ и напоръ воды. Определить размѣры баковъ и спроектировать ихъ устройства съ повѣркою прочности ихъ частей.

5. Въ зависимости отъ указаннаго способа добыванія воды и сообразно условіямъ водоснабженія станціи выбрать и спроектировать, съ соотвѣтственными расчетами, общіе типы насосовъ, машинъ и приборовъ для водоснабженія станціи.

*Примѣчаніе* а) Размѣры трубъ и соединительныхъ частей могутъ быть приняты согласно нормамъ, выработаннымъ на водопроводномъ съѣздѣ въ Москвѣ въ 1893 году.

б) Водоемныя зданія должны быть спроектированы деревянные или каменные, съ однимъ или двумя баками, соотвѣтственно количеству потребной для станціи воды и мѣстнымъ условіямъ. Расчетъ баковъ долженъ быть сдѣланъ съ принятіемъ запаса на износъ, а также имѣя въ виду возможность увеличить объемъ бака наклепкою кольца.

Проектъ долженъ состоять изъ:

- а) карты мѣстности, въ которой расположена станція и источникъ водоснабженія съ показаніемъ общаго расположенія сооруженій;
- б) плана станціи съ показаніемъ водопроводной сѣти и сооруженій;
- в) обнихъ чертежей сооруженій водоснабженія;
- г) детальныхъ чертежей сооруженія, бывшаго предметомъ подробнаго изученія и особо указаннаго въ заданіи;
- д) пояснительной записки.

Въ пояснительной запискѣ должны заключаться слѣдующія основныя части:

1. перечень данныхъ, предложенныхъ составителю проекта;
2. перечень дополнительныхъ данныхъ, принятыхъ составителемъ проекта;
3. общее описаніе проекта;
4. мотивировка принятаго расположенія, типовъ и главныхъ размѣровъ сооруженій;
4. расчеты прочности и устойчивости сооруженій, бывшихъ предметомъ детальнаго изученія;
6. приблизительный расчетъ количествъ и стоимости главныхъ работъ;
7. указаніе предполагаемыхъ способовъ исполненія работъ;
8. перечень печатныхъ или иныхъ источниковъ, коими пользо-

вался составитель проекта съ указаніемъ, что именно и откуда было имъ почерпнуто.

Желательно, чтобы пояснительная записка была написана яснымъ и легко читаемымъ почеркомъ.

Къ пояснительной запискѣ должно быть приложено первоначальное заданіе.

Расчеты должны быть составлены и представлены для предварительнаго разсмотрѣнія по возможности, не позднѣе 15 декабря.

Предварительныя и вспомогательныя для проектированія станціонныхъ водоснабженій свѣдѣнія изъ общей механики и гидравлики имѣются въ курсахъ гидравлики: Евневича, Максименко, Колинъона, Бресса и др. Общія свѣдѣнія по водоснабженію и болѣе подробныя данныя приведены въ сочиненіяхъ и сборникахъ:

1. *Чижовъ*. Лекціи по водопроводамъ. Литогр. изданіе 1898 г.
2. *Кенигъ*. Водоснабженіе, переводъ Усова.
3. *A. Debauxve*. Distributions d'eau, égouts, tome I. изд. 1897 г.
4. *Lueger*. Die Wasserversorgung der Städte, Штутгардтъ 1895 г.
5. *Bechmann*. Distributions d'eau. Paris 1888 и мн. др.
6. *A. Frühling* und *E. Lincke*. Wasserversorgung und Entwässerung der Städte. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III Bd. I Abth. 2 Hälfte. Leipzig 1893 г.
7. *J. T. Fanning*. A practical Treatise on Water-Supply Engineering. New-York 1877 г.
8. *W. K. Burton*. The Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks. London 1894.
9. *E. Delhotel*. Traité de l'épuration des eaux naturelles et industrielles. Paris 1893 г.
10. *Hartmann-Knoke*. Die Pumpen. Berlin 1897 г.
11. *Бар. Дельвицъ*. Руководство къ устройству водопровод. 1856 г.
12. *Штукенбергъ*. Водопроводы. 1871 г.
13. *Н. Бѣлелюбскій*. Новочеркасскій водопроводъ. 1868 г.
14. *И. Рербергъ*. Московскій водопроводъ. Москва 1892 г.
15. *М. И. Алтуховъ*. Новѣйшія усовершенствованія въ американскихъ водопроводахъ по примѣненію ихъ къ тушенію пожаровъ. Спб. 1880 г.
16. *Н. П. Зиминъ*. Объ улучшенныхъ способахъ фильтрованія воды механическими фильтрами. Москва 1897 г.
17. *Ф. Е. Максименко*. Атласъ водопроводныхъ сооруженій.

18. *В. Г. Линдлей*. Описание водопроводныхъ и канализационныхъ сооруженийъ города Варшавы. Варшава 1895 г.

19. Труды русскихъ водопроводныхъ Съездовъ (1893, 1895 и 1897 годовъ и атласъ чертежей чугунныхъ трубъ. 1894 г.).

20. *Флиннъ*. Движеніе воды въ туннеляхъ, трубахъ и проч. Переводъ инж. Здзярскаго подъ редакціею М. Герсеванова.

Для руководства и пособія при проектированіи деталей водоснабженія желѣзнодорожныхъ станцій могутъ служить:

1. *Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik. Hausinger von Waldegg. Erster Band. (Der Eisenbahn-Bau)*. Здѣсь указана и литература по водоснабженію желѣзнодорожныхъ станцій.

2. *Котляревскій*: а) *Водоснабженіе желѣзныхъ дорогъ* съ атласомъ; б) *Замѣтки по канализаціи городовъ въ связи съ вопросомъ ассенизаціи большихъ желѣзнодорожныхъ станцій*. 1886 г.

3. *Бородинъ*. *Замѣтка о механическихъ устройствахъ жел. дорогъ*. Выпускъ I, 1875.

4. *Тиме*. *Лекціи и статьи*.

5. *Записки съ проектомъ водоснабженія жел. дорогъ линіи Вологда-Архангельскъ*.

6. *Данныя по водоснабженію, приведенныя въ альбомѣ сооруженій Балашово-Харьковскій жел. дороги*.

7. *Данныя по устройству станціонныхъ водоснабженій изъ артезианскихъ колодцевъ, приведенныя въ статьяхъ пр. Войслава въ Извѣстіяхъ Собранія Инженеровъ Путей Сообщенія за 1893—95 гг.) и въ брошюрѣ Technische Vorträge und Abhandlungen XXV: «Wasserbeschaffung mittelst Artesischer Brunnen»*. *Edm. Herzog*. Wien 1895 г.

8. *Разсчетъ водоемныхъ баковъ*. *Nouvelles Annales de la construction* 1890 года въ статьѣ: «*Reservoir metallique de 200 m.*» и другіе.

9. *Альбомъ, изданный въ 1886 году Техническимъ Отдѣленіемъ Департамента жел. дорогъ (водоприемники Закавказской жел. дороги, водоемныя и водоподъемныя зданія Уральской, Донецкой и Екатерининской, Закавказской и Финляндской жел. дорогъ)*.

10. *Альбомъ Новороссійской вѣтви Владикавказской жел. дороги (Очиститель Беранже и Стингля, фильтры въ Екатеринодарѣ)*.

11. *Альбомъ Барановичи-Бѣлостокской жел. дороги (Нормальные типы водоемнаго зданія и водоприемника)*.

12. *Альбомъ Уманьскихъ вѣтвей. (Схемы и общее расположеніе водоснабженій)*.



13. Альбомъ Харьковско-Балашовской жел. дороги (Пріемники и расчетъ сооруженій).

14. Альбомъ Уфа-Златоустовской жел. дороги.

15. Альбомъ Полѣсскихъ жел. дорогъ

16. Альбомъ Московско-Казанской ж. д.

17. Альбомъ Закавказской жел. дороги (Схемы и пріемники).

18. Альбомъ Петровской и Минераловодской вѣтвей.

19. Альбомъ Западно-Сибирской жел. дороги (Златоустъ-Челябинскъ).

20. *Кохъ*. Машинное дѣло на желѣзныхъ дорогахъ.

21. *Яловецкій*. Вода, топливо.

22. *Горбуновъ*. Одесскія матсерекія 1896 года.

23. *В. Зуевъ*. Бани и ванны. Одесса 1898 г.

24. *И. Борзовъ*. Сборникъ чертежей по устройству желѣзнодорожныхъ водоснабженій. Вып. I. Спб. 1898 г.

25. *L. Vigreux*. Application de l'eau sous pression. Paris 1892 г.

**Общая таблица данныхъ.**

| № по порядку. | Фамили гг. студентовъ. | Техническія условія сооруженія жел. дор. | Предлагаемый источникъ водоснабженія. | Сооруженія, которыя должны быть разработаны подробно.      |
|---------------|------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1             |                        | Уссурийской (7 паръ поѣздовъ въ сутки).  | Рѣка.                                 | Водопріемное сооруженіе съ фильтромъ и отстойниками.       |
| 2             |                        | Уссурийской (12 паръ поѣздовъ въ сутки). | Озеро.                                | Водоемное и водоподъемное зданіе.                          |
| 3             |                        | Балашово-Харьковской (10 паръ поѣздовъ). | Грунтовая вода.                       | Гидравлич. колонна; пріемникъ изъ Бруклинскихъ колодезевъ. |
| 4             |                        | Балашово-Харьковской (14 паръ поѣздовъ). | Прудъ.                                | Деталь устройства фильтровъ (Ганекена или Зимина).         |
| 5             |                        | Уфа-Златоустовской (2 пары поѣздовъ).    | Искусственное водохранилище.          | Водоснабженіе мастерскихъ на станціи I-го класса.          |
| 6             |                        | Уфа-Златоустовской (6 паръ поѣздовъ).    | Ключи.                                | Пожарные, водоразборные и прочіе краны.                    |
| 7             |                        | Западно-Сибирской (7 паръ поѣздовъ).     | Наземная вода.                        | Очиститель Беранже и Стивгля.                              |
| 8             |                        | Западно-Сибирской (12 паръ поѣздовъ).    | Грунтовая вода.                       | Очиститель Западно-Сибирской жел. дор.                     |
| 9             |                        | Уманьскихъ вѣтвей (14 паръ поѣздовъ).    | Озеро.                                | Баня на станціи I-го класса для 400 человекъ рабочихъ,     |
| 10            |                        | Уманьскихъ вѣтвей (9 паръ поѣздовъ).     | Артезианскія воды.                    | Водоемное и водоподъемное зданіе; колодцы.                 |
| 11            |                        | Бологое-Исковской (12 паръ поѣздовъ).    | Искусственное водохранилище.          | Водопроводная сѣть на станціи I-го класса.                 |
| 12            |                        | Бологое-Исковской (10 паръ поѣздовъ).    | Ключи.                                | Водоснабженіе городского вокзала.                          |

| №№ по порядку. | Фамили гг. студентовъ. | Техническія условія сооруже-нія жел. дор.                   | Предлагаемый проектъ водоснабженія. | Сооруженія, которыя должны быть разработаны подробно.                           |
|----------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 13             |                        | Самаро-Уфимской (12 паръ поѣздовъ)                          | Озеро.                              | Акведукъ. Трубопроводы.                                                         |
| 14             |                        | Самаро-Уфимской (7 паръ поѣздовъ).                          | Рѣка.                               | Пріемникъ и водоемное зданіе. Насосъ Вартингтона.                               |
| 15             |                        | Джанкой-Осодосійской (10 паръ поѣздовъ).                    | Искусственное водохранилище.        | Очиститель по образцу устроенныхъ на Сѣверной дорогѣ во Франціи (Амьень, Кале). |
| 16             |                        | Джанкой-Осодосійской (18 паръ поѣздовъ).                    | Озера.                              | Очиститель системы Дерво.                                                       |
| 17             |                        | Вологод.-Архангельск. (9 паръ поѣздовъ).                    | Рѣка.                               | Насосъ Кертинга; промежуточное водоснабженіе.                                   |
| 18             |                        | Вологод.-Архангельск. (16 паръ поѣздовъ).                   | Ключи.                              | Противопожарныя устройства на станціи I-го класса.                              |
| 19             |                        | Царицынской вѣтви Владикавказской ж. д. (7 паръ поѣздовъ).  | Артезианскія воды.                  | Фильтръ, сухіе колодцы, краны, клапаны.                                         |
| 20             |                        | Царицынской вѣтви Владикавказской ж. д. (10 паръ поѣздовъ). | Искусственное водохранилище.        | Очиститель системы Ягна.                                                        |
| 21             |                        | Пермь-Котласской (10 паръ поѣздовъ).                        | Рѣка.                               | Баня на станціи II-го класса. Примѣненіе вѣтряныхъ двигателей.                  |
| 22             |                        | Пермь-Котласской (7 паръ поѣздовъ).                         | Озеро.                              | Гидравлическіе, путевые и прочіе краны.                                         |
| 23             |                        | Златоустъ-Челябинской (7 паръ поѣздовъ).                    | Ключи.                              | Водоемное и водоподъемное зданіе.                                               |
| 24             |                        | Златоустъ-Челябинской (12 паръ поѣздовъ).                   | Рѣчка.                              | Водопріемникъ съ фильтромъ. Вѣтряной двигатель.                                 |
| 25             |                        | Западно-Сибирской (12 паръ поѣздовъ).                       | Искусственное водохранилище.        | Очиститель системы Дерюмо.                                                      |
| 26             |                        | Западно-Сибирской (7 паръ поѣздовъ).                        | Озеро.                              | Водопроводная сѣть на станціи II-го класса.                                     |
| 27             |                        | Ораны-Олутской (19 паръ поѣздовъ).                          | Рѣка.                               | Водоснабженіе мастерскихъ на станціи II-го класса.                              |
| 28             |                        | Ораны-Олутской (32 пары поѣздовъ).                          | Озеро.                              | Гидравлическіе, путевые, пожарные, водоразборные и промывательные краны.        |
| 29             |                        | Ярославско-Рыбинской (12 паръ поѣздовъ).                    | Ключи.                              | Водоемное и водоподъемное зданіе; насосъ Вертингтона.                           |
| 30             |                        | Ярославско-Рыбинской (8 паръ поѣздовъ).                     | Прудъ.                              | Баня на станціи I-го класса.                                                    |
| 31             |                        | Москва-Павелець (8 паръ поѣздовъ).                          | Ключи.                              | Водопроводная сѣть на станціи I-го класса, краны, клапаны.                      |
| 32             |                        | Москва-Виндава (9 паръ поѣздовъ).                           | Рѣка.                               | Водоснабженію центрального вокзала.                                             |
| 33             |                        | Москва-Виндава (16 паръ поѣздовъ).                          | Артезианскія воды.                  | Водоснабженіе и противопожарныя устройства на станціи I-го класса.              |
| 34             |                        | Москва-Павелець (16 паръ поѣздовъ).                         | Рѣка.                               | Водоснабженіе мастерскихъ на станціи I-го класса.                               |

| №№ по порядку. | Фамиліи гг. студентовъ. | Техническія условія сооруже-нія жел. дор.              | Предлагаемый источникъ водоснабженія | Сооруженія, которыя должны быть разработаны подробно.                      |
|----------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 35             |                         | Средне-Сибирской (7 паръ поѣздовъ).                    | Ключи.                               | Промежуточное водоснабженіе, пульзометръ или автоматическое водоснабженіе. |
| 36             |                         | Средне-Сибирской (12 паръ поѣздовъ).                   | Грунтовыя воды.                      | Очиститель системы Дерюмо.                                                 |
| 37             |                         | Петровскъ-Баку (5 паръ поѣздовъ).                      | Грунтовыя воды.                      | Очиститель системы Ягна.                                                   |
| 38             |                         | Петровская и Миноралонодская вѣтвь (10 паръ поѣздовъ). | Ключи.                               | Трубопроводы, акведукъ, пріемникъ.                                         |
| 39             |                         | Данковъ-Смоленской (8 паръ поѣздовъ).                  | Ручей.                               | Ваня на станціи II-го класса. Вѣтряной двигатель.                          |
| 40             |                         | Данковъ-Смоленской (12 паръ поѣздовъ).                 | Артезианскія воды.                   | Водоснабженіе большого вокзала. Противопожарныя устройства.                |

### 7. Проектъ V курса по водоснабженію.

(1896 г.)

Требуется составить проектъ водоудержательной плотины, находящейся въ условіяхъ плотины *South Fork* въ С. Америкѣ.

Глубина резервуара = 70 футамъ.

Проектъ долженъ заключать въ себѣ чертежи и разчеты плотины и пояснительную записку.

### 8. Проектъ V курса по водоснабженію.

(1896 г.)

Требуется составить проектъ плотины, находящейся въ условіяхъ плотины резервуара въ *Gouffre d'Enfer* во Франціи.

Глубина резервуара — 35 метровъ.

Проектъ долженъ заключать чертежи и разчеты плотины, а также пояснительную записку съ краткимъ описаніемъ сооруже-ній, существующихъ въ *Gouffre d'Enfer*.

### 9. Проектъ V курса по водоснабженію.

(1898 г.)

Предлагается составить проектъ главнѣйшихъ водопроводныхъ сооруже-ній для Петербургской части г. С.-Петербурга въ предпо-

ложеніи, что источникъ водоснабженія, расположеніе сѣти, мѣста резервуаровъ и фильтровъ и пр. остаются тѣ же, что и нынѣ, а потребленіе воды превышаетъ нынѣшнее на 25%.

Проектъ долженъ состоять изъ:

- а) карты мѣстности съ показаніемъ общаго расположенія сооружений;
- б) общихъ чертежей сооружений водоснабженія;
- в) детальныхъ чертежей сооружения, бывшаго предметомъ подробнаго изученія;
- г) пояснительной записки.

Въ пояснительной запискѣ должны заключаться слѣдующія основныя части:

1. Перечень дополнительныхъ данныхъ, прннятыхъ составителемъ проекта.
2. Общее описаніе проекта.
3. Мотивировка типовъ и главныхъ размѣровъ сооружений.
4. Расчеты прочности и устойчивости сооружений, бывшихъ предметомъ детальнаго изученія.
5. Приблизительный расчетъ количествъ и стоимости главныхъ работъ.
6. Указаніе предполагаемыхъ способовъ исполненія работъ.
7. Перечень печатныхъ или иныхъ источниковъ, коими пользовался составитель проекта съ указаніемъ, что именно и откуда было имъ почерпнуто.

---

## 10. Проектъ V курса по водоснабженію.

(1901 г.).

Требуется перепроектировать новую Нильскую водоудержательную плотину (Ассуанскую) въ предположеніи, что высота подпорнаго горизонта увеличена на 10 метровъ.

Описаніе плотины см. въ техническихъ журналахъ и между прочимъ въ *Zeitschrift für Bauwesen* 1900, L. Bl. 50 (Stauwerke des Nilthals).

---

## 11) Проектъ V курса по водоснабженію.

(1900 г.).

Предлагается составить проектъ водоснабженія непосредственно связанный съ водоснабженіемъ устройствъ для г. Царскаго Села при условіяхъ: а) водопроводъ долженъ быть *напорный*; б) суточный расходъ 1.500.000 ведеръ.

При составленіи проекта надлежитъ:

1. На данной картѣ мѣстности назначить расположеніе линіи, станціи и источника водоснабженія и, составивъ профіль водопроводной линіи, опредѣлить ея длину, уклоны, высоту подъема воды и прочіе необходимые для расчета водоснабженія факторы.

2. По суточному расходу опредѣлить діаметры водопроводныхъ трубъ и напоръ воды. Опредѣлить размѣры резервуаровъ и спроектировать ихъ устройства съ повѣркою прочности ихъ частей.

3. Въ зависимости отъ способа добыванія воды и сообразно условіямъ водоснабженія города выбрать и спроектировать, съ соотвѣтственными расчетами, общіе типы насосовъ, машинъ и приборовъ для водоснабженія.

*Примѣчаніе.* Размѣры трубъ и соединительныхъ частей могутъ быть приняты согласно нормамъ, выработаннымъ на русскихъ водопроводныхъ сѣздахъ.

Проектъ долженъ состоять изъ:

- а) карты мѣстности съ показаніемъ общаго расположенія сооруженій;
- б) плана города съ показаніемъ водопроводной сѣти и сооруженій;
- в) общихъ чертежей сооруженій водоснабженія;
- г) детальныхъ чертежей сооруженія для каптажа ключей;
- д) пояснительной записки.

Въ пояснительной запискѣ должны заключаться слѣдующія основныя части:

1. перечень данныхъ, предложенныхъ составителю проекта;
2. перечень дополнительныхъ данныхъ, принятыхъ составителемъ проекта;
3. общее описаніе проекта;

4. мотивировка принятаго расположенія, типовъ и главныхъ размѣровъ сооруженій;

5. расчеты прочности и устойчивости сооруженій, бывшихъ предметовъ детального изученія;

6. приблизительный расчетъ количествъ и стоимости главныхъ работъ;

7. указаніе предполагаемыхъ способовъ исполненія работъ;

8. перечень печатныхъ или иныхъ источниковъ, коими пользовался составитель проекта съ указаніемъ, что именно и откуда было имъ почерпнуто.

Желательно, чтобы пояснительная записка была написана яснымъ и легко читаемымъ почеркомъ.

Къ пояснительной запискѣ должно быть приложено первоначальное заданіе.

Расчеты должны быть составлены не позднѣе 15 декабря.

---

## 12. Проектъ V курса по водоснабженію.

(1901 г.).

Предлагается составить проектъ дополнительнаго водоснабженія г. Москвы на основаніи нижеслѣдующихъ данныхъ .....

(Дальнѣйшія подробности заданія аналогичны съ вышеприведенными для другихъ мѣстностей).

---

## А Д Р Е С Т Ъ

### ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи

### отъ Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I,

поднесенный въ день столѣтняго юбилея Академіи.

---

Въ день столѣтія годовщины основанія Императорской Военно-Медицинской Академіи — Институтъ Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I не можетъ не вспомнить, что всего лишь годъ тому назадъ вѣдомству, котораго нераздѣльную часть онъ составляетъ, также исполнилось сто лѣтъ.

Вѣдомство Путей Сообщенія является такимъ образомъ сверстникомъ Императорской Военно-Медицинской Академіи, поработавшимъ на ряду съ нею въ теченіи столѣтія на пользу родины.

Покрывая Россію сѣтью желѣзныхъ дорогъ и улучшая ея водные пути, инженеры путей сообщенія были естественными сотрудниками врачей; они непрерывно открывали доступъ благамъ медицинской науки и медицинской практики въ еще недавно столь отдаленныя и глухія части нашего отечества. Неся свои знанія и тяжелый трудъ на помощь жителямъ этихъ частей Россіи, врачи въ свою очередь принимали и принимаютъ непосредственное участіе въ созданіи и эксплуатаціи ведущихъ къ нимъ путей. Среди необъятныхъ степей, болотъ и лѣсовъ, въ сѣверной тундрѣ и въ раскаленныхъ пескахъ южной пустыни протянулись наши желѣзныя дороги. Массы рабочаго люда съ инженерами во главѣ должны годами жить при ихъ сооруженіи въ самыхъ тяжелыхъ условіяхъ, подобныхъ которымъ не найти нигдѣ, кромѣ войны. И въ этой боевой

жизни врачъ всегда идетъ рядомъ съ инженеромъ, облегчая страданія, поддерживая слабыхъ и оберегая отъ заболѣванія здоровыхъ.

Пути сообщенія явились проводниками санитарнаго благополучія. Но вмѣстѣ съ тѣмъ улучшение сѣти нашихъ путей сообщенія, удешевленіе и ускореніе перевозокъ имѣло прямымъ слѣдствіемъ усиленный ростъ городовъ и возникающую отсюда опасность для здоровья и жизни все болѣе и болѣе скучивающагося въ нихъ населенія. И въ Россіи повсемѣстно возникли трудные гигиеническіе вопросы: водоснабженія, канализаціи, оздоровленія почвы и пр.

Вслѣдствіе постоянно возрастающей спеціализаціи разныхъ отраслей знанія и непрерывно увеличивающейся сложности упомянутыхъ практическихъ задачъ, ни одна изъ нихъ не можетъ получить правильнаго рѣшенія иначе, какъ при дружномъ участіи представителей двухъ разныхъ спеціальностей — инженера и гигиениста-врача.

Санитарная гидротехника съ давнихъ поръ преподается въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія и его питомцы осуществили первые въ Россіи водоснабженія. Нѣтъ сомнѣнія, что въ будущемъ роль инженеровъ, какъ строителей водопроводовъ и водосточковъ, должна будетъ получить все большее развитіе, и въ этомъ дѣлѣ инженеры будутъ работать совмѣстно съ врачами-гигиенистами, которыхъ даетъ Императорская Военно-Медицинская Академія.

Отмѣчая съ удовольствіемъ такую близкую духовную связь съ Императорскою Военно-Медицинскою Академіею, Институтъ Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I съ чувствомъ глубокаго уваженія приноситъ Академіи свои поздравленія по случаю ея столѣтняго юбилея и желаетъ ей процвѣтать на многіе, многіе вѣка.

