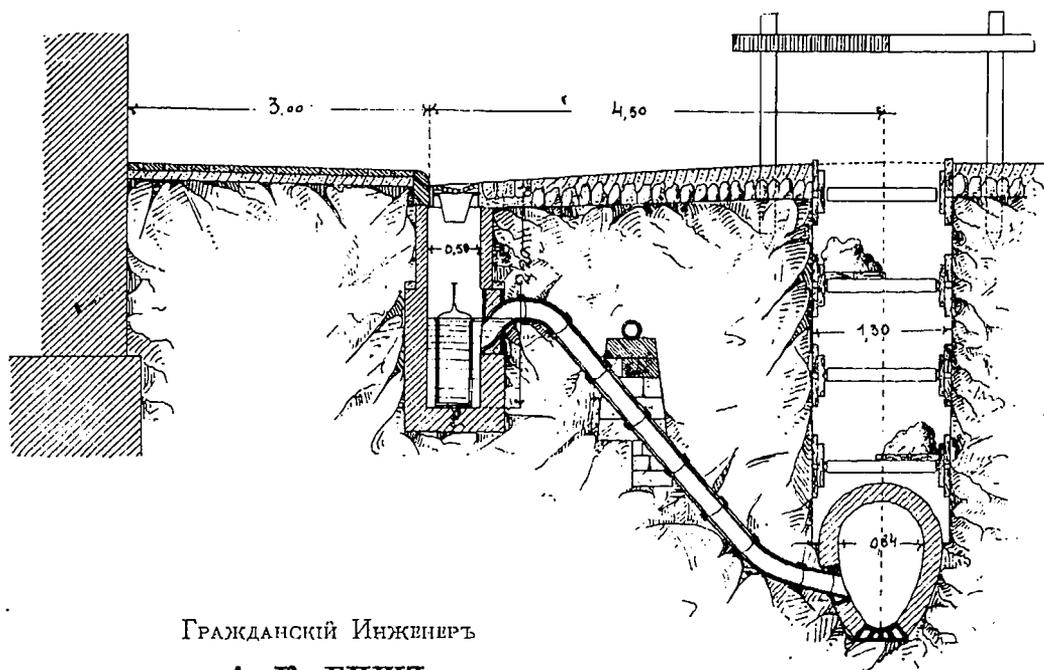


КАНАЛИЗАЦІЯ ГОРОДОВЪ

И

ОЧИСТКА СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.



Гражданскій Инженеръ

А. К. ЕНШЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія журнала «Строитель», Фонтанка, 66.

1903.

При составлении настоящей работы, кромѣ данныхъ, собранныхъ на мѣстѣ во время моей командировки *Институтомъ Гражданскихъ Инженеровъ* въ 1901 и 1902 гг. за границу, я пользовался еще ниже-слѣдующими источниками:

- 1) Prof. *S. W. Büssing*—Städtereinigung.
- 2) „ *R. Baumeister*—Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung.
- 3) „ *J. König*.—Verunreinigung der Gewässer.
- 4) Dr. *B. Burkhardt*—Die Abfallwässer und ihre Reinigung.
- 5) Ing. *J. Hobrecht*—Die Kanalisation von Berlin.
- 6) „ *Brix*—Die Kanalisation von Wiesbaden.
- 7) Dr. *Weyl*—Handbuch der Hygiene.
- 8) Журналъ „*Gesundheits-Ingenieur*“.
- 9) Prof. *Dünbar* und Dr. *K. Thumm*—Beitrag zum derzeitigen Stande der Abwässerreinigungsfrage, mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Reinigungsverfahren.
- 10) Ing. *F. Meyer*—Die Städtische Verbrennungsanstalt in Hamburg, и др.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Введение	стр. 1
--------------------	--------

Часть I-ая.

Канализация городовъ.

I. Количество водъ и экскрементовъ, подлежащихъ отводу.	12
1) Хозяйственные воды и экскременты— Q_1	—
2) Фабричныя и заводскія воды— Q_2	15
3) Атмосферныя воды— Q_3	16
4) Наибольшій расходъ сточныхъ водъ— Q	19
II. Канализаціонная сѣть.	20
1) Общее расположеніе каналовъ—сѣть	—
2) Глубина укладки каналовъ	22
3) Сѣченіе каналовъ.	23
4) Скорость протока водъ въ каналахъ— v и уклонъ ихъ— J	24
5) Расчетъ сѣти.	27
а) Коэффициентъ тренія— c	—
б) Живое сѣченіе и гидравлическая глубина	34
в) Ходъ расчета.	36
г) Числовыя таблицы	39
д) Графическія таблицы	63
6) Матеріалъ для каналовъ и ихъ постройка	66
а) Штейнгутовыя трубы	—
б) Бетонныя трубы	68

	стр.
с) Кирпичные каналы	72
д) Чугунныя трубы	74
е) Соединеніе каналовъ	75
ф) Производство работъ	—
7) Смотровые колодцы	86
8) Дождевыя приемники	92
9) Ливнеспуски	95
10) Дукера	100
11) Устье водосточной сѣти	106
12) Вентиляціи сѣти	—
13) Промывка и очистка каналовъ	110
III. Домовая канализація	120
IV. Пониженіе уровня грунтовыхъ водъ и осушеніе усадебъ	129
V. Подъемъ сточныхъ водъ	131
1) Подъемъ водъ насосами	132
2) Подъемъ водъ сифонами	137
3) Система <i>Лернура</i>	141
4) Система <i>Шоне</i>	142
VI. Двухъярусная система канализаціи	145

Часть 2-ая.

Очистка городскихъ сточныхъ водъ.

VII. Спускъ сточныхъ водъ и самоочищеніе рѣкъ	148
VIII. Очистка сточныхъ водъ	158
1) Механическая очистка	—
2) Химическая очистка	161
3) Орошеніе	165
4) Периодическая фильтрація	171
5) Биологическая очистка	172
IX. Очистная станція въ Висбаденѣ	175
X. Очистная станція въ Франкфуртъ н/М.	178
XI. Очистная станція въ Галль	184
XII. Очистная станція въ Потсдамѣ	188

XIII. Очистная станція въ Нейштадтѣ	193
XIV. Очистная станція въ Медлингѣ	196
XV. Поля орошенія г. Шарлоттенбурга	201
XVI. Гамбургская опытная станція	206
XVII. Очистная станція въ Груневальдѣ	211
XVIII. Очистная станція въ Бинцѣ	215
XIX. Удаленіе твердыхъ домовыхъ отбросовъ и уличнаго мусора. . . .	218
XX. Сожиганіе твердыхъ отбросовъ	220
Приложеніе. Таблица мѣръ	223

Не приходится удивляться, что города не спят съ устройствомъ канализаціи—жители городовъ, вѣдь, умираютъ отъ тифа, холеры и др. инфекціонныхъ болѣзней, но никто еще не умеръ отъ плохой канализаціи или отсутствія ея.

Петтенкоферъ.

При изученіи различныхъ эпидемій выяснилось, что тифъ, холера и другія инфекціонныя болѣзани появляются въ мѣстахъ, загрязненныхъ человѣческими и животными изверженіями и домовыми отбросами, какъ твердыми, такъ и жидкими. Органическіе отбросы эти отъ дѣйствія воздуха, теплоты и сырости разлагаются ¹⁾. При этомъ, въ зависимости отъ получаемыхъ продуктовъ разложенія, различаютъ: *гнилостное разложеніе—гниеніе, и сгораніе—тлѣніе.*

Гниеніе происходитъ отъ отсутствія кислорода, т. е. отъ недостатка воздуха; процессъ этотъ называютъ также возстановленіемъ, такъ какъ при немъ выдѣляется кислородъ.

Для сгоранія необходимо присутствіе значительнаго количества кислорода, т. е. воздуха, или частый обмѣнъ его; сгораніе называютъ также окисленіемъ.—Сгораніе происходитъ скорѣе, чѣмъ гниеніе.

Оба процесса разложенія однако нельзя строго разграничить, и часто бываетъ, что въ разлагающихся отбросахъ снаружи происходитъ сгораніе, а внутри гниеніе. Последнее при доступѣ кислорода переходитъ въ сгораніе, а сгораніе по израсходованіи его—въ гниеніе.

Главнѣйшіе продукты гниенія: амміакъ, сѣроводородъ, азотистая кислота, угольная кислота и углеводородистые газы; продукты же сго-

¹⁾ Неорганическіе—минеральныя, отбросы, если они не представляютъ льда, безопасны.

ранія: угольная кислота, вода, углеводородистые газы и азотная кислота.

Образованіе амміака характерно для гніенія, и появленіе его показываетъ начавшееся или продолжающееся гніеніе; присутствіе же азотной кислоты показываетъ конецъ сгорания ¹⁾. Присутствіе азотистой кислоты показываетъ, что процессъ разложенія ирростановился; когда же всѣ азотистыя соединенія перешли въ азотную кислоту, то говорятъ, что нитрификація закончена.

Пастеръ доказалъ, что гніеніе происходитъ отъ дѣйствія ферментовъ, т. е. живыхъ существъ. Вообще, при разложеніи происходятъ, какъ химическіе процессы, такъ и бактериологическіе—микроскопическая жизнь, при чемъ послѣдніе особенно важны.

Микробовъ—бактерій, вызывающихъ разложеніе, *Пастеръ* раздѣлилъ на двѣ группы: *аэробовъ* и *анаэробовъ*. Аэробы могутъ существовать только въ присутствіи кислорода, анаэробы же въ отсутствіи такового; первыхъ поэтому называютъ также окислительными, а вторыхъ—возстановительными или гнилостными, бактеріями. При переходѣ одного разложенія въ другое встрѣчаются аэробы, живущіе безъ кислорода, и анаэробы, живущіе въ присутствіи кислорода, но постоянныя ли это формы или переходныя, точно не выяснено. Бактерій, принадлежащихъ къ группѣ, превращающей азотистыя соединенія, находящіяся въ разлагающихся тѣлахъ, въ азотную кислоту, называютъ *нитробактеріями*. Всѣ перечисленныя бактеріи относятся къ разряду *сапрофитныхъ* и живутъ за счетъ мертвой матеріи.

Въ человѣческихъ изверженіяхъ иногда встрѣчаются бактеріи, вызывающія инфекціонныя болѣзни. Бактеріи эти относятся къ разряду болѣзнетворныхъ—*патогенныхъ*, и развиваются въ живомъ организмѣ; къ нимъ относятся бактеріи брюшного тифа, холеры и др. ²⁾.

Гніенію до послѣдняго времени приписывали не только вредное вліяніе на здоровье человѣка вообще, но еще полагали, что развивающіеся при этомъ вредные газы самостоятельно вызываютъ болѣзни. На основаніи этого въ 70—80 годахъ каждое мѣсто, гдѣ происходило гніеніе, считали въ высшей степени опаснымъ изъ-за зловонныхъ газовъ, которые тамъ развивались. Дальнѣйшія бактериологическія изслѣдованія однако показали, что только опредѣленные роды бактерій возбуждаютъ специфическія болѣзни и что количество этихъ вредныхъ

¹⁾ Присутствіе угольной кислоты (СО₂) показываетъ, что разлагающіяся тѣла растительнаго происхожденія.

²⁾ Бываютъ также болѣзнетворные аэробы и анаэробы.

возбудителей весьма незначительно въ сравненіи съ количествомъ бактерій вообще. Значеніе большого количества зародышей, встрѣчающихся при изслѣдованіи воздуха, грунта, воды и т. п., заключается, такимъ образомъ, уже не въ количествѣ ихъ, а въ томъ, что, чѣмъ больше полученное количество бактерій и, особенно, различныхъ родовъ ихъ, тѣмъ болѣе вѣроятія встрѣтить между ними и опасныхъ возбудителей.

Доказано, что возбудители эти особенно часто встрѣчаются въ человѣческихъ изверженіяхъ и въ мѣстахъ скопленія человѣческихъ и животныхъ отбросовъ; поэтому на эти мѣста слѣдуетъ обращать особое вниманіе. Согласно этому новому взгляду, стараются не допустить гніенія, такъ какъ при послѣднемъ увеличивается опасность заболѣванія.

Человѣческіе и животные отбросы и домовый и уличный мусоръ частью разлагаются на поверхности земли, частью проникаютъ въ почву, откуда въ различной степени могутъ вліять на здоровье жителей окружающей мѣстности. Загрязненная почва при разложеніи органическихъ веществъ ¹⁾ выдѣляетъ зловонные газы, проникающіе, какъ въ воздухъ, такъ и въ дома, и вдыхаемые людьми. Загрязненная почва въ сырую погоду сапогами вносится въ дома, гдѣ сохнетъ, обращается въ пыль и вмѣстѣ съ заключенными въ ней бактеріями также вдыхается людьми; въ сухую же погоду она повсюду разносится въ видѣ тонкой пыли. Изъ загрязненной почвы нечистоты (жидкія) легко проникаютъ въ колодцы и даже рѣки. Послѣднія (помимо непосредственнаго спуска въ нихъ нечистотъ) загрязняются также во время дождя вымываемыми изъ почвы различными разлагающимися органическими веществами и проч.

Взглядъ на почву въ городахъ, гдѣ она обыкновенно болѣе всего бываетъ загрязнена, однако до сихъ поръ окончательно еще не установился между гигиенистами. Различіе во взглядахъ заключается главнымъ образомъ во мнѣніяхъ о степени вліянія, оказываемаго загрязненною почвою на развитіе и распространеніе инфекціонныхъ болѣзней, т. е. о степени опасности ея.

Различаютъ *локалистическую и контагионистическую школы*.

Основателемъ локалистической школы является *Петтенкоферъ*, который почву принималъ за исходный пунктъ двухъ главныхъ инфек-

¹⁾ Если количество органическихъ веществъ, попадающихъ въ почву, невелико, то это безвредно, такъ какъ происходитъ минерализація (нитрификація) органическихъ веществъ (см. орошеніе).

ціонныхъ болѣзней—тифа и холеры, почему онъ эти болѣзни и называлъ почвенными. По этой школѣ, зародышъ обѣихъ болѣзней, или соотвѣтственная матерія—virus, для успѣха своего дѣйствія долженъ сначала созрѣть въ почвѣ. Каждый отдѣльный случай заболѣванія, такимъ образомъ, происходитъ отъ почвы и инфекція невозможна, если почва неподходяща для созданія или поддержанія возбудителя (не загрязнена). Почва, такимъ образомъ, занимаетъ первое мѣсто, а возбудитель—второе. При этомъ имѣетъ значеніе не одинъ только химическій составъ почвы, но и физическія свойства ея—минералогическое и геологическое строеніе, равно какъ и положеніе ея—высокое или низменное. Признавая исключительное значеніе за почвою, локалисты не признаютъ возможности распространенія болѣзней черезъ воду, и *Петтенкоферъ* находить возможнымъ спускъ городскихъ сточныхъ водъ въ рѣки безъ предварительной очистки. Школа эта была основана, послѣ того какъ *Петтенкоферъ* въ 1854 г. на основаніи статистическихъ данныхъ поставилъ тезисъ, что въ загрязненной почвѣ *Мюнхена* скорое паденіе грунтовыхъ водъ способствовало распространенію холеры, поднятіе же ихъ—задерживало. Связь между этими двумя явленіями *Петтенкоферъ* видѣлъ въ томъ, что, съ освобожденіемъ слоя почвы отъ грунтовыхъ водъ, на ихъ мѣсто поступаетъ воздухъ, вслѣдствіе чего начинается разложеніе органическихъ веществъ, находящихся въ этомъ слоѣ почвы, и развивающіяся при этомъ бактеріи проникаютъ въ атмосферу къ человѣку.

Въ послѣдніе годы своей жизни *Петтенкоферъ* однако находилъ свою теорію правильною лишь для городовъ съ загрязненною почвою.

Въ противоположность *Петтенкоферу*—*Кохъ*, основатель контагіонистической школы, не признаетъ за почвою такого первенствующаго значенія, хотя и онъ соглашается, что въ распространеніи инфекціонныхъ болѣзней она также имѣетъ извѣстное значеніе, а именно—она можетъ сдѣлать организмъ человѣка болѣе воспримчивымъ. По контагіонистической школѣ, почва, такимъ образомъ, играетъ лишь второстепенную роль, главная же принадлежитъ заражающему началу—virus, и для образованія эпидеміи достаточно присутствіе послѣдняго. При этомъ не требуется непременно созрѣваніе заразнаго начала въ почвѣ, оно можетъ быть доставлено извнѣ и передано человѣку прямо или посредствомъ различныхъ предметовъ, напр., платья, пицци, воды и т. п.

Кохъ при разсмотрѣннн вопроса о ливнеспускахъ въ общесплавной канализаціи однако признаетъ возможнымъ допустить ихъ устрой-

ство, хотя съ извѣстными оговорками, чѣмъ также какъ бы признаеть возможнымъ спускъ городскихъ сточныхъ водъ въ рѣки.

Контагіонистическая школа имѣеть болѣе послѣдователей, чѣмъ локалистическая. Кроме того, теперь образовались промежуточные мнѣнія, но они для насъ не имѣють значенія, такъ какъ обѣ главныя школы придаютъ серіозное значеніе загрязненію почвы и споръ заключается лишь въ большей или меньшей важности такого загрязненія.

Для здоровья жителей городовъ, такимъ образомъ, необходимо, чтобы почва, на которой они стоятъ, была чиста и суха.

Для чистоты почвы нужно, чтобы, какъ твердые, такъ и жидкіе экскременты и хозяйственныя и фабричныя воды не только не передавались почвѣ непосредственно, но и не собирались въ ямахъ, а вывозились до начала ихъ разложенія далеко за черту города и тамъ обезвреживались. Для поддержанія сухости въ почвѣ необходимо тамъ, гдѣ грунтовыя воды стоятъ высоко и уровень ихъ мѣняется, понизить его на столько, чтобы онѣ приплыли ниже подваловъ, и удерживать ихъ постоянно на этой высотѣ.

Для достиженія обѣихъ этихъ цѣлей необходимо устроить надлежащее *водоснабженіе* и *канализацію* ¹⁾, при чемъ всѣ выгреба и др. ямы, даже цементированныя, должны быть уничтожены.

Хотя принципы рациональнаго устройства канализаціи и очистки городскихъ сточныхъ водъ были выработаны и стали примѣняться лишь во второй половинѣ прошлаго столѣтія, однако примѣненіе подземныхъ каналовъ для отвода сточныхъ водъ было извѣстно уже въ глубокой древности. Остатки такихъ сооружений встрѣчаются еще въ *Вавилонѣ*, *Ниневіи* и нѣкоторыхъ старыхъ *египетскихъ городахъ*. Въ *Иерусалимѣ*, въ *Храмѣ Соломона*, кровь отъ жертвоприношеній отводилась каналомъ въ особые осадочные бассейны. Въ старыхъ *Афинахъ* имѣлись сточные каналы, перекрытые частью сводами, а частью плитами. Въ *Римѣ* теперь еще дѣйствуетъ „*Клоака максима*“, часть которой была выстроена еще за 500 лѣтъ до Рожд. Христова. Обыкновенно въ городѣ устраивался одинъ или нѣсколько самостоятельныхъ каналовъ, не связанныхъ между собою, которые отводили воды въ ближайшую рѣку. Каналы эти служили главнымъ образомъ для отвода атмосферныхъ водъ. Присоединеніе отдѣльныхъ усадебъ къ такимъ каналамъ въ древности не производилось, а хозяйственныя воды и нечистоты

¹⁾ Если непроницаемый слой въ почвѣ представляетъ котловину и нельзя рассчитывать на достаточное пониженіе уровня грунтовыхъ водъ канализаціею, то нужно устроить еще спеціальныи дренажъ, горизонтальный или, если возможно, вертикальный.

приносились и выливались въ нихъ ведрами; уже позднѣе въ *Римѣ* начали присоединять отдѣльныя усадьбы.

Что же касается очистки сточныхъ водъ, то онѣ изъ упомянутыхъ выше бассейновъ въ *Иерусалимскомъ Храмѣ* забирались для полива луговъ, такъ что, надо полагать, орошеніе сточными водами въ то время было уже извѣстно. Исторически же извѣстно, что орошеніе впервые было устроено италіанскими монахами, которые свои луга орошали водами изъ маленькой рѣчки *Ветабиръ*, куда г. *Миланъ* спускалъ свои сточныя воды ¹⁾.

Въ новѣйшее время всѣмъ успѣхамъ въ санитарной технику мы обязаны почти исключительно *Англіи*, и страны на континентѣ обыкновенно разрабатываютъ и примѣняютъ то, что въ *Англіи*, въ той или другой формѣ, уже давно извѣстно.

¹⁾ У насъ пока устроена правильная канализація лишь въ нѣсколькихъ городахъ, а именно: общеслупная въ *Варшавѣ* и *Одессѣ*, а раздѣльная въ *Москвѣ*, *Кіевѣ*, *Гатчинѣ* и *Ялтѣ*. Въ *Москвѣ*, *Одессѣ* и *Кіевѣ* сточныя воды спускаются на поля орошенія, а въ остальныхъ городахъ онѣ не очищаются.

Часть 1-ая.

КАНАЛИЗАЦІЯ ГОРОДОВЪ.

Городская канализация имѣетъ цѣлью отводить изъ города подземными трубами сточныя воды.

Городскія сточныя воды, подлежащія отводу, состоятъ изъ водъ:

- 1) *клозетныхъ и писсуарныхъ* (человѣчскіе экскременты),
- 2) *хозяйственныхъ* (ванныя, кухонныя, прачечныя и др. воды),
- 3) *фабричныхъ и заводскихъ и*
- 4) *атмосферныхъ.*

Если канализация собираетъ и отводитъ всѣ эти воды, то ее называютъ *общесплавною* или англійскою.

Если канализация отводитъ только клозетныя, писсуарныя, хозяйственныя и промышленныя воды, то ее называютъ *раздѣльною* или американскою. Атмосферныя—дождевыя, воды при этомъ стекаютъ по улицамъ или же отводятся особою сѣтью подземныхъ трубъ кратчайшимъ путемъ въ рѣку.

Встрѣчается еще *неполная сплавная* канализация, отводящая лишь хозяйственныя, промышленныя и атмосферныя воды; человѣчскіе же и животныя экскременты (клозетныя и писсуарныя воды) при этомъ собираются въ особыхъ переносныхъ бочкахъ или выгребныхъ ямахъ и вывозятся на поля, или собираются въ особые бассейны, откуда уже забираются сельскими хозяевами или передѣлываются на пудреты ¹⁾. Система эта встрѣчается еще довольно часто въ *Германіи* и *Австріи*, гдѣ ранѣе безпрепятственно допускался спускъ фабричныхъ и хозяйственныхъ водъ въ рѣки безъ всякой очистки, а запрещался лишь

¹⁾ Однако выдѣлка пудретовъ обходится дорого, и около *Аунсбурга* имѣется единственный, кажется, заводъ, гдѣ производство окупается. Кроме того, производство это въ санитарномъ отношеніи обыкновенно оставляетъ желать многого.

спускъ человѣческихъ экскрементовъ, такъ какъ ошибочно полагали, что главное зло заключается исключительно въ послѣднихъ.

Каналы общесплавной канализаціи приходится разсчитывать и на воды ливней, которые бываютъ всего нѣсколько разъ въ году, въ остальное же время по каналамъ текутъ лишь хозяйственныя и фабричныя воды, занимающія незначительную часть сѣченія ихъ. Получаемый при этомъ гидравлическій радіусъ не великъ, а такъ какъ при общесплавной канализаціи каналамъ, вслѣдствіе, сравнительно, большой величины ихъ, приходится придавать меньшіе уклоны, чѣмъ каналамъ раздѣльной канализаціи, то скорость теченія водъ въ нихъ почти все время очень незначительна, и въ нихъ часто образуются осадки, для удаленія которыхъ необходима усиленная промывка сѣти и, вообще, болѣе заботливый и дорогой уходъ. Кроме того, и воды, спускаемыя въ рѣки ливнеспусками, несмотря на значительное разжиженіе ихъ, часто бываютъ весьма грязны, и въ нихъ встрѣчаются человѣческіе фекаліи, бумага, пробки и тому подобныя легкія тѣла.

Каналы раздѣльной канализаціи, съ болѣе или менѣе постояннымъ расходомъ, обыкновенно дѣйствуютъ въ расчетныхъ условіяхъ, т. е. правильно, малыхъ же каналовъ, каковыя, впрочемъ, встрѣчаются и при общесплавной канализаціи, опасаться не приходится, особенно при достаточной промывкѣ, а такъ какъ при этой канализаціи получается значительно меньше водъ, то удешевляется ихъ подъемъ и очистка. Спускъ же атмосферныхъ водъ прямо въ рѣку хотя и нежелателенъ, такъ какъ загрязняетъ рѣку, но съ этимъ зломъ, при надлежащей чисткѣ улицъ, еще можно мириться.

Общесплавная канализація, имѣя извѣстные недостатки, однако все-таки болѣе всего удовлетворяетъ санитарнымъ требованіямъ, и для большихъ городовъ, занимающихъ значительныя площади, съ которыхъ получается большое количество атмосферныхъ водъ, ее всегда слѣдуетъ предпочесть. Въ среднихъ же и малыхъ городахъ главное зло составляютъ не атмосферныя воды, а человѣческіе и животныя экскременты и хозяйственныя и фабричныя воды, поэтому раздѣльная канализація для этихъ городовъ вполне достаточна и, будучи въ нѣсколько разъ дешевле общесплавной, почти единственно возможная.

Для удовлетворительнаго дѣйствія канализаціи, будь то общесплавная или раздѣльная, необходимо, чтобы присоединеніе къ канализаціи (уличнымъ каналамъ) было обязательно для всѣхъ домовладѣльцевъ. По проведеніи канала по какой либо улицѣ, для присоединенія существующихъ домовъ и уничтоженія выгребовъ обыкновенно

назначается срокъ отъ 1-го до 3-хъ и даже до 5-ти лѣтъ; для новыхъ же домовъ, возводимыхъ на улицахъ, гдѣ уже проложенъ каналъ, присоединеніе обязательно сейчасъ.

Воды, собираемая канализаціей, самотекомъ идутъ на поля орошенія или, обыкновенно послѣ ихъ освѣтленія тѣмъ или другимъ способомъ, спускаются въ рѣку ниже города ¹⁾. Если же мѣстность не имѣетъ благопріятныхъ уклоновъ, то воды приходится собирать въ особые приѣмные колодцы, устраиваемые въ городѣ или внѣ его, откуда ихъ уже перекачиваютъ механически на поля орошенія или на очистныя станціи.

Твердые кухонные отбросы и сухой мусоръ, какъ при общесплавной, такъ и при раздѣльной канализаціи, собираютъ въ желѣзные ведра или ящики и ежедневно вывозятъ за городъ на особыя поля—свалки. Точно такъ же и мусоръ, собираемый со дворовъ, улицъ и площадей, вывозится на тѣ же поля. Въ виду вредности свалокъ въ санитарномъ отношеніи, въ послѣднее время отбросы и мусоръ стали сжигать въ особыхъ печахъ—деструкторахъ.

Принципы устройства канализаціи, какъ общесплавной, такъ и раздѣльной, одни и тѣ же, и въ обыкновенное время, когда нѣтъ дождя, общесплавная канализація отводитъ тѣ же воды, что и раздѣльная; при послѣдней нѣтъ только уличныхъ и надворныхъ приѣмниковъ для отвода атмосферныхъ водъ и ливневодовъ. Поэтому приведенныя ниже расчетныя данныя и описаніе деталей относятся къ обѣимъ системамъ ²⁾.

¹⁾ Въ *Вильн*, *Дрезденъ*, *Мюнхенъ*, *Цюрихъ*, *Базель*, *Шаффгаузенъ* и нѣкоторыхъ др. городахъ сточныя воды спускаютъ въ рѣку ниже города безъ всякой очистки.

²⁾ На нѣкоторыя особенности въ устройствѣ каждой системы указано въ подлежащихъ мѣстахъ.

I.

Количество водъ и экскрементовъ, подлежащее отводу.

1) Хозяйственные воды и экскременты — Q₁.

Количество хозяйственныхъ водъ и экскрементовъ, подлежащее отводу канализациею, зависитъ отъ количества потребляемой воды, густоты населенія и различныхъ мѣстныхъ условій.

Количество расходуемой въ сутки чистой воды въ разныхъ городахъ различно и бываетъ отъ 100 до 150 л. (8,1—12,15 вед.) на человѣка. У насъ считаютъ на человѣка въ сутки отъ 8 до 10 ведеръ. Расходъ чистой воды, а слѣдовательно и поступленіе грязныхъ хозяйственныхъ водъ, происходитъ неравномѣрно въ разное время дня и года. Такъ, наибольшій часовой расходъ водъ на 1 человѣка за день составляетъ отъ 1,2 до 1,6 средняго часового расхода; точно такъ же наибольшій суточный расходъ лѣтомъ, въ іюль и августъ, въ 1,2 до 1,6 разъ больше средняго суточнаго расхода за годъ. Такимъ образомъ, наибольшій часовой расходъ составитъ:

$$\frac{(1,2 \text{ до } 1,6)}{24} \frac{(1,2 \text{ до } 1,6)}{24} = \frac{1}{16} \text{ до } \frac{1}{9}$$

средняго суточнаго расхода, т. е. соотвѣтствуетъ расходу половины всѣхъ водъ въ теченіе 4,5—8 час. ¹⁾ У насъ въ городахъ не бываетъ такого усиленнаго расхода чистой воды, значить и поступленіе хозяйственныхъ водъ меньше, и наибольшій часовой расходъ обыкновенно соотвѣтствуетъ расходу половины всей воды въ теченіе 7—9 час., т. е. составляетъ отъ $\frac{1}{14}$ до $\frac{1}{18}$ суточнаго расхода.

При расчетѣ канализациі обыкновенно берутъ наибольшій часовой расходъ цѣликомъ, хотя часть водъ въ каналы не попадаетъ — испаряется, проливается и проч. По наибольшему часовому расходу опре-

¹⁾ Наименьшій расходъ бываетъ ночью, когда часовой расходъ соотвѣтствуетъ отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{30}$ средняго суточнаго расхода.

дѣляютъ наибольшій секундный расходъ на человѣка, а потомъ и расходъ съ извѣстной площади, обыкновенно съ 1 гект.,— Q_1 . Для этого послѣдняго нужно знать еще густоту населенія и при томъ не настоящую, а возможную въ будущемъ—расчетную. Густота эта опредѣляется на основаніи статистическихъ данныхъ и различныхъ мѣстныхъ условій; обыкновенно, какъ для разныхъ городовъ, такъ и для различныхъ частей одного и того же города, она различна и составляетъ на 1 гект. отъ 200 до 800 человѣкъ и болѣе ¹⁾.

Такъ напр., при расчетѣ *Потсдамской* канализаціи густота населенія принята:

- 1) для центральныхъ частей въ 300 чел. на гект., а
- 2) для пригородныхъ въ 150 и 200 чел.

Цюрихъ при перестройкѣ и расширеніи канализаціи разбили по густотѣ населенія на 3 части:

- 1) центральную съ населеніемъ въ 400 чел. на гект.;
- 2) съ населеніемъ въ 250—300 чел.;
- 3) мѣстности, гдѣ дома расположены особняками, съ населеніемъ по 100—120 чел. на гект.

Ниже приведена *табл. № 1*, показывающая наибольшій секундный расходъ на 1 гект., количество народонаселенія на гектаръ же и др. данныя въ разныхъ городахъ.

Т А Б Л И Ц А № 1.

ГОРОДА.	Существующее и расчетное население на гект.	Средній суточный расходъ чистой воды на человѣка въ л.	Наибольшій часовой расходъ воды	Расходъ хозяйственныхъ водъ въ сек. на гект. въ л.	Расходъ атмосферныхъ водъ въ сек. на гект. въ л.
1. <i>Дортмундъ</i> . . .	—	135	$\frac{1}{16}$	0,22 и 0,8	8,3 и 16,7
2. <i>Мюнхенъ</i>	{ 55—470 80—700	150	$\frac{1}{16}$	0,2 — 1,8	35—76
3. <i>Буда-Пештъ</i> . . .	500	158	$\frac{1}{20}$	1,1	11—21

¹⁾ Расчетное населеніе можно опредѣлить по формулѣ для сложныхъ процентовъ:

$$N_1 = N \left(1 + \frac{f}{100} \right)^n$$

гдѣ: N —существующее количество населенія,

f —ежегодный приростъ въ ‰, въ Германіи въ среднемъ 5‰, и

n —число лѣтъ, въ какое должна погаситься стоимость канализаціи.

ГОРОДА.	Существующее и расчетное население на гект.	Средний суточный расход чистой воды на человека въ л.	Наибольший часовой расходъ водъ.	Расходъ хозяйственныхъ водъ въ сек. на гект. въ л.	Расходъ атмосферныхъ водъ въ сек. на гект. въ л.
4. Штеттинъ	800	125	$\frac{1}{18}$	1,9	18
5. Нюрнбергъ	540	90	$\frac{1}{18}$	0,56 — 0,85	12—18
6. Данцигъ	180— 480 360— 530	90	$\frac{1}{16}$	0,56 — 0,83	12—18
7. Берлинъ	200— 500 400— 800	127	$\frac{1}{18}$	0,77 — 1,54	10,6—21 1,35
8. Виттенъ	165— 300	120	$\frac{1}{12}$	0,83 — 2,1	18
9. Карлсруэ	80— 400 400	150	$\frac{1}{8}$	2,1	18
10. Вьна	—	—	—	0,7	9,2—27
11. Гамбургъ	—	140	$\frac{1}{18}$	0,54	39 6 второст. каналы. 3 главн. каналы. 1,5 отвод. каналы. 2,8 ниже ливнеспуска.
12. Бреславль	250	124	$\frac{1}{18}$	0,54	
13. Кельнъ	250— 400	140	$\frac{1}{12}$	0,8 — 1,3	2,8
14. Хемницъ	250— 500	100	$\frac{1}{18}$	0,4 — 0,8	17—50
15. Брауншвейгъ	125— 320	112,5	$\frac{1}{18}$	1,41 — 1,80	—
16. Дюссельдорфъ	150— 600 400— 1000	127	$\frac{1}{18}$	0,79 — 1,94	—
17. Кенигсбергъ	550— 600	150	$\frac{1}{18}$	1,5	40—60
18. Мангеймъ	300 270— 400	100 и 160	$\frac{1}{18}$	1,0	42—84
19. Висбаденъ	75— 400	100	$\frac{1}{18}$	0,15 — 0,65	5,5—73
20. Мюльгаузенъ	100— 500	100	$\frac{1}{18}$	0,154— 0,772	20—30
21. Франкфуртъ н/М.	—	—	—	—	12—30

Составъ хозяйственныхъ водъ—содержаніе органическихъ разлагающихся веществъ, различенъ не только въ разныхъ городахъ, но и въ разныхъ частяхъ одного и того же города, и мѣняется въ зависимости отъ расхода воды, образа жизни жителей (питанія, привычки къ чистотѣ) и др. причинъ.

Количество человеческих экскрементовъ, по Петтенкоферу, на человека въ сутки (въ среднемъ) составляетъ 90 гр. твердыхъ и 1200 гр. жидкихъ, всего, приблизительно, 1,5 л. Экскременты, такимъ образомъ, составляютъ всего 1—1,5% хозяйственныхъ водъ, поэтому ихъ въ расчетъ и не вводятъ. Но вслѣдствіе значительнаго количества заключающихся въ нихъ органическихъ веществъ, содержащихъ азотъ, они оказываютъ замѣтное вліяніе на составъ хозяйственныхъ водъ.

Ниже приведена таблица Вольфа и Лемана, табл. № 2, показывающая составъ и количество человеческихъ экскрементовъ на 1000 человекъ населенія въ годъ.

Т А Б Л И Ц А № 2.

На 1000 человекъ населенія.	Твердыхъ экскрементовъ.			Жидкихъ экскрементовъ.			На человека въ годъ экскрементовъ	
	Всего кгр.	Въ нихъ кгр.		Всего кгр.	Въ нихъ кгр.		твердыхъ кгр.	жидкихъ кгр.
		азота.	фосфатовъ.		азота.	фосфатовъ.		
1. Мужчинъ 376. .	20585	238,8	449,3	205850	2058,5	834,7	54,75	547,50
2. Женщинъ 346. .	5675	128,0	136,7	170410	1371,9	690,3	16,40	492,50
3. Мальчиковъ 141. .	5660	93,8	83,2	29340	243,2	111,4	40,15	208,05
4. Дѣвочекъ 137. .	1250	28,8	18,5	22500	184,3	87,7	9,125	104,25
Всего. . .	33170	489,4	687,7	428100	3857,9	1724,1		

Мѣриломъ количества разлагающихся веществъ, или способности къ разложенію даннаго тѣла, служить количество органическаго азота¹⁾, заключающагося въ немъ. Его заключается: въ твердыхъ экскрементахъ 1,475%, а въ жидкихъ 0,901%; всего же въ годъ азота съ 1 человека получается 4347 кгр. (въ день 11,9 гр.).

2) Фабричныя и заводскія воды — Q₂.

Количество фабричныхъ водъ, которое нужно имѣть въ виду при расчетѣ, зависитъ не только отъ количества фабрикъ и заводовъ, существующихъ въ настоящее время, но и могущихъ быть построенными въ будущемъ. Послѣднее обстоятельство надо имѣть въ виду особенно при устройствѣ канализации въ городахъ, расположенныхъ въ фабрич-

¹⁾ Количество азота (и фосфатовъ) служитъ также для оцѣнки пригодности даннаго вещества или экскрементовъ для удобренія.

ныхъ районахъ. Насколько количество этихъ водъ бываетъ значительно, показываетъ, напр., г. *Мюльгаузенъ*, гдѣ расходъ ихъ въ 4 раза больше расхода хозяйственныхъ водъ; въ *Бохумъ* въ 1889—1890 г. расходъ ихъ составлялъ на человѣка 103 л. Если нѣтъ точныхъ данныхъ, то количество фабричныхъ и заводскихъ водъ слѣдуетъ взять по *Шлезингу* и *Дюрандъ-Клэ*—въ 200—300 л. на человѣка, т. е. въ 2—3 раза больше хозяйственныхъ водъ.

Составъ фабричныхъ и заводскихъ водъ зависитъ отъ рода производства, и если онѣ содержатъ значительное количество кислотъ или щелочей, могущихъ вредно дѣйствовать на стѣнки каналовъ, то онѣ до спуска въ канализацію должны быть надлежаще разжижены, такъ чтобы этихъ веществъ содержалось не болѣе $\frac{1}{10}\%$. Если же воды эти очень богаты взвѣшенными веществами, то полезно на дворахъ самихъ фабрикъ или заводовъ пропускать ихъ черезъ осадочные колодцы съ мелкими рѣшетками; или изъ этихъ колодцевъ слѣдуетъ дезинфекцировать и періодически вывозить. Кромѣ того, температура спускаемыхъ водъ должна быть не болѣе 35°C .

3) Атмосферныя воды—Q_a.

Наибольшее количество атмосферной—дождевой, воды ¹⁾, подлежащее отводу, опредѣлить точно крайне трудно, такъ какъ хотя и можно получить данныя о наибольшихъ дождяхъ, ихъ силѣ и продолжительности, но невозможно опредѣлить, какая часть дождевой воды просачивается въ почву и испаряется и какъ велика скорость, съ какою вода эта течетъ по поверхности земли къ дождевымъ приѣмникамъ.

Высота слоя наибольшаго дождя—ливня, въ часъ въ разныхъ городахъ при расчетѣ канализаціи взята различная, такъ: въ *Берлинѣ*, *Шарлоттенбургѣ* и нѣкоторыхъ др. городахъ она взята въ 23 мм., въ *Вьенѣ* въ 20 мм., въ *Потсдамѣ* въ 25 мм., а въ *Цюрихѣ* въ 50 мм. ²⁾ У насъ высоту наибольшаго дождя въ часъ принимаютъ въ 1 дм. (25 мм.), но для южныхъ городовъ величину эту слѣдуетъ увеличить до 1,5 дм.

Изъ количества воды, получаемаго отъ этихъ дождей, въ зависимости отъ застройки и другихъ мѣстныхъ условій (уклона мѣстности, обдѣлки улицъ и др.), канализаціею отводится отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ его.

Гобрезтъ при расчетѣ *Берлинской* канализаціи принялъ, что изъ 64 л., выпадающихъ на 1 гект. въ секунду при упомянутомъ выше

¹⁾ Снѣговой воды вслѣдствіе медленнаго таянія снѣга обыкновенно бываетъ меньше.

²⁾ Въ *Швейцаріи* высота слоя наибольшихъ дождей значительно больше, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ.

дождѣ въ каналы попадаетъ лишь $\frac{1}{3}$ этого количества; $\frac{1}{3}$ его испаряется, а $\frac{1}{3}$ просачивается въ почву. Для нѣкоторыхъ же кварталовъ съ рѣдкою застройкою, имѣющихъ значительное количество садовъ, принято, что въ каналы попадаетъ лишь $\frac{1}{6}$ часть водъ ливней.

Въ *Потсдамѣ* изъ 71,5 л. водъ, выпадающихъ въ секунду на гектаръ, для различныхъ частей города, въ зависимости отъ ихъ застройки, взято 20, 30, 35, 40 или 50% ¹⁾. Въ зависимости же отъ величины площадей скатовъ, эти количества водъ еще уменьшены и принято, что изъ нихъ въ каналы попадаетъ:

при площади стока въ	10 гект.	—80%
” ” ” ”	20—30 ”	—70%
” ” ” ”	40—50 ”	—65%
” ” ” ”	60—90 ”	—60%

Биссингъ принимаетъ, что изъ всего количества влаги, выпадающей на усадьбы, въ каналы попадаетъ, въ зависимости отъ застройки ихъ, 75, 60 или 45%, остальное же количество испаряется и просачивается въ почву; съ улицъ же и площадей (замощенныхъ), которыя составляютъ около 20% всей площади города, онъ принимаетъ все количество водъ.

Полученныя при этомъ количества водъ надо еще умножить на коэффициентъ стока—замедленія, т. е. уменьшить, въ зависимости, какъ отъ величины поверхности стока, такъ и ея уклона. Коэффициентъ этотъ опредѣляется по формулѣ:

$$S = \frac{1}{\frac{n}{V} F},$$

гдѣ: F—площадь стока, а

n — при ровной мѣстности или таковой съ небольшимъ уклономъ равняется 4 (форм. *Биркли*), при большихъ уклонахъ — 5, а при весьма значительныхъ уклонахъ — 6 (форм. *Врикса*).

Составъ атмосферныхъ водъ, стекающихъ въ каналы, мѣняется въ зависимости отъ времени года и мѣстныхъ условій, какъ то: обдѣлки поверхности улицъ, ѣзды и проч., а потому въ разныхъ городахъ онъ различенъ. Для насъ однако важенъ не столько составъ хозяйственныхъ и атмосферныхъ водъ и экскрементовъ въ отдѣльности, какъ составъ этихъ водъ вмѣстѣ, когда онѣ стекаютъ перемѣшанными въ каналахъ, т. е. составъ сточныхъ канализационныхъ водъ. Составъ этихъ водъ также различенъ, и ниже приведена табл. № 3 сточныхъ водъ въ разныхъ городахъ, составленная *Баумейстеромъ*.

¹⁾ Въ канализационную сѣть пришлось включить еще атмосферныя воды съ загородной части (*Борнитадтское поле*). Принято, что 10% водъ, выпадающихъ на это поле, попадаетъ въ каналы.

ТАБЛИЦА № 3.

ГОРОДА.	Объёмъ части города поступающаго въ водопроводныя воды.	Количество сточныхъ водъ на человека въ сутки въ л.	Составныхъ частей, въ 1 л. мгр.					В С Е Г О.	Азота	
			Взвѣшен-ныхъ		Растворен-ныхъ				въ 1 куб. м. гр.	на человека въ сутки гр.
			неорганиче-скихъ.	органиче-скихъ.	неорганиче-скихъ.	органиче-скихъ.	органиче-скихъ.			
1. Среднее изъ 16 английскихъ городовъ съ ватер-клозетами	1 (воево города).	180	242	205	722	1169	85	15		
2. Лондонъ, среднее за годъ.	1	200	354	258	645	1257	80	16		
„ при сильномъ дождѣ.	1	—	1828	514	631	2973	74	—		
3. Берлинъ, среднее за годъ.	1	100	217	453	506	249	1425	70	7	
4. Данцигъ.	1	180	216	379	499	171	1265	65	12	
5. Франкфуртъ н/М., при сухой погодѣ.	0,7	100	76	72	573	285	1006	47	5	
„ при таянн.	0,7	320	797	203	238	250	1488	67	21	
„ у осадочныхъ бассейновъ.	0,7	180	377	919	364	581	2241	115	21	
6. Цюрихъ.	0,8	400	36	92	298	182	608	114	45	
7. Среднее изъ 15 английскихъ городовъ со смѣшанными приѣмниками	0,4	150	178	213	824	1215	73	11		
8. Парижъ, среднее за годъ.	0,3	150	1050	515	572	258	2395	45	7	
9. Висбаденъ	0,2	345	40	34	1780	93	1947	23	8	
10. Мюнхенъ, предмѣстья Людовика и Макса.	0,2	465	40	80	361	190	671	—	—	
11. Бременъ.	0	—	571	—	1109	—	60	—		
12. Эссенъ.	0	190	105	213	613	230	1161	106	20	
13. Галле.	0	90	600	500	1200	700	3000	140	13	

4) Наибольшій расходъ сточныхъ водъ— Q .

Зная наибольшій секундный расходъ хозяйственныхъ водъ— Q_1 , фабричныхъ— Q_2 , и атмосферныхъ— Q_3 , на гектаръ или др. площадь, опредѣляютъ все количество сточныхъ водъ—секундный расходъ— Q , для отдѣльныхъ каналовъ (сѣченій).

При раздѣльной канализаціи:

$$Q = Q_1 + Q_2, \text{ а}$$

при общесплавной:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Наибольшій расходъ— Q , опредѣляютъ по площади, съ которой воды притекаютъ къ извѣстному каналу—сѣченію, и по вышеуказаннымъ даннымъ. Для этого на планъ города наносятъ уличную сѣть, разбиваютъ прилегающіе кварталы на соответственные части и опредѣляютъ площадь стоковъ, при чемъ, разумѣется, если данный каналъ несетъ воды съ вышележащихъ участковъ, расходъ этотъ надо прибавить.

II.

Канализаціонная сѣть.

1) Общее расположеніе каналовъ—сѣть.

Всякая канализаціонная сѣть состоитъ изъ одного или нѣсколькихъ каналовъ большихъ размѣровъ, отводящихъ воду съ значительной части города; эти каналы называются каналами 1-го разряда или главными магистралями (коллекторами). Воды въ эти магистрали доставляются каналами меньшихъ размѣровъ—2-го разряда; въ эти же послѣдніе воды поступаютъ уже по каналамъ 3-го и 4-го разрядовъ, отводящимъ воду съ отдѣльныхъ кварталовъ и усадебъ. Въ каналы 1-го и 2-го разряда, кромѣ того, направляются воды съ отдѣльныхъ усадебъ, расположенныхъ по улицамъ, гдѣ они проведены.

Канализаціонную сѣть нужно располагать такъ, чтобы отводные каналы шли, по возможности, по направленію уклона мѣстности, и слѣдуетъ избѣгать обратныхъ уклоновъ.

Первоначально коллектора въ городахъ, расположенныхъ по одну или обѣ стороны рѣки, направляли перпендикулярно къ рѣкѣ, куда и спускали сточныя воды—*перпендикулярная система*. По этой системѣ построены почти всѣ старыя канализаціи.

Вслѣдствіе спуска водъ въ рѣки безъ всякой очистки, воды послѣднихъ загрязнялись еще въ центрѣ города; поэтому всѣ эти каналы во многихъ городахъ перехватили особымъ коллекторомъ, расположеннымъ по главному тальвегу—берегу рѣки, и имъ выводили воды за городъ, гдѣ ихъ спускали въ ту же рѣку, но уже ниже города по теченію—*перестѣнная система*. Такимъ образомъ перестроены канализаціи въ *Лондонѣ, Парижѣ, Вѣннѣ, Цюрихѣ* и др. городахъ. При такомъ

расположеніи сѣти воды иногда отводятъ на поля орошенія или очистную станцію; если же уклоны неблагопріятны, то въ такихъ случаяхъ ихъ собираютъ въ пріемномъ колодцѣ и поднимаютъ насосами.

Иногда коллектора въ городѣ располагаютъ параллельно рѣкѣ или вѣрообразно, при чемъ внѣ города они сходятся въ общій коллекторъ,—*параллельная или вѣрная система*. По послѣдней системѣ построена канализація въ *Висбаденѣ*. Если при такомъ расположеніи въ городѣ нѣтъ рѣки, то его по срединѣ (діаметрально) пересѣкаетъ наиболѣе длинный каналъ.

Если городъ имѣетъ нѣсколько большихъ террасъ, то его разбиваютъ на отдѣльные участки, которые и канализируютъ независимо одинъ отъ другого по одной изъ вышеупомянутыхъ системъ—*поясная система*. При такомъ расположеніи сѣти иногда нѣкоторые пояса лежатъ очень низко; тогда воды съ такого участка, собранныя особымъ коллекторомъ въ пріемный колодезь, перекачиваютъ въ главный коллекторъ вышележащаго участка, по которому онѣ и стекаютъ самотекомъ за городъ. При расположеніи города террасами воды съ верхняго яруса могутъ служить для промывація каналовъ нижележащихъ ярусовъ—*Франкфуртъ н/М.*

При ровной мѣстности, когда городъ перерѣзывается рѣкою или каналами, особенно въ большихъ городахъ, его раздѣляютъ на нѣсколько участковъ, которые канализируютъ каждый самостоятельно. При этомъ главная магистраль въ каждомъ участкѣ идетъ отъ центра города къ пріемному колодцу, располагаемому на краю системы въ наинисшей ея точкѣ, откуда воды перекачиваютъ за городъ на поля орошенія или для другой очистки—*радіальная система*. Система эта представляетъ то удобство, что при расширеніи города канализацію въ центрѣ его не приходится трогать. По этой системѣ канализированъ г. *Берлинъ*¹⁾.

Обыкновенно при составленіи проекта канализаціи какого либо города рѣдко приходится пользоваться цѣликомъ одной изъ вышеприведенныхъ системъ, а приходится дѣлать изъ нихъ разныя комбинаціи.

Каналы обыкновенно располагаютъ по срединѣ улицъ, такъ какъ тогда боковыя трубы къ усадьбамъ получаютъ одинаковой длины. При значительной ширинѣ улицъ однако часто бываетъ выгоднѣе,

¹⁾ *Берлинъ* разбитъ на 12 отдѣльныхъ участковъ — системъ; 5 изъ нихъ расположены въ центрѣ, а остальные 7 окружаютъ ихъ какъ бы кольцомъ. Каждая система имѣетъ свою насосную станцію, которою воды изъ пріемнаго колодца, куда онѣ попадаютъ самотекомъ, перекачиваются на поля орошенія. Поля орошенія расположены на югъ и сѣверо-востокъ отъ города.

вмѣсто одного большого канала въ серединѣ улицы, устроить два малыхъ у троттуаровъ, какъ это сдѣлано въ *Берлинѣ*, *Шарлоттенбургѣ* и нѣкоторыхъ др. городахъ. При такомъ расположеніи получается значительная экономія въ трубахъ для дождевыхъ приемниковъ и домовыхъ отвѣтвленій; кромѣ того, послѣднимъ можно придать болышій уклонъ и при прокладкѣ или ремонтѣ сѣти не приходится трогать середины улицы.

2) Глубина укладки каналовъ.

Глубина укладки уличныхъ каналовъ должна быть больше глубины промерзанія почвы; кромѣ того, она зависитъ еще отъ глубины укладки домовыхъ отвѣтвленій. Домовыя отвѣтвленія также должны быть уложены ниже глубины промерзанія почвы и на такой глубинѣ, чтобы они могли отводить хозяйственные воды также и изъ подваловъ и осушали ихъ; глубина укладки домовыхъ отвѣтвленій, кромѣ того, зависитъ еще отъ глубины усадьбы и ширины улицы.

Наименьшая глубина укладки трубъ и каналовъ (разстояніе до шелыги) принимается обыкновенно въ 1 м., максимальная же глубина доходитъ иногда, какъ напр., въ *Франкфуртѣ на/М.*, до 8 м. У насъ, гдѣ зима почти вездѣ болѣе сурова, чѣмъ въ *Западной Европѣ*, наименьшую глубину закладки приходится брать больше.

Глубина укладки уличныхъ каналовъ и трубъ опредѣляется по формулѣ:

$$H = h + i (L + l),$$

гдѣ: H — опредѣляемая глубина укладки (собственно, разстояніе отъ поверхности земли до уровня водъ въ коллекторѣ);

h — наименьшая глубина укладки надворной канализаціи — не менѣе глубины промерзанія грунта;

L — глубина усадьбы;

l — разстояніе отъ фронта усадьбы до уличнаго канала;

i — уклонъ отводной трубы домовой канализаціи, берется отъ 0,033 до 0,017; его иногда уменьшаютъ до 0,01.

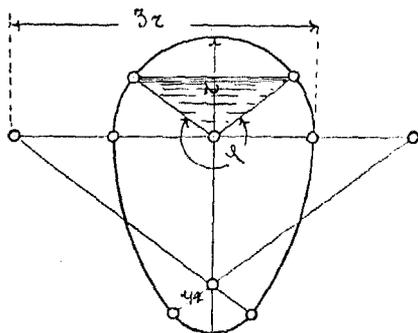
Глубина укладки имѣетъ существенное вліяніе на пониженіе уровня грунтовыхъ водъ; при этомъ, чѣмъ она больше, тѣмъ больше понижается уровень грунтовыхъ водъ.

3) Сѣченія каналовъ.

На выборъ формы сѣченія каналовъ главнымъ образомъ вліяетъ непостоянство расхода сточныхъ водъ, т. е. перемѣнность количества водъ, протекающихъ по нимъ.

Сѣченія каналовъ рассчитываютъ по наибольшему расходу, который въ нѣсколько разъ больше, даже при раздѣльной канализаціи, наименьшаго расхода чистой воды.

Во время малаго расхода воды человѣческіе экскременты и хозяйственныя воды мало разжижены и въ нихъ содержится очень много взвѣшенныхъ веществъ, которыя легко могутъ осѣсть. Поэтому сѣченія каналовъ должны быть таковы, чтобы воды въ это время текли не широкою, а сжатою струею, т. е. такія, чтобы при маломъ расходѣ гидра-



Черт. 1. Яйцевидное сѣченіе 3 : 2.

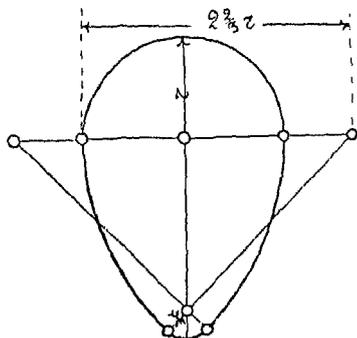
влическій радіусъ (отношеніе живого сѣченія къ смачиваемому периметру) былъ какъ можно больше, при чемъ, какъ будетъ видно ниже, скорость получается наибольшая. Этому условію лучше всего удовлетворяетъ овоидальное—яйцевидное, сѣченіе, круглое уже менѣе.

До 60 см. обыкновенно употребляютъ круглое сѣченіе, а при большихъ размѣрахъ—яйцевидное. Однако при очень большихъ каналахъ — магистральныхъ, во избѣжаніе излишняго углубленія въ почву, яйцевидное сѣченіе приходится иногда уширять и оно переходитъ въ лотковое или круглое.

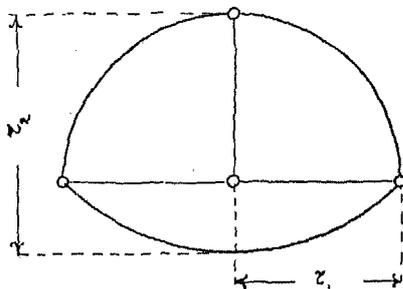
Обыкновенно магистральные и боковые уличные каналы дѣлаютъ яйцевиднаго сѣченія, съ отношеніемъ наибольшей высоты къ ширинѣ (діаметру), равнымъ 3 : 2. Такъ что, обозначая радіусъ верхняго свода черезъ r , получимъ радіусы боковыхъ частей и нижней $3r$ и $\frac{r}{2}$, *черт. 1*. Второстепенные же уличные каналы и таковыя домовой канализаціи дѣлаютъ круглаго сѣченія.

Если расходъ воды въ каналахъ мѣняется въ большихъ предѣлахъ и можетъ быть очень малъ, то въ такихъ случаяхъ полезно обыкновенное яйцевидное сѣченіе замѣнить сѣченіемъ *Филлиса*. Сѣченіе это снизу сильно суживается, благодаря чему скорость теченія водъ въ каналахъ при незначительномъ расходѣ получается достаточная. Отношеніе высоты къ ширинѣ въ немъ то же—3 : 2, и при радиусѣ верхняго свода — r , таковой для боковыхъ частей и нижней будетъ $\frac{8r}{3}$ и $\frac{r}{4}$, *черт. 2.*

На *черт. 3* представлено чаще встрѣчающееся лотковое сѣченіе.



Черт. 2. Сѣченіе Филлиса.



Черт. 3. Лотковое сѣченіе.

4) Скорость протока водъ въ каналахъ — v и уклонъ ихъ — J .

Скорость протока водъ въ каналахъ должна быть такова, чтобы всѣ твердыя вещества (органическія и неорганическія), могущія попасть въ каналы, не осаждались въ нихъ, а уносились вмѣстѣ съ водами. Для этого нужно, чтобы средняя скорость протока водъ была не менѣе 0,6 — 0,7 м., или 2—2,33 ф., въ секунду ¹⁾. Въ большихъ каналахъ, доступныхъ осмотру, гдѣ всегда течетъ извѣстное количество воды и осадки легче убирать, при невозможности придать каналамъ требуемые этой скоростью уклоны, скорость можетъ быть немного уменьшена. Въ малыхъ же каналахъ, гдѣ, какъ при общеславной, такъ и при раздѣльной канализаціи, притокъ воды часто весьма малъ, скорость должна быть увеличена.

На основаніи сказаннаго, средняя желательная скорость должна быть:

¹⁾ Опытами, произведенными въ *Лондонскихъ* водостокахъ, доказано, что при скорости въ 0,6 м. уносится даже крупный гравій, величиною въ 2,5 см.

1) въ круглыхъ каналахъ, діаметромъ до 30 см. (12 дм.), — отъ 0,9 до 1,1 м. (2,95—3,6 ф.);

2) въ круглыхъ каналахъ, діаметромъ отъ 30 до 60 см. (12—24 дм.), — отъ 0,7 до 0,9 м. (2,33—2,95 ф.);

3) въ большихъ каналахъ, доступныхъ осмотру, — отъ 0,5 до 0,7 м. (1,65—2,33 ф.).

Скорости эти возможны, разумѣется, лишь при постоянномъ протокѣ и извѣстной глубинѣ его. Между тѣмъ, вслѣдствіе неравномѣрнаго притока хозяйственныхъ водъ, а въ общесплавной канализаціи еще и дождевыхъ водъ, наполненіе каналовъ въ разное время дня и почти бываетъ весьма различно. Обыкновенно однако расчетъ—подборъ, сѣченій и уклоновъ производятъ такъ: при общесплавной канализаціи каналы рассчитываютъ на наполненіе во время большихъ дождей всего сѣченія или извѣстной, большей, части его ¹⁾ и провѣряютъ скорость при пропускѣ однѣхъ хозяйственныхъ водъ; при раздѣльной же канализаціи рассчитываютъ сѣченія на хозяйственныя воды, обыкновенно принимая наполненіе трубъ на половину, а яйцевидныхъ сѣченій до пять верхняго свода. Въ обоихъ случаяхъ скорость, получаемая при наибольшемъ расходѣ хозяйственныхъ водъ, должна быть достаточна, чтобы унести осадки, образовавшіеся въ часы малаго расхода, особенно ночью ²⁾.

Въ верхнихъ концахъ сѣти, гдѣ расходъ водъ весьма незначителенъ, во избѣжаніе засоренія приходится брать минимальные допускаемые діаметры — 20 см. (8 дм.); но и при этомъ наполненіе трубъ все-таки будетъ весьма незначительно, даже въ часы усиленнаго расхода, и скорость очень мала, почему въ слѣпыхъ концахъ сѣти нужно устроить промывные колодцы ³⁾. При промывкѣ этихъ концовъ изъ трубъ и будутъ выноситься образовавшіеся въ нихъ осадки.

Иногда, при значительныхъ уклонахъ мѣстности, скорость теченія водъ въ каналахъ можетъ выйти весьма большой, такъ что твердыя вещества не будутъ успѣвать стекать за водами, и кромѣ того, воды при теченіи будутъ разрушительно дѣйствовать на стѣнки каналовъ, поэтому скорость болѣе 3 м. (10,5 ф.) обыкновенно не допускается.

¹⁾ Часто берутъ не полное наполненіе, а соответствующее наибольшему расходу или наибольшей скорости.

²⁾ Брискъ при расчетѣ сѣти *Висбаденской* канализаціи принялъ, что скорость въ 0,6 м. (2 ф.) должна получаться уже при наполненіи каналовъ и трубъ на 2 см. (0,75 дм.).

³⁾ Лучше всего поставить автоматическіе промывные колодцы системы *Филльда* или др., полезною емкостью не менѣе 1,5 куб. м. (120 вед.).

Для полученія вышеуказанныхъ скоростей дну каналовъ обыкновенно придаютъ слѣдующіе уклоны:

- 1) домовымъ отвѣтвленіямъ—отъ 0,033 до 0,017 (1 : 30—1 : 60);
- 2) круглымъ каналамъ, при діаметрѣ отъ 20 до 30 см. (8 — 12 дм.),—отъ 0,01 до 0,005 (1 : 100—1 : 200);
- 3) круглымъ каналамъ, при діаметрѣ отъ 30 до 60 см. (12 — 24 дм.),—отъ 0,005 до 0,002 (1 : 200—1 : 500);
- 4) круглымъ каналамъ, при діаметрѣ болѣе 60 см. (24 дм.), и яйцевиднымъ сѣченіямъ—отъ 0,001 до 0,0005 (1 : 1000—1 : 2000).

Если по мѣстнымъ условіямъ нѣкоторымъ каналамъ нельзя придать указанныхъ уклоновъ, то, во избѣжаніе полученія въ нихъ осадковъ, такіе каналы нужно усиленно промывать.

Наибольшіе же уклоны въ каналахъ не должны превышать 0,08 (1 : 12) ¹⁾ и если эти уклоны менѣе уклоновъ мѣстности, то каналы приходится дѣлать съ перепадами въ колодцахъ.

Діаметръ канала и уклонъ дна его на извѣстномъ участкѣ не мѣняются, и если бы на этомъ участкѣ расходъ былъ тоже постояннымъ, то наполненіе вездѣ было-бы одинаковое и уклонъ поверхности воды, т. е. *гидравлическій уклонъ*, былъ-бы параллеленъ уклону дна. Въ дѣйствительности это бываетъ однако рѣдко, такъ какъ на всѣхъ участкахъ обыкновенно бываетъ притокъ отъ домовыхъ отвѣтвленій, а иногда и боковыхъ уллицъ, такъ что степень наполненія въ нижнемъ концѣ канала будетъ больше, чѣмъ въ верхнемъ, и гидравлическій уклонъ будетъ меньше уклона дна. Это однако удобнѣе, чѣмъ если-бы гидравлическій уклонъ былъ больше уклона дна, такъ какъ тогда глубина наполненія въ верхнемъ концѣ была-бы больше, и отъ этого тамъ легко могли-бы получаться осажденія.

При расчетѣ (см. ниже), въ зависимости отъ профили мѣстности, задаются нѣкоторымъ гидравлическимъ уклономъ, опредѣляютъ по расходу сѣченіе и степень наполненія, и по ней уже и заданному гидравлическому уклону опредѣляютъ уклонъ дна канала. Расчетъ, какъ пробный, иногда приходится повторять нѣсколько разъ, пока не получится надлежащій гидравлическій уклонъ и уклонъ дна.

При малыхъ каналахъ и трубахъ и вообще, когда расходъ по пути разсчитываемаго канала невеликъ, уклонъ дна канала обыкновенно берутъ равнымъ гидравлическому уклону.

¹⁾ Для домовыхъ отвѣтвленій и надворной канализаціи уклоны не должны превышать 0,05 (1 : 20).

5) Расчетъ сѣти.

Расчетъ сѣти обыкновенно сводится къ опредѣленію размѣровъ отдѣльныхъ каналовъ по даннымъ: наибольшему расходу Q и уклону J .

Для расчета канализационныхъ каналовъ примѣняютъ тѣ же формулы, что и при движеніи воды въ открытыхъ каналахъ:

$$F \cdot \gamma \cdot J = P \cdot v,$$

гдѣ: F —площадь, занятая водою,—*живое сѣченіе*;

γ — вѣсъ 1 кв. единицы воды;

J — уклонъ поверхности воды—*гидравлическій уклонъ*;

P — *сопротивленіе движенію* влѣдствіе тренія, и

v — *подводный* или *смачиваемый периметръ*.

Сопротивленіе движенію увеличивается пропорціонально квадрату скорости, т. е.

$$P = c_1 \cdot \gamma \cdot v^2,$$

гдѣ: c_1 —*коэффициентъ шероховатости—трения*, а

v — *средняя скорость* движенія воды.

Изъ этихъ двухъ уравненій скорость движенія воды v равняется:

$$v = \sqrt{\frac{1}{c_1}} \cdot \sqrt{\frac{F}{P}} \cdot J = c \sqrt{R J}, \text{ формула Шези . I.}$$

Расходъ воды Q , т. е. количество воды, протекающее въ 1 сек. черезъ данную площадь живого сѣченія, равняется:

$$Q = F \cdot v, \text{ или}$$

$$Q = c \cdot F \sqrt{R \cdot J} = c \sqrt{\frac{F^3}{P}} \cdot J \dots \dots \dots \text{ II,}$$

гдѣ: $\frac{F}{P} = R$ — *гидравлическая глубина*, или *радиусъ*.

c — также нѣкоторый численный *коэффициентъ трения*.

Эти двѣ формулы и служатъ для расчета каналовъ (сѣти). Въ нихъ, кромѣ коэффициента тренія c , неизвѣстны v , F , J и Q .

а) Коэффициентъ тренія c .

Разными авторами для коэффициента c найдены различныя значенія.

Эйтельвейнъ для метрическихъ мѣръ нашель:

$$c_1 = 0,000386 \text{ и}$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{c_1}} = \sqrt{\frac{1}{0,000386}} = 50,9;$$

для запаса берутъ $c = 50$ IIIa.

Для футовыхъ мѣръ (англійскихъ и русскихъ):

$$c_1 = 0,000123 \text{ и}$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{0,000123}} = 92,2;$$

берутъ $c = 92$ IIIb.

Прони нашель для метрическихъ мѣръ:

$$c = \sqrt{\frac{1}{0,000309 + \frac{0,000044}{v}}} \text{ IVa.}$$

Для футовыхъ мѣръ:

$$c = \sqrt{\frac{1}{0,0001062 + \frac{0,0000173}{v}}} \text{ IVb.}$$

При скорости $v = 0,57$ м., по *Прони* получается то же значеніе для c , что и по *Эйтельвейну*; съ увеличеніемъ же v , увеличивается у *Прони* и c , но разница его съ таковымъ по *Эйтельвейну*, даже при наибольшей встрѣчающейся скорости, не превышаетъ 10%, что при расчетѣ не имѣетъ значенія.

Коэффициентъ c по *Эйтельвейну* вслѣдствіе своей простоты до послѣдняго времени примѣнялся очень часто, такъ, въ *Германіи* по нему разсчитаны сѣти *Гамбургской, Берлинской, Бреславской* и нѣкоторыхъ другихъ канализацій. Главный недостатокъ этого коэффициента тотъ, что онъ постояненъ и не зависитъ отъ рода омываемой поверхности—шероховатости ея, и отъ гидравлическаго радіуса. Тотъ же недостатокъ имѣетъ и коэффициентъ c по *Прони*, хотя онъ немного исправленъ введеніемъ v . Оба коэффициента вслѣдствіе сказаннаго годятся лишь для предварительныхъ подсчетовъ, а не для окончательнаго расчета сѣти.

Послѣ *Эйтельвейна* и *Прони* было установлено много формулъ для опредѣленія величины коэффиціента c ; самыми точными изъ нихъ оказались формулы *Дарси-Базена* и *Гангилье-Куттера*.

Дарси и *Базенъ* нашли:

$$c_1 = a + \frac{b}{R} = a \left(1 + \frac{b}{aR} \right) \text{ и}$$

$$c = \sqrt{\frac{1}{c_1}} = \sqrt{\frac{1}{a \left(1 + \frac{b}{aR} \right)}} = \sqrt{\frac{1}{a}} \sqrt{\frac{R}{\frac{b}{a} + R}} \dots \dots \dots V.$$

Для a и b сами авторы этой формулы установили 5 значеній, въ зависимости отъ рода омываемой поверхности. Для насъ однако имѣють значеніе лишь три:

1) Для очень гладкихъ стѣнъ — гладкая цементная штукатурка, строганное дерево и т. п.:

для метрическихъ мѣръ $a = 0,00015$ и
 $b = 0,0000045$;
 для футовыхъ мѣръ $a = 0,00004572$ и
 $b = 0,0000044$.

2) Для гладкихъ стѣнъ — тесанный камень, кирпичъ, нестроганное дерево и т. п.:

для метрическихъ мѣръ $a = 0,00019$ и
 $b = 0,0000133$;
 для футовыхъ мѣръ $a = 0,00005791$ и
 $b = 0,0000133$.

3) Для шероховатыхъ стѣнъ — бутовый камень и т. п.:

для метрическихъ мѣръ $a = 0,00024$ и
 $b = 0,00006$;
 для футовыхъ мѣръ $a = 0,00007315$ и
 $b = 0,00006$.

Очень гладкія и даже гладкія стѣны (1-ой и 2-ой степени) встрѣчаются только въ новыхъ или очень хорошо содержимыхъ каналахъ, но и въ послѣднемъ случаѣ стѣны ихъ скоро покрываются илистой пленкою (*Sielhant*), которая увеличиваетъ треніе. Кромѣ того, въ каждой стѣнѣ встрѣчаются каналы изъ различнаго матеріала: штейнгута, бетона, кир-

пича, а иногда и изъ камня, поэтому и коэффициенты а и в слѣдуетъ брать съ запасомъ.

Точные опыты, произведенные въ *Майнцѣ*, показали, что формула *Дарси-Базена* даетъ результаты весьма близкіе къ дѣйствительности при $a = 0,00017$ и $b = 0,0000084$ (для метрическихъ мѣръ) ¹⁾.

Проф. *Биссингъ* однако для запаса совѣтуетъ а и в еще увеличить и брать:

$$\begin{aligned} \text{для метрическихъ мѣръ } a &= 0,0002 \text{ и} \\ & b = 0,00001; \\ \text{соотвѣтственно, для футовыхъ мѣръ } a &= 0,00006 \text{ и} \\ & b = 0,00001. \end{aligned}$$

Гангиле и Куттеръ на основаніи многочисленныхъ опытовъ нашли для метрическихъ мѣръ:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

$\frac{0,00155}{J}$ въ этой формулѣ имѣетъ замѣтное вліяніе на с лишь при уклонахъ, меньшихъ 0,0005 (1 : 2000), каковыя уклоны въ каналахъ городской канализаціи не должны примѣняться, поэтому этою величиною, вслѣдствіе ея незначительности въ сравненіи съ остальными слагаемыми въ числительѣ и знаменателѣ, можно пренебречь, и формула *Гангиле-Куттера* приметъ видъ:

$$\begin{aligned} C &= \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots \text{VIa,} \\ \text{или } c &= \frac{\left(23 + \frac{1}{n}\right) \sqrt{R}}{23n + \sqrt{R}} \end{aligned}$$

Для футовыхъ мѣръ:

$$C = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n}}{1 + \frac{41,6n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots \text{VIb.}$$

¹⁾ По этимъ даннымъ, между прочимъ, была рассчитана канализаціонная сѣтъ въ г. *Шандау*.

Сами авторы для коэффициента шероховатости n дали рядъ значений (при всякихъ мѣрахъ):

- 1) притертый цементъ, тщательно выстроганныя доски . $n = 0,010$;
- 2) досчатая стѣны, цементъ съ пескомъ $n = 0,012$;
- 3) тесанный камень, кирпичъ съ тщательно расшитыми швами, тощій бетонъ $n = 0,013$;
- 4) обыкновенная кирпичная кладка $n = 0,015$;
- 5) бутровая кладка и др. $n = 0,017$.

Изъ этихъ значений, имѣя въ виду вышеизложенное относительно необходимости брать увеличенные a и b въ формулѣ *Дарси-Базена*, слѣдуетъ и для n брать среднее значеніе, т. е. принять $n = 0,013$. Разумѣется, если можно ожидать неряшливаго устройства и содержанія канализаціонной сѣти, то n надо взять еще большимъ—въ предѣлахъ отъ 0,014 до 0,017.

Гангилье и Куттеръ до составленія своей формулы преобразовали формулу *Дарси-Базена* (V), въ которой они приняли:

$$\sqrt{\frac{1}{a}} = \alpha \text{ и } \sqrt{\frac{b}{a} + R} = \beta + \sqrt{R},$$

такъ что формула эта приняла для метрическихъ мѣръ видъ:

$$c = \frac{\alpha \sqrt{R}}{\beta + \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{VIIa.}$$

Для футовыхъ мѣръ:

$$c = \frac{\alpha \sqrt{R}}{\beta + 0,55 \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{VIIb.}$$

Полученная формула (старая формула *Гангилье-Куттера*) имѣетъ тотъ же видъ, что и формула VI *Гангилье-Куттера*, и при извѣстныхъ значеніяхъ n , α и β получаются одинаковыя величины для c .

Въ этой формулѣ (VII a и b) α всегда назначаютъ равнымъ 100, для β (для всякихъ мѣръ) *Гангилье и Куттеръ* даютъ 12 значеній, въ зависимости отъ шероховатости стѣнокъ; изъ нихъ для канализаціи однако имѣютъ значеніе лишь три (6-ое, 7-ое и 8-ое):

- 1) для совершенно гладкой и чистой цементной штукатурки и штейнгутовыхъ трубъ $\beta = 0,12 - 0,15$;
- 2) для кирпичной и тесовой кладки $\beta = 0,20 - 0,27$, и
- 3) для обыкновенной каменной кладки $\beta = 0,35 - 0,72$.

Вышеприведеннымъ значеніямъ a , b и n , взятымъ съ извѣстнымъ запасомъ, соотвѣтствуетъ $\beta = 0,30$ и лишь въ исключительныхъ случаяхъ его слѣдуетъ брать большимъ — $\beta = 0,35$.

При расчетѣ по этой формулѣ сѣти *Бранденбургской* канализаціи β взять равнымъ 0,27.

При достаточныхъ уклонахъ и хорошо содержимой сѣти, если при томъ каналы выложены штейнгутовыми желобами, рекомендуемыя значенія a , b , n и β будутъ немного велики и c будетъ меньше необходимаго, отчего скорость получится меньше дѣйствительной, а каналы выйдутъ слишкомъ большими; но это не будетъ ошибкой и дастъ лишь увѣренность въ томъ, что они всегда будутъ удовлетворять своему назначенію.

Если рекомендуемыя выше значенія коэффициентовъ подставить въ соотвѣтственныя формулы, то получимъ слѣдующія значенія для c :

1) По формулѣ *Дарси-Базена* (V):

для метрическихъ мѣръ

$$c = 70 \cdot \sqrt{\frac{R}{0,05 + R}} \dots \dots \dots \text{VIIIa,}$$

для футовыхъ мѣръ

$$c = 129 \cdot \sqrt{\frac{R}{0,166 + R}} \dots \dots \dots \text{VIIIb.}$$

2) По формулѣ *Гангиле-Куттера* (VI):

для метрическихъ мѣръ

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{IXa,}$$

для футовыхъ мѣръ

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + 0,55 \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{IXb.}$$

3) По формулѣ *Дарси-Базена*, передѣланной *Гангиле и Куттеромъ* (VII):

для метрическихъ мѣръ

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{Xa,}$$

для футовыхъ мѣръ

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + 0,55 \sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{Xb.}$$

Послѣднія двѣ формулы (IX и X) одинаковы, т. е. сокращенная формула *Гангилье-Куттера*, при $n = 0,013$, и передѣланная ими же формула *Дарси-Базена*, при $\beta = 0,30$, даютъ одинаковыя значенія для с.

Въ *Германіи* довольно часто употребляются еще формулы *Франка* и *Кнауффа*, передѣланныя, первая изъ формулы *Дарси-Базена*, а вторая изъ старой формулы *Гангилье-Куттера*.

Изъ всѣхъ извѣстныхъ формулъ самое точное значеніе для с даетъ формула *Гангилье-Куттера*. При примѣненіи значенія с по *Эйтсельвейну* диаметры трубъ и малыхъ каналовъ, въ сравненіи съ такими же при с по *Гангилье-Куттеру*, получаютъ уменьшенными до 33%, а большихъ—увеличенными на 30—40%; первое рискованно, а второе невыгодно. Формула же *Дарси-Базена*, даже при увеличенныхъ значеніяхъ для а и b, для каналовъ среднихъ размѣровъ даетъ сѣченія меньшаго діаметра на 5—6%, при малыхъ же каналахъ и трубахъ уменьшеніе доходитъ до 10%.

Формула *Гангилье-Куттера* (IX а и б) для чаще встрѣчающихся случаевъ принимаетъ болѣе простой видъ, а именно:

1) Для *круглаго стѣченія* при полномъ и половинномъ наполненіи (см. ниже) $R = \frac{d}{4}$ и с для обоихъ случаевъ одинаково равняется:

для метрическихъ мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,6 + \sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI а,}$$

для футовыхъ мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,6 + 0,55\sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI б.}$$

2) Для *яйцевиднаго стѣченія* при полномъ наполненіи $R = \frac{d}{3,45}$ и с равняется:

для метрическихъ мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,557 + \sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI в,}$$

для футовых мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,557 + 0,55\sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI d};$$

при наполненіи же на $\frac{2}{3}$ высоты $R = \frac{d}{3,16}$ и c равняется:

для метрическихъ мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,534 + \sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI e},$$

для футовыхъ мѣръ

$$c = \frac{100\sqrt{d}}{0,534 + 0,55\sqrt{d}} \dots \dots \dots \text{XI f}.$$

Коэффициентъ c , какъ мы видѣли, зависитъ отъ гидравлическаго радіуса R (d), который входитъ также въ уравненія I и II для опредѣленія v и Q , поэтому расчетъ обыкновенно производятъ пробнымъ путемъ.

б) Живое сѣченіе и гидравлическая глубина.

При устройствѣ канализаціи почти исключительно употребляютъ круглыя и яйцевидныя сѣченія; при общесплавной же канализаціи для ливневодоовъ употребляютъ еще лотковое сѣченіе. Площади—живыя сѣченія, и среднія гидравлическія глубины первыхъ двухъ сѣченій при чаще встрѣчающихся степеняхъ наполненія показаны въ табл. №№ 4 и 5. Изъ нихъ, между прочимъ, видно, что наибольшій расходъ въ каналахъ не соотвѣтствуетъ полному наполненію, такъ какъ, начиная съ извѣстной высоты, гидравлическая глубина начинаетъ уменьшаться, потому что живое сѣченіе увеличивается мало, а смачиваемый периметръ—значительно; точно такъ же и наибольшей скорости v соотвѣтствуетъ не полное, а иное—меньшее, наполненіе.

Т А Б Л И Ц А № 4
для расчета круглаго сѣченія.

При:	φ	180°	257 ^{1/2} ° (max. v).	308° (max. Q).	360°
	наполненіе.	0,5 d	0,813 d	0,95 d	d
Орошаемый периметръ p . . .		1,571 d	2,247 d	2,689 d	3,142 d
Площадь живого сѣченія F . . .		0,393 d ²	0,684 d ²	0,771 d ²	0,785 d ²
Средняя гидравлическая глупина $R = \frac{F}{p}$		0,250 d	0,304 d	0,287 d	0,250 d
Скорость теченія v		0,5c√d J	0,552c√d J	0,535c√d J	0,5c√d J
Секундный расходъ Q		0,196c√d ⁵ J	0,377c√d ⁵ J	0,412c√d ⁵ J	0,393c√d ⁵ J

Т А Б Л И Ц А № 5
для расчета овоидальнаго сѣченія (3 : 2).

При:	φ	180°	248 ^{1/2} ° (max. v).	297 ^{1/2} ° (max. Q).	360°
	наполненіе.	0,667 h	0,854 h	0,952 h	h
Орошаемый периметръ p . . .		4,788 r	5,984 r	6,841 r	7,930 r
Площадь живого сѣченія F . . .		3,023 r ²	4,086 r ²	4,493 r ²	4,594 r ²
Средняя гидравлическая глупина $R = \frac{F}{p}$		0,631 r	0,683 r	0,657 r	0,579 r
Скорость теченія v		0,795c√r J	0,826c√r J	0,81c√r J	0,761c√r J
Секундный расходъ Q		2,4c√r ⁵ J	3,377c√r ⁵ J	3,641c√r ⁵ J	3,496c√r ⁵ J

с) Ходъ расчета.

Расчетъ каналовъ производять по вышеприведеннымъ формуламъ ¹⁾:

$$v = c\sqrt{RJ} \dots \dots \dots \text{I,}$$

$$Q = cF\sqrt{RJ} = c\sqrt{\frac{F^3}{R}J} \dots \dots \dots \text{II,}$$

$$c = \frac{100\sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \text{ для метрическихъ мѣръ } \dots \text{IXa,}$$

$$c = \frac{100\sqrt{R}}{0,3 + 0,55\sqrt{R}} \text{ для футовыхъ мѣръ } \dots \text{IXb.}$$

Въ формулахъ I и II, кромѣ c , имѣются 4 неизвѣстныхъ: v , J , F (d) и Q , изъ которыхъ два должны быть извѣстны и тогда остальные два можно опредѣлить пробнымъ расчетомъ.

На практикѣ чаще всего бываетъ дано Q и J , а надо опредѣлить v и F .

Ходъ расчета виденъ изъ приведенныхъ ниже примѣровъ.

I. Положимъ, что въ секунду нужно отвести 0,12 кв. м. водъ (Q) круглую трубою при уклонѣ въ $\frac{1}{400}$ (J), при чемъ стѣченіе должно быть наполнено цѣликомъ; требуется опредѣлить діаметръ канала (d).

¹⁾ Изъ другихъ формулъ для расчета каналовъ—сѣти, болѣе извѣстны: формулы *Линдлей-Лампе* и *Маннинга*, очень удобныя для логарифмированій.

Формула *Линдлей-Лампе* имѣетъ видъ: $R^{1,25}J = Kv^{1,48}$, гдѣ для метрическихъ мѣръ при малыхъ уклонахъ $K = 0,0003$, при большихъ— $K = 0,00025$, а для футовыхъ мѣръ при малыхъ уклонахъ $K = 0,000156$, при большихъ— $K = 0,00013$.

Недостатокъ этой формулы—неопредѣленная зависимость K отъ J .

Формула проф. *Маннинга* имѣетъ видъ:

$$\text{для метрическихъ мѣръ } v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{для футовыхъ мѣръ } v = \frac{1,485}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}.$$

Коэффициентъ n здѣсь имѣетъ тѣ же значенія, что и въ формулѣ *Гангилле-Куттера*.

Обѣ эти формулы однако даютъ значенія менѣе точныя, чѣмъ формула *Гангилле-Куттера*.

Сначала опредѣлимъ діаметръ d_1 помщью коэффиціента c по *Эйтельвейну* изъ формулы II:

$$Q = c F \sqrt{R J}, \text{ но } R = \frac{d_1}{4}, \text{ тогда}$$

$$Q = c \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{\frac{d_1}{4} \cdot \frac{1}{400}}, \text{ откуда}$$

$$d_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{160 \cdot Q}{c \cdot \pi}\right)^2}, \text{ или}$$

$$d_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{160 \cdot 0,12}{50 \cdot 3,14}\right)^2} = \sqrt[5]{0,1223^2} = 0,4315.$$

По этому діаметру d_1 опредѣляемъ болѣе точное значеніе коэффиціента c по формулѣ *Гангилье-Куттера* (XIa):

$$c_1 = \frac{100 \sqrt{d_1}}{0,6 + \sqrt{d_1}} = \frac{100 \sqrt{0,4315}}{0,6 + \sqrt{0,4315}} = 52,26.$$

Опредѣлимъ теперь новый діаметръ d_2 по только что найденному коэффиціенту c_1 :

$$0,12 = 52,26 \cdot \frac{3,14 d_2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{d_2}{4} \cdot \frac{1}{400}}, \text{ откуда}$$

$$d_2 = \sqrt[5]{\left(\frac{0,12 \cdot 160}{52,26 \cdot 3,14}\right)^2} = 0,4338 \text{ м.}$$

Этому значенію d_2 соотвѣтствуетъ:

$$c_2 = \frac{100 \sqrt{d_2}}{0,6 + \sqrt{d_2}} = \frac{100 \sqrt{0,4338}}{0,6 + \sqrt{0,4338}} = 52,33.$$

Это новое значеніе коэффиціента— c_2 , такъ мало разнится отъ c_1 , что нѣтъ основанія опредѣлять d еще разъ, такъ какъ на практикѣ все равно приходится его округлять, почему и возьмемъ:

$$d = d_2 = 0,4338 \text{ и округлимъ его до } d = 0,45 \text{ м.}$$

Зная Q , J и d , не трудно уже опредѣлить и скорость v :

$$v = c \sqrt{R \cdot J}, \text{ или}$$

$$v = 52,33 \sqrt{\frac{0,45}{4} \cdot \frac{1}{400}} = 0,88 \text{ м.}$$

II. Дано: $Q = 0,47$ кв. ф. и $J = 0,005$ и что наполнение трубы половинное; требуется определить диаметр трубы (d) и скорость (v).

Изъ формулы:

$$Q = c \cdot F \sqrt{RJ} = c \frac{\pi d_1^2}{8} \sqrt{\frac{d_1}{4} J} \text{ имѣемъ}$$

$$d_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{Q \cdot 16}{c \cdot \pi \cdot \sqrt{J}}\right)^2}.$$

Подставивъ данныя значенія для Q и J и взявъ $c = 92$ (по *Эйтльвейну*), найдемъ:

$$d_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{0,47 \cdot 16}{92 \cdot 3,14 \sqrt{0,005}}\right)^2} = 0,6705 \text{ ф.}$$

По полученному d_1 опредѣляемъ болѣе точное значеніе для c по формулѣ *Гангилье-Куттера*:

$$c_1 = \frac{100 \sqrt{d_1}}{0,6 + 0,55 \sqrt{d_1}} = \frac{100 \sqrt{0,6705}}{0,6 + 0,55 \sqrt{0,6705}} = 77,95.$$

При этомъ значеніи коэффиціента— c_1 , новое значеніе d будетъ:

$$d_2 = \sqrt[5]{\left(\frac{0,47 \cdot 16}{77,95 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,005}}\right)^2} = 0,7164 \text{ ф.}$$

Найденному значенію діаметра d_2 соотвѣтствуетъ

$$c_2 = \frac{100 \sqrt{d_2}}{0,6 + 0,55 \sqrt{d_2}} = 79,43.$$

Находимъ по c_2 — d_3 ; оно будетъ:

$$d_3 = \sqrt[5]{\left(\frac{0,47 \cdot 16}{79,43 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,005}}\right)^2} = 0,711 \text{ ф.}$$

Ему соотвѣтствуетъ

$$c_3 = 79,26.$$

На этомъ значеніи $d_3 = 0,711' = 8,532''$ и остановимся, такъ какъ разница между c_2 и c_3 незначительна. Округливъ, получимъ $d = 9''$.

Скорость v опредѣлится изъ формулы $v = c \sqrt{RJ}$. Зная, что

$$R = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{12} = 0,1875 \text{ ф.}, \text{ получимъ, что}$$

$$v = 79,26 \sqrt{0,1875 \cdot 0,005} = 2,43 \text{ ф.}$$

Если вмѣсто Q и J даны другія двѣ величины, то расчетъ производятъ точно такъ же. Какъ видно, расчетъ трубъ и лѣцевидныхъ сѣченій по даннымъ Q и J или другимъ двумъ даннымъ при напол-

непн, первыхъ до половины, а вторыхъ до пять верхняго свода $\left(\frac{2}{3} h\right)$, или обоихъ полностью, хотя кропотливъ, но не представляетъ затрудненій.

При постройкѣ канализаціи однако для удобства производства работъ назначаютъ рядъ сѣченій, между которыми выбираютъ ближайшее большее сѣченіе, подходящее къ расчетному; при этомъ наполненіе бываетъ уже менѣе принимаемаго, отчего и средняя гидравлическая глубина уменьшается, а вслѣдствіе этого уменьшается и скорость, и приходится провѣрить, не меньше ли она требуемой. Точно такъ же надо провѣрить при меньшемъ расходѣ сѣченіе, рассчитанное для наибольшаго расхода и имѣющее при послѣднемъ достаточную скорость; напр., при общесплавной канализаціи сѣченія подбираютъ по количеству водъ ливня, а провѣряютъ ихъ на однѣ хозяйственныя воды. Въ этихъ случаяхъ расчетъ значительно усложняется, почему его производятъ помощью особыхъ числовыхъ и графическихъ таблицъ.

d) Числовыя таблицы.

Разсматривая формулы I и II:

$$v = c \sqrt{RJ} \text{ и}$$

$$Q = c F \sqrt{RJ},$$

мы видимъ, что F , c и \sqrt{R} для извѣстнаго сѣченія и опредѣленной степени наполненія представляютъ величины постоянныя, и уравненія эти можно написать такъ:

$$v = c \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = A \cdot \sqrt{J} \text{ или}$$

$$\frac{v}{\sqrt{J}} = A \dots \dots \dots \text{XII}$$

$$Q = F \cdot c \sqrt{R} \sqrt{J} = F \cdot A \sqrt{J} = B \sqrt{J} \text{ или}$$

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = B \dots \dots \dots \text{XIII.}$$

Постоянныя величины A и B называются коэффициентами скорости и расхода. Проф. *Биссингъ* вычислилъ ихъ для чаще употребляемыхъ круглыхъ, яйцевидныхъ и специальныхъ сѣченій при различной высотѣ наполненія. Высота наполненія въ этихъ таблицахъ, составленныхъ для метрическихъ мѣръ, выражена въ частяхъ радіуса, а коэффициентъ тренія c взятъ по *Гангильс-Куттеру*, при $n = 0,013$, или *Дарси-Вазену*, при $\beta = 0,3$, и округленъ до цѣлыхъ чиселъ.

Ниже помѣщена часть этихъ таблицъ—№№ 6 и 7, для круглыхъ и яйцевидныхъ сѣченій (3:2) при различной высотѣ наполненія. Кроме того, мною составлены таблицы №№ 8 и 9, для тѣхъ же сѣченій для футовыхъ мѣръ, также при $\pi = 0,013$. По этимъ таблицамъ уже нетрудно рѣшить всѣ встрѣчающіеся на практикѣ случаи. Если въ таблицахъ нѣтъ точно подходящихъ цифръ коэффициентовъ А и В, то высоту наполненія и скорость опредѣляютъ интерполированіемъ.

I. Положимъ, что $Q = 0,25$ кв. м., $J = \frac{1}{400}$ и что взято яйцевидное сѣченіе $\frac{60}{90}$ см.; требуется опредѣлить степень наполненія.

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = \frac{0,25}{\sqrt{\frac{1}{400}}} = 5,00.$$

Въ таблицѣ № 7, для яйцевиднаго сѣченія, высотой 90 см., ближайшее меньшее число (равнаго нѣтъ) будетъ 4,77, соотвѣтствующее наполненію въ 1,6 г, а большее 5,28. Разница между этими числами будетъ 0,51, которой соотвѣтствуетъ высота наполненія въ 0,1 г.; значить для разности:

$$5,00 - 4,77 = 0,23,$$

соотвѣтствующая высота наполненія будетъ:

$$\frac{0,1 \cdot 0,23}{0,51} \text{ г} = 0,05 \text{ г},$$

а искомая высота наполненія будетъ:

$$1,6 + 0,05 = 1,65 \text{ г}.$$

Наполненію этого сѣченія на высоту 1,65 г по таблицѣ соотвѣтствуетъ:

$$\frac{v}{\sqrt{J}} = \frac{23,77 + 24,19}{2} = 23,98, \text{ откуда}$$

$$v = 23,98 \cdot \sqrt{J} = 23,98 \sqrt{\frac{1}{400}} = 1,20 \text{ м}.$$

II. Дано: $Q = 0,5$ кв. ф. и $J = 0,005$ и что наполненіе трубъ половинное, при чемъ въ стѣнѣ предполагается примѣнять 8, 10, 12, 15, 18 и 24 дл. трубы; требуется опредѣлить діаметръ трубы (d) и скорость (v).

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = \frac{0,5}{\sqrt{0,005}} = 7,042.$$

Въ таблицѣ № 8, въ строкѣ для половиннаго наполненія ($\frac{h}{r} = 1$), въ графахъ $\frac{Q}{\sqrt{J}}$, ближайшее большее число (равнаго нѣтъ) будетъ 10,25, соотвѣтствующее 10 дм. трубѣ. Наполненіе при этомъ будетъ менѣе половиннаго; для 10 дм. трубы ближайшее къ 7,042 число будетъ 6,81, соотвѣтствующее наполненію въ 0,8г, а большее—8,73; разница между этими цифрами 1,92 и ей соотвѣтствуетъ наполненіе въ 0,1г, разности же:

$$7,042 - 6,81 = 0,232,$$

соотвѣтствуетъ высота наполненія въ:

$$\frac{0,1 \cdot 0,232}{1,92} = 0,01г;$$

вся же высота наполненія будетъ:

$$0,8 + 0,01 = 0,81г.$$

Наполненію сѣченія на высоту 0,81г по той же таблицѣ для 10 дм. трубы соотвѣтствуетъ:

$$\frac{v}{\sqrt{J}} = 34,04 + \frac{36,38 - 34,04}{10} = 34,38,$$

такъ что:

$$v = 34,38 \sqrt{J} = 34,38 \sqrt{0,005} = 2,43 \text{ ф. } ^1).$$

III. Каналъ яйцевиднаго сѣченія (З:2), длиною въ 200 саж., въ начальномъ (высшемъ) концѣ долженъ пропустить 4 куб. ф. (Q_1) сточныхъ водъ, а въ конечномъ (нижнемъ) концѣ 6 куб. ф. (Q_2), уклонъ поверхности воды—гидравлическій уклонъ (J_1), долженъ быть 0,0005, при чемъ въ стѣнѣ примыкаютъ яйцевидныя сѣченія, высотой отъ 2 до 4 ф., увеличиваясь на 3 дм., наполненіе коихъ должно быть не выше пяти верхняго свода; требуется опредѣлить размеры сѣченія канала и уклонъ дна его (J_2).

Для конечнаго пункта канала имѣемъ:

$$\frac{Q_1}{\sqrt{J_1}} = \frac{6}{\sqrt{0,0005}} = 272,72.$$

Въ таблицѣ № 9, для яйцевиднаго сѣченія, при высотѣ наполненія до пяти верхняго свода ($\frac{h}{r} = 2$), ближайшее большее число будетъ 322,42 и ему соотвѣтствуетъ сѣченіе, высотой въ 3' 3". Въ графѣ для этого сѣченія ближайшая меньшая къ 272,72 цифра будетъ 268,29, которая соотвѣтствуетъ наполненію въ 1,8г, ближайшая же

¹⁾ Скорость (v) здѣсь опредѣлена болѣе точно, чѣмъ въ примѣрахъ на стр. 37 и 38, гдѣ она опредѣлена въ предположеніи, что наполненію соотвѣтствуетъ заданному, между тѣмъ оно въ обоихъ случаяхъ менѣе, отчего меньше и гидравлическая глубина, а также и скорость.

большая будетъ 295,12, разницѣ между этими цифрами—26,83, соотвѣтствуетъ высота наполненія въ 0,1г, разницѣ же:

$$272,72 - 268,29 = 4,43$$

соотвѣтствуетъ наполненіе:

$$\frac{0,1 \cdot 4,43}{26,83} = 0,016г;$$

вся высота наполненія въ конечномъ пунктѣ, такимъ образомъ, будетъ:

$$1,8 + 0,016 = 1,816г = \frac{1,816 \cdot 13}{84} = 0,281 \text{ саж.}$$

Для начальнаго пункта канала имѣемъ:

$$\frac{Q_2}{\sqrt{J_1}} = \frac{4}{\sqrt{0,0005}} = 181,81.$$

Въ той же таблицѣ № 9 для сѣченія, высотой въ 3' 3", ближайшая меньшая цифра будетъ 170,21, которая соотвѣтствуетъ наполненію въ 1,4г, ближайшая же большая цифра 191,77, разница между этими цифрами 21,56 и ей соотвѣтствуетъ высота наполненія въ 0,1г, такъ что разницѣ:

$$181,81 - 170,21 = 10,60,$$

соотвѣтствуетъ наполненіе въ:

$$\frac{0,1 \cdot 10,60}{21,56} = 0,047г;$$

вся же высота наполненія будетъ:

$$1,40 + 0,047 = 1,447г = \frac{1,447 \cdot 13}{84} = 0,224 \text{ саж.}$$

Уровень воды въ конечномъ пунктѣ канала ниже на: $200 \cdot 0,0005 = 0,1$ саж., чѣмъ въ начальномъ, а такъ какъ разница высотъ наполненія обоихъ сѣченій составляетъ: $0,281 - 0,224 = 0,057$ саж., то дно канала въ конечномъ пунктѣ будетъ на $0,1 + 0,057 = 0,157$ саж. ниже дна въ началѣ канала, т. е. уклонъ дна канала (J_2) будетъ:

$$J_2 = \frac{0,157}{200} = 0,000785.$$

Для расчета берутъ каналы между отдѣльными поперечными улицами, на каковыхъ участкахъ расходъ по пути, отъ домовыхъ отвѣтвленій, не великъ; расходъ же боковыхъ улицъ, съ одного или нѣсколькихъ кварталовъ, приходится въ началѣ расчитываемаго канала. Вслѣдствіе этого на такихъ участкахъ каналовъ обыкновенно и берутъ гидравлическій уклонъ равнымъ уклону дна канала—мѣстности.

Т а б л и ц а № 6

(для метрических мѣръ)

для подбора сѣченій круглыхъ трубъ и опредѣленія скорости при различной высотѣ наполненія по даннымъ: расходу Q и уклону J . Коэффициентъ c взять по формулѣ Гангилье-Куттера:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \text{VI a,}$$

которая при $n = 0,013$ имѣетъ видъ:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \dots \dots \text{IX a.}$$

	Оте- пень напол- нения	d = 20 см.			d = 25 см.			d = 30 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			л.	л.		л.	л.		л.	
1	0,05	16	0,928	0,198	18	1,166	0,388	19	1,346	0,645
2	0,1	21	1,704	1,012	23	2,084	1,930	25	2,477	3,306
3	0,15	25	2,565	2,389	27	2,973	4,963	29	3,490	8,402
4	0,2	27	3,056	5,015	29	3,664	9,381	31	4,284	16,55
5	0,25	30	3,766	8,530	32	4,485	16,21	34	5,209	26,53
6	0,3	32	4,387	12,95	34	5,200	23,97	36	6,018	40,00
7	0,35	33	4,853	17,99	35	5,618	33,23	37	6,645	55,37
8	0,4	34	5,313	24,97	36	6,283	44,20	38	7,249	73,52
9	0,45	35	5,760	30,72	37	6,797	56,37	39	7,833	93,65
10	0,5	37	6,356	39,01	39	7,483	71,60	41	8,599	118,6
11	0,6	38	7,047	55,83	40	8,284	102,4	42	9,509	169,4
12	0,7	39	7,432	73,78	41	8,928	133,2	43	10,24	220,2
13	0,8	41	8,515	99,88	43	9,972	189,4	45	11,41	342,3
14	0,9	42	9,095	124,6	44	10,64	227,4	46	12,16	374,7
15	1,0	43	9,637	151,4	45	11,26	275,9	47	12,86	454,2
16	1,1	44	10,15	179,8	46	11,86	327,3	48	13,52	538,3
17	1,2	44	10,39	204,6	46	12,13	272,4	48	13,84	612,4
18	1,3	45	10,83	234,0	47	12,63	425,6	49	14,39	699,3
19	1,4	45	10,98	257,9	47	12,81	469,1	49	14,60	770,7
20	1,5	45	11,09	280,1	47	12,93	509,4	49	14,73	837,1
21	1,55	45	11,10	289,8	47	12,95	527,1	49	14,75	866,0
22	1,6	45	11,37	299,2	47	12,96	544,1	49	14,77	894,1
23	1,65	45	11,39	308,1	47	12,98	560,5	49	14,79	921,1
24	1,7	45	11,37	316,1	47	12,96	574,9	49	14,77	944,7
25	1,75	45	11,07	322,7	47	12,91	587,0	49	14,71	964,5
26	1,8	45	11,01	328,0	47	12,84	596,5	49	14,64	980,1
27	1,85	45	10,93	331,6	47	12,74	603,0	49	14,52	990,9
28	1,9	45	10,80	332,9	47	12,60	605,5	49	14,35	995,0
29	1,95	44	10,36	323,6	46	12,10	589,2	48	13,80	968,9
30	2,0	43	9,637	302,8	45	11,26	551,7	47	12,86	908,2

		d = 35 см.			d = 40 см.			d = 45 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м.	л.		м.	л.		м.	л.
1	0,05	20	1,530	0,998	21	1,718	1,466	22	1,908	2,059
2	0,1	26	2,782	5,059	27	3,090	7,346	28	3,398	10,21
3	0,15	30	3,900	12,79	32	4,449	19,07	33	4,865	26,37
4	0,2	33	4,924	24,75	35	5,587	36,71	36	6,092	50,63
5	0,25	36	5,961	41,33	38	6,727	61,01	39	7,320	83,96
6	0,3	38	6,864	62,11	40	7,724	91,43	41	8,395	125,7
7	0,35	39	7,566	85,86	40	8,296	123,2	42	9,237	173,4
8	0,4	40	8,243	113,9	42	9,257	167,2	44	10,28	234,9
9	0,45	41	8,895	144,8	43	9,977	212,4	45	11,07	298,1
10	0,5	43	9,774	183,1	45	10,90	267,9	47	12,07	375,2
11	0,6	44	10,76	261,1	46	12,31	381,7	48	13,31	534,1
12	0,7	45	11,57	339,1	47	12,92	495,3	49	14,28	692,3
13	0,8	47	12,87	462,3	49	14,35	674,1	51	15,83	940,6
14	0,9	48	13,70	575,2	50	15,27	837,9	52	16,95	1168
15	1,0	49	14,48	696,7	51	16,12	1014	53	17,76	1413
16	1,1	50	15,22	825,0	52	16,92	1200	54	18,63	1671
17	1,2	50	15,57	938,6	52	17,32	1365	54	19,07	1901
18	1,3	51	16,18	1071	53	17,98	1556	55	19,79	2165
19	1,4	51	16,42	1180	53	18,24	1715	55	20,07	2386
20	1,5	51	16,57	1282	53	18,41	1863	55	20,26	2592
21	1,55	51	16,59	1326	53	18,43	1927	55	20,28	2682
22	1,6	51	16,61	1369	53	18,45	1990	55	20,30	2768
23	1,65	51	16,63	1410	53	18,48	2050	55	20,33	2852
24	1,7	51	16,61	1447	53	18,45	2102	55	20,30	2925
25	1,75	51	16,54	1477	53	18,39	2146	55	20,23	2986
26	1,8	51	16,46	1501	53	18,29	2181	55	20,12	3035
27	1,85	51	16,33	1517	53	18,15	2205	55	19,97	3068
28	1,9	51	16,14	1524	53	17,93	2214	55	19,73	3081
29	1,95	50	15,89	1485	52	17,27	2160	54	19,02	3007
30	2,0	49	14,48	1393	51	16,12	2028	53	17,76	2825

	Отго- лѣнь напол- ненія	d = 50 см.			d = 55 см.			d = 60 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м.	л.		м.	л.		м.	л.
1	0,05	23	2,105	2,781	24	2,301	3,707	25	2,507	4,807
2	0,1	29	3,712	13,66	30	4,024	18,06	31	4,549	23,23
3	0,15	34	5,237	35,10	35	5,704	46,15	36	6,135	59,10
4	0,2	37	6,609	67,21	38	7,107	88,18	39	7,630	112,7
5	0,25	40	7,920	111,2	41	8,508	145,6	42	9,114	185,7
6	0,3	42	9,072	166,3	43	9,733	217,5	44	10,42	277,0
7	0,35	44	10,21	234,6	45	10,94	306,5	46	11,70	390,1
8	0,4	46	11,34	317,1	47	12,14	413,9	48	12,97	526,3
9	0,45	47	12,19	402,1	48	13,05	524,6	49	13,94	666,7
10	0,5	48	13,00	494,9	49	13,92	645,4	50	14,85	819,9
11	0,6	50	14,63	718,6	51	15,63	936,3	52	16,67	1188
12	0,7	51	15,68	930,7	52	16,76	1212	53	17,86	1538
13	0,8	53	17,36	1263	54	18,53	1643	55	19,74	2084
14	0,9	54	18,44	1567	55	19,68	2039	56	20,96	2585
15	1,0	54	19,09	1859	55	20,38	2419	56	21,70	3067
16	1,1	55	20,02	2198	56	21,36	2859	57	22,74	3622
17	1,2	55	20,48	2501	56	21,86	3252	57	23,27	4121
18	1,3	56	21,25	2848	57	22,67	3703	58	24,12	4691
19	1,4	56	21,56	3139	57	22,99	4081	58	24,47	5170
20	1,5	56	21,76	3409	57	23,20	4432	58	24,73	5615
21	1,55	56	21,78	3527	58	23,64	4666	59	25,15	5909
22	1,6	56	21,81	3641	58	23,68	4817	59	25,19	6100
23	1,65	56	21,84	3751	58	23,72	4963	59	25,22	6284
24	1,7	56	21,81	3847	58	23,68	5090	59	25,19	6446
25	1,75	56	21,72	3928	57	23,18	5107	58	24,66	6470
26	1,8	56	21,61	3991	57	23,05	5189	58	24,54	6574
27	1,85	56	21,45	4035	57	22,87	5247	58	24,35	6646
28	1,9	56	21,19	4052	57	22,61	5268	58	24,06	6674
29	1,95	55	20,43	3956	56	21,80	5145	57	23,21	6520
30	2,0	54	19,09	3718	55	20,38	4838	56	21,70	6132

Т а б л и ц а № 7

(для метрических мѣръ)

для подбора яйцевидныхъ сѣченій (3 : 2) и опредѣленія скорости при различной высотѣ наполненія по даннымъ: расходу Q и уклону J . Коэффициентъ c взять по формулѣ Гангилье-Нуттера:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \text{VI a,}$$

которая при $n = 0,013$ имѣеть видъ:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \dots \dots \text{IX a.}$$

	Оте- пень напол- нення $\frac{h}{r}$	h = 60 см.			h = 67,5 см.			h = 75 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м.	л.		м.	кг. м.		м.	кг. м.
1	0,05	21	1,660	0,976	22	1,887	0,001	23	2,082	0,002
2	0,1	28	3,154	5,157	29	3,464	0,007	30	3,780	0,010
3	0,15	32	4,363	12,87	33	4,771	0,017	34	5,185	0,024
4	0,2	34	5,259	23,41	36	5,904	0,033	37	6,401	0,045
5	0,25	36	6,099	37,08	38	6,827	0,051	39	7,391	0,070
6	0,3	38	6,896	53,74	40	7,698	0,074	41	8,323	0,101
7	0,35	39	7,531	73,50	41	8,395	0,109	42	9,072	0,135
8	0,4	40	8,135	96,34	42	9,058	0,133	43	9,782	0,181
9	0,45	41	8,742	122,9	43	9,722	0,169	44	10,49	0,231
10	0,5	42	9,331	150,3	44	10,36	0,207	45	11,18	0,281
11	0,6	43	10,21	218,1	45	11,33	0,299	46	12,21	0,408
12	0,7	44	11,07	296,2	46	12,28	0,406	47	13,23	0,553
13	0,8	45	11,89	387,3	47	13,17	0,530	48	14,18	0,722
14	0,9	46	12,69	491,9	48	14,04	0,673	49	15,12	0,916
15	1,0	47	13,47	610,0	49	14,89	0,834	50	16,03	1,134
16	1,1	48	14,23	740,8	50	15,71	1,012	52	17,24	1,403
17	1,2	49	14,96	884,2	51	16,51	1,207	53	18,10	1,672
18	1,3	50	15,67	1040	52	17,28	1,418	54	18,93	1,963
19	1,4	51	16,37	1208	53	18,04	1,646	54	19,39	2,235
20	1,5	52	17,06	1389	54	18,79	1,891	55	20,19	2,567
21	1,6	53	17,72	1581	54	19,15	2,112	55	20,57	2,867
22	1,7	53	18,03	1734	55	19,84	2,381	56	21,31	3,232
23	1,8	54	18,66	1959	55	20,15	2,617	56	21,64	3,551
24	1,9	54	18,97	2189	56	20,86	2,923	57	22,40	3,965
25	2,0	54	19,19	2362	56	21,10	3,154	57	22,66	4,279
26	2,1	55	19,77	2547	56	21,34	3,400	57	22,91	4,613
27	2,2	55	19,99	2733	56	21,58	3,649	58	23,58	5,038
28	2,3	55	20,11	2841	56	21,71	3,793	58	23,72	5,237
29	2,4	55	20,23	3080	56	21,85	4,107	58	23,87	5,670
30	2,5	55	20,33	3242	56	21,95	4,328	58	23,98	5,975
31	2,55	55	20,31	3299	56	21,93	4,405	58	23,95	6,081
32	2,6	55	20,31	3364	56	21,93	4,491	58	23,95	6,201
33	2,65	55	20,28	3426	56	21,90	4,574	58	23,93	6,315
34	2,7	55	20,23	3480	56	21,85	4,646	58	23,87	6,414
35	2,75	55	20,18	3525	56	21,79	4,706	58	23,81	6,498
36	2,8	55	20,09	3558	56	21,69	4,750	58	23,70	6,558
37	2,85	55	19,94	3579	56	21,53	4,778	58	23,52	6,597
38	2,9	55	19,77	3583	56	21,34	4,784	58	23,32	6,604
39	2,95	54	19,12	3496	55	20,65	4,669	57	22,57	6,420
40	3,0	54	18,03	3314	54	19,48	4,427	56	21,31	6,119

	Сте- пень напол- ненія	$h = 82,5 \text{ см.}$			$h = 90 \text{ см.}$			$h = 97,5 \text{ см.}$		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м.	куб. м.		м.	куб. м.		м.	куб. м.
1	0,05	24	2,276	0,002	25	2,480	0,003	26	2,682	0,004
2	0,1	31	4,093	0,013	32	4,419	0,016	33	4,740	0,020
3	0,15	35	5,594	0,031	36	6,017	0,040	37	6,432	0,050
4	0,2	38	6,890	0,058	39	7,395	0,074	40	7,889	0,093
5	0,25	40	7,944	0,091	41	8,515	0,117	42	9,073	0,146
6	0,3	42	8,935	0,132	43	9,567	0,168	44	10,18	0,210
7	0,35	44	9,960	0,184	45	10,65	0,234	45	11,33	0,292
8	0,4	45	10,73	0,240	46	11,47	0,306	46	12,19	0,381
9	0,45	46	11,50	0,306	47	12,29	0,389	47	13,05	0,485
10	0,5	47	12,24	0,373	48	13,07	0,474	48	13,88	0,590
11	0,6	48	13,36	0,540	49	14,26	0,686	49	15,13	0,854
12	0,7	49	14,46	0,731	50	15,43	0,928	50	16,37	1,156
13	0,8	50	15,48	0,954	51	16,52	1,211	51	17,52	1,507
14	0,9	51	16,49	1,209	52	17,58	1,534	52	18,64	1,908
15	1,0	52	17,47	1,496	53	18,62	1,897	53	19,73	2,359
16	1,1	54	18,76	1,847	55	19,98	2,341	54	21,16	2,910
17	1,2	55	19,68	2,200	56	20,96	2,787	56	22,19	3,463
18	1,3	56	20,57	2,581	57	21,90	3,269	57	23,18	4,061
19	1,4	56	21,07	2,939	57	22,43	3,724	58	23,74	4,625
20	1,5	56	21,54	3,315	57	22,93	4,199	58	24,27	5,216
21	1,6	57	22,34	3,768	58	23,77	4,772	58	25,15	5,925
22	1,7	57	22,73	4,172	58	24,19	5,283	59	25,59	6,560
23	1,8	57	23,09	4,584	58	24,57	5,805	59	26,44	7,330
24	1,9	58	23,89	5,117	59	25,41	6,478	60	26,88	8,041
25	2,0	58	24,16	5,521	59	25,70	6,989	60	27,19	8,660
26	2,1	58	24,44	5,952	59	26,00	7,335	60	27,50	9,354
27	2,2	59	25,13	6,499	60	26,73	8,225	60	28,27	10,21
28	2,3	59	25,29	6,755	60	26,90	8,550	61	28,44	10,61
29	2,4	59	25,44	7,315	60	27,06	9,258	61	28,62	11,49
30	2,5	59	25,57	7,708	60	27,19	9,755	61	28,75	12,11
31	2,55	59	25,54	7,845	60	27,16	9,928	61	28,72	12,32
32	2,6	59	25,54	7,999	60	27,16	10,12	61	28,70	12,56
33	2,65	59	25,51	8,146	60	27,12	10,31	61	28,68	12,79
34	2,7	59	25,44	8,274	60	27,06	10,47	61	28,62	13,00
35	2,75	59	25,38	8,382	60	27,00	10,61	61	28,55	13,16
36	2,8	59	25,26	8,440	60	26,86	10,71	61	28,41	13,29
37	2,85	59	25,07	8,510	60	26,67	10,77	61	28,20	13,37
38	2,9	59	24,86	8,519	60	26,44	10,78	61	27,96	13,38
39	2,95	58	24,07	8,323	59	25,61	10,54	60	27,09	13,08
40	3,0	57	22,73	7,898	58	24,19	10,00	59	25,59	12,42

	Сте- пень напол- нения $\frac{h}{r}$	h = 105 см.			h = 112,5 см.			h = 120 см.		
		с.	V	Q	с.	V	Q	с.	V	Q
			\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}
		м.	кб. м.		м.	кб. м.		м.	кб. м.	
1	0,05	27	2,893	0,005	27	2,991	0,006	28	3,203	0,007
2	0,1	33	4,923	0,025	33	5,089	0,030	33	5,256	0,034
3	0,15	38	6,861	0,062	39	7,280	0,076	40	7,710	0,091
4	0,2	41	8,398	0,115	42	8,894	0,139	43	9,403	0,167
5	0,25	43	9,648	0,180	44	10,20	0,218	45	10,78	0,262
6	0,3	45	10,82	0,258	46	11,43	0,313	47	12,06	0,376
7	0,35	47	12,02	0,359	48	12,69	0,435	49	13,38	0,522
8	0,4	48	12,93	0,469	49	13,64	0,568	50	14,38	0,680
9	0,45	49	13,84	0,596	50	14,60	0,722	51	15,37	0,864
10	0,5	50	14,71	0,726	51	15,51	0,878	52	16,33	1,051
11	0,6	51	16,03	1,049	52	16,90	1,270	53	17,79	1,519
12	0,7	52	17,33	1,420	53	18,26	1,717	54	19,21	2,054
13	0,8	53	18,54	1,850	54	19,53	2,237	55	20,54	2,674
14	0,9	54	19,72	2,342	55	20,77	2,831	56	21,84	3,384
15	1,0	55	20,87	2,895	56	21,97	3,498	57	23,09	4,179
16	1,1	57	22,37	3,568	58	23,53	4,308	59	24,72	5,144
17	1,2	58	23,45	4,245	59	24,66	5,124	60	25,90	6,117
18	1,3	58	24,07	4,892	59	25,31	5,905	60	26,58	7,049
19	1,4	58	24,65	5,571	59	25,93	6,725	60	27,23	8,028
20	1,5	59	25,64	6,391	60	26,95	7,713	61	28,30	9,205
21	1,6	59	26,13	7,137	61	27,92	8,614	61	28,84	10,28
22	1,7	59	26,58	7,902	61	28,41	9,695	61	29,34	11,38
23	1,8	60	27,46	8,830	61	28,86	10,65	62	30,29	12,71
24	1,9	61	28,38	9,848	62	29,82	11,69	62	30,80	13,85
25	2,0	61	29,18	10,88	62	30,17	12,82	63	31,65	15,29
26	2,1	61	29,51	11,46	62	30,51	13,82	63	32,01	16,48
27	2,2	62	29,84	12,50	62	30,85	14,83	63	32,37	17,69
28	2,3	62	30,02	12,99	63	31,54	15,67	63	32,57	18,39
29	2,4	62	30,21	14,07	63	31,73	16,96	63	32,77	19,91
30	2,5	62	30,35	14,82	63	31,89	17,87	63	32,93	20,98
31	2,55	62	30,33	15,09	63	31,85	18,19	63	32,89	21,35
32	2,6	62	30,33	15,38	63	31,85	18,55	63	32,89	21,77
33	2,65	62	30,28	15,67	63	31,81	18,89	63	32,85	22,17
34	2,7	62	30,21	15,92	63	31,78	19,19	63	32,77	22,52
35	2,75	62	30,13	16,12	63	31,65	19,44	63	32,69	22,82
36	2,8	62	29,99	16,27	63	31,50	19,62	63	32,53	23,03
37	2,85	62	29,77	16,37	63	31,27	19,73	63	32,29	23,16
38	2,9	62	29,51	16,38	63	31,00	19,76	63	32,01	23,19
39	2,95	61	28,60	16,02	62	30,05	19,32	62	31,03	22,68
40	3,0	60	27,03	15,21	61	28,41	18,36	61	29,34	21,55

	Ста- пель напол- ненія $\frac{h}{r}$	h = 135 см.			h = 150 см.			h = 165 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м.	кб. м.		м.	кб. м.		м.	кб. м.
1	0,05	29	3,522	0,010	30	3,839	0,015	31	4,197	0,018
2	0,1	35	5,918	0,049	37	6,592	0,073	38	7,163	0,089
3	0,15	40	8,186	0,122	42	9,057	0,180	43	9,810	0,219
4	0,2	44	10,22	0,230	45	11,01	0,331	46	11,91	0,401
5	0,25	46	11,70	0,360	47	12,59	0,516	48	13,61	0,626
6	0,3	48	13,08	0,516	49	14,07	0,739	50	15,18	0,895
7	0,35	50	14,49	0,716	51	15,58	1,025	52	16,80	1,240
8	0,4	51	15,57	0,934	52	16,73	1,336	53	18,04	1,616
9	0,45	52	16,64	1,185	53	17,87	1,695	54	19,27	2,049
10	0,5	53	17,68	1,441	54	18,97	2,062	55	20,45	2,491
11	0,6	54	19,24	2,082	55	20,65	2,976	56	22,24	3,595
12	0,7	55	20,78	2,814	56	22,29	4,022	57	24,00	4,856
13	0,8	56	22,21	3,662	57	23,82	5,233	58	25,64	6,317
14	0,9	57	23,60	4,632	58	25,30	6,617	59	27,23	7,986
15	1,0	58	24,95	5,720	59	26,74	8,168	60	28,77	9,855
16	1,1	60	26,69	7,037	61	28,59	10,04	62	30,75	12,11
17	1,2	61	27,96	8,365	62	29,94	11,94	63	32,19	14,39
18	1,3	61	28,69	9,640	62	30,73	13,76	63	33,03	16,58
19	1,4	62	29,87	10,98	63	31,98	15,92	64	34,37	19,18
20	1,5	62	30,54	12,88	63	32,69	17,95	64	35,14	21,63
21	1,6	62	31,21	14,05	64	33,85	20,37	65	36,37	24,54
22	1,7	62	31,88	15,56	64	34,43	22,55	65	37,00	27,17
23	1,8	63	32,68	17,37	65	35,52	25,16	66	38,08	30,31
24	1,9	63	33,23	19,06	65	36,12	27,60	66	38,80	33,25
25	2,0	64	34,14	20,89	65	36,53	29,78	66	39,25	35,88
26	2,1	64	34,53	22,52	66	37,52	32,60	67	40,29	39,26
27	2,2	64	34,91	24,17	66	37,94	34,99	67	40,74	42,14
28	2,3	65	35,68	25,51	66	38,17	36,38	67	40,99	43,81
29	2,4	65	35,90	27,63	66	38,40	39,39	67	41,25	47,43
30	2,5	65	36,07	29,12	66	38,59	41,50	67	41,45	49,98
31	2,55	65	36,03	29,57	66	38,54	42,24	67	41,40	50,87
32	2,6	65	36,03	30,21	66	38,54	43,07	67	41,40	51,87
33	2,65	65	35,98	30,77	66	38,50	43,86	67	41,34	52,82
34	2,7	65	35,90	31,26	66	38,40	44,55	67	41,25	53,65
35	2,75	65	35,81	31,66	66	38,31	45,13	67	41,14	54,35
36	2,8	65	35,63	31,96	66	38,18	45,55	67	40,94	54,86
37	2,85	65	35,37	32,15	66	37,84	45,82	67	40,64	55,18
38	2,9	65	35,07	32,18	66	37,52	45,87	67	40,29	55,25
39	2,95	64	34,01	31,49	65	36,40	44,90	66	39,10	54,08
40	3,0	63	32,17	20,93	64	34,43	42,69	65	37,00	51,43

	От- пень напол- нения	h = 180 см.			h = 195 см.			h = 210 см.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	кб. м.		м.	кб. м.		м.	кб. м.
1	0,05	32	4,489	0,023	33	4,814	0,029	33	4,999	0,034
2	0,1	39	7,617	0,112	40	8,125	0,140	41	8,648	0,166
3	0,15	44	10,40	0,276	45	11,06	0,345	46	12,02	0,407
4	0,2	47	12,60	0,505	48	13,39	0,629	49	14,19	0,742
5	0,25	49	14,39	0,787	50	15,27	0,981	51	16,18	1,156
6	0,3	51	16,05	1,126	52	17,02	1,401	53	18,01	1,650
7	0,35	52	17,41	1,529	53	18,45	1,902	54	19,53	2,240
8	0,4	54	19,04	2,029	55	20,17	2,523	56	21,18	2,968
9	0,45	55	20,33	2,573	56	21,53	3,198	57	22,76	3,765
10	0,5	56	21,57	3,200	57	22,33	3,884	58	24,13	4,568
11	0,6	57	23,46	4,512	58	24,82	5,603	59	26,22	6,586
12	0,7	58	25,31	6,092	59	26,77	7,564	60	28,27	8,909
13	0,8	59	27,02	7,923	60	28,58	9,833	61	30,18	11,55
14	0,9	60	28,69	10,01	61	30,34	12,42	62	32,02	14,59
15	1,0	61	30,30	12,35	62	32,03	15,32	63	33,80	17,99
16	1,1	63	32,37	15,17	64	34,20	18,81	65	36,07	22,08
17	1,2	64	33,88	18,02	65	35,78	22,34	66	37,73	26,21
18	1,3	64	34,77	20,77	65	36,73	25,74	66	38,72	30,20
19	1,4	65	36,17	24,02	66	38,19	29,77	67	40,26	34,92
20	1,5	65	36,98	27,09	66	39,05	33,57	67	41,16	39,38
21	1,6	66	38,26	30,72	67	40,12	38,06	68	42,57	44,64
22	1,7	66	38,92	34,01	67	41,10	42,13	68	43,32	49,42
23	1,8	67	40,14	37,93	67	41,74	46,29	68	44,00	54,30
24	1,9	67	40,81	41,61	67	42,45	50,79	68	44,74	59,57
25	2,0	67	41,28	44,90	67	42,93	54,80	68	45,25	64,27
26	2,1	67	41,75	48,41	68	44,07	59,96	69	46,43	70,31
27	2,2	68	42,35	52,73	68	44,56	64,36	69	46,95	75,46
28	2,3	68	43,11	54,81	68	44,83	66,90	69	47,24	78,45
29	2,4	68	43,37	59,35	68	45,11	72,44	69	47,53	84,94
30	2,5	68	43,58	62,54	68	45,33	76,33	69	47,76	89,51
31	2,55	68	43,53	63,65	68	45,27	77,68	69	47,70	91,09
32	2,6	68	43,53	64,90	68	45,27	79,21	69	47,70	92,89
33	2,65	68	43,48	66,10	68	45,22	80,67	69	47,65	94,59
34	2,7	68	43,37	67,14	68	45,11	81,94	69	47,53	96,09
35	2,75	68	43,27	68,01	68	45,00	83,00	69	47,42	97,33
36	2,8	68	43,06	68,64	68	44,78	83,77	69	47,18	98,24
37	2,85	68	42,74	69,05	68	44,45	84,27	69	46,84	98,69
38	2,9	68	42,37	69,13	68	44,07	84,37	69	46,43	98,93
39	2,95	67	41,12	67,69	67	42,77	82,61	68	45,08	96,89
40	3,0	66	38,92	64,39	66	40,48	78,58	67	42,68	92,19

Т а б л и ц а № 8

(для футовых мѣръ)

для подбора сѣченій круглыхъ трубъ и опредѣленія скорости при различной высотѣ наполненія по даннымъ: расходу Q и уклону J . Коэффициентъ c взять по формулѣ Гангилье-Куттера:

$$c = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n}}{1 + \frac{41,6 n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \text{VI в.}$$

которая при $n = 0,013$ имѣеть видъ:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + 0,55 \sqrt{R}} \dots \dots \text{IX в.}$$

	Сте- пень напол- нения. $\frac{h}{r}$	d = 8"			d = 10"			d = 12"		
		с.	V	Q	с.	V	Q	с.	V	Q
			\sqrt{J} ф.	\sqrt{J} кг. ф.		\sqrt{J} ф.	\sqrt{J} кг. ф.		\sqrt{J} ф.	\sqrt{J} кг. ф.
1	0,05	29	3,06	0,006	33	3,93	0,015	35	4,53	0,023
2	0,10	41	6,04	0,04	43	7,15	0,07	45	8,15	0,12
3	0,15	45	8,06	0,10	49	9,90	0,20	52	11,43	0,31
4	0,20	50	10,28	0,19	54	12,59	0,38	58	14,64	0,60
5	0,25	54	12,32	0,31	58	15,94	0,64	62	17,36	0,73
6	0,30	57	14,18	0,47	62	17,46	0,87	65	19,85	1,67
7	0,35	60	16,03	0,66	65	19,58	1,37	68	22,30	2,07
8	0,40	62	17,56	0,88	68	21,80	1,74	72	25,82	2,92
9	0,45	64	19,13	1,14	70	23,60	2,36	73	26,78	3,86
10	0,50	66	20,59	1,40	72	25,35	2,79	75	28,74	4,43
11	0,60	69	23,25	1,61	75	28,50	3,99	77	31,85	6,31
12	0,70	71	25,15	2,74	77	30,76	5,23	80	34,78	8,50
13	0,80	75	27,99	3,64	80	34,04	6,81	83	39,04	11,48
14	0,90	77	30,28	4,50	82	36,38	8,73	85	41,06	14,08
15	1,00	78	31,76	5,42	83	37,96	10,25	87	43,48	17,09
16	1,10	79	33,13	6,53	85	40,16	12,45	88	45,29	20,06
17	1,20	80	34,33	7,52	86	41,45	14,09	89	46,77	23,01
18	1,30	81	35,41	8,50	87	42,89	16,30	90	48,29	25,88
19	1,40	82	36,36	9,49	87	43,52	17,84	90	48,99	28,76
20	1,50	82	36,70	10,31	88	44,41	19,54	91	49,99	31,59
21	1,55	82	36,74	10,62	88	44,48	20,02	91	50,05	32,68
22	1,60	82	36,79	10,96	88	44,53	20,93	91	50,12	33,73
23	1,65	82	36,83	11,34	88	44,59	21,40	91	50,19	34,78
24	1,70	82	36,74	11,61	88	44,53	21,82	91	50,12	35,69
25	1,75	82	36,71	11,89	88	44,36	22,63	91	49,92	36,39
26	1,80	82	36,46	12,07	87	43,63	22,69	91	49,67	37,00
27	1,85	81	35,73	12,09	87	43,08	22,83	90	48,74	37,10
28	1,90	81	35,32	12,12	87	42,81	23,12	90	48,17	37,16
29	1,95	80	34,31	11,91	86	42,71	23,06	89	46,75	36,97
30	2,00	78	31,76	11,08	85	40,16	22,09	87	43,48	34,18

	Сте- пень напол- нения	d = 15".			d = 18".			d = 24".		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			ф.	кг. ф.		ф.	кг. ф.		ф.	кг. ф.
1	0,05	38	5,50	0,05	41	6,50	0,08	45	8,24	0,17
2	0,10	49	9,92	0,23	52	11,53	0,32	58	14,85	0,86
3	0,15	57	14,02	0,59	60	16,16	0,97	66	20,53	2,20
4	0,20	62	18,10	1,16	66	20,41	1,88	72	25,60	4,20
5	0,25	66	20,66	1,84	70	24,00	3,12	77	30,49	6,92
6	0,30	70	23,91	2,87	74	28,59	4,85	80	33,56	9,83
7	0,35	73	27,77	4,17	77	30,95	6,80	84	38,98	14,28
8	0,40	75	29,23	4,96	80	34,13	8,53	86	42,40	19,12
9	0,45	77	31,10	6,53	82	36,87	11,06	89	45,67	24,30
10	0,50	80	34,28	8,23	84	39,23	13,73	91	49,32	30,28
11	0,60	83	38,39	11,80	88	44,57	20,06	94	54,99	43,61
12	0,70	86	41,82	15,89	90	47,93	26,36	96	59,04	58,92
13	0,80	89	46,19	21,25	93	52,58	34,70	99	65,95	77,14
14	0,90	91	49,14	26,04	95	56,19	41,18	101	68,98	94,47
15	1,00	92	51,43	31,37	97	59,39	52,25	103	72,82	115,40
16	1,10	93	53,53	36,94	98	61,89	61,89	104	75,71	134,08
17	1,20	94	55,38	42,64	99	63,87	70,90	105	78,23	152,96
18	1,30	95	57,01	47,89	99	65,07	79,39	106	80,45	176,99
19	1,40	96	58,44	53,76	100	66,68	88,12	107	82,39	192,79
20	1,50	96	58,97	58,97	100	67,28	95,54	107	83,04	207,60
21	1,55	96	59,05	60,23	100	67,37	98,36	107	83,15	216,19
22	1,60	96	59,13	62,09	100	67,46	101,86	107	83,25	224,78
23	1,65	96	59,20	63,94	101	68,23	106,44	107	83,36	230,90
24	1,70	96	59,13	65,63	100	67,46	107,94	107	83,25	238,43
25	1,75	96	58,90	67,15	100	67,20	110,21	107	82,93	242,50
26	1,80	96	58,59	67,97	100	66,86	112,30	107	82,50	245,03
27	1,85	95	57,53	68,46	100	66,34	113,44	106	81,20	246,84
28	1,90	95	56,86	68,80	99	64,90	113,51	106	80,24	247,14
29	1,95	94	55,19	67,33	99	63,70	111,48	105	78,02	243,42
30	2,00	92	51,43	63,26	97	59,99	106,18	103	72,82	228,65

Т а б л и ц а № 9

(для футовых мѣръ)

для подбора лйцевидныхъ сѣченій (3:2) и опредѣленія скорости при различной высотѣ наполненія по даннымъ: расходу Q и уклону J . Коэффициентъ c взять по формулѣ Гангилье-Куттера:

$$c = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n}}{1 + \frac{41,6 n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \text{VI b,}$$

которая при $n = 0,013$ имѣеть видъ:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,8 + 0,55 \sqrt{R}} \dots \dots \text{IX b.}$$

	Сте- пень напол- ненія. $\frac{h}{r}$	h = 2'			h = 2'3"			h = 2'6"		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.
1	0,05	39	5,77	0,04	40	6,28	0,05	43	7,10	0,07
2	0,10	50	10,30	0,16	52	11,34	0,26	54	12,42	0,34
3	0,15	57	14,19	0,47	59	11,58	0,64	61	17,96	0,91
4	0,20	61	18,12	0,89	64	19,20	1,38	67	21,17	1,63
5	0,25	65	20,15	1,35	66	21,65	1,84	71	24,57	2,70
6	0,30	69	22,84	1,99	71	24,99	2,75	74	27,45	3,57
7	0,35	72	25,34	2,79	73	27,30	3,82	77	30,34	5,16
8	0,40	74	27,53	3,58	76	29,94	5,09	78	32,37	6,80
9	0,45	76	29,56	4,73	78	32,21	6,44	79	34,39	8,60
10	0,50	78	31,66	6,02	80	34,48	7,93	81	36,77	11,03
11	0,60	81	35,15	8,44	84	38,64	11,59	85	41,23	15,68
12	0,70	83	38,11	10,55	87	41,46	15,75	88	45,23	21,26
13	0,80	85	40,97	14,69	89	45,47	19,92	90	49,32	27,72
14	0,90	87	43,50	19,58	91	48,59	26,72	93	52,26	35,44
15	1,00	89	46,10	23,05	92	51,05	32,67	94	54,99	43,44
16	1,10	91	47,48	27,54	93	52,36	38,19	96	58,08	52,27
17	1,20	92	50,23	33,15	94	55,65	47,19	97	60,43	61,64
18	1,30	93	53,94	39,92	96	59,04	54,90	98	62,72	72,13
19	1,40	94	55,08	45,12	97	60,33	62,74	99	64,85	83,01
20	1,50	95	56,81	51,70	98	62,41	71,15	100	67,00	93,87
21	1,60	96	58,66	58,07	99	64,15	80,19	101	68,98	106,92
22	1,70	97	60,21	65,03	100	65,90	89,82	102	70,89	119,10
23	1,80	97	61,18	70,96	100	67,00	99,16	103	72,72	131,62
24	1,90	98	62,92	78,67	101	68,78	105,23	104	73,67	144,39
25	2,00	99	64,25	86,09	101	69,59	118,30	104	75,40	158,34
26	2,10	100	65,60	93,81	102	71,09	128,67	104	76,34	170,24
27	2,20	100	66,30	99,58	102	71,81	142,18	105	77,91	185,43
28	2,30	100	66,70	106,72	102	72,31	154,74	105	78,44	196,88
29	2,40	100	67,20	114,24	103	73,44	157,16	105	78,86	206,61
30	2,50	101	68,18	120,68	104	74,46	168,28	106	80,03	221,68
31	2,55	101	67,97	122,35	104	74,36	169,54	105	79,17	223,26
32	2,60	101	67,97	124,06	104	74,36	173,26	105	79,17	228,01
33	2,65	100	67,30	125,85	104	74,26	176,74	105	79,07	233,04
34	2,70	100	67,10	127,49	103	73,44	176,99	105	78,86	235,79
35	2,75	100	66,90	129,79	103	73,23	179,41	105	78,75	238,61
36	2,80	100	66,60	131,20	102	72,01	180,10	104	77,58	238,95
37	2,85	100	66,10	131,53	102	72,20	180,43	104	76,96	239,45
38	2,90	100	66,50	132,16	102	70,99	181,02	104	76,34	240,47
39	2,95	99	63,95	129,82	102	70,48	180,42	103	73,77	234,59
40	3,00	97	60,21	122,83	100	65,90	170,02	102	70,89	226,14

	Сте- пень напол- нения $\frac{h}{r}$	$h = 2'9''$.			$h = 3'$.			$h = 3'3''$.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.
1	0,05	43	7,44	0,10	45	8,15	0,12	46	7,65	0,11
2	0,10	56	13,50	0,57	52	13,10	0,54	59	15,46	0,65
3	0,15	63	18,33	1,14	65	19,52	1,44	67	21,31	1,83
4	0,20	69	22,84	2,12	71	24,57	2,70	72	28,92	3,76
5	0,25	72	25,54	3,06	74	28,05	4,21	76	31,02	5,58
6	0,30	76	29,49	5,01	78	31,67	6,33	80	33,84	7,88
7	0,35	78	32,11	6,42	80	34,56	8,29	82	36,90	10,31
8	0,40	81	35,23	8,81	83	37,77	11,33	85	40,21	14,07
9	0,45	83	37,60	11,28	85	40,65	14,23	87	43,24	17,13
10	0,50	85	40,38	14,94	87	43,24	17,73	89	46,01	22,08
11	0,60	88	44,62	20,53	90	47,79	25,33	91	50,32	31,20
12	0,70	90	47,92	27,79	93	52,36	35,18	94	55,51	42,76
13	0,80	93	52,55	36,26	95	56,15	45,48	97	59,66	57,27
14	0,90	94	55,37	43,89	97	59,85	58,15	99	63,56	72,46
15	1,00	96	58,75	48,76	99	63,46	71,71	100	66,70	88,38
16	1,10	98	62,03	60,17	100	66,30	86,19	102	70,28	106,83
17	1,20	99	64,55	81,98	101	68,98	101,89	103	73,23	127,42
18	1,30	101	67,67	90,68	102	71,50	108,69	104	75,92	148,04
19	1,40	101	69,28	109,26	103	75,35	139,40	105	78,44	170,21
20	1,50	102	71,50	122,98	104	76,34	155,73	106	80,24	191,77
21	1,60	103	73,65	139,94	105	78,54	175,14	107	83,35	220,04
22	1,70	104	75,61	151,98	106	80,67	196,03	108	85,44	242,50
23	1,80	105	77,49	170,05	107	82,71	217,53	108	86,83	268,29
24	1,90	105	78,86	187,69	107	84,10	237,16	109	89,16	295,12
25	2,00	106	80,45	204,34	108	85,86	259,30	110	91,08	322,42
26	2,10	106	80,66	217,78	109	87,64	282,20	110	92,07	347,02
27	2,20	107	83,04	239,16	109	88,62	293,18	110	93,06	373,17
28	2,30	107	83,57	253,22	109	89,16	321,87	111	94,46	400,51
29	2,40	107	84,10	269,12	109	89,71	340,90	111	95,13	424,28
30	2,50	107	84,53	285,02	110	90,97	363,39	111	95,57	448,22
31	2,55	107	84,42	287,87	110	90,86	368,89	111	95,46	454,39
32	2,60	107	84,42	293,78	110	90,86	376,16	111	95,46	462,98
33	2,65	107	84,32	299,34	109	89,93	379,50	111	95,35	470,89
34	2,70	107	84,10	303,60	109	89,71	385,75	111	95,13	479,46
35	2,75	107	83,89	307,89	109	89,49	391,07	111	94,91	485,94
36	2,80	107	83,57	311,88	109	89,05	394,49	110	93,50	487,14
37	2,85	107	82,11	312,66	109	88,40	396,92	110	92,84	488,34
38	2,90	107	82,18	313,11	109	87,64	397,89	110	92,07	489,81
39	2,95	106	80,24	312,93	108	84,93	388,13	109	89,82	472,54
40	3,00	104	75,61	297,15	106	80,67	370,28	108	85,54	459,35

	Оте- пень напол- нения $\frac{h}{r}$	$h = 3'6''$.			$h = 3'9''$.			$h = 4'$.		
		с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с.	$\frac{V}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.
1	0,05	49	9,56	0,15	50	10,15	0,20	50	10,45	0,31
2	0,10	60	16,32	0,91	62	17,53	1,05	63	18,27	1,28
3	0,15	67	22,04	2,20	70	23,94	2,87	71	24,92	2,99
4	0,20	74	27,68	4,43	75	28,10	4,78	77	30,65	6,13
5	0,25	78	31,90	6,70	78	32,29	7,75	81	35,32	9,89
6	0,30	81	35,48	9,58	82	37,31	11,57	83	38,76	13,57
7	0,35	84	39,06	12,89	85	40,94	15,56	86	42,76	18,81
8	0,40	87	42,42	17,52	88	44,80	20,64	89	46,55	24,21
9	0,45	89	45,84	21,98	90	48,06	26,43	92	50,51	31,32
10	0,50	91	48,87	28,83	92	51,24	32,79	93	52,40	38,25
11	0,60	93	53,29	38,89	95	56,53	46,92	96	58,66	55,14
12	0,70	96	58,37	53,12	98	61,84	64,93	99	64,05	75,58
13	0,80	98	62,52	62,52	100	66,20	79,44	101	68,68	98,21
14	0,90	100	66,60	88,80	102	70,48	105,72	103	73,13	124,32
15	1,00	102	70,58	108,69	103	73,95	130,89	105	77,34	154,68
16	1,10	104	74,46	131,79	104	77,27	177,72	106	80,77	184,96
17	1,20	105	77,49	155,75	106	81,09	187,32	107	84,00	218,40
18	1,30	106	80,24	180,54	107	83,99	217,56	109	87,85	255,82
19	1,40	107	82,82	208,69	108	86,83	250,07	110	90,86	294,39
20	1,50	108	85,75	237,23	109	89,60	284,93	111	93,68	335,67
21	1,60	109	88,07	266,85	110	92,18	319,54	111	95,46	379,16
22	1,70	109	89,60	295,68	111	95,57	362,21	112	98,35	410,94
23	1,80	110	91,85	328,82	112	96,99	382,14	113	100,68	465,14
24	1,90	111	94,24	361,88	113	99,44	438,53	114	103,40	517,00
25	2,00	111	95,35	391,89	113	100,57	472,68	114	104,65	561,97
26	2,10	112	97,22	425,82	113	101,70	508,50	115	106,84	606,85
27	2,20	112	98,34	457,28	114	103,85	553,52	115	107,99	651,18
28	2,30	113	98,90	495,60	114	104,44	589,04	115	108,68	691,20
29	2,40	113	100,45	521,39	114	105,11	624,35	116	110,20	737,24
30	2,50	113	100,91	547,94	114	105,56	657,64	116	110,88	786,14
31	2,55	113	100,79	556,36	114	105,45	666,86	116	110,66	791,22
32	2,60	113	100,79	568,46	114	105,45	682,28	116	110,66	806,71
33	2,65	113	100,69	579,17	114	105,34	695,24	116	110,55	821,19
34	2,70	113	100,45	586,65	114	105,11	706,34	116	110,20	835,32
35	2,75	113	100,13	595,77	114	104,77	714,53	115	109,02	839,45
36	2,80	112	98,78	596,04	114	104,20	718,98	115	108,56	846,78
37	2,85	112	98,11	598,49	113	102,60	718,20	115	107,76	852,38
38	2,90	112	97,22	600,82	113	101,70	720,05	115	106,84	859,13
39	2,95	111	94,91	600,34	113	100,23	715,64	113	102,27	831,66
40	3,00	109	89,60	559,90	112	95,57	686,25	112	98,45	803,35

	Сте- пень напол- ненія	h = 4'6".			h = 5'.			h = 5'6".		
		с.	V	Q	с.	V	Q	с.	V	Q
			\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}
$\frac{h}{r}$	ф.	кб. ф.	ф.	кб. ф.	ф.	кб. ф.	ф.	кб. ф.		
1	0,05	52	11,54	0,39	54	12,97	0,49	56	13,66	0,73
2	0,10	66	20,39	1,88	69	23,12	2,54	70	23,80	4,07
3	0,15	73	27,30	4,37	76	29,87	6,27	82	37,14	9,66
4	0,20	80	33,92	8,24	82	36,55	11,37	84	39,22	14,90
5	0,25	83	38,35	13,04	87	43,01	18,06	89	45,48	23,85
6	0,30	87	43,24	19,46	89	46,64	25,65	91	49,87	35,41
7	0,35	89	46,58	24,22	92	51,23	33,81	94	54,80	48,77
8	0,40	92	51,24	34,33	94	55,78	46,85	96	58,66	67,46
9	0,45	94	54,90	44,37	96	59,04	58,86	99	63,76	80,34
10	0,50	96	58,37	53,70	98	62,82	71,85	101	67,77	96,81
11	0,60	99	64,35	76,58	101	69,19	103,09	103	73,65	134,78
12	0,70	102	70,38	106,27	104	75,50	138,33	106	80,56	198,22
13	0,80	104	75,30	137,04	106	80,77	178,10	108	86,18	246,47
14	0,90	106	80,14	173,71	108	85,97	231,62	110	91,63	309,71
15	1,00	107	84,00	213,36	110	90,97	285,65	112	96,88	379,20
16	1,10	108	87,70	256,96	111	94,91	342,61	113	101,14	450,00
17	1,20	110	92,07	305,67	112	98,67	405,53	114	105,10	522,34
18	1,30	111	95,35	355,81	113	102,15	473,97	115	108,79	607,05
19	1,40	112	98,56	409,01	114	105,56	542,57	116	112,40	699,13
20	1,50	113	101,59	466,30	115	108,91	621,49	117	115,95	795,42
21	1,60	114	104,42	524,19	116	111,94	692,88	118	119,07	891,82
22	1,70	115	107,18	586,27	117	114,89	774,57	119	122,21	998,46
23	1,80	115	108,91	644,75	117	116,65	881,05	120	125,88	1107,48
24	1,90	116	111,71	720,53	118	119,65	937,60	120	127,44	1208,13
25	2,00	117	113,96	774,92	119	122,09	1024,34	121	130,83	1327,92
26	2,10	117	115,36	836,36	119	123,40	1104,43	121	131,29	1424,50
27	2,20	117	116,65	898,21	120	125,88	1198,60	121	132,86	1527,89
28	2,30	117	117,23	951,91	120	126,60	1269,80	121	133,58	1621,66
29	2,40	117	117,94	1008,49	120	127,44	1344,49	121	134,43	1720,72
30	2,50	118	119,53	1073,38	120	128,04	1418,68	121	135,40	1814,35
31	2,55	118	119,42	1091,50	120	127,92	1442,94	121	134,92	1850,04
32	2,60	118	119,42	1111,79	120	127,92	1470,98	121	134,92	1874,11
33	2,65	117	118,29	1113,11	120	127,68	1496,51	121	134,79	1911,46
34	2,70	117	117,94	1162,89	120	127,44	1522,29	121	134,43	1941,08
35	2,75	117	117,70	1168,76	120	127,08	1545,29	121	134,07	1968,12
36	2,80	117	117,12	1172,69	120	126,48	1546,97	121	133,46	1988,60
37	2,85	117	116,94	1176,65	119	124,47	1550,14	121	131,50	1994,60
38	2,90	117	115,36	1177,83	119	123,40	1556,07	121	131,29	2014,79
39	2,95	116	112,52	1156,71	118	120,71	1531,81	120	128,28	1970,38
40	3,00	115	107,18	1107,17	117	114,89	1466,00	119	122,21	1885,70

	От- гень напол- нения	h = 6'.			h = 6'6".			h = 7'.		
		с.	V	Q	с.	V	Q	с.	V	Q
			\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}		\sqrt{J}	\sqrt{J}
$\frac{h}{r}$		ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.		ф.	кб. ф.	
1	0,05	58	15,02	0,90	60	15,96	0,96	61	16,90	1,33
2	0,10	72	25,29	3,54	72	25,92	3,89	73	26,72	6,15
3	0,15	81	35,32	10,60	82	36,74	11,75	84	39,23	15,69
4	0,20	87	43,15	18,99	88	44,79	20,60	90	47,97	30,26
5	0,25	91	49,32	30,09	92	51,06	32,68	93	48,01	39,37
6	0,30	94	54,61	42,68	96	57,31	48,61	97	60,24	65,66
7	0,35	97	59,95	58,15	98	62,43	66,80	100	66,00	85,80
8	0,40	99	64,45	77,34	100	66,90	86,64	102	70,89	115,55
9	0,45	101	68,18	96,13	102	71,50	110,11	104	73,08	140,31
10	0,50	103	73,23	120,83	104	76,02	136,84	106	80,56	180,45
11	0,60	106	80,45	171,36	106	82,79	191,24	109	88,51	257,56
12	0,70	108	86,94	232,25	110	91,08	272,33	111	95,57	353,61
13	0,80	110	92,95	301,16	112	97,33	345,60	113	101,15	446,07
14	0,90	112	98,78	383,27	113	102,27	431,58	115	107,87	580,54
15	1,00	114	104,54	474,61	115	108,33	534,06	117	113,96	715,66
16	1,10	115	108,92	566,38	117	114,19	646,32	118	118,94	856,36
17	1,20	117	114,31	672,14	118	118,35	757,62	119	123,47	1012,45
18	1,30	118	118,23	785,04	119	123,57	893,41	120	127,92	1177,86
19	1,40	119	122,09	903,46	120	126,60	1020,40	121	132,01	1329,34
20	1,50	120	126,00	1038,24	121	130,20	1177,01	122	136,15	1497,65
21	1,60	120	128,40	1147,92	122	134,08	1328,73	123	139,61	1684,86
22	1,70	121	132,37	1286,23	122	136,52	1449,84	124	143,46	1897,98
23	1,80	122	134,81	1412,81	123	139,73	1590,12	124	144,70	2072,10
24	1,90	123	139,48	1584,72	124	143,22	1763,00	124	148,18	2274,56
25	2,00	123	139,85	1670,79	124	144,09	1899,10	125	150,88	2481,98
26	2,10	124	142,60	1828,11	124	146,44	2057,48	126	153,97	2699,09
27	2,20	124	144,11	1936,84	124	148,06	2331,95	126	155,74	2899,78
28	2,30	124	144,96	2094,67	125	150,25	2366,43	126	156,61	3077,38
29	2,40	125	147,12	2136,22	125	151,25	2506,21	127	158,88	3288,82
30	2,50	125	147,82	2340,16	126	153,22	2665,36	127	159,64	3469,96
31	2,55	125	147,63	2390,16	125	151,63	2691,32	127	159,48	3524,73
32	2,60	125	147,63	2445,13	125	151,63	2739,96	127	159,48	3610,66
33	2,65	125	147,50	2489,80	125	151,40	2787,27	127	159,26	3642,35
34	2,70	125	147,12	2520,46	125	151,25	2806,69	127	158,88	3719,38
35	2,75	125	146,75	2565,19	125	150,88	2866,72	126	157,28	3752,55
36	2,80	124	144,71	2574,26	124	148,92	2880,11	126	156,49	3774,44
37	2,85	124	143,84	2583,16	124	147,81	2898,10	126	155,36	3797,00
38	2,90	124	142,60	2586,76	124	146,57	2900,62	126	153,97	3806,12
39	2,95	122	139,56	2553,95	124	143,47	2872,56	125	150,50	3744,44
40	3,00	120	131,28	2415,56	122	136,52	2733,13	124	143,46	3585,07

е) *Графическія таблицы.*

Уравненія I и II:

$$v = c\sqrt{RJ} \text{ и}$$

$$Q = cF\sqrt{RJ}$$

можно написать еще такъ:

$$v^2 = c^2 RJ = AJ. \dots\dots\dots \text{XIV}$$

$$Q^2 = c^2 F^2 RJ = BJ^1). \dots\dots\dots \text{XV.}$$

Выраженія эти представляютъ уравненія параболъ, которыя не трудно построить, принимая въ ихъ J за переменную.

Обыкновенно строятъ параболы расхода (уравненіе XV) для круглаго или овоидальнаго сѣченія. Для этого на оси абсциссъ откладываютъ въ произвольномъ масштабѣ J , а на ординатахъ — Q , которое опредѣляется для извѣстнаго діаметра и степени наполненія при различныхъ значеніяхъ J ; соединяя полученныя точки, получимъ параболу для даннаго сѣченія и опредѣленной степени наполненія. На этой же оси абсциссъ и оси ординатъ строятъ въ томъ же масштабѣ параболу расходовъ для другихъ діаметровъ.

По такой таблицѣ, составленной для извѣстныхъ сѣченій и степени наполненія, по даннымъ расходу (Q) и уклону (J) легко подобрать соотвѣтственную трубу или капаль, для чего на оси абсциссъ откладываютъ данный уклонъ, а на оси ординатъ — расходъ; пересѣченіе перпендикуляровъ изъ этихъ точекъ покажетъ необходимый діаметръ.

Точно такъ же строятъ параболы скоростей для той же степени наполненія и тѣхъ же сѣченій, откладывая на оси абсциссъ также уклоны J , а на ординатахъ вмѣсто расходовъ Q — скорости v при различныхъ J . По этимъ параболамъ, при расчетномъ наполненіи данной трубы, по любому уклону можно опредѣлить соотвѣтственную скорость.

Удобнѣе, однако, обѣ таблицы совмѣстить въ одну, *таб. № 10*. Для этого параболы скоростей строятъ внизу подъ первой таблицей—параболами расхода, принимая ту же ось абсциссъ, а за ось ординатъ—продолженіе внизъ таковой первой таблицы. Построивъ рядъ параболъ скоростей для тѣхъ же сѣченій и діаметровъ и при той же степени напол-

¹⁾ Здѣсь коэффициенты A и B также постоянны, но другіе, чѣмъ въ уравненіяхъ XII и XIII.

ненія, что и въ таблицѣ расходовъ, проводятъ параллельно оси абсциссъ рядъ горизонтальныхъ линій, соответствующихъ различнымъ скоростямъ. Абсциссы точекъ пересѣченія этихъ линій съ параболами, измеренныя по масштабу уклоновъ, покажутъ намъ, при какихъ уклонахъ въ различныхъ трубахъ получаются тѣ или другія скорости.

Положимъ, что линія, соответствующая скорости въ 2' (см. табл. № 10, вычерченную для половиннаго наполненія и футовыхъ мѣръ), пересѣчетъ параболу скорости 12" трубы въ точкѣ b^1 , абсцисса которой равна 0,0021; слѣдовательно, при $d = 12''$ и половинномъ наполненіи, скорость въ 2' получится при $J = 0,0021$. Спроектировавъ b^1 на параболу расхода 12" трубы, получимъ на ней точку b^2 , соответствующую $v = 2'$.

Перенеся на другія параболы расхода точки пересѣченія линіи скорости въ 2' съ соответствующими параболами скорости и соединивъ перенесенныя точки кривою, получимъ кривую скорости въ 2'. Такимъ же образомъ выстраиваются кривыя другихъ скоростей.

По такой таблицѣ для известной степени наполненія сразу можно по даннымъ расходу (Q) и уклону (J) опредѣлить діаметръ (d) и скорость (v). Для этого на линіи абсциссъ откладываютъ уклоны, а на ординатахъ расходы; проведя изъ этихъ точекъ линіи, перпендикулярныя къ осямъ координатъ, найдемъ по пересѣченію ихъ нужный діаметръ и скорость.

Таблица эта однако годится лишь для той степени наполненія, для которой она построена, и такъ какъ и здѣсь пересѣченіе абсциссъ и ординатъ, соответствующихъ известнымъ расходу и уклону, чаще всего не попадаетъ на какую либо линію расхода—известный діаметръ, то приходится брать ближайшій большій діаметръ, но тогда степень наполненія будетъ меньше расчетной, равно уменьшится и скорость, которую въ этомъ случаѣ можно опредѣлить лишь приблизительно.

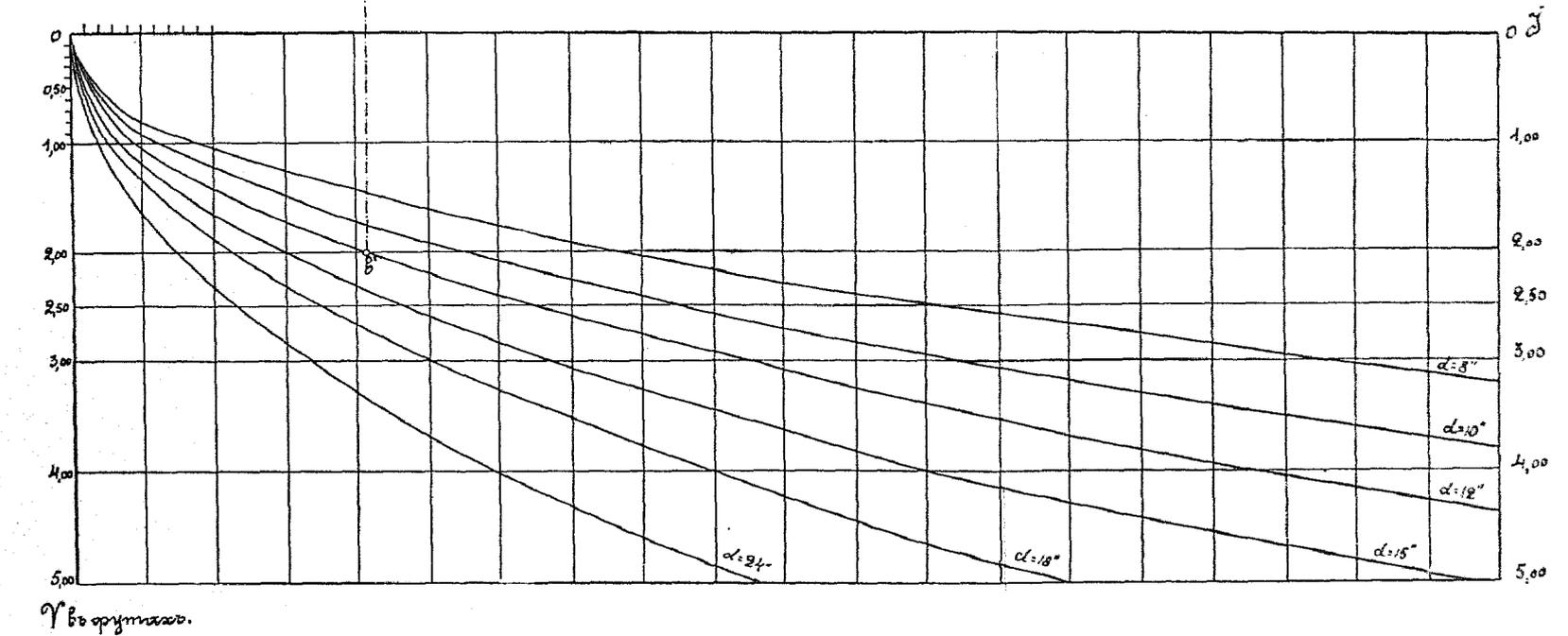
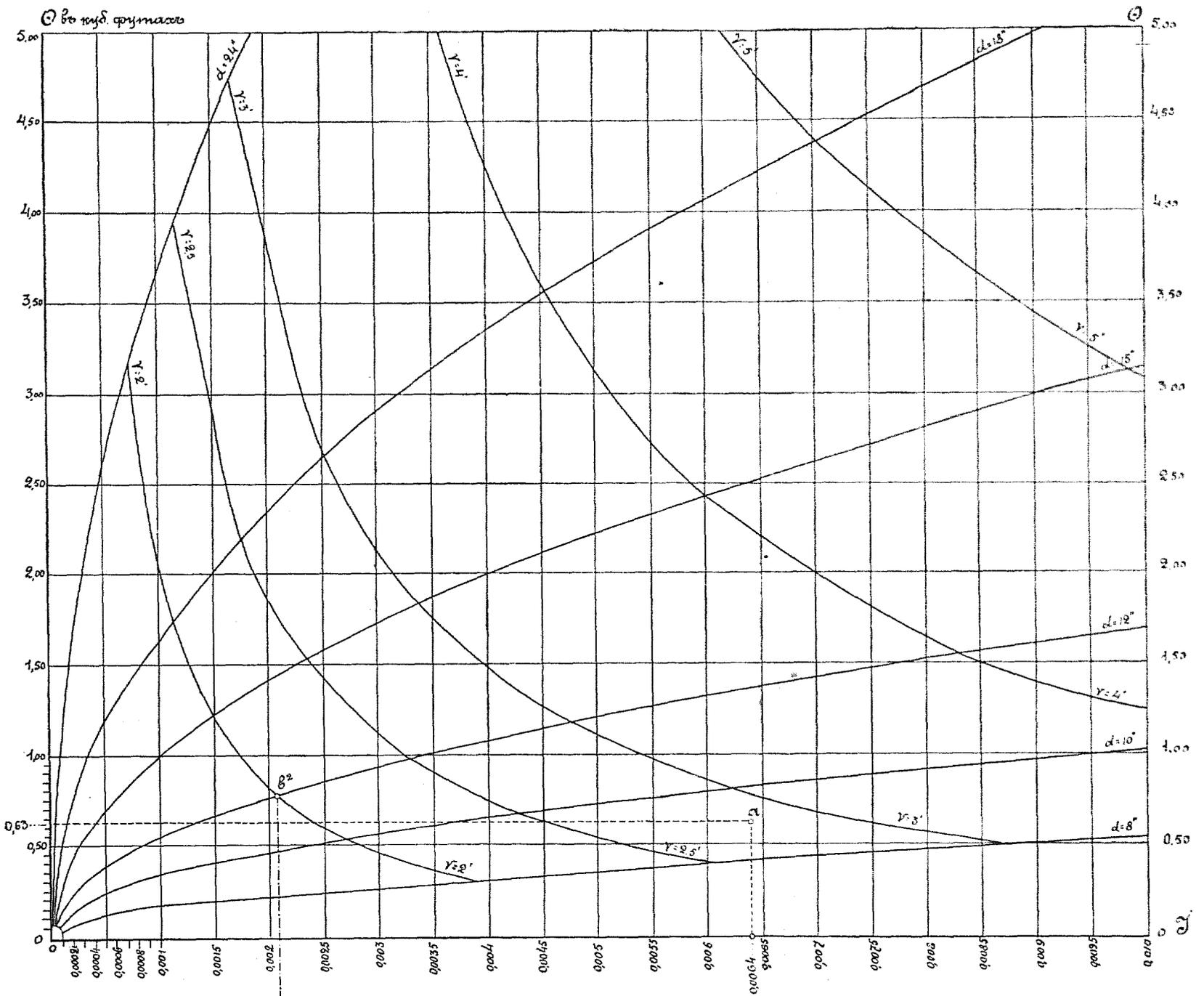
Положимъ, что: $Q = 0,63$ кв. ф., а $J = 0,0064$ и требуется опредѣлить діаметръ трубы.

Отложивъ на оси ординатъ 0,63 по масштабу расходовъ, а на оси абсциссъ 0,0064 по масштабу уклоновъ, возставимъ изъ этихъ точекъ перпендикуляры къ осямъ координатъ; положеніе точки пересѣченія этихъ перпендикуляровъ (a) указываетъ, что діаметръ, при которомъ для данныхъ Q и J наполненіе будетъ половинное, заключается между 8" и 10" (слѣдовательно надо взять $d = 10''$), а скорость между 2,5' и 3'.

Для точнаго опредѣленія степени наполненія и скорости надо бы построить цѣлый рядъ такихъ же таблицъ для различныхъ высотъ

ТАБЛИЦА № 10

для определения диаметров круглых труб и скорости в них при половинном наполнении.



наполненія, отъ 0 до полнаго, при чемъ число ихъ вышло-бы очень большимъ ¹⁾. Такимъ образомъ, хотя графическій способъ очень удобенъ для подбора діаметровъ по данному расходу, уклону и степени наполненія, напр., для составленія предварительныхъ проектовъ, но для точныхъ подсчетовъ практически онъ уже менѣ удобенъ, чѣмъ приведенныя выше числовыя таблицы.

6) Матеріалъ для каналовъ и ихъ постройка.

Матеріалы, идущіе на постройку каналовъ, кромѣ того, что должны удовлетворять всѣмъ требованіямъ прочности строительныхъ матеріаловъ, должны быть, по возможности, непроницаемы и давать гладкую поверхность, не препятствующую движенію водъ въ каналахъ. Изъ различныхъ матеріаловъ поэтому употребляютъ лишь: штейнгуть, бетонъ, кирпичъ и португальскій цементъ. Всѣ эти матеріалы должны быть лучшаго качества; вообще, на матеріалы, какъ и на производство работъ, должно быть обращено надлежащее вниманіе, и всякая неумѣстная экономія вызываетъ въ будущемъ огромные расходы на передѣлку, не говоря уже о томъ, что при этомъ отдѣльные каналы могутъ не только не улучшить санитарное состояніе прилегающей мѣстности, но даже ухудшить его, а подчасъ вызвать еще огромные убытки.

а) Штейнгутовыя трубы.

Штейнгутовыя трубы дѣлаются изъ огнеупорной глины, къ которой прибавляютъ порошокъ шамота. Смѣсь эта поступаетъ въ прессъ, гдѣ изъ нея выдавливаютъ трубы. Послѣ сушки трубы эти идутъ въ печь для обжиганія и покрытія съ обѣихъ сторонъ соляною глазурью.

Трубы эти дѣлаютъ обыкновенно діаметромъ не болѣе 0,6 м. ²⁾ (24 дм.) и длиною отъ 0,8 до 1,00 м.; толщина же стѣнокъ составляетъ, приблизительно: при большихъ трубахъ $\frac{1}{12}$, при среднихъ $\frac{1}{10}$ и при малыхъ $\frac{1}{8}$ діаметра.

Въ *Германіи* особенно распространены трубы фабрики *Мюнстербергъ* въ *Силезіи*.

¹⁾ Промежуточныя цифры между этими степенями надо опредѣлить интерполированіемъ.

²⁾ Въ *Германіи* и *Австріи*, кромѣ круглыхъ штейнгутовыхъ трубъ, изготовляютъ еще штейнгутовыя трубы лѣщевиднаго сѣченія, но онѣ мало употребляются.

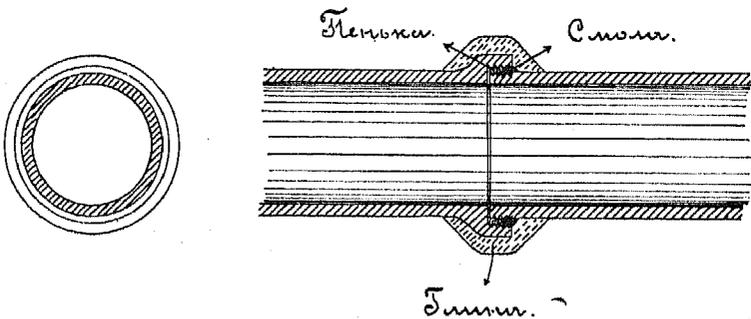
ТАБЛИЦА № 11.

Толщина стѣнокъ круглыхъ штейнгутовыхъ трубъ Мюнстербергской фабрики.

Диаметры въ см.	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Толщина стѣ- нокъ въ мм.	15	18	20	26	30	37	40	50	54
Вѣсъ въ кгр.	14,50	25,50	36,00	67,00	100,00	155,00	200,00	290,00	330,00

Другая извѣстная фабрика въ *Обербрицъ (Богемія)* дѣлаетъ трубы, толщина стѣнокъ коихъ немного больше.

Соединеніе штейнгутовыхъ трубъ до послѣдняго времени производили жирною глиною. Для этого рифленый конецъ одной трубы обматывали смоляной паклей—веревкою, и вдвигали въ рифленый же раструбъ другой, а оставшуюся часть раструба забивали глиною и ею же обмазывали стыкъ снаружи, получавшееся при этомъ соединеніе непроницаемо и упруго, но глина со временемъ прорастаетъ корнями и пробуравливается дождевыми червями; поэтому теперь вмѣсто глины употребляютъ асфальтовую замазку изъ 1 ч. каменноугольной и 1 ч. газовой смолы и 3 ч. шавотной муки. Этою замазкою раструбъ заливаютъ послѣ заполненія его смоляной паклей, а снаружи стыкъ обыкновенно обмазываютъ еще и глиною, *черт. 4*. Соединеніе трубъ



Черт. 4.

цементомъ примѣняется лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда труба должна лежать въ водѣ, такъ какъ соединеніе это не упруго, и при малѣйшей осадкѣ земли труба лопается.

в) Ветонныя трубы и каналы.

Малыя трубы круглаго и яйцевиднаго сѣченія дѣлають изъ 1 ч. португальскаго цемента и 2—5 ч. песка, а къ трубамъ большихъ диаметровъ прибавляютъ еще отъ 1 до 2 ч. щебня; длиною ихъ дѣлають также отъ 0,8 до 1 м.

Для приготовленія этихъ трубъ берутъ деревянную болванку, обшитую цинковыми листами, надѣвають на нее деревянную же, обшитую изнутри цинкомъ, или чугунную форму, промежутокъ наполняютъ вышеуказанной смѣсью и трамбуютъ ее до выступленія воды. По затвердѣннн матеріала форму снимають, для чего болванка должна быть съ клиномъ, а наружная форма—состоять изъ двухъ или болѣе свинчивающихся частей.

ТАБЛИЦА № 12.

Толщина стѣнокъ круглыхъ бетонныхъ трубъ.

	Диаметры въ см.	20	25	30	45	50	60	80	100	Примѣчаніе.	
Толщ. стѣнокъ въ мм.	Въ Германіи .	25—40	30—45	35—50	60	—	65—70	80—90	100—120	Въ Германіи трубы часто дѣлають съ плоскою по- дошвою, ши- риною, дохо- дящею до ве- личины діа- метра.	
	Въ Швей- царіи. {	Цюрихъ .	—	—	45	60	—	70	—		90
		Базель .	—	—	—	—	60	65	90		120

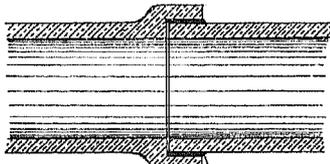
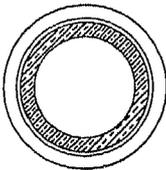
ТАБЛИЦА № 13.

Толщина стѣнокъ овоидальныхъ бетонныхъ трубъ и каналовъ.

	Сѣченіе въ см.	40/60	50/75	60/90	70/105	80/120	90/135	100/150	120/180	
Толщ. стѣнокъ въ мм.	Въ Германіи (зав. Дижер- юффъ)	60	70	83	—	—	—	—	—	
	Въ Швей- царіи. {	Цюрихъ	—	—	150	150	150	180	180	200
		Базель	60	75	83	—	100	—	120	—
Утолщеніе въ шкалѣ въ мм.	Въ Германіи	70	85	115	—	—	—	—	—	
	„ Швейцаріи—Базель .	70	90	115	—	150	—	185	—	

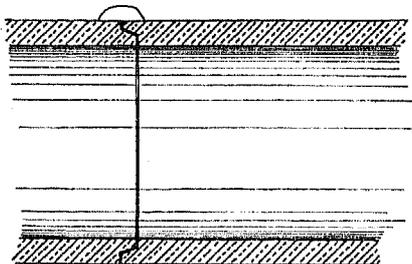
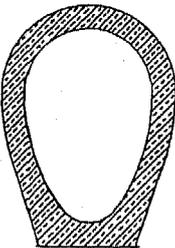
		Съченіе въ см.								
		40/60	50/75	60/90	70/105	80/120	90/135	100/150	120/180	
Утолщеніе въ но- дошѣ въ мм.	Въ Германіи	70	88	100	—	—	—	—	—	
	Въ Швей- царіи. {	Цюрихъ	—	—	200	200	200	200	200	
		Базель	70	90	105	—	140	—	150	—
Ширина подошвы въ см.	Въ Германіи	28	31,6	39	—	—	—	—	—	
	Въ Швей- царіи. {	Цюрихъ	—	—	60	70	80	90	100	
		Базель	28	32	39	—	50	—	63	—

Бетонныя трубы дѣлають съ раструбами и со скошенными краями — фальцами. Для ихъ соединенія внутреннюю поверхность раструба или фальца смазываютъ цементнымъ растворомъ и вставляютъ узкіи конецъ слѣдующей трубы; снаружи стыкъ, особенно при скошенныхъ краяхъ, смазываютъ цементнымъ растворомъ, *черт. 5 и 6.*



Цементн. растворъ.

Черт. 5.



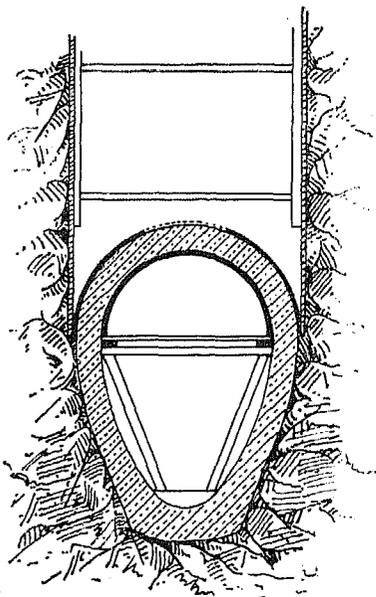
Цементн. растворъ.

Черт. 6.

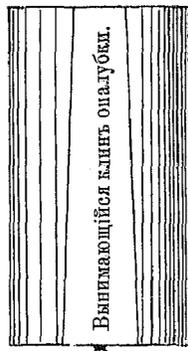
Бетонныя трубы большихъ размѣровъ—каналы, часто дѣлають прямо въ землѣ изъ 1 ч. порландскаго цемента, 4 ч. песка и 2 ч. щебня. Если подошва берется штучная, то, уложивъ ее, ставятъ че-

резь 1—1½ м. кружала, прибиваютъ къ нимъ доски, а пространство между ними и землею заполняютъ бетономъ, который трамбуютъ. При этомъ для равномернаго трамбованія бетонъ кладутъ слоями нормально къ внутренней кривой канала и набивку обѣихъ боковыхъ стѣнъ производятъ одновременно. Сдѣлавъ такимъ образомъ боковыя стѣны каналовъ, приступаютъ къ устройству сводовъ. Своды бываютъ трамбованные и литые. Трамбованные своды дѣлаютъ изъ бетона того же состава, что и стѣны, при чемъ набивку производятъ по сплошной опалубкѣ. Литые своды дѣлаютъ изъ 1 ч. скоротвердѣющаго цемента и 4—5 ч. песка. Для ихъ приготовленія употребляютъ переносныя желѣзныя кружала—опалубку, состоящую изъ 3-хъ частей, при чемъ средняя входитъ въ остальные двѣ въ видѣ клина; сверху и сбоку (около щекъ) также ставятъ желѣзные щиты и въ образовавшуюся форму наливаютъ бетонъ; но его затвердѣнїи форму снимаютъ и переставляютъ дальше, *черт. 7 и 8.*

Б а з е л ь.



Черт. 7.

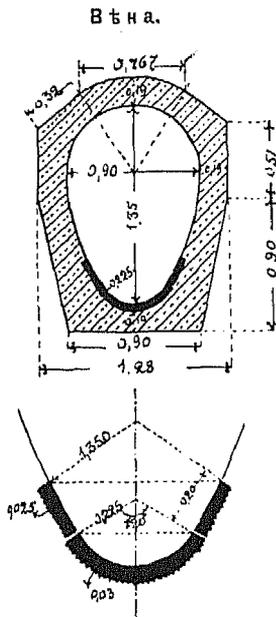


Черт. 8.

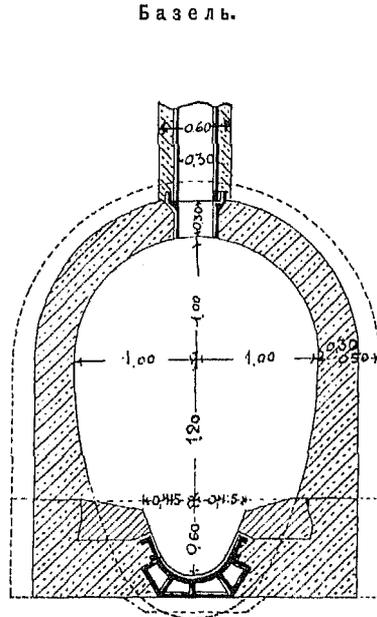
Изготовленіе трубъ въ спеціальныхъ мастерскихъ однако слѣдуетъ предпочесть приготовленію ихъ прямо въ канавахъ, такъ какъ въ мастерскихъ, вслѣдствіе болѣе тщательной и равномерной трамбовки, трубы выходятъ болѣе прочными.

Для уменьшенія тренія по дну каналовъ и лучшаго сопротивле-

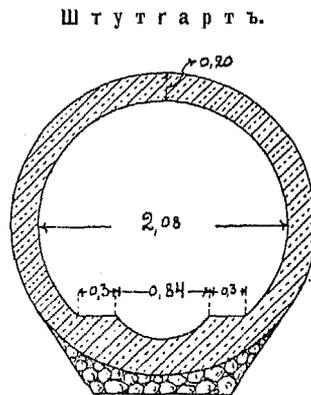
нія ихъ дѣйствию кислотъ, находящихся иногда въ сточныхъ водахъ, подошвы ихъ дѣлають изъ камня или штейнгута. Штейнгутовья подошвы дѣлаются съ пустотами или въ видѣ тонкихъ плитокъ—лотковъ ¹⁾, которыми обкладываютъ подошву.



Черт. 9.



Черт. 10.



Черт. 11.

На черт. 9, 10 и 11 указано нѣсколько сѣченій бетонныхъ каналовъ въ разныхъ городахъ.

Желѣзо-бетонныя трубы (сист. Монье) пока не находятъ особаго

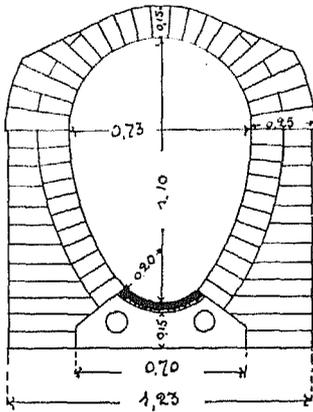
¹⁾ Для получения лотковъ штейнгутовую трубу, рифленую снаружи, послѣ высушки дѣлать (нарубають) на четыре части, которыя послѣ обжига легко отдѣляются одна отъ другой.

распространения, отчасти из опасенія, что съ уменьшеніемъ толщины стѣнокъ онѣ легко могутъ сдѣлаться проницаемыми.

с) Кирпичные каналы.

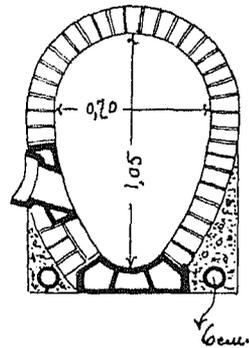
Постройка кирпичныхъ каналовъ производится слѣдующимъ образомъ: уложивъ штучную бетонную или кирпичную подошву канала ¹⁾, ставятъ черезъ каждые 5 м. кружальные ребра, между кото-

Бреславль.



Черт. 12.

Штутгартъ.



Черт. 13.

рыми по шпuru и производятъ кладку боковыхъ стѣнокъ до пять свода; потомъ устанавливаютъ кружала для верхняго свода, дѣлаютъ опалубку и начинаютъ кладку сводовъ. Кладку сводовъ обыкновенно производятъ концентрическими рядами, при чемъ швы внутренняго кольца не должны совпадать съ таковыми наружнаго; иногда кладку нижней части каналовъ также производятъ кольцами.

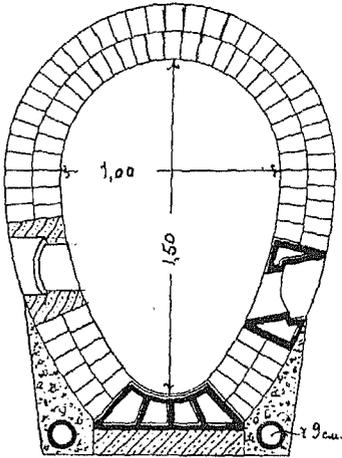
Для прочности каналовъ и облегченія работъ для кладки слѣдуетъ брать лекальный кирпичъ. Кладку каналовъ производятъ на цементномъ растворѣ 1:3 или 1:4. Кирпичные, а иногда и бетонные каналы для большей непроницаемости штукатурятъ изнутри цементнымъ растворомъ изъ 1 ч. цемента и 1—2 ч. песка, въ первыхъ, впрочемъ, часто расшиваютъ только швы.

На черт. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19 указано нѣсколько сѣченій кирпичныхъ каналовъ въ разныхъ городахъ.

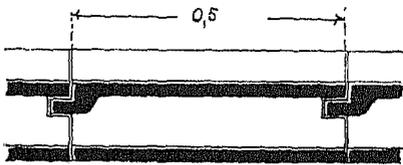
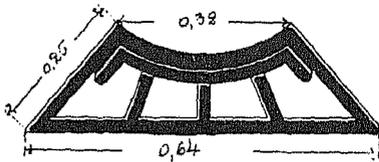
¹⁾ Кирпичная подошва также дѣлаютъ штучными—горизонтальными рядами.

Для опредѣленія толщины стѣнокъ кирпичныхъ и бетонныхъ каналовъ пользуются формулою Шалли:

Ш т у т г а р т ь .



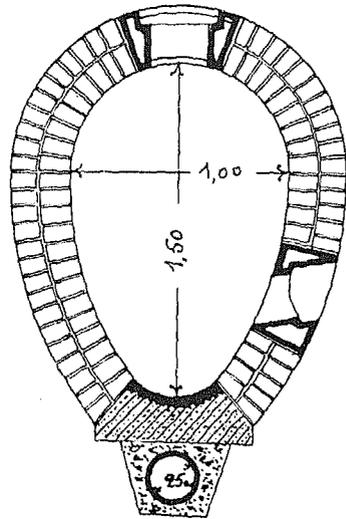
Черт. 14а.



Черт. 14б.

$$S = r \left(\frac{t \cdot g + \frac{L}{d}}{R} \right),$$

М ю н х е н ь .



Черт. 15.

гдѣ: r — наружный радиусъ верхняго свода;

d — наружная ширина — діаметръ, канала;

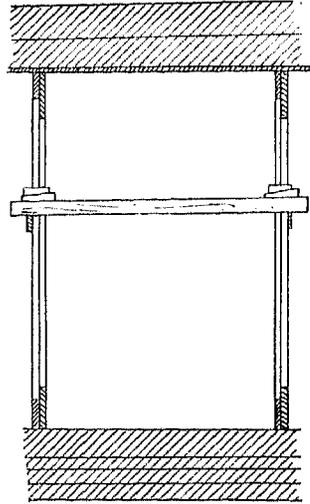
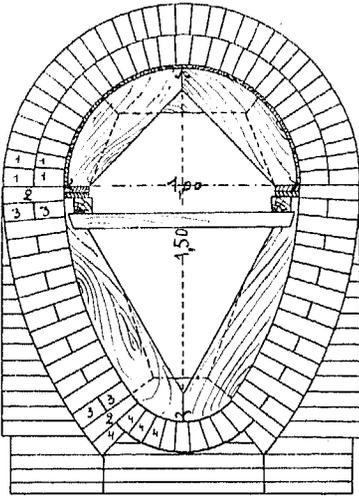
t — высота слоя земли надъ ключемъ свода (для безопасности эту высоту часто берутъ отъ подошвы канала);

g — вѣсъ единицы грунта;

L — временная нагрузка на погонную единицу длины канала;

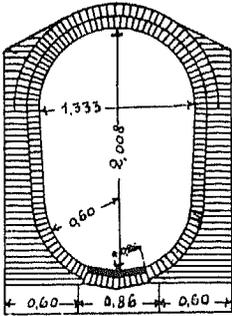
R — допускаемое напряженіе на квадратную единицу матеріала канала; на кв. см. кирпича $R = 7,5$ кгр., бетона $R = 6$ кгр. (на кв. дм. 3 и 2,5 п.).

Берлинъ.

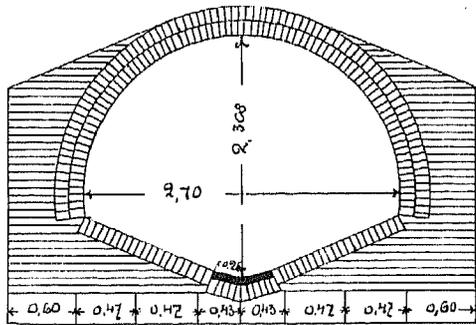


Черт. 16.

Шарлоттенбургъ.

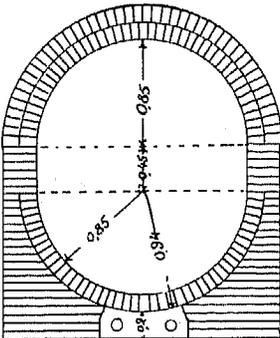


Черт. 17.



Черт. 18.

Бреславль.



Черт. 19.

При кирпичныхъ каналахъ толщину S нужно округлять до размѣровъ кирпича. Кроме того, какъ при кирпичныхъ, такъ и при бетонныхъ каналахъ, для устойчивости и прочности подошву ихъ обыкновенно утолщаютъ и расширяютъ.

d) Чугунныя трубы.

Чугунныя трубы въ канализационномъ дѣлѣ употребляютъ лишь какъ

магнетательныя трубы и тогда, когда трубы постоянно должны находиться въ водѣ, такъ напр., въ нижней части курорта *Доптопъ*, вслѣдствіе высокаго уровня грунтовыхъ водъ, всѣ канализаціонныя трубы пришлось уложить чугунныя.

Соединеніе чугунныхъ трубъ производится, какъ и водопроводныхъ—забивкою смоляною паклею и заливкою свинцомъ.

e) Соединеніе каналовъ.

При соединеніи 2-хъ или болѣе уличныхъ каналовъ, какъ кирпичныхъ, такъ и бетонныхъ, оси боковыхъ каналовъ соединяются съ осью главнаго канала по касательной кривой, *черт. 20*. Въ мѣстѣ соединенія каналовъ при этомъ получается расширеніе, образованное наружными стѣнками соединяемыхъ каналовъ. Расширеніе это перекрываютъ расширяющимся цилиндрическимъ (трубчатымъ) сводомъ, въ наивысшей точкѣ котораго обыкновенно помѣщаютъ вентиляціонную трубу. Подошва бокового канала при этомъ должна быть на такой высотѣ, чтобы нормальный уровень водъ въ немъ совпалъ съ таковымъ въ главномъ каналѣ. Если бы боковой каналъ былъ ниже, то въ немъ образовался бы подпоръ отъ водъ главнаго канала; располагать же его выше также не слѣдуетъ, такъ какъ тогда пришлось бы уменьшить уклонъ подошвы его.

На *черт. 20* показано соединеніе двухъ бетонныхъ, а на *черт. 21*—трехъ кирпичныхъ каналовъ.

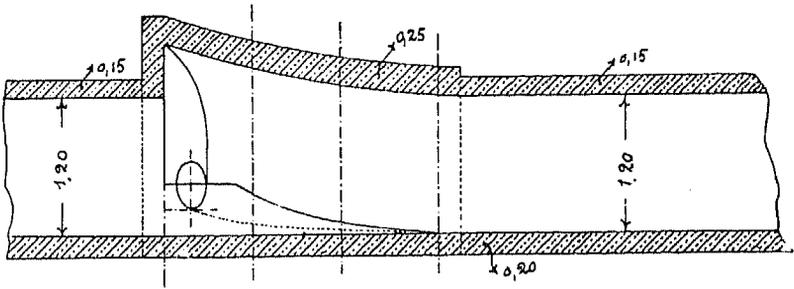
Соединеніе малыхъ каналовъ, а иногда и большихъ, устраиваютъ также въ особыхъ смотровыхъ колодцахъ различной формы и величины (см. ниже).

f) Производство работъ.

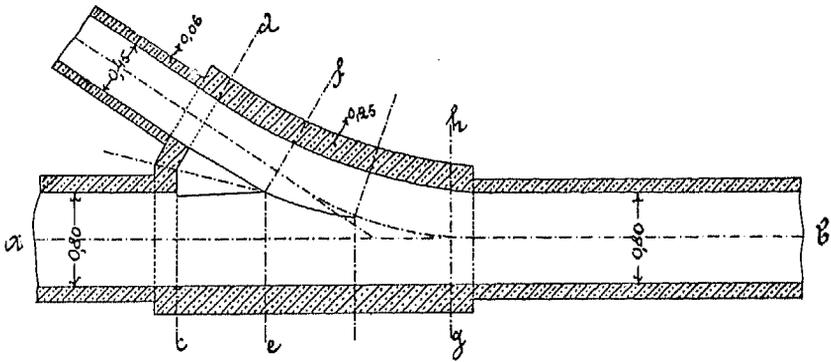
До начала работъ на мѣстности точно разбиваютъ оси каналовъ и трубъ и ихъ ширину. Послѣ этого приступаютъ къ рытью траншей.

Если грунтъ хорошій и траншеями не приходится углубиться ниже уровня грунтовыхъ водъ, то укрѣпленіе боковыхъ откосовъ траншей производятъ горизонтальными досками, распертыми распорками, которыя упираютъ въ вертикальныя доски. Если же приходится углубиться ниже уровня грунтовыхъ водъ, то до послѣднихъ боковые откосы укрѣпляютъ, какъ указано выше, а ниже забиваютъ шпунтовые ряды изъ досокъ, которые укрѣпляютъ горизонтальными распорками.

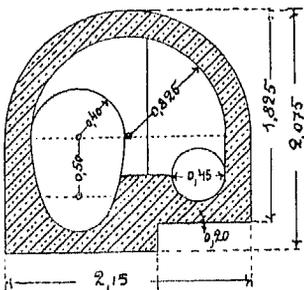
Соединение двух каналов (Цюрихъ).



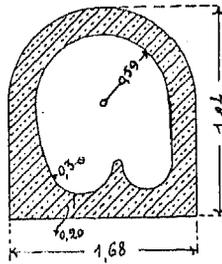
Разрѣзъ по а-в.



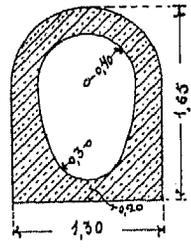
Планъ.



Разрѣзъ по с-д.



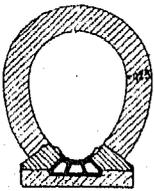
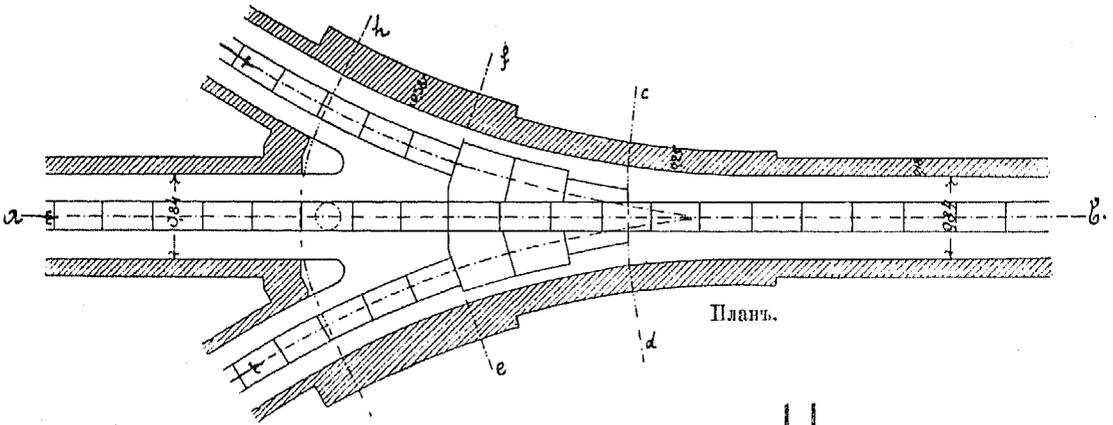
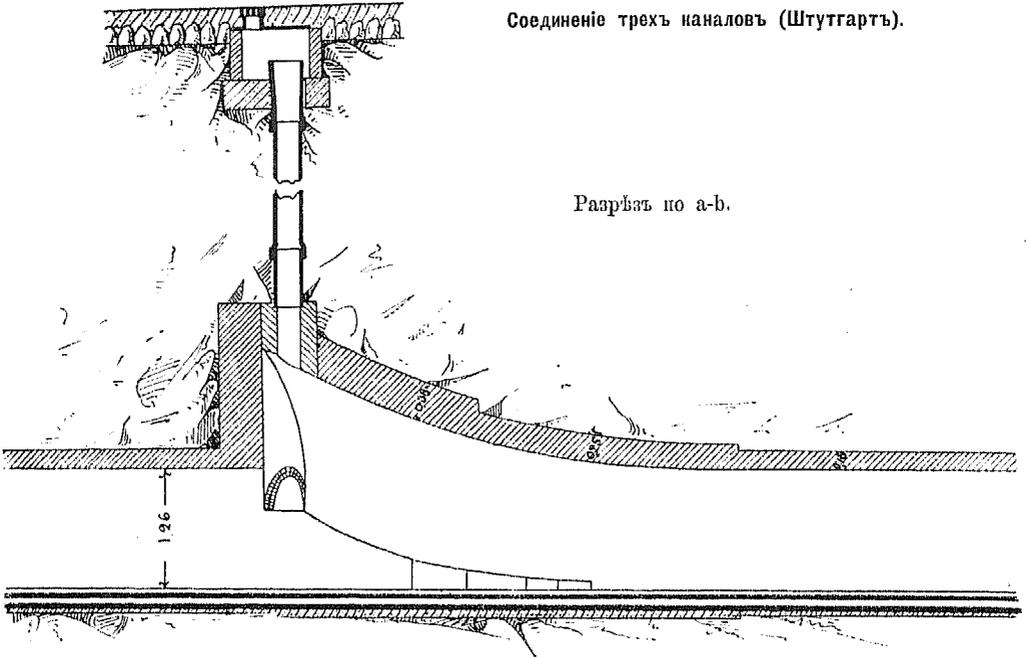
Разрѣзъ по е-ф.



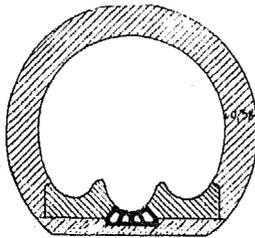
Разрѣзъ по г-н.

Соединение трех каналов (Штутгартъ).

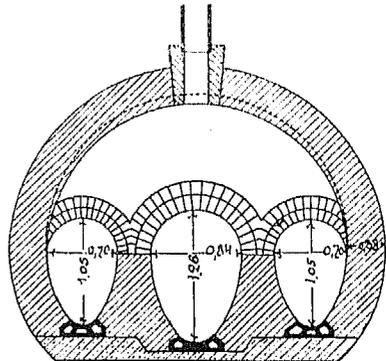
Разрѣзъ по а-в.



Разрѣзъ по с-д.



Разрѣзъ по е-ф.

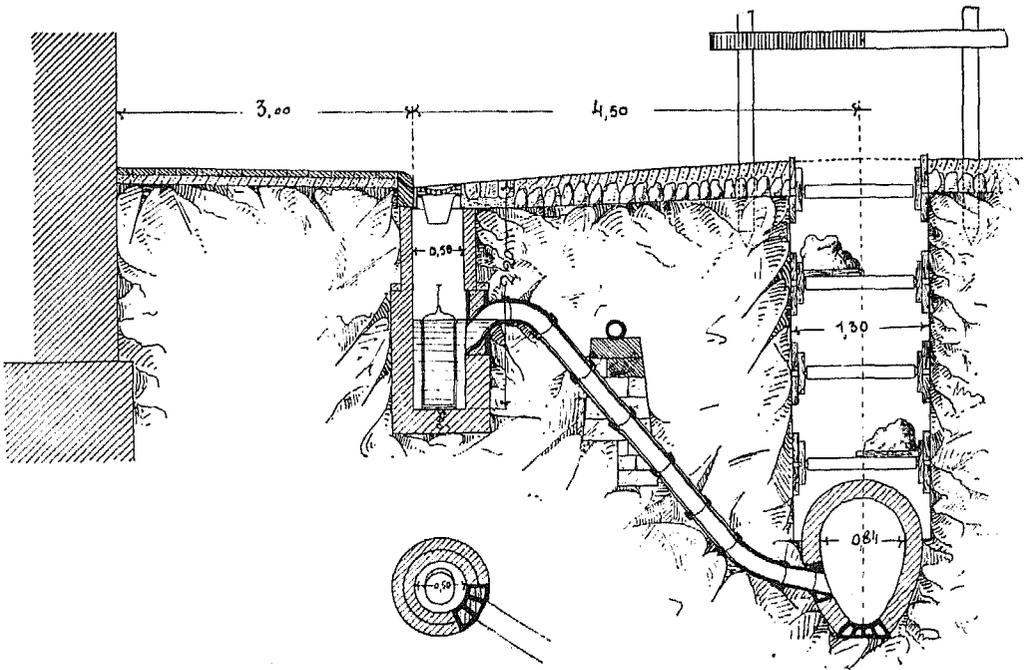


Разрѣзъ по г-и.

Опредѣливъ точно глубину траншеи отъ визирокъ, устанавливаемыхъ на козлахъ по нивелиру, дну ея придаютъ необходимый уклонъ, послѣ чего уже приступаютъ, если нужно, къ укрѣпленію подошвы и возведенію каналовъ или укладкѣ трубъ.

На черт. 22 показанъ разрѣзъ улицы съ каналомъ, траншеей и дождевымъ пріемникомъ.

Ш т у т г а р т ь .



Черт. 22.

При слабомъ грунтѣ въ него втрамбовываютъ щебень или кладутъ слой тощаго бетона, на которомъ уже возводятъ каналы; трубы же укладываютъ на половину въ тонціи бетонъ ¹⁾. Вообще, при слабомъ грунтѣ во избѣжаніе неправильной осадки каналовъ и трубъ, должно

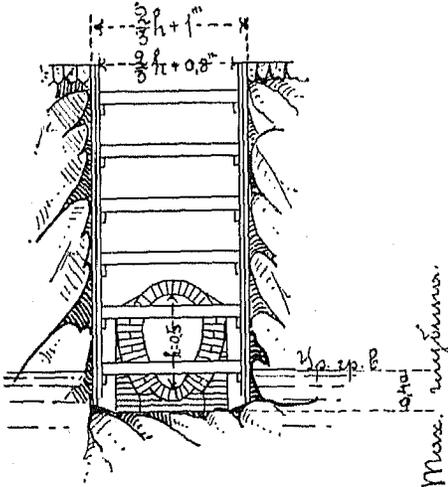
¹⁾ Въ Цюрихъ и Базель для большей крѣпости трубъ и въ хорошемъ грунтѣ кладутъ на слой бетона, доходящій до половины трубы, а въ Мюнхенъ ихъ окружаютъ слоемъ бетона въ видѣ кольца.

быть обращено самое серьезное внимание на надлежащее укрепление подошвы каналовъ; при этомъ пользуются тѣми же приемами, какъ и при устройствѣ основаній подъ всякія гражданскія сооруженія.

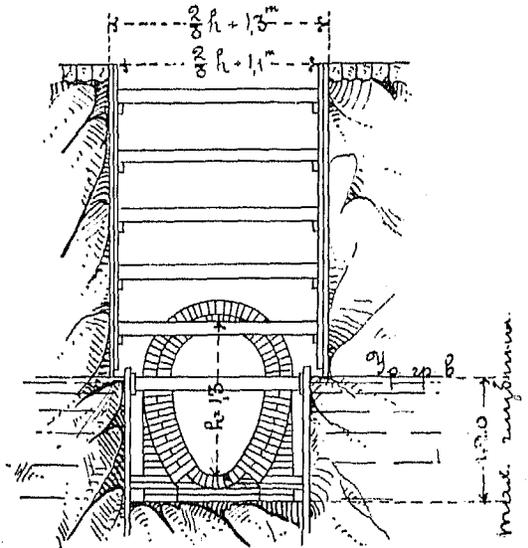
Ниже приведено описаніе работъ при постройкѣ *Берлинской* канализации.

Постройка каждой отдѣльной системы этой канализации начиналась съ приемнаго колодца на насосной станціи и главнаго канала, при чемъ работы производились, идя отъ станціи къ конечнымъ пунктамъ сѣти.

Б е р л и н ь .



Черт. 23.



Черт. 24.

Разбивку каналовъ и трубъ, согласно проекту, производилъ участковый техникъ, который назначалъ и глубину заложения ихъ, для чего на мостовой, рядомъ съ траншеей, черезъ каждые 5 м. по нивелиру забивались особые колышки, съ которыхъ глубина потомъ переносилась на верхнюю доску укрѣпленія траншеи. Проверка глубины заложения каналовъ и ихъ уклоновъ, кромѣ того, производилась по нѣсколько разъ въ день еще специальнымъ землемѣромъ.

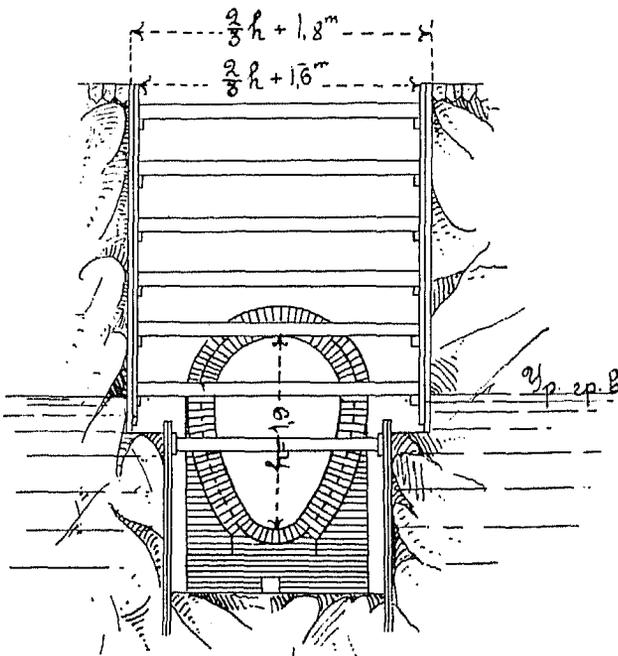
Особое затрудненіе при постройкѣ представляли грунтовья воды, часто встрѣчавшіяся уже на глубинѣ 3 м. Въ такихъ случаяхъ приходилось производить особенно тщательно раскрѣповку траншей, кото-

рая доводилась до уровня грунтовых водъ, а ниже забивать шпунтовья стѣны.

Въ зависимости отъ положенія грунтовыхъ водъ устраивалось также укрѣпленіе подошвы канала. Вообще, применялись три способа укрѣпленія подошвы, а именно:

1) При совершенно сухомъ днѣ траншеи или при незначительной глубинѣ грунтовыхъ водъ, не болѣе 1,2 м., укладка подошвы производилась прямо на землѣ, какъ показано на *черт. 23 и 24.*

Б е р л и н ъ.



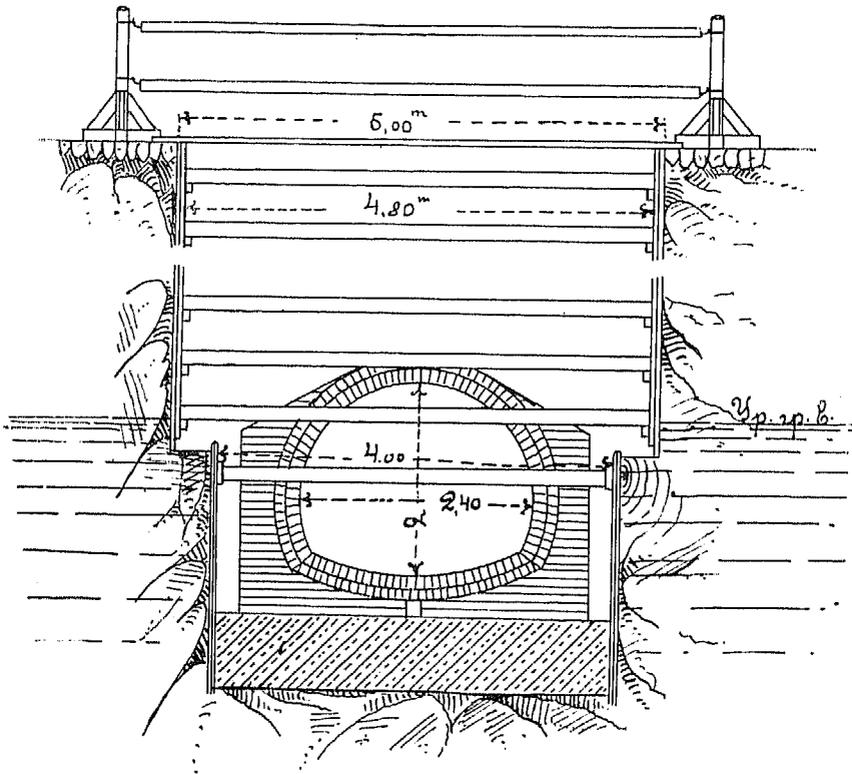
Черт. 25.

2) При глубинѣ грунтовыхъ водъ болѣе 1,2 м., когда откачкою трудно было совершенно осушить дно траншеи, подошва канала для поднятія надъ дномъ траншеи клалась на особья плиты изъ кирпича или бетона, приготовляемыя на сторонѣ, длиною до 0,8 м. и толщиною до 16 см.; плиты эти укладывались насухо съ промежуткомъ между ними для стока водъ подъ каналомъ къ углубленію въ днѣ траншеи, откуда онѣ уже выкачивались. Иногда на эти плиты клали еще 2—3 ряда кирпича, нижніе насухо, а верхніе—на растворѣ, *черт. 25.*

3) При значительномъ притокѣ воды, когда откачка ея была невозможна или опасна, на дно траншеи клали слой бетона, толщиной въ 0,5—1 м. ($\frac{1}{3}$ напора воды), на который уже клали нижнюю часть подошвы, *черт. 26*.

Откачка воды почти вездѣ производилась ручными насосами и лишь въ нѣкоторыхъ мѣстахъ примѣнялись паровые центробѣжные насосы.

Б е р л и н ь .



Черт. 26.

При значительной глубинѣ грунтовой воды, когда неудобно было производить выемку земли лопатами, таковая производилась особыми небольшими ручными землечерпалками.

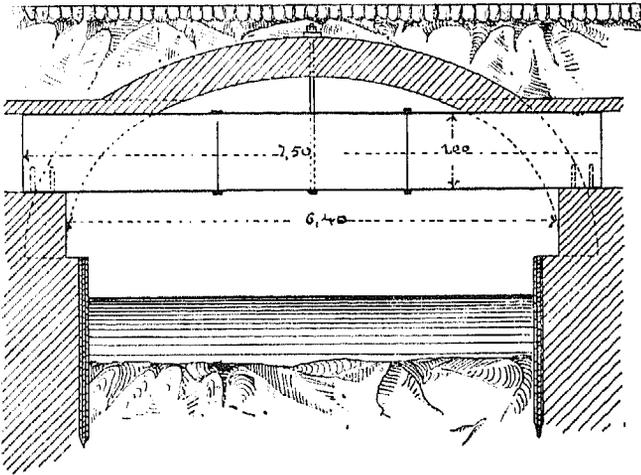
Большое затрудненіе представляли также пересѣченія каналовъ съ газовыми и водопроводными трубами ¹⁾ и путями сообщенія—рель-

¹⁾ Въ такихъ случаяхъ иногда часть канала или отдѣльныя части его, напр., дно, дѣлали чугунными, *черт. 28*.

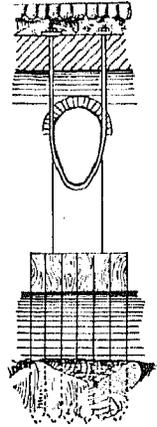
сами, особенно послѣдній случай, такъ какъ не разрѣшалось прекращать движеніе на болѣе продолжительное время. Вслѣдствіе этого постройку приходилось производить частями и небольшіе участки каналовъ дѣлать туннелемъ.

На черт. 27 представленъ переходъ черезъ *Зеленую* канаву; на черт. 28—пересѣченіе канала съ ливневодомъ у *Шпандаускаго* моста,

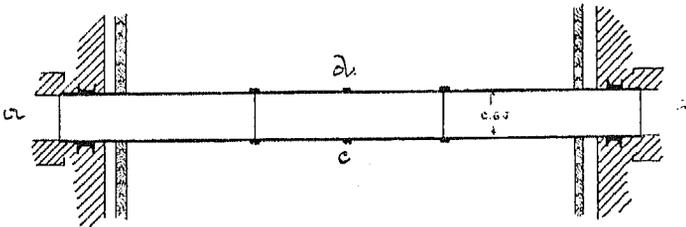
Б е р л и н ь .



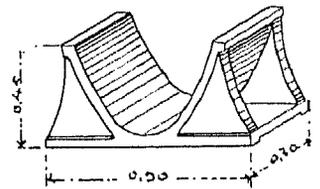
Разрѣзъ по а-в.



Разрѣзъ по с-д.



Планъ.



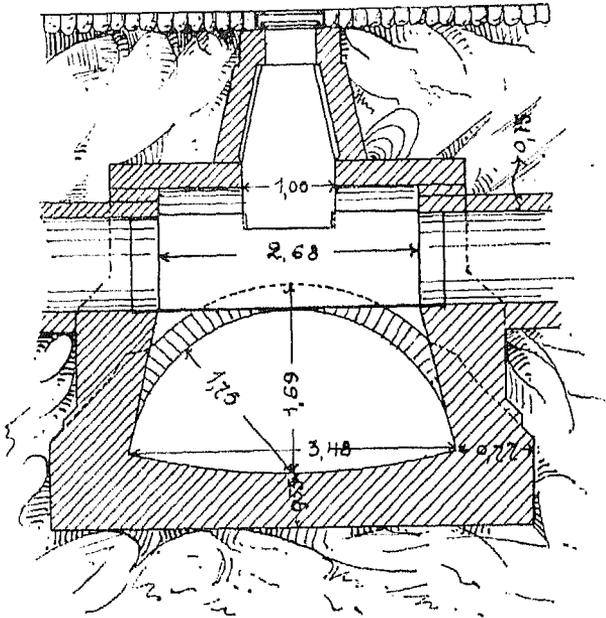
Башмакъ.

Черт. 27.

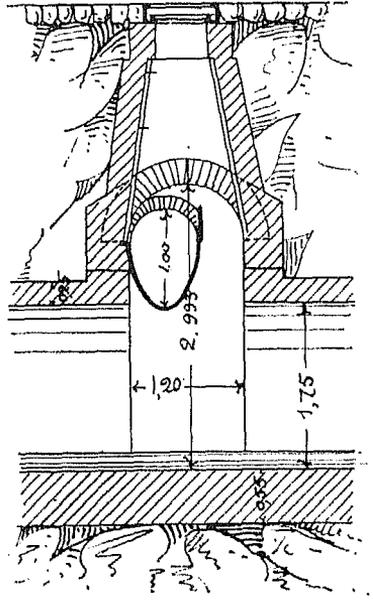
а на черт. 29—проведеніе напорной трубы подъ шлюзомъ у *Строительной академіи*.

Постройка каждаго канала производилась нѣсколькими партіями рабочихъ: одни рабочіе (землекопы) рыли траншеи, другіе (плотники) производили раскрѣповку и въ случаѣ надобности забивали шпунтовья стѣнки, третьи (каменщики) укладывали готовую часть подошвы; потомъ одинъ рабочій укладывалъ направляющій рядъ подошвы, послѣ

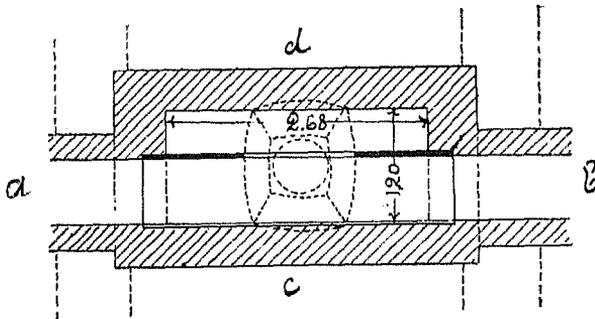
Берлинъ.



Разрѣзъ по а-в.



Разрѣзъ по с-д.



Планъ.

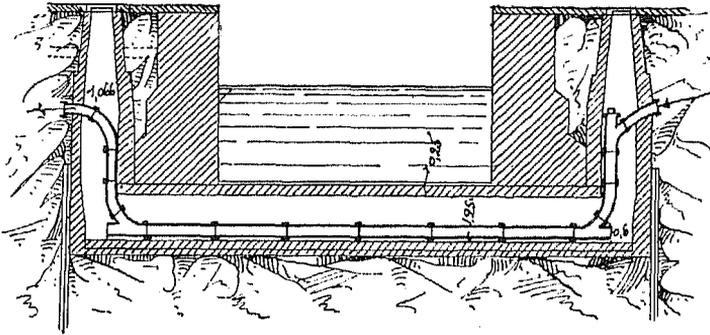
Черт. 28.

чего уже слѣдовали каменщики, клавшіе подопву, толщиною въ $\frac{1}{2}$ кирпича, боковыя стѣнки и своды.

При кладкѣ боковыхъ стѣнъ черезъ каждыя 5 м. ставились кружалныя ребра, между которыми кладка производилась по шнуру. Своды каналовъ сдѣланы изъ двухъ концентрическихъ колецъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича каждое и лишь нѣкоторые каналы, высотой въ 0,9 м., покрыты сводами въ $\frac{1}{2}$ кирпича, а своды нѣкоторыхъ ливневодоу большихъ размѣровъ сдѣланы въ 3 кольца; кладка сводовъ производилась по сплошной опалубкѣ, черт. 16.

Для удобства и облегчения работ и ускорения укладки нижняя часть канала—подошва, приготовлялась изъ горизонтальных рядовъ кирпича на сторогѣ, на особомъ столбѣ, *черт. 30*, или формовалась изъ бетона кусками, длиною до 0,8 м. и толщиною до 15 см. Кирпичъ употреблялся лекальный—для кладки подошвы одинъ сортъ (*№ 4*), для

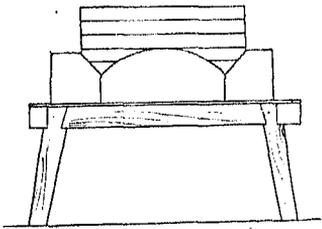
Б е р л и н ь .



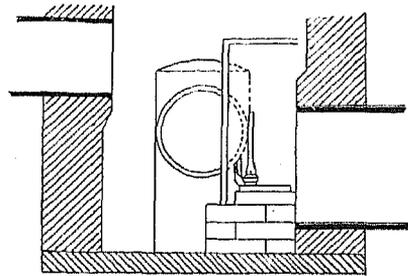
Черт. 29.

боковыхъ стѣнъ 2 сорта (*№№ 2 и 3*) и для сводовъ одинъ сортъ (*№ 1*), *черт. 16*. Вся кладка производилась на цементномъ растворѣ 1:3 и 1:4. По окончаніи кладки каналы снаружи обмазывали слоемъ

Б е р л и н ь .



Черт. 30.



Черт. 31. Визирный колодезь.

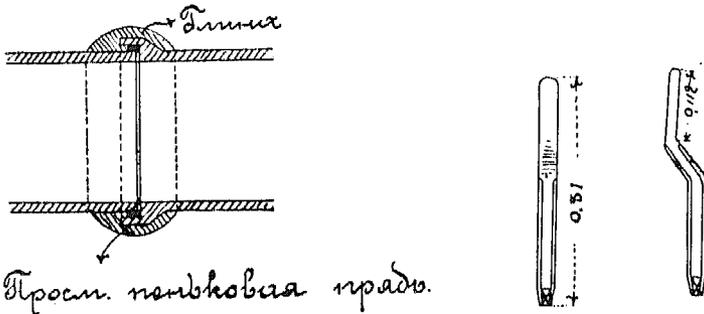
цементнаго раствора, толщиною въ 1 см., внутри же послѣ спятія кружалъ и опалубки расшивали швы. Послѣ этого уже производили засыпку траншей и возобновляли мостовую.

Не менѣе вниманія обращалось и на укладку штейнгутовыхъ трубъ (каналовъ).

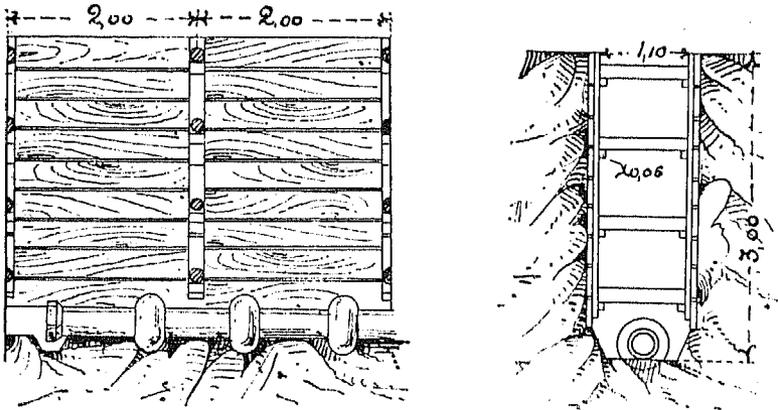
Траншеи для этихъ трубъ вырывались землекопами не на всю глубину, а не доходя до дна на 10 см., каковую выемку производили

уже сами укладчики трубъ, чѣмъ достигалось то, что трубы всегда лежали на грунтѣ.

По вырытіи извѣстнаго участка траншеи дѣлали смотровые колодцы, а потомъ производили укладку каналовъ между двумя законченными колодцами, начиная отъ нижняго.



Черт. 32. Деталь соединенія.



Черт. 33 Укладка штейнгутовыхъ трубъ.

Для того чтобы рабочіе во время работъ не ошибались въ направленіи и уклонѣ трубъ, въ верхнемъ колодцѣ, противъ центра трубы, зажигалась лампа съ рефлекторомъ, черт. 31.

Соединеніе отдѣльныхъ трубъ раньше производилось забивкою смоляною веревкою и обмазкою жирной синей глиной, черт. 32. Теперь для соединенія употребляютъ уже асфальтовую замазку.

На чер. 33 показанъ способъ укрѣпленія траншеи при укладкѣ штейнгутовыхъ трубъ.

Во время укладки, какъ въ кирпичные каналы, такъ и въ штейнгу-
товья трубы, съ боковъ и сверху задѣлывали отростки для будущихъ
домовыхъ отвѣтвленій, дождевыхъ пріемниковъ и водосточныхъ трубъ.

Всѣ эти работы, за исключеніемъ рытья траншей и укрѣпленія
ихъ стѣнокъ, производились хозяйственнымъ способомъ.

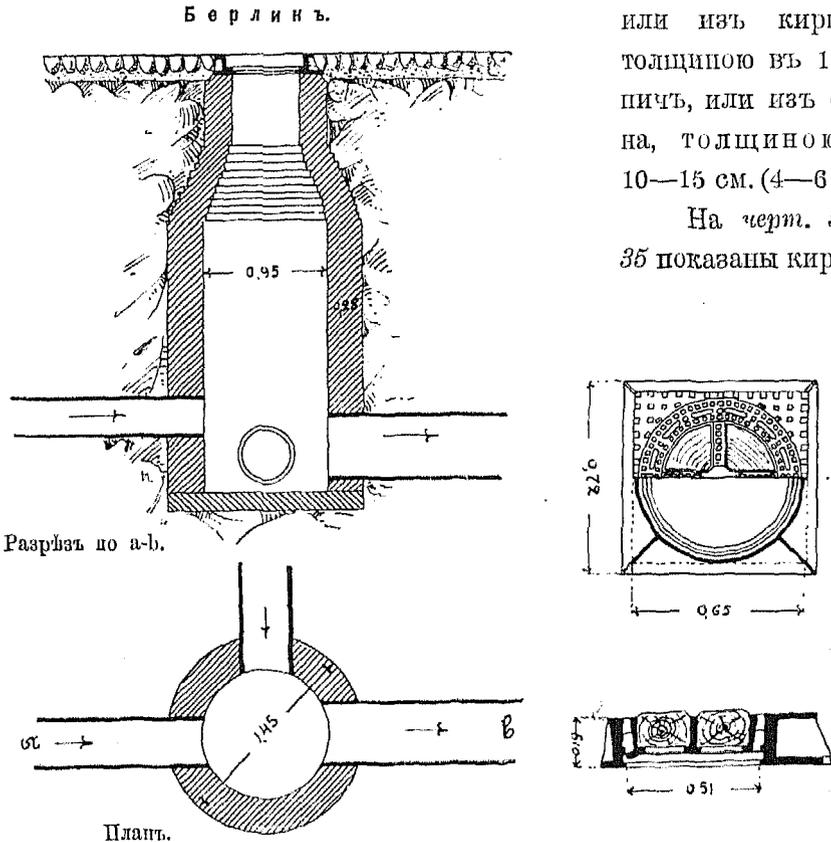
7) Смотровые колодцы.

Для осмотра, очистки и промывки каналовъ устраиваютъ смотро-
вые колодцы.

Колодцы эти обыкновенно помѣщаютъ надъ самыми каналами
и дѣлаютъ ихъ квадратнаго (1,1 м.) или оvoidальнаго сѣченія (1,1 на
0,9 м.). Дѣлаются они

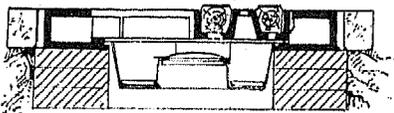
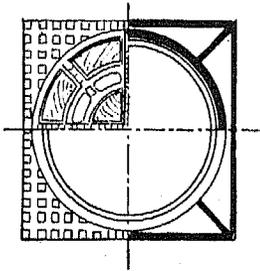
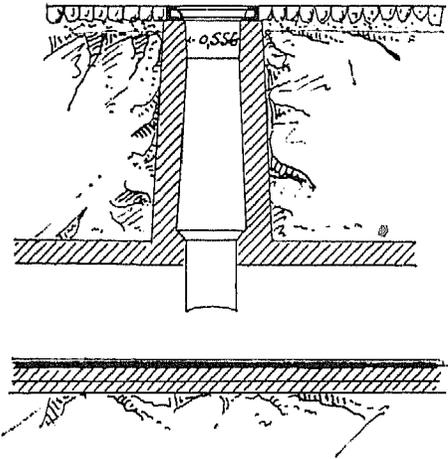
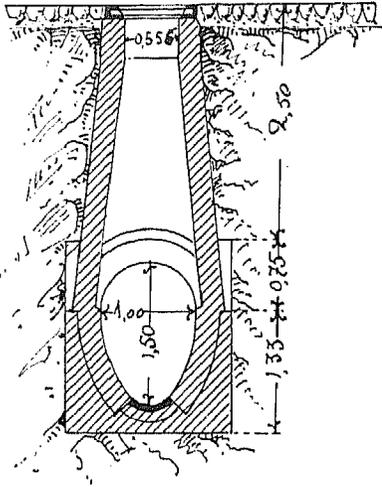
или изъ кирпича,
толщиною въ 1 кир-
пичъ, или изъ бето-
на, толщиною въ
10—15 см. (4—6 дм.).

На черт. 34 и
35 показаны кирпич-



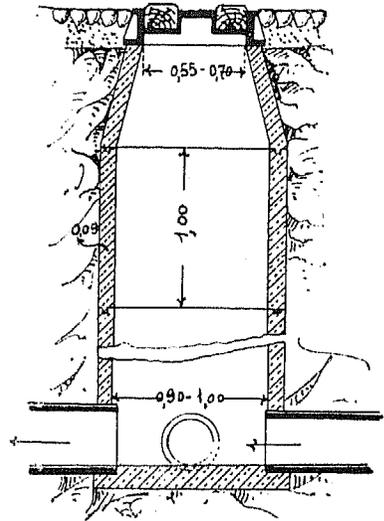
ные, а на черт. 36 и 37 бетонные колодцы, применяемые при ка-
нализации въ разныхъ городахъ.

Шарлоттенбургъ.

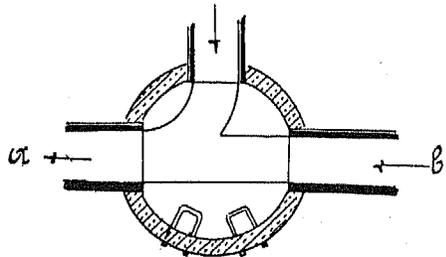


Черт. 35.

При малыхъ каналахъ, круглыхъ и яйцевидныхъ, въ колодцахъ обыкновенно помѣщаютъ задвижки и клапаны для промывки этихъ каналовъ, черт. 38 и 39. При большихъ же каналахъ и на улицахъ съ значительною ѣздой, колодцы эти часто помѣщаютъ въ сторонѣ и тогда съ каналами ихъ соединяютъ особыми галереями, черт. 40; при этомъ



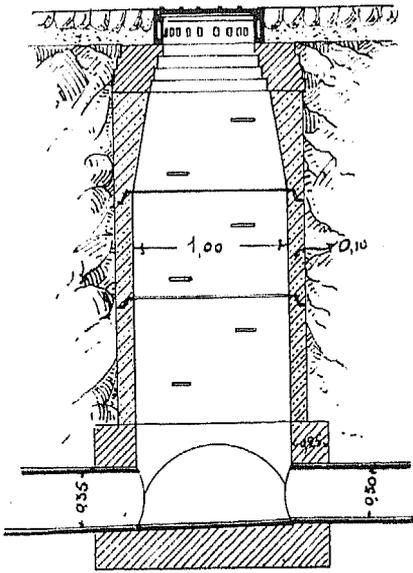
Разрѣзъ по а-б.



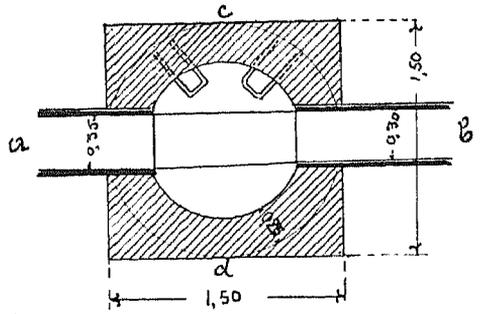
Планъ.

Черт. 36.

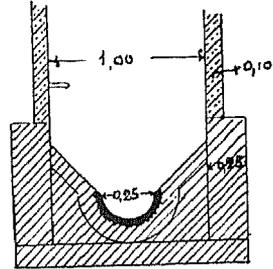
Бреславль.



Разрѣзъ по а-б.

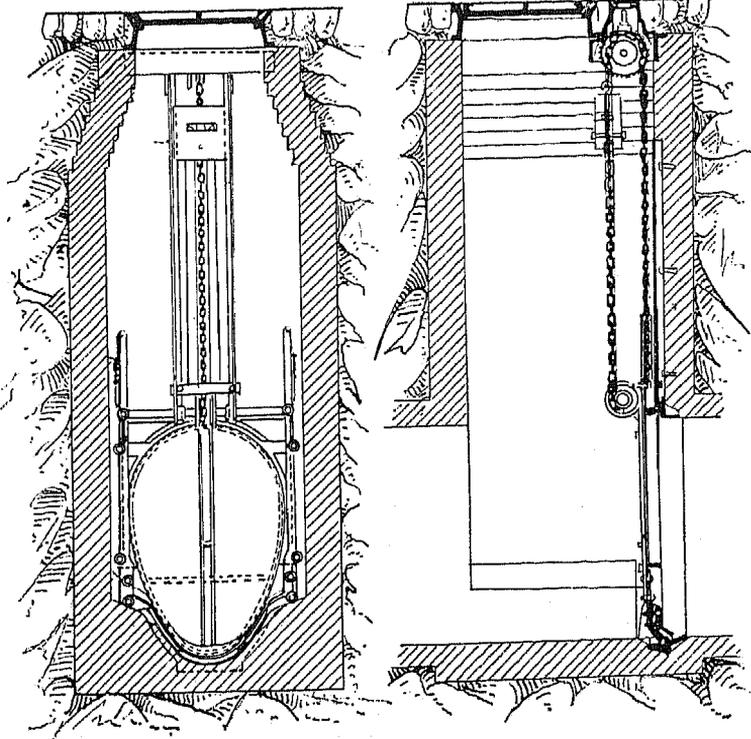


Планъ.



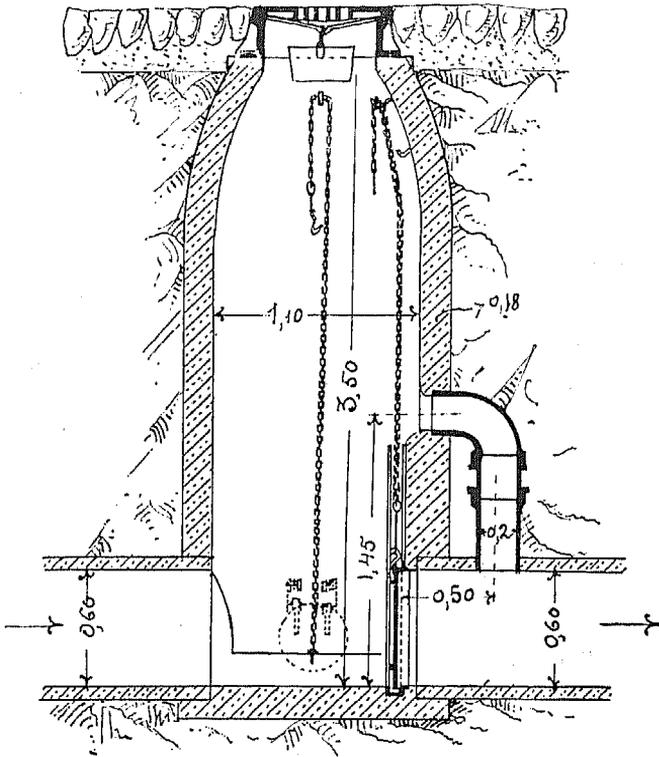
Разрѣзъ по с-д.

Черт. 37.

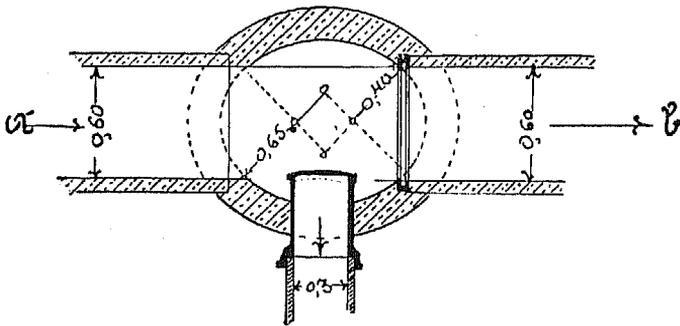


Черт. 38. Сист. Гейгера.

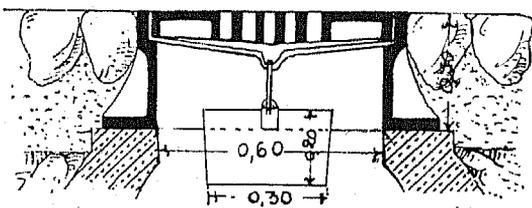
Ц ю р и х ъ .



Разрѣзъ по а-б.



Планъ.

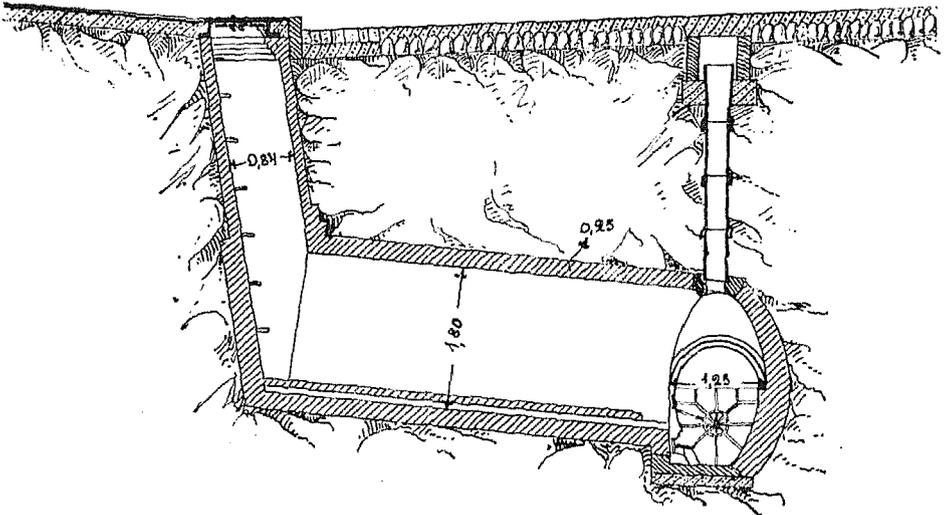


Черт. 89.

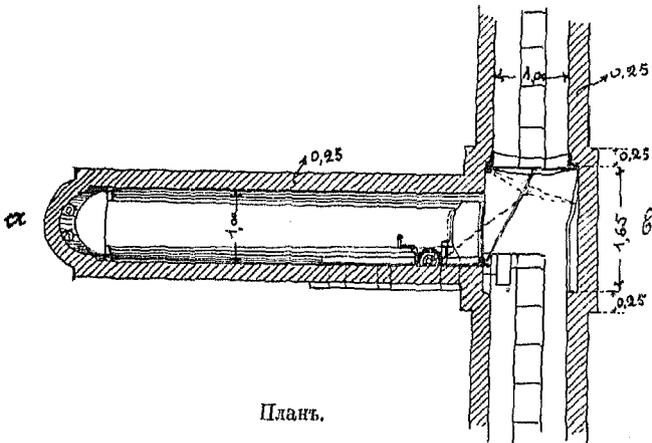
промывныя приспособленія обыкновенно помѣщаются въ особомъ расширеніи надъ каналами.

Если уклонъ мѣстности очень великъ, то смотровые колодцы нужно дѣлать съ переносами; такіе колодцы показаны на черт. 41 и 42.

Ш т у т г а р т ь .



Разрѣзъ по а-в.

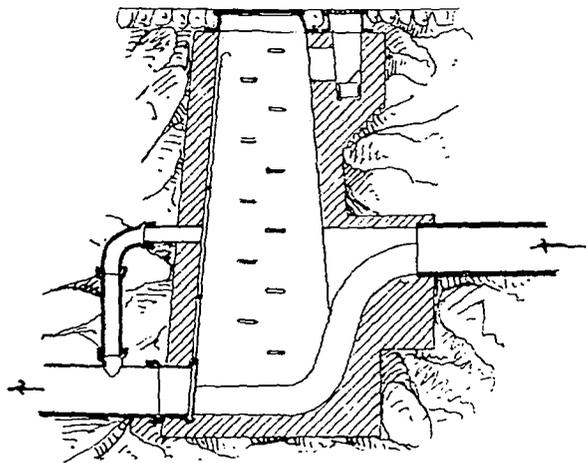


Планъ.

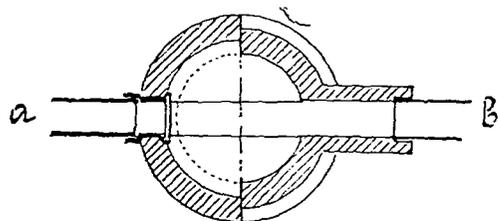
Черт. 40.

Для опусканія въ смотровые колодцы въ ихъ стѣнки вдѣлываютъ желѣзныя скобы, сверху же ихъ закрываютъ съѣмными чугуными крышками—лазами, съ продушинами для прохода воздуха. Къ этимъ крышкамъ часто прикрѣпляются особыя ведра, для задержанія проникающей черезъ продушины уличной пыли.

Висбадень.



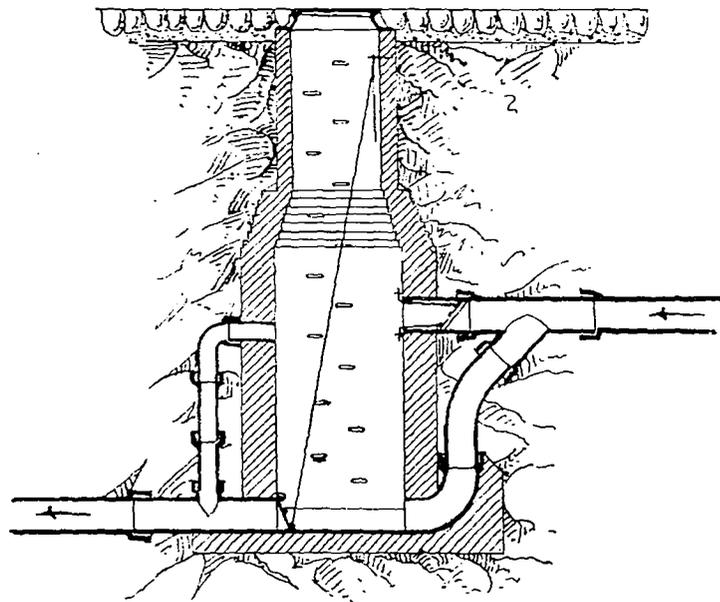
Разрѣзь по а-в.



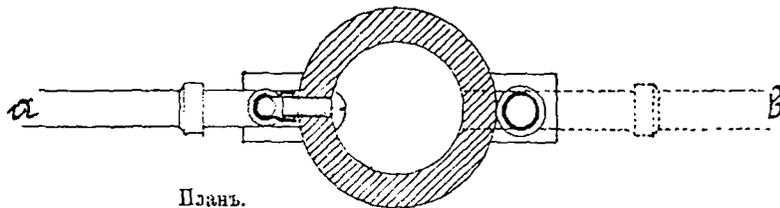
Планъ.

Черт. 41.

Американскій типъ.



Разрѣзь по а-в.

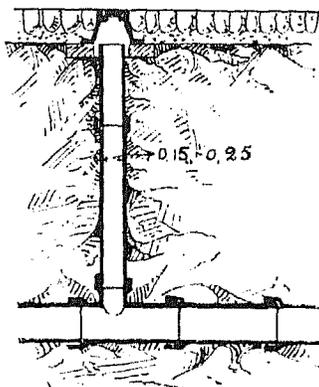


Планъ.

Черт. 42.

Колодцы эти на трубахъ и малыхъ каналахъ располагають черезъ 60—80 м., на большихъ же, доступныхъ осмотру, черезъ 100—150 м. Кроме того, ихъ располагають на пересѣченіяхъ уличныхъ каналовъ и во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ каналъ мѣняетъ свое направленіе, уклонъ или сѣченіе.

На малыхъ каналахъ изъ экономіи иногда вмѣсто колодцевъ ста-



Черт. 43.

вать вертикальныя трубы, діаметромъ въ 20 см. (8 дм.), *черт. 43*. Въ эти послѣднія во время осмотра опускають лампы, которыя освѣщаютъ каналы. Однако примѣненіе этихъ ламповыхъ колодцевъ затрудняетъ очистку каналовъ, особенно при засореніи ихъ.

8) Дождевые приѣмники.

При общесплавной канализаціи для приѣма атмосферной воды устраивають на улицахъ и площадяхъ особые колодцы прямоугольнаго, круглаго или овоидальнаго сѣченія съ рѣшетками.

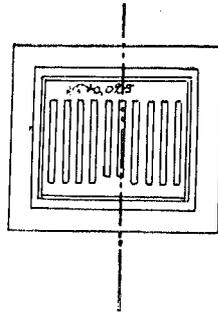
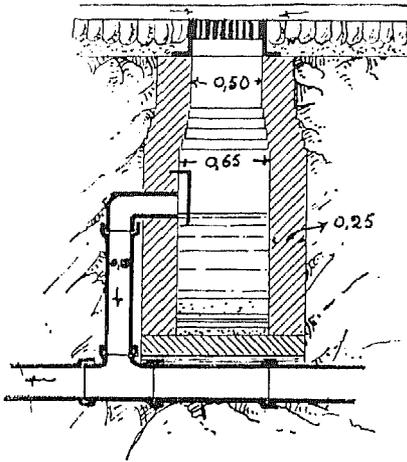
Колодцы эти дѣлають изъ кирпича, толщиною въ 1 кирпичъ, изъ бетона, толщиною въ 8—10 см. (3—4 дм.), или изъ штейнгута и располагають подъ ринштокami съ обѣихъ сторонъ улицы въ шахматномъ порядкѣ.

На *черт. 44, 45, 46, 47, 48 и 49* (новѣйшій типъ) показаны колодцы, устроенные при канализаціи въ разныхъ городахъ.

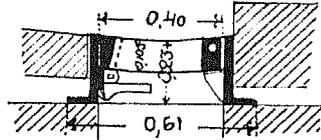
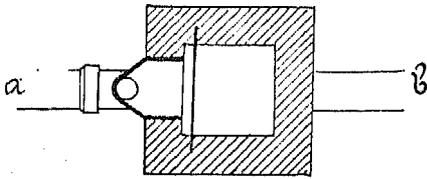
Разстояніе между двумя колодцами на каждомъ ринштокѣ берется отъ 30 до 50 м.; вообще, они располагаются такъ, чтобы площадь стока на каждый колодезь была не болѣе 800 кв. м.

Чтобы въ колодцы не попадали крупныя тѣла и при томъ не за-

Б е р л и н њ.



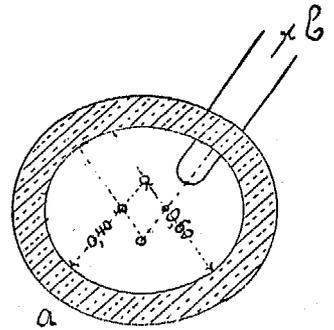
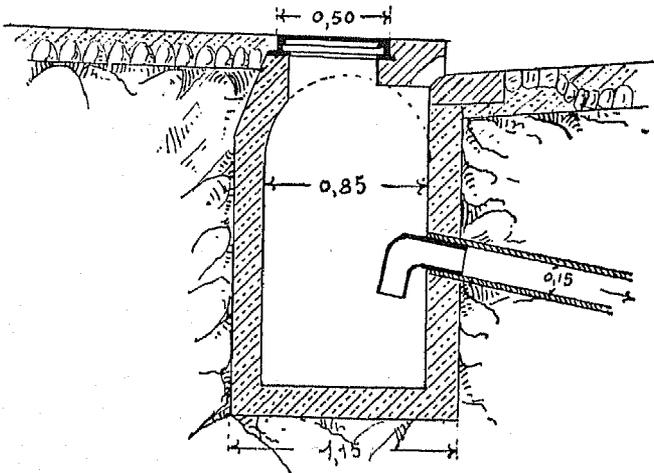
Разрѣзъ по а-б.



Планъ.

Черт. 44.

Ц ю р и х њ.



Разрѣзъ по а-б.

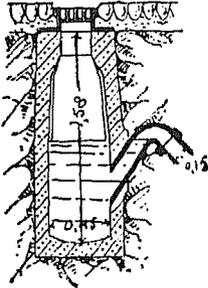
Планъ.

Черт. 45.

держивался стокъ уличной воды, рѣшетки на колодцахъ дѣлають съ прозорами около 2,5 см. (1 дм.).

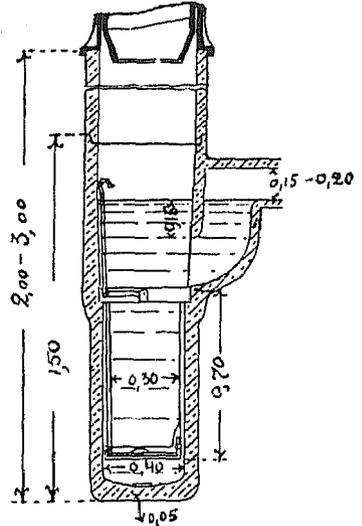
Съ уличными каналами колодцы соединяются посредствомъ штебнгутовыхъ трубъ, діаметромъ въ 15 см. (6 дм.) Присоединеніе это производится подъ прямымъ угломъ (съ закругленіемъ конца вдоль тече-

Висбаденъ.



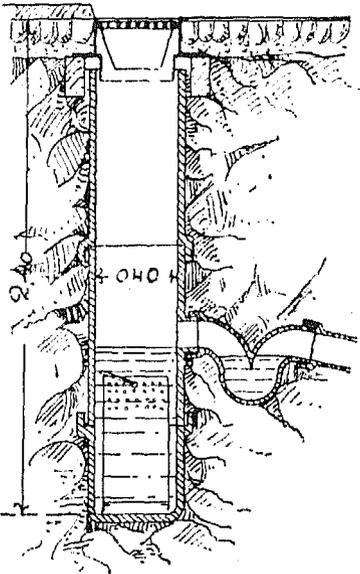
Черт. 46.

Карлсруэ.

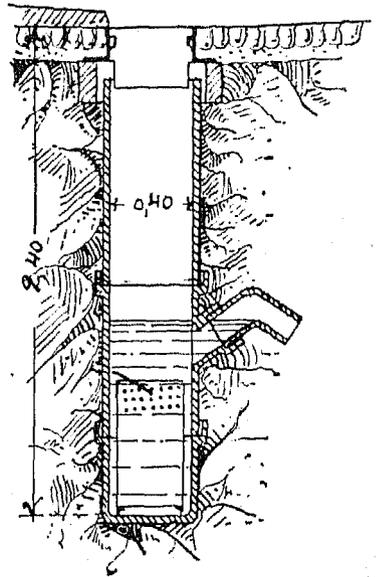


Черт. 47.

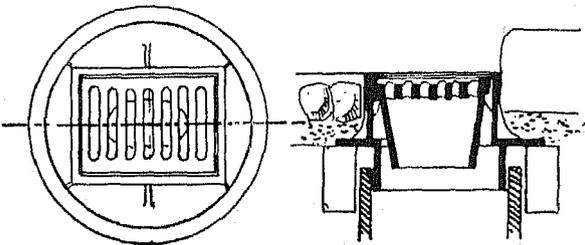
Франкфуртъ н/М.



Франкфуртъ на/М.



Черт. 49



Черт. 48.

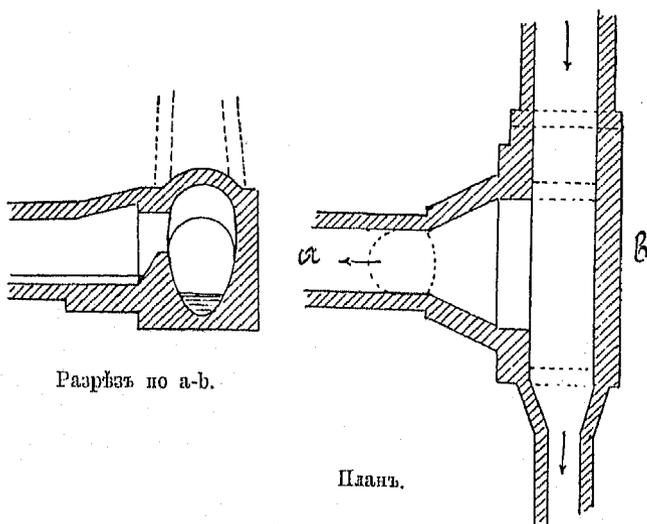
нія) или подь острымъ угломъ въ 60° на высотѣ нормальнаго потока или немного выше. Для этого въ уличныя каналы во время укладки ихъ задѣлываютъ особыя штейнгутовые или бетонныя отростки—патрубки.

Чтобы черезъ соединительныя трубы запахъ изъ сѣти не пропикалъ въ колодцы, а изъ этихъ послѣднихъ на улицу, трубы около колодца или въ послѣднемъ снабжаютъ водяными затворами, которые должны находиться ниже глубины замерзающаго грунта.

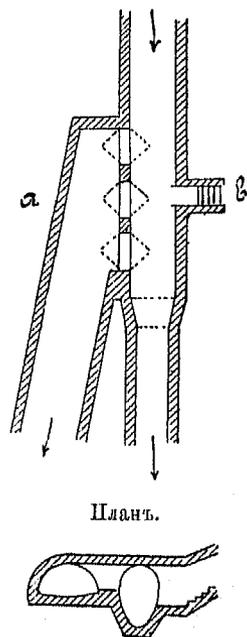
Въ колодцы обыкновенно ставятъ ведра изъ оцинкованнаго желѣза (толщиною въ 1—2 мм.), въ которыхъ осаждается песокъ и др. тяжелыя вещества, и ихъ періодически очищаютъ.

9) Ливнеспуски.

Если-бы при общесплавной канализаціи разсчитать все каналы и на ливни, бывающіе всего нѣсколько разъ въ году и продолжающіеся обыкновенно очень недолго, то каналамъ пришлось бы придать огромныя размѣры, что крайне увеличало бы стоимость устройства сѣти. Поэтому, если городъ пересѣкается рѣкою или таковая протекаетъ вблизи его, устраиваютъ въ подходящихъ мѣстахъ въ каналахъ или колодцахъ особыя продолговатыя отверстія—ливнеспуски, отъ которыхъ идутъ отводные каналы — ливневоды, кратчайшимъ путемъ въ рѣку, *черт. 50 и 51.*



Черт. 50.



Разрѣзъ по а-б.

Черт. 51.

Ливнеспуски имѣють цѣлью отводить изъ каналовъ воду значительныхъ дождей ближайшимъ путемъ въ рѣку. Для этого дождевые воды должны настолько разжижать ¹⁾ хозяйственные воды и экскременты, съ которыми онѣ двигаются въ каналахъ, чтобы при спускѣ ихъ въ рѣку, еще въ чертѣ города, не произошло загрязненія послѣдней. Обыкновенно разжиженіе въ 4—5 разъ считается достаточнымъ.

При расчетѣ канализаціи въ разныхъ городахъ принято различное разжиженіе, такъ:

въ Дюссельдорфѣ	въ 2,1 разъ.
„ Кельнѣ	въ 2,2—3,5 „
„ Гамбургѣ	въ 3,4 „
„ Брауншвейгѣ	„ 3,25 „
„ Франкфуртѣ н/М.	„ 4,00 „
„ Висбаденѣ	„ 5,00 „
„ Кенигсбергѣ	„ 4,50 „
„ Хемницѣ	„ 5,00 „
„ Мюнхенѣ	„ 5,7 „
„ Фрейбургѣ	„ 3,5 „
„ Берлинѣ	„ 6,4 „
„ Эмденѣ	„ 7,0 „
„ Мюльгаузенѣ	„ 8,8 „
„ Штеттинѣ	„ 9,5 „

Ливнеспуски слѣдуетъ устроить вездѣ, гдѣ это позволяетъ близость рѣки или канала, такъ какъ воды ливней при этомъ лучше перемѣшиваются съ водами послѣдней. При этомъ ихъ надо устроить такъ, чтобы въ центрѣ города получилось большее разжиженіе, чѣмъ на окраинахъ или за городомъ.

Въ зависимости отъ степени разжиженія опредѣляютъ высоту подошвы ливнеспуска надъ подошвой канала. Дно отводнаго канала обыкновенно бываетъ ниже этой подошвы—перепада, и зависитъ отъ уровня воды въ рѣкѣ или каналѣ, куда хотятъ спустить воды. Если уровень весеннихъ водъ бываетъ очень высокъ, то ливнеспуски часто приходится располагать ниже его и въ такихъ случаяхъ ихъ весной закрываютъ особыми заслонками или поднимаютъ подошву ихъ шандорами. Простѣйшій типъ такой заслонки представляетъ желѣзный щитъ на такихъ же цѣпяхъ, подвѣшенный передъ выпускнымъ отверстіемъ ливневода и дѣйствующій автоматически. При поднятіи уровня водъ въ каналахъ щитъ послѣдними открывается, при высокомъ же

¹⁾ Разжиженіемъ называютъ отношеніе дождевыхъ водъ къ хозяйственнымъ.

уровнѣ водъ въ рѣкѣ онъ закрывается—прижимается, къ наружной стѣнкѣ выпуска. Другой типъ заслонки представляетъ задвижку, двигающуюся на зубчатой кремальерѣ. Такое временное закрытіе ливне-спусковъ не представляетъ особыхъ неудобствъ, такъ какъ во время половодья еще не бываетъ сильныхъ дождей.

Расчетъ каналовъ въ сѣти до отвѣтвленія ливневода нужно производить на отводъ хозяйственныхъ и ливневыхъ водъ; отводные же каналы рассчитываютъ на воды ливней, за вычетомъ принятаго разжиженія хозяйственныхъ водъ. Каналы ниже ливневодоовъ часто рассчитываютъ лишь на хозяйственныя воды и на принятое разжиженіе, т. е. уменьшаютъ ихъ сѣченіе; этого однако не слѣдуетъ дѣлать, и въ сѣти тогда получается извѣстный запасъ. Ливнеспуски, равно какъ и отводные каналы, дѣлаютъ обыкновенно лотковаго или какого либо другого спеціальнаго сѣченія.

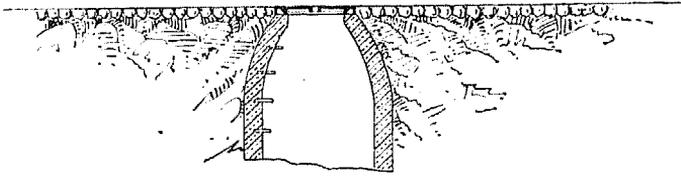
Кромѣ ливнеспусковъ, дѣйствующихъ автоматически, часто въ сѣти дѣлаютъ еще запасные выпуски, представляющіе тѣ же ливнеспуски, перепады которыхъ находятся въ уровень съ дномъ каналовъ. Перепады эти обыкновенно закрыты щитами на кремальерахъ, которые открываютъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ—порчѣ машинъ, исключительно сильныхъ ливняхъ и т. п.

Въ тѣхъ канализаціяхъ, гдѣ сточныя воды поднимаются машинами, послѣднія обыкновенно рассчитываются не на то количество воды, которое соответствуетъ принятой степени разжиженія, а на значительно меньшее.

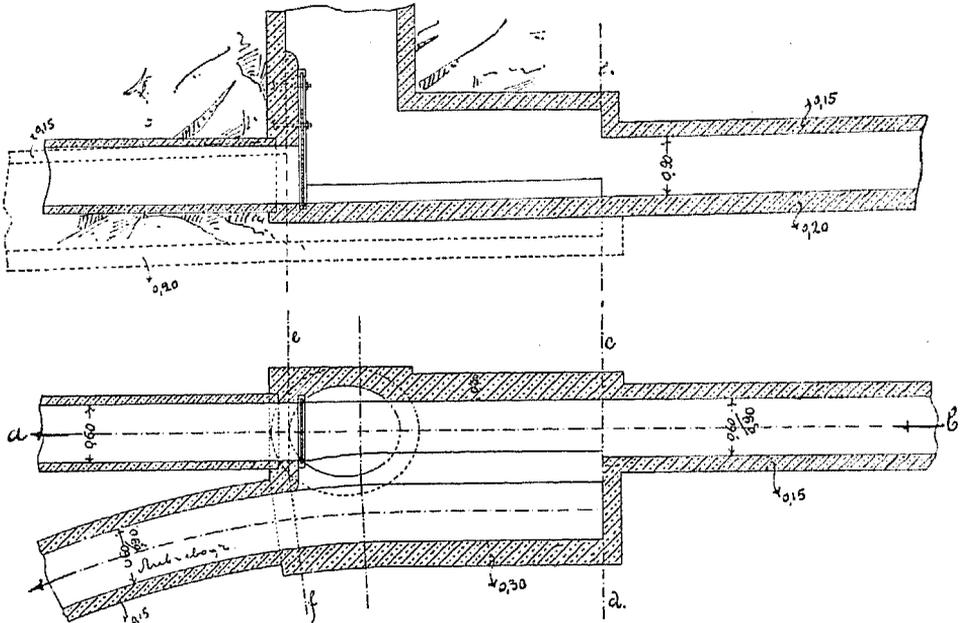
Ниже указано отношеніе дождевыхъ водъ къ хозяйственнымъ (расчетнымъ), существующее въ разныхъ городахъ въ водахъ, поднимаемыхъ машинами, такъ:

въ <i>Берлинѣ</i> оно равняется	$\frac{1,35}{1,31}$	= 1,03,
„ <i>Кенигсбергѣ</i> „	$\frac{1,5}{0,54}$	= 2,80,
„ <i>Бреславль</i> „	$\frac{5,2}{2,8}$	= 1,85,
„ <i>Штеттинѣ</i> „	$\frac{0,50}{0,56}$ и $\frac{0,75}{0,83}$	= 0,9 ,
„ <i>Данцигѣ</i> „	$\frac{4,05}{1,8}$ и $\frac{3,17}{1,41}$	= 2,25,
„ <i>Брауншвейгѣ</i> „	$\frac{1,67}{0,79}$	= 2,1 и
„ <i>Дюссельдорфѣ</i> „		= 2,00.
„ <i>Магдебургѣ</i> „		

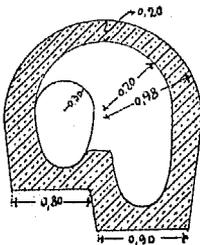
Ливнепускъ въ Цюрихѣ.



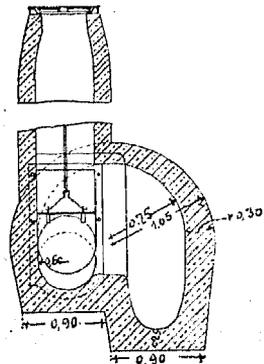
Разрѣзъ по а-в.



Планъ



Разрѣзъ по с-д.

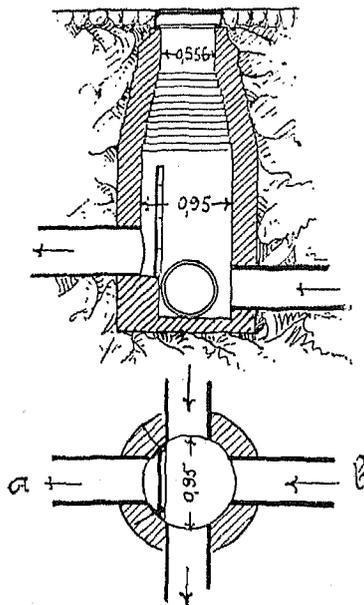


Разрѣзъ по е-ф.

На основаніи только что сказаннаго, въ концѣ главнаго канала—вблизи насосной станціи, дѣлають еще выпускъ, рассчитанный на отвод избытка разжиженной воды, который машины не въ состояніи поднять.

Несмотря однако на незначительный подъемъ водъ машинами, степень разжиженія ихъ и въ послѣднемъ выпускѣ почти достигаетъ заданной, такъ какъ расходъ хозяйственныхъ водъ нигдѣ не достигаетъ расчетнаго и, очевидно, врядъ ли когда либо достигнетъ его. Кромѣ того, въ виду значительной величины всякой канализаціонной сѣти и

Б е р л и н ъ .



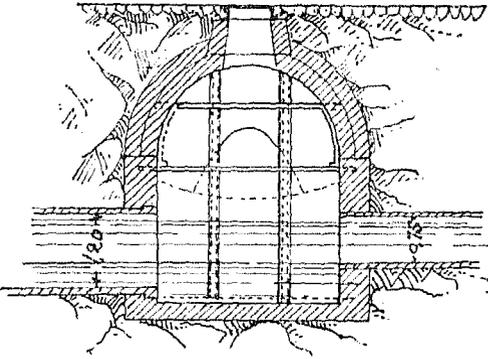
Разрѣзъ по а-в.

Черт. 53.

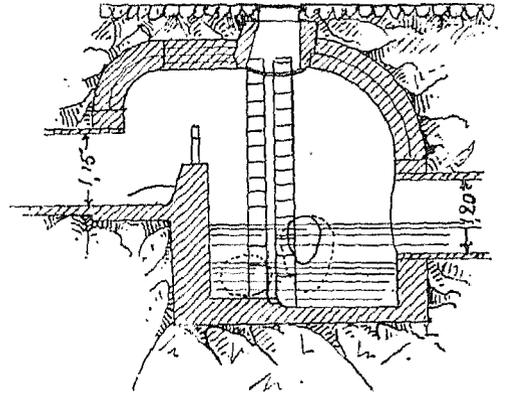
непродолжительности ливней, всѣ ливнеспуски сѣти почти никогда не дѣйствуютъ заразъ и въ одинаковой степени, такъ, въ *Берлинѣ* каждый ливнеспускъ въ году дѣйствуетъ всего отъ 15 до 20 разъ, при чемъ наибольшая работа не продолжается болѣе часа и ливнеспуски даже одной системы никогда не дѣйствуютъ всѣ вмѣстѣ.

На *черт. 52, 53 и 54* представлены ливнеспуски, устроенные при разныхъ канализаціяхъ.

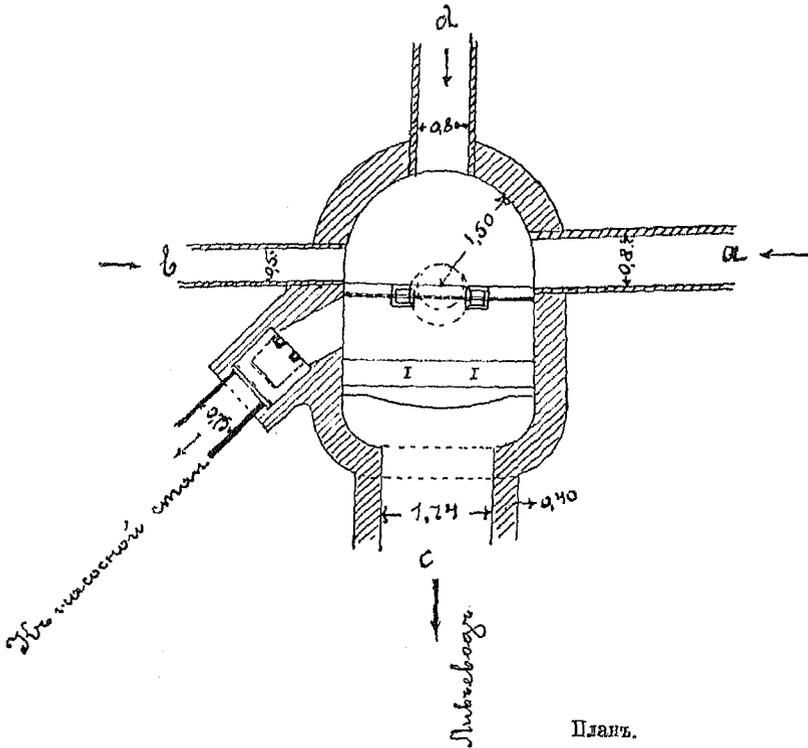
Шпандау.



Разрѣзъ по а-б.



Разрѣзъ по с-д.



Планъ.

Черт. 54.

10) Дукера.

Переходы при пересѣченіи каналомъ рѣки или оврага устраиваютъ обыкновенно подъ послѣдними въ видѣ дукера.

Для этого на обоих берегах рѣки на сточныхъ каналахъ устраиваютъ особые колодцы, между которыми проводятъ горизонтальную трубу подъ дномъ рѣки.

Одинъ или оба колодца должны быть снабжены запасными выпусками въ рѣку и приспособленіями для промывки дукера.

Иногда оба конца дукерной трубы или только начальный поднимаютъ въ видѣ плавной кривой большого радіуса.

Трубы обыкновенно берутъ діаметромъ не менѣе 25—30 см. (10—12 дм.) и дѣлаютъ изъ 1—2 см. ($\frac{3}{8}$ — $\frac{3}{4}$ дм.) желѣза клепанными, каковыя трубы отличаются упругостью. При небольшой глубинѣ и хорошемъ грунтѣ трубы можно брать чугунныя.

На *черт. 55* представленъ дукеръ *Потсдамской* канализаціи, а на *черт. 56*—*Бреславльской* канализаціи.

Дукерную трубу собираютъ на козлахъ или подмостыяхъ изъ свай а зимою на льду, испытываютъ ея непроницаемость и опускаютъ равномерно на цѣпяхъ или винтахъ въ канаву, сдѣланную черпаками въ днѣ рѣки и въ обоихъ берегахъ ея. Дукеръ въ днѣ рѣки полезно уложить въ слоѣ бетона. Для сопряженія концовъ дукера съ колодцами на обоихъ берегахъ устраиваютъ перемычки, за которыми выкачиваютъ воду, послѣ чего уже производятъ, какъ кладку колодцевъ, такъ и сопряженіе ихъ съ дукеромъ.

На *черт. 57* показана укладка дукерной трубы *Шарлоттенбургской* канализаціи.

Расходъ воды въ каналахъ, особенно при общесплавной канализаціи, въ разное время бываетъ неодинаковъ; поэтому дукера часто дѣлаютъ двойными. Во время дождя сточныя воды направляютъ по двумъ трубамъ, а въ сухую погоду, когда расходъ сильно уменьшается, во избѣжаніе образованія осадковъ въ дукерѣ отъ уменьшенія скорости теченія воды, ее направляютъ въ одну трубу, для чего отверстіе другой закрываютъ щитомъ или задвижкой.

Расчетъ дукерной трубы производится по формулѣ:

$$Q = Fv,$$

гдѣ: Q — количество воды, которое въ состояніи передать дукерная труба,

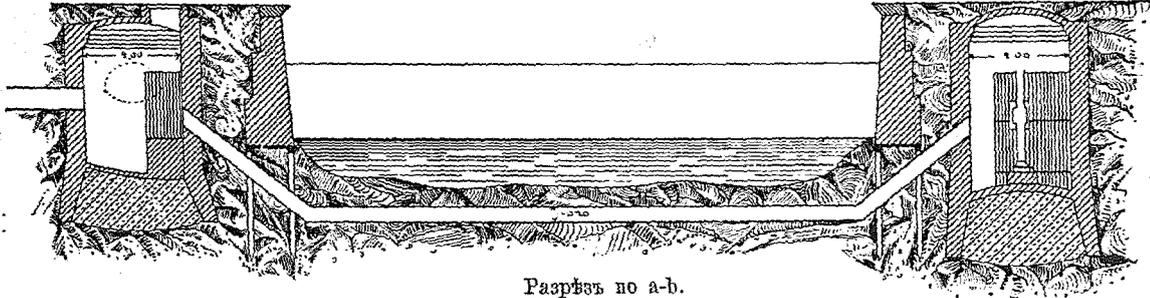
F — площадь сѣченія дукерной трубы и

v — скорость теченія воды въ дукерѣ, которая берется около 1 м.

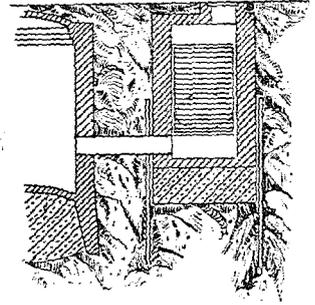
(отъ 3 до 4 ф.).

При проходѣ водъ черезъ дукеръ теряется часть напора, поэтому уровень воды въ отводной канализаціонной трубѣ по другую сторону дукера будетъ настолько ниже, насколько теряется напора. Потеря эта

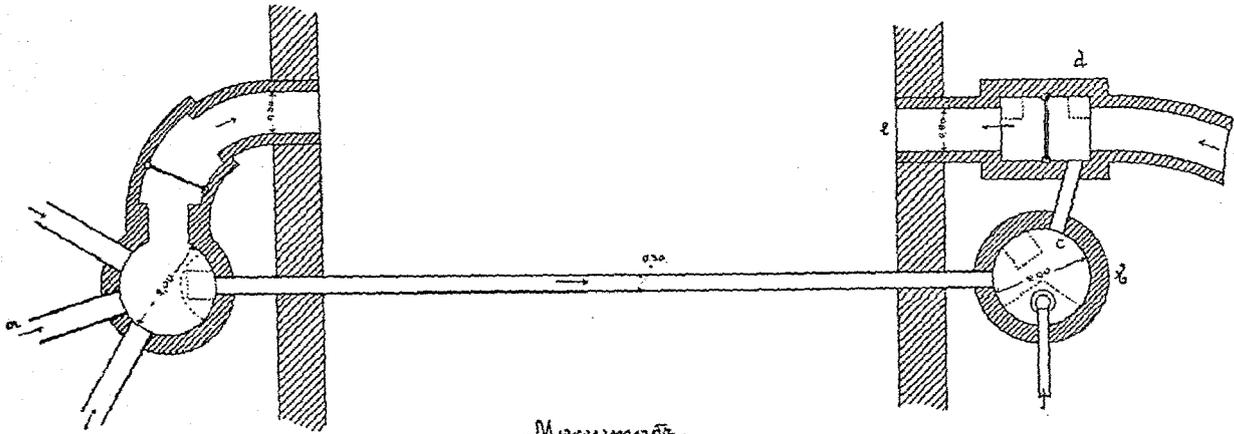
П о т с д а м ь.



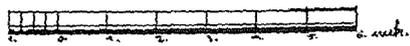
Разрѣзъ по а-в.



Разрѣзъ по с-д.

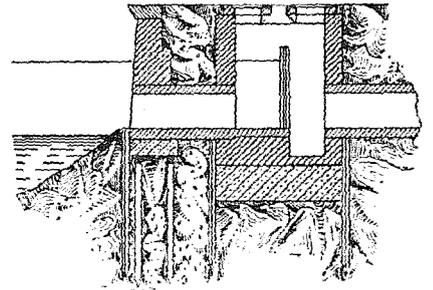


Масштабъ.



Планъ.

Черт. 55.

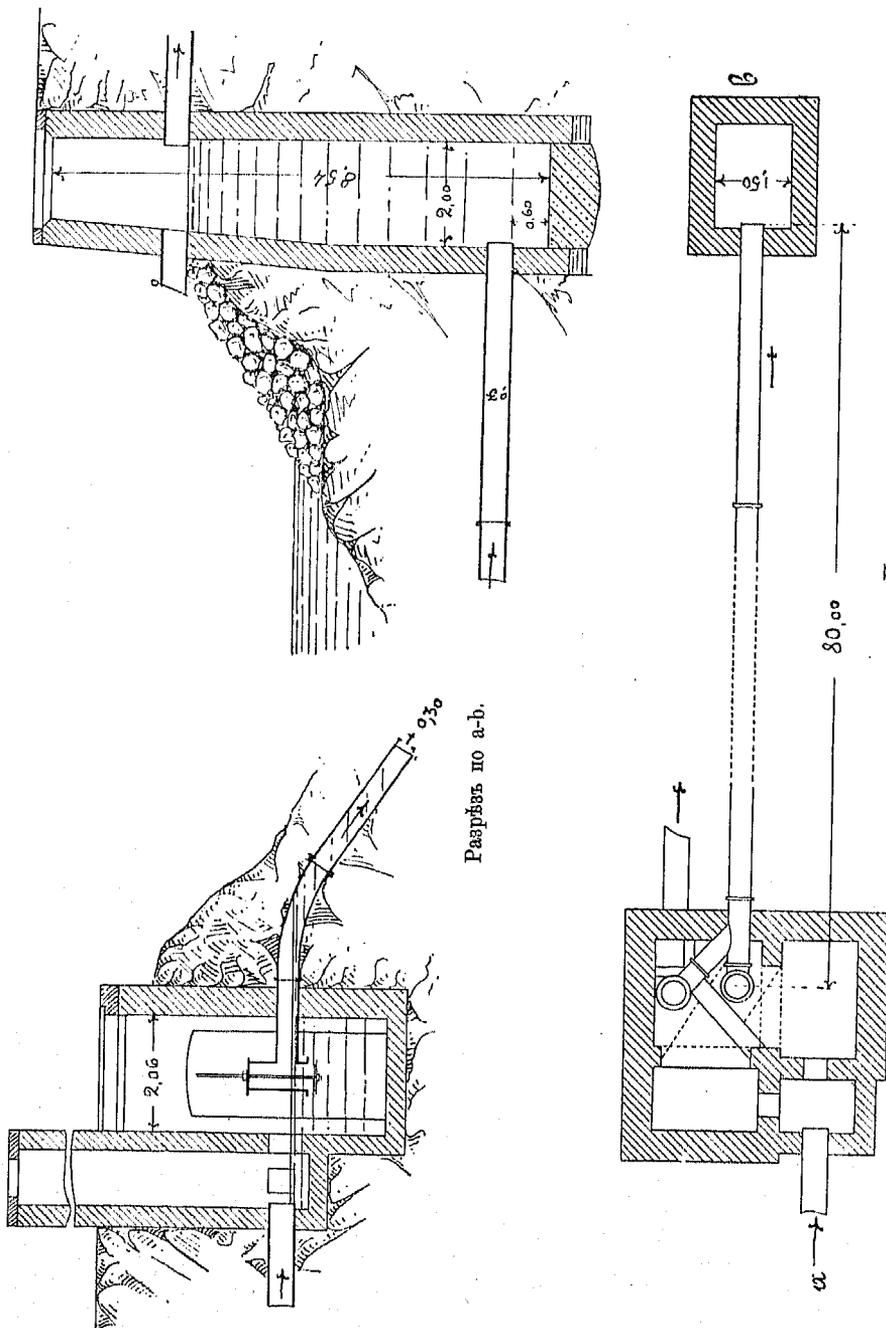


Разрѣзъ по е-г.

зависитъ отъ сопротивленія теченію при проходѣ черезъ дукеръ, отъ суженія сѣченія дукера и потери при поворотахъ.

Потерю при проходѣ по дукеру можно опредѣлить по формулѣ Шези: $v = c \sqrt{R J}$, вставивъ въ нее вмѣсто $J = \frac{H}{L}$, гдѣ, при $L = 1$, H будетъ потеря напора на единицу длины дукера.

Бреславль.

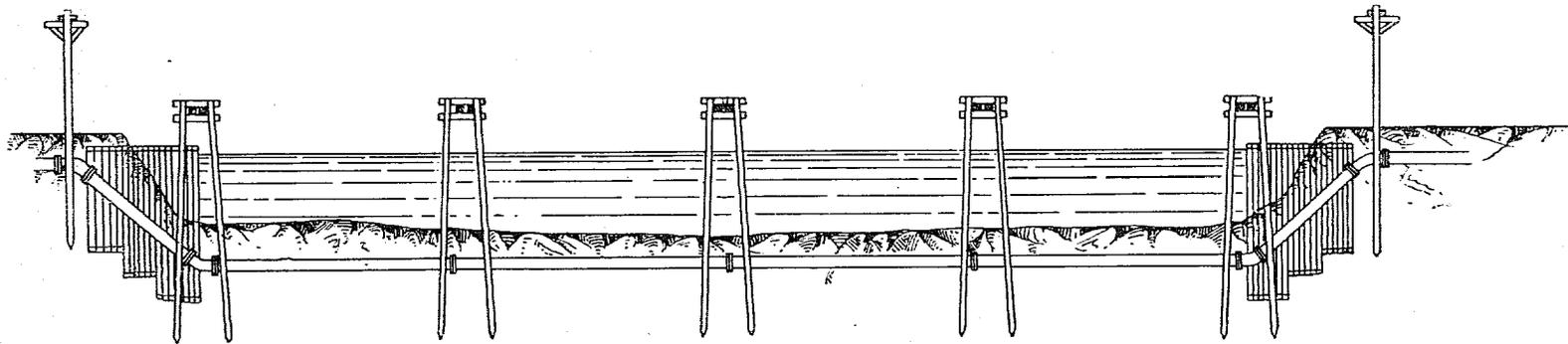


Разрѣзъ по а-в.

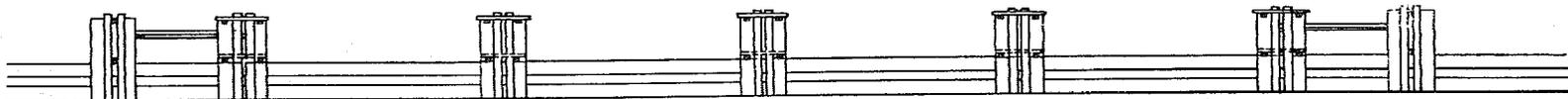
Планъ.

Черт. 56.

Шарлоттенбургъ.



Планъ



Масштабъ



Черт. 57а.

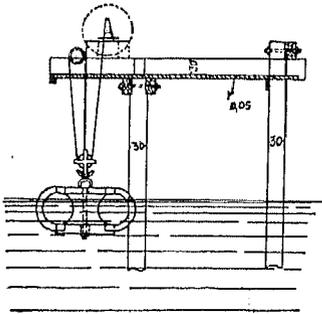
Потерю отъ суженія можно опредѣлить по формулѣ Вейсбаха:

$$h = \frac{1,5 v^2}{2q},$$

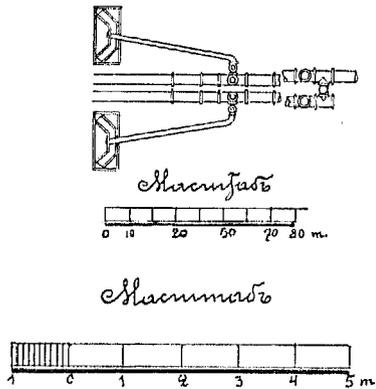
гдѣ: v — скорость теченія водъ въ дукерѣ и

q — ускореніе, для метрическихъ мѣръ = 9,8 м., а для футовыхъ мѣръ = 32,2 ф.

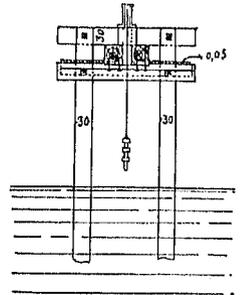
Шарлоттенбургъ.



Черт. 57b.

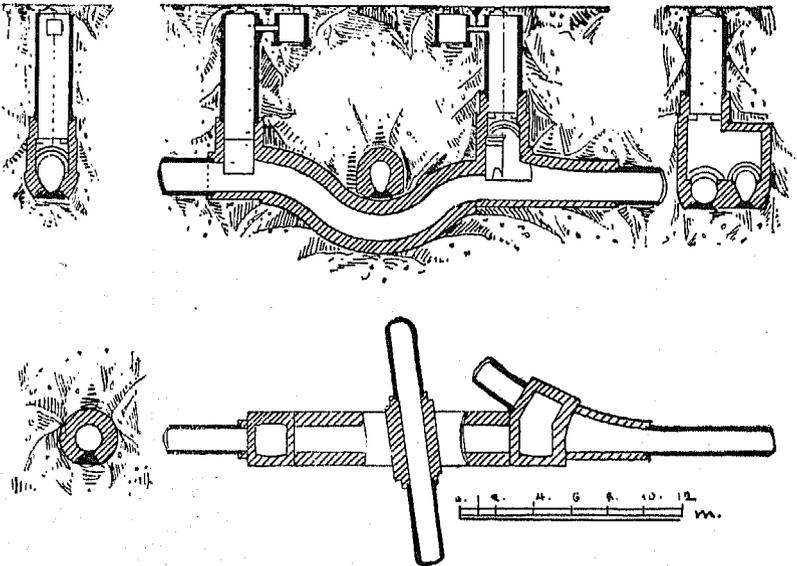


Черт. 57c.



Черт. 57d.

Франкфуртъ н/М.



Черт. 58.

Потерю, получаемую отъ поворотовъ, обыкновенно опредѣляютъ увеличеніемъ потери при теченіи и отъ суженія на 5—10%.

Иногда переходы черезъ рѣку или оврагъ устраиваютъ надъ ними въ видѣ сифона (см. ниже).

Къ дукерамъ слѣдуетъ отнести и пересѣченіе между собою водосточныхъ каналовъ, встрѣчающихся въ одной плоскости, когда одинъ каналъ приходится углубить подъ другимъ.

На *черт. 58* представлено такое пересѣченіе въ *Франкфуртской н/М.* канализаціи.

11) Устье водосточной сѣти.

Сточные воды чаще всего спускаются въ рѣки. Спускъ водъ, независимо отъ способа очистки ихъ, долженъ быть устроенъ такъ, чтобы онѣ хорошо смѣшивались съ рѣчными водами. Для этого выпускная труба должна быть уложена ниже уровня наинисшихъ водъ, продолжена до наибольшаго теченія—фарватера, и конецъ ея загнуть по направленію теченія.

Спускъ обыкновенно дѣлаютъ изъ чугунныхъ или желѣзныхъ клепаныхъ трубъ, при чемъ конецъ его, если нельзя ожидать поврежденія его, иногда дѣлаютъ деревяннымъ.

При устройствѣ спуска должно быть обращено особое вниманіе на то, чтобы весеннія воды не подпирали сточныхъ водъ въ каналахъ.

На *черт. 59* представленъ выпускъ водъ *Кельнской* канализаціи: въ обыкновенное время воды выходятъ по пониженной круглой трубѣ въ русло р. *Рейнъ*, во время же большихъ ливней онѣ открываютъ висячую дверку и выходятъ внаружу по большому каналу. По этому же типу устроены выпуски въ *Мюнхенъ*, *Базель* и др. городахъ.

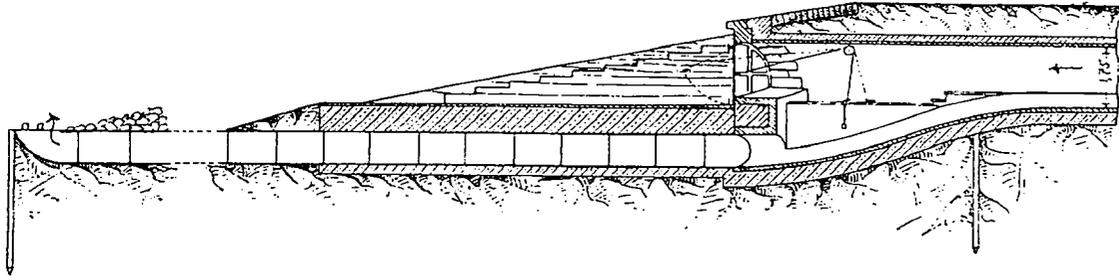
На *черт. 96* виденъ выпускъ водъ съ очистной станціи въ *Галль*, а на *черт. 99 и 100*—таковой съ очистной станціи въ *Нейштадтъ*.

При спускѣ водъ въ море выпускъ также долженъ быть достаточно далеко отнесенъ отъ берега и устроенъ возможно глубоко, такъ чтобы сточныя воды успѣли перемѣшаться съ морскою водою и не возвращались къ берегу во время приливовъ, при этомъ, разумѣется, сточныя воды должны быть надлежаще очищены отъ всѣхъ взвѣшенныхъ и плавающихъ веществъ и т. п.

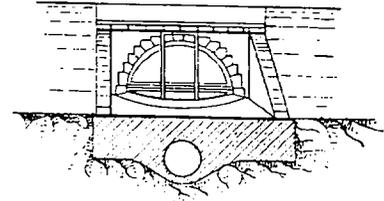
12) Вентиляція сѣти.

При постройкѣ канализаціи особое вниманіе надо обращать на устройство вентиляціи каналовъ, такъ какъ, несмотря на промывку, въ нихъ на стѣнкахъ могутъ образоваться осажденія грязи, которыя,

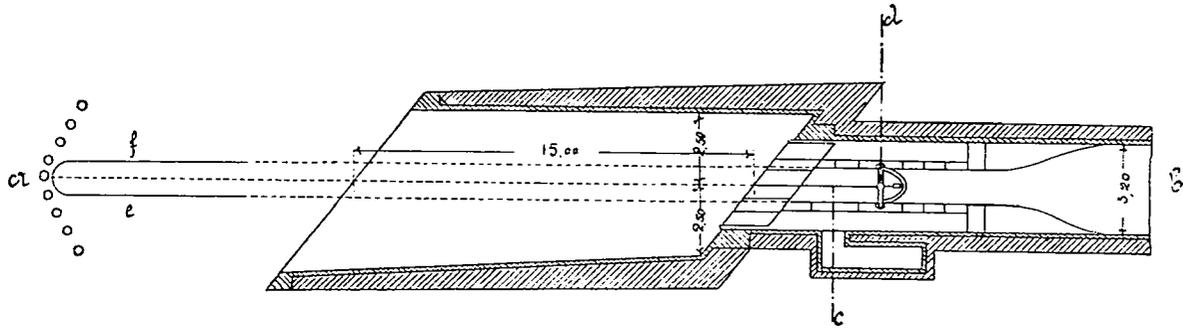
К е л ь н ь .



Разрѣзь по а-в.

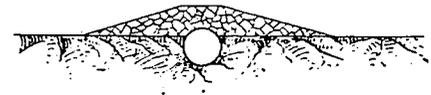
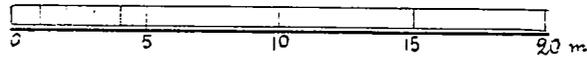


Разрѣзь по с-д.



Масштабъ

Планъ.



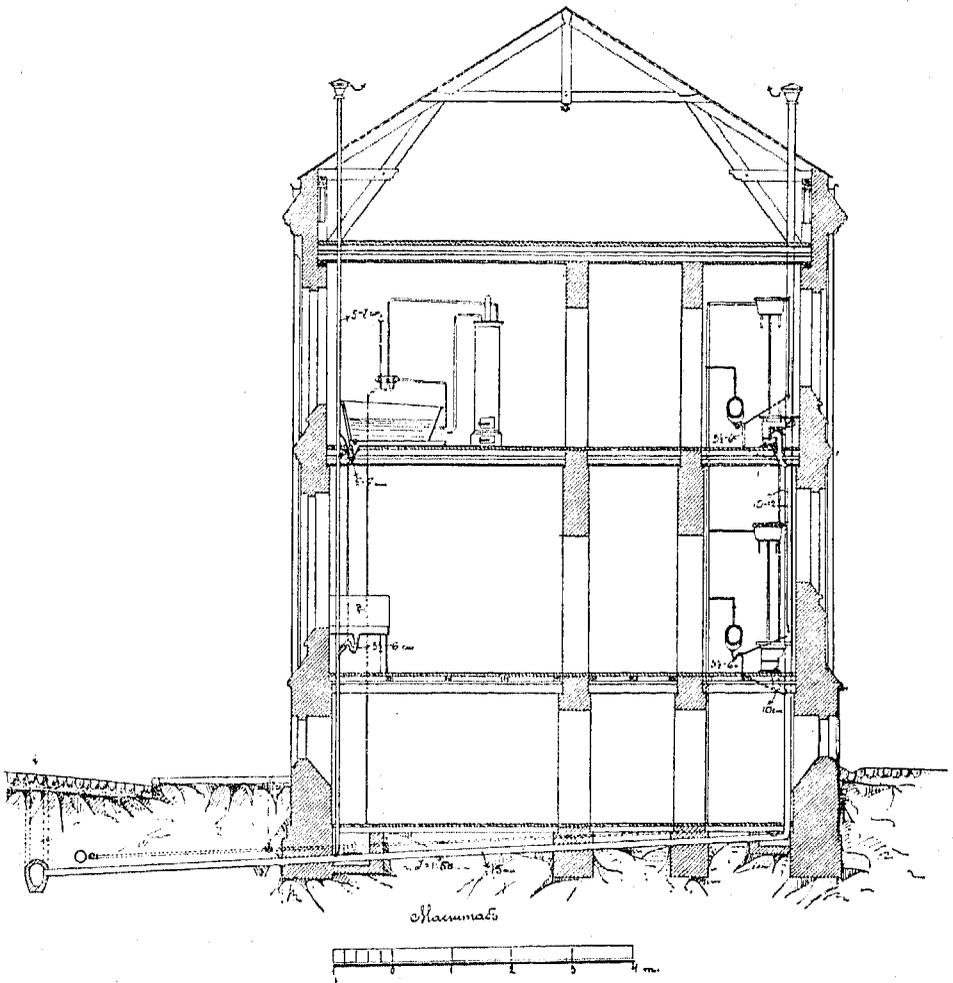
Разрѣзь по е-ф.

Черт. 59.

разлагаясь, будутъ издавать зловоніе, могущее черезъ домовыя отвѣтвленія проникнуть въ жилыя помѣщенія и вредно дѣйствовать на лицъ, производящихъ очистку каналовъ.

Вентиляція каналовъ основана на естественной разницѣ температуры снаружи и въ каналахъ. Вслѣдствіе этой разницы воздухъ изъ

Домовая канализація.



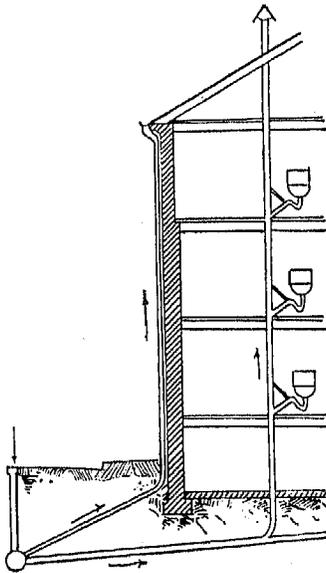
Черт. 60.

каналовъ, какъ болѣе теплый (легкій), поднимается вверхъ, а на его мѣсто входитъ свѣжій воздухъ.

Свѣжій воздухъ притекаетъ въ уличныя каналы черезъ рѣшетчатыя крышки смотровыхъ и ламповыхъ колодцевъ, если же эти послѣднія сдѣланы сплошными, то воздухъ при общесплавной канализа-

ціи входить через водосточныя трубы, а при раздѣльной канализаціи устраиваютъ для этого особыя трубы, поднимающіяся надъ троттуарами въ видѣ фонарныхъ столбовъ или тумбъ.

Для извлеченія же воздуха изъ каналовъ пользуются стояками и отводными трубами домовой канализаціи, которыя поѣтому въ уличную канализацію должны входить прямо — безъ всякихъ затворовъ, и въ домѣ подниматься выше крыши. Для того же, чтобы воздухъ изъ каналовъ не проникалъ черезъ стояки въ жилыя помещенія, послѣдніе отъ всѣхъ домовыхъ приѣмниковъ должны быть отдѣлены сифонами, *черт. 60.*

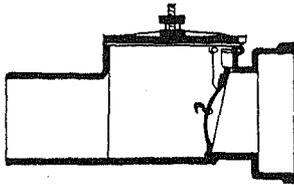


Черт. 61.

При общесплавной канализаціи для вытяжки воздуха пользуются еще иногда водосточными трубами, входящими въ уличные каналы въ вершинѣ ихъ (шелыгѣ) также безъ сифоновъ, *черт. 61.* Водосточными трубами можно однако воспользоваться лишь тогда, когда онѣ оканчиваются выше оконъ близлежащихъ домовъ. При раздѣльной канализаціи, гдѣ водосточныя трубы не входятъ въ уличные каналы, иногда устраиваютъ въ помощь домовымъ стоякамъ специальныя вентиляціонныя трубы, выводимыя по фасаду домовъ выше крышъ. Если возможно, то уличные каналы соединяютъ съ заводскими (дымовыми) трубами или устраиваютъ специальныя высокія отдѣльно стоящія вентиляціонныя трубы—*Франкфуртъ н/М.*

Если всё домовые приёмники, через которые въ стояки поступают нечистоты, отъ нихъ отдѣлены надлежащими сифонами, то домовую канализацію отъ уличной сѣти уже нѣтъ надобности отдѣлять сифонами или какими либо затворами ¹⁾.

Въ *Берлинѣ* и *Шарлоттенбургѣ* въ ревизіонныхъ ящикахъ, отдѣляющихъ домовую канализацію отъ уличной, сдѣланы крышки, не позволяющія водамъ ливней проникать въ домовую канализацію *черт. 62*. Крышки эти однако препятствуютъ правильной вентиляціи уличныхъ каналовъ черезъ стояки, почему ихъ, какъ въ *Берлинѣ*, такъ и въ *Шарлоттенбургѣ*, теперь дѣлаютъ лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ можно ожидать подпора воды изъ уличной сѣти.



Черт. 62.

Мнѣше о вредѣ канализаціонныхъ газовъ, основанное на опытахъ со старыми каналами, теперь рѣдко кѣмъ еще поддерживается, и проф. *Эрисманъ*, напр., говоритъ: „При правильной вентиляціи современныхъ водостоконъ, содержащійся въ нихъ воздухъ въ химическомъ отношеніи немногимъ отличается отъ атмосфернаго воздуха, а въ бактериологическомъ — оказывается чище уличнаго воздуха въ городахъ или замкнутого воздуха жилыхъ помѣщеній; патогенныхъ микробовъ въ этомъ воздухѣ до сихъ поръ найдено не было“.

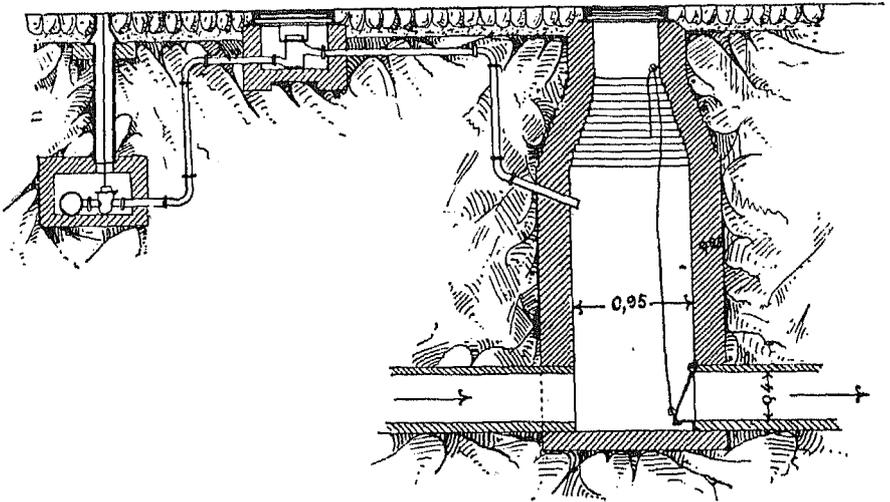
13) Промывка и очистка каналовъ (эксплоатація сѣти).

Для содержанія канализаціонной сѣти въ удовлетворительномъ состояніи за нею нуженъ постоянный уходъ, такъ какъ даже въ хорошо устроенной канализаціи, вслѣдствіе постояннаго измѣненія уровня воды въ каналахъ и недостаточности уклоновъ, въ нихъ осаждаются грязь и твердые вещества, которыя можно удалить лишь усиленною промывкою и очисткою.

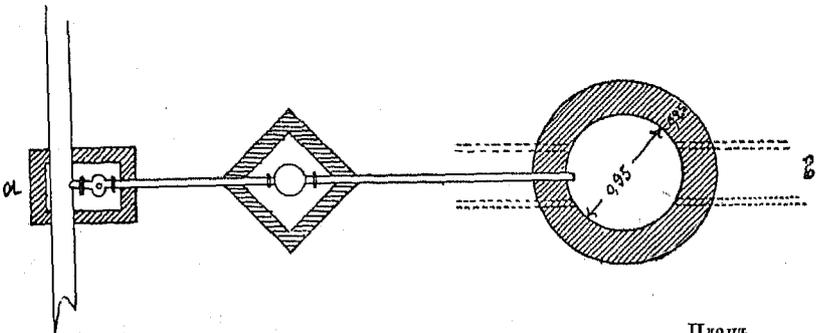
¹⁾ Отдѣленіе домовой канализаціи отъ уличной встрѣчается еще въ *Англіи* и *Франціи*.

Промывку обыкновенно производятъ сточными же водами. Для этого въ малыхъ каналахъ примѣняютъ пробки или задвижки, а въ большихъ—особыя дверки, которыми и подпираютъ воды въ вышележащихъ каналахъ. При скоромъ открываніи этихъ задвижекъ или

Шарлотенбургъ.



Разрѣзъ по а-б.



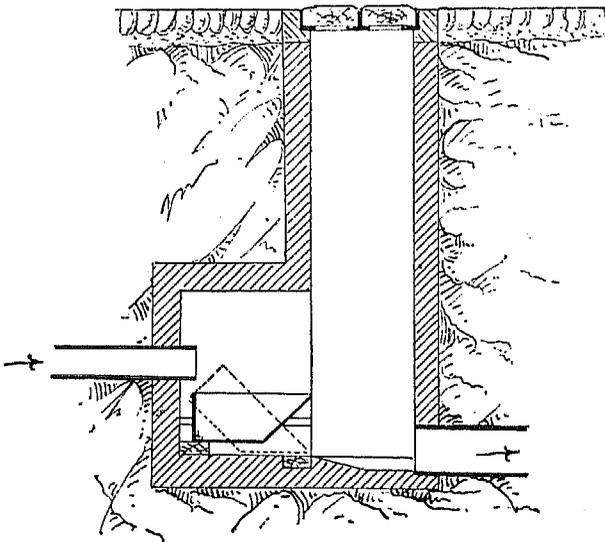
Планъ.

Черт. 63.

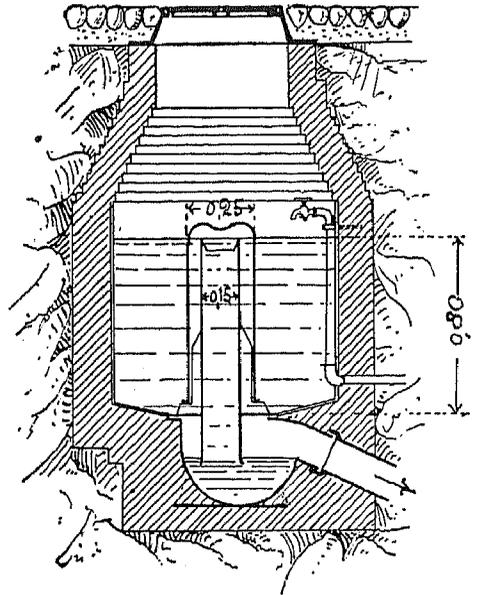
дверокъ вся масса воды сразу устремляется въ нижележащій каналъ и промываетъ его. Для небольшихъ каналовъ и трубъ промывныя приспособленія помѣщаютъ въ смотровыхъ колодцахъ, для большихъ же—въ особыхъ камерахъ, *черт. 38, 39 и 40*. Задвижки эти и дверки размѣщаютъ по всей сѣти.

Часто для промывки уличныхъ трубъ и небольшихъ каналовъ, особенно при раздѣльной канализаціи, употребляютъ воду изъ водопровода. Въ такихъ случаяхъ для наполненія водою смотровые колодцы соединяютъ трубою съ водопроводомъ, *черт. 63*, чаще же наполненіе ихъ производятъ резиновыми рукавами изъ пожарныхъ крановъ. Для промывки каналовъ, если возможно, пользуются также водами изъ естественныхъ водоемовъ — *Мюнхенъ, Цюрихъ и др.*, сточными водами заводовъ или водами вышележащихъ системъ канализаціи — *Франкфуртъ н/М.*

Воду для промывки иногда собираютъ въ особые промывные ко-



Черт. 64.



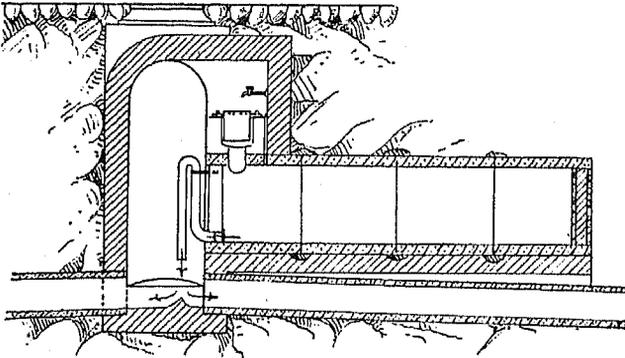
Черт. 65.

лодцы съ сифонами или танками, опорожненіе которыхъ происходитъ автоматически.

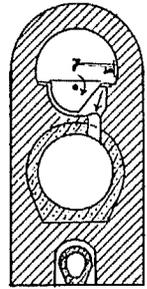
На *черт. 64* представленъ простѣйшій типъ такого автоматическаго промывателя, состоящій изъ вращающагося на горизонтальной оси сосуда, который при наполненіи опрокидывается, при чемъ содержимое выливается, послѣ чего онъ снова принимаетъ свое первоначальное положеніе. На *черт. 65* показанъ колодезь съ сифономъ *Фильди* улучшенной системы. По мѣрѣ наполненія колодца водою, она поднимается также въ промежуткѣ между вертикальною трубою и колоколомъ, такъ что воздухъ подъ колоколомъ сжимается и прорываетъ

нижній затворъ, отчего вода между трубами поднимается выше, чѣмъ она стоитъ въ колодецѣ. Такое подниманіе происходитъ нѣсколько разъ, пока вода въ колодецѣ не поднимется до верха внутренней трубы, послѣ чего она, поднимаясь, ударяетъ въ верхъ колокола, падаетъ внизъ, прорываетъ затворъ и, такъ какъ вода начинаетъ падать полнымъ съченіемъ, устанавливается сифонъ, дѣйствующій до тѣхъ поръ,

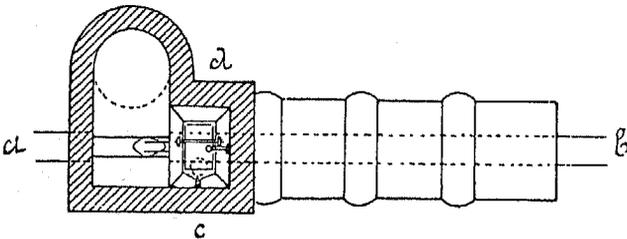
Висбаденъ.



Разрѣзъ по а-б.



Разрѣзъ по с-д.



Планъ.

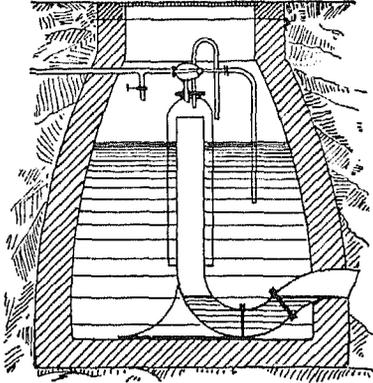
Черт. 66а.

пока не выльется вся вода изъ колодца. На черт. 66а представлено сочетаніе опрокидывающагося сосуда и сифона, примѣняемое въ Висбаденѣ. Посредствомъ этого сосуда происходитъ наполненіе особаго резервуара, который послѣ наполненія опорожняется сифономъ.

На черт. 66б, показанъ промывной аппаратъ *Кульца*, состоящій изъ сифона, инжектора и особой колѣнчатой трубки изъ сифона въ колодезь. Промывка производится водопроводною водою, которая въ колодезь идетъ черезъ инжекторъ; при этомъ изъ сифона вытягивается воздухъ. Вначалѣ воздухъ подъ сифономъ возобновляется черезъ колѣнчатую трубку, до тѣхъ поръ пока промывная вода въ колодецѣ

не закроетъ концы ея; послѣ этого начинается разжиженіе воздуха подѣ сифономъ и дѣйствіе его. Такіе промыватели поставлены въ *Карлсбадѣ* и нѣкоторыхъ другихъ городахъ, гдѣ дѣйствуютъ очень успѣшно.

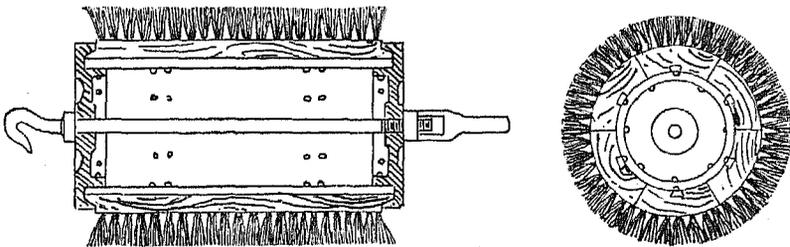
Карлсбадъ.



Черт. 66b.

Лѣтомъ промывку каналовъ, особенно малыхъ, производятъ, приблизительно, черезъ каждыя двѣ недѣли—*Шарлоттенбургѣ*, *Бреславль* и др. Въ *Ланго*, при раздѣльной канализаціи, малые каналы промываютъ водою изъ водопровода раза 4 въ годъ.

Берлинъ.



Черт. 67.

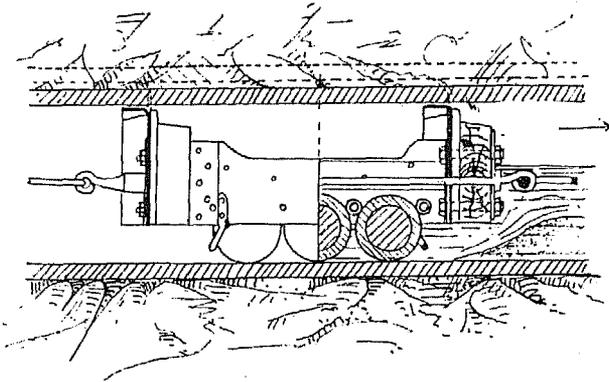
Вообще, на надлежащую промывку, особенно глухихъ концовъ малыхъ каналовъ, слѣдуетъ обращать должное вниманіе. Лучше всего въ такихъ концахъ ставить небольшіе промывные колодцы (емкостью около 1,5 куб. м.) съ сифонами *Фильда* или какой либо другой системы, которые автоматически наполнялись-бы разъ въ день водою изъ водопровода и выливались.

Кромѣ періодически производимой промывки съѣти, отдѣльные каналы нужно очищать, а большіе каналы и всѣ механическія при-

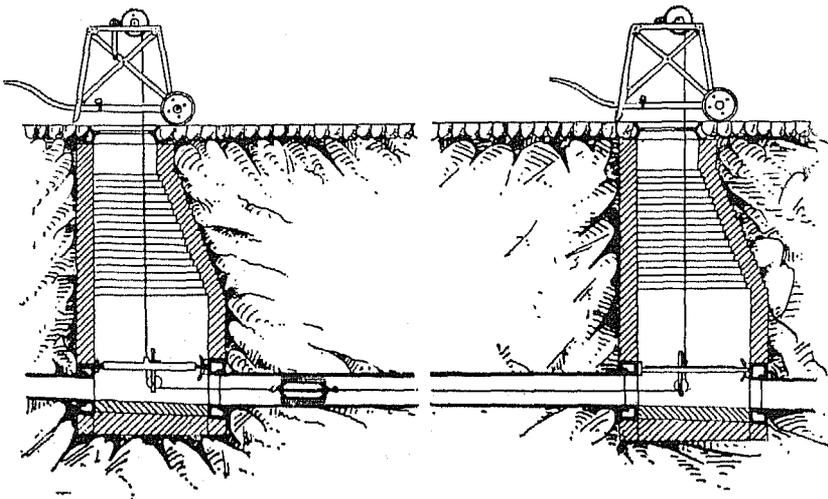
способленія время отъ времени должны осматриваться, а задвижки и дверки смазываться.

Для очистки малыхъ каналовъ ¹⁾ употребляются щетки, *черт. 67*, или особья телѣжки (собачки), *черт. 68*, которыя протягиваютъ веревками между отдѣльными участками трубъ, часто помощью особыхъ

Берлинъ.



Черт. 68.



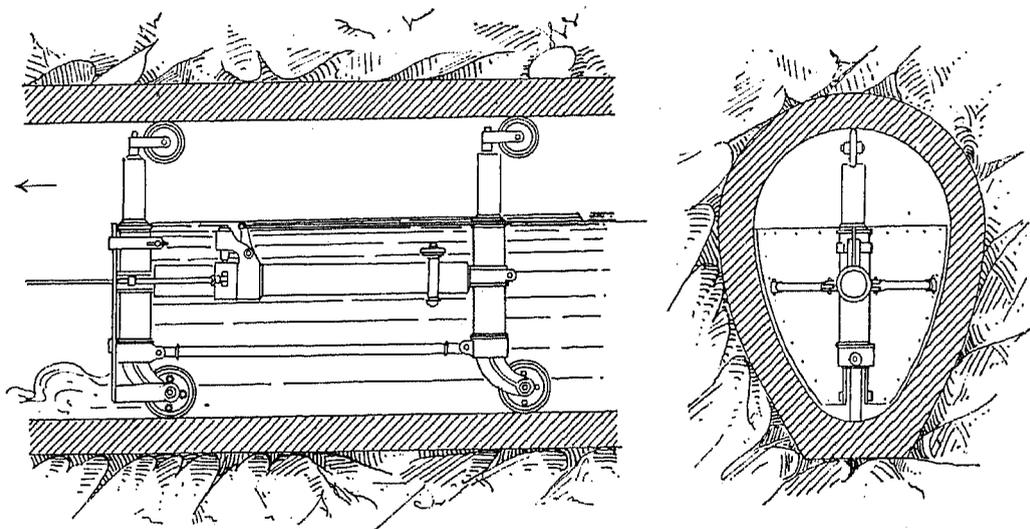
Черт. 69. Система Гейгера.

станковъ на колесахъ, *черт. 69*. Для чистки же большихъ каналовъ употребляются досчатые щиты на роликахъ, приводимые въ движеніе

¹⁾ При устройствѣ канализациі отдѣльныхъ усадебъ, больницъ или фабрикъ иногда про- дѣлаютъ въ трубы, между отдѣльными колодцами, мѣдныя проволоки, движеніемъ которыхъ осадки въ трубахъ разрыхляются и облегчается ихъ сплавъ при промывкѣ.

напоромъ самихъ сточныхъ водъ ¹⁾, *черт. 70*. Малые, недоступные осмотру, каналы иногда засариваются или закупориваются настолько, что черезъ нихъ нельзя протянуть веревки отъ щетки; въ такихъ случаяхъ для очистки пользуются длинными гибкими тростниковыми палками или составными (навинчиваемыми) желѣзными трубками, изъ которыхъ первая снабжена рѣзакомъ. Этими приспособленіями однако можно пользоваться лишь тогда, если засореніе произошло вблизи смотрового колодца, въ противномъ случаѣ приходится это мѣсто откопать. При правильномъ уходѣ за сѣтью и періодической промывкѣ случаи такого засоренія однако бываютъ рѣдко.

Берлинъ.



Черт. 70.

Вебра въ дождевыхъ пріемникахъ также должны періодически очищаться, особенно поелѣ большихъ дождей, наносящихъ въ колодцы съ улицъ и площадей много песка и мусора.

Въ *Берлинѣ*, гдѣ на промывку, очистку и, вообще, уходъ за канализаціею—сѣтью, обращено должное вниманіе, она производится слѣдующимъ образомъ:

Въ каждой изъ 12 системъ имѣется отъ 2 до 4 десятниковъ, и на каждого изъ нихъ съ 3—4-мя постоянными рабочими приходится отъ 25 до 38 км. уличной сѣти съ 350—550 смотровыми колодцами,

¹⁾ Въ нѣкоторыхъ городахъ этими щетками и щитами проходятъ всѣ каналы обязательно хотя разъ въ году—*Шарлоттенбургъ, Панно* и др.

450—680 дождевыми приемниками и отъ 1500 до 2000 домовыхъ отвѣтвленій ¹⁾).

Работы по промывкѣ и очисткѣ сѣти производятся въ теченіе 4 дней и 3 почей недѣли. Въ теченіе 3-хъ дней производится промывка малыхъ штейнгутовыхъ трубъ, въ 4-ый день обходятся большіе кирпичные каналы, а въ теченіе 3-хъ почей очищаются штейнгутовые и малые кирпичные каналы отъ осадковъ, первые щетками или телѣжками, а вторые щитами.

Промывку производятъ изъ колодцевъ, расположенныхъ въ началѣ известнаго канала (глухомъ концѣ его). Такой колодезь двое рабочихъ заполняютъ водопроводною водою, предварительно закрывъ пробкою на цѣпи трубу въ немъ. Послѣ этого выдергиваютъ цѣпью пробку и вода сильнымъ потокомъ направляется въ трубу и промываетъ, какъ ее, такъ и нижележащіе каналы. Третій же рабочій въ это время разрыхляетъ осадки, образовавшіеся на днѣ смотровыхъ колодцевъ, которые также уносятся; этотъ же рабочій очищаетъ и крышки смотровыхъ колодцевъ отъ проникшей въ нихъ черезъ вентиляціонныя отверстія грязи. Если нужно, то промывка производится нѣсколько разъ подъ рядъ.

При упомянутомъ распредѣленіи работъ промывка каждаго штейнгутоваго канала производится черезъ 12—14 дней. Воду для промывки берутъ изъ уличныхъ водопроводныхъ крановъ, обыкновенно посредствомъ рукава, мѣстами же устроены отъ водопровода особыя отвѣтвленія въ колодцы, *черт. 61*. Въ обоихъ случаяхъ количество потребляемой воды измѣняется водомѣромъ.

Для очистки отъ песка черезъ штейнгутовые каналы протягиваютъ щетки, при чемъ работу эту производятъ ночью. Для этого сначала отъ одного колодца къ другому пропускаютъ поплавокъ съ вощеною бечевкою, при чемъ для прохода поплавка, если нужно, употребляютъ водопроводную воду. Къ этой бечевкѣ привязывается веревка отъ щетки; на случай разрыва этой послѣдней, съ задней стороны щетки привязывается другая веревка, посредствомъ которой щетку можно вытаскать обратно. При чисткѣ нужно 4 рабочихъ: двое изъ нихъ съ десятникомъ тянутъ за веревку, которая выходитъ изъ нижняго колодца на улицу по ряду блоковъ, 3-ій рабочій находится въ колодцѣ, а 4-ый—

¹⁾ Общій надзоръ за всею канализаціею находится въ рукахъ особаго директора, которому подчинены также инспектора, наблюдающіе каждый за сѣтью въ 2-хъ системахъ и за новыми работами, производимыми въ нихъ.

у верхняго конца, гдѣ онъ направляетъ запасную веревку и регулируетъ притокъ воды для промывки.

Проходъ щеткою имѣеть цѣлью освободить трубы отъ осѣвшаго песка, кофейной гущи и др. Обыкновенно этотъ проходъ повторяють нѣсколько разъ, при чемъ сначала примѣняютъ щетку меньшаго, чѣмъ труба, діаметра, потомъ увеличиваютъ его и наконецъ берутъ щетку соответствующую діаметру трубы. Проходъ щетками черезъ каждую трубу производится въ зависимости отъ состояніи ея, но не менѣе 4-хъ разъ въ году.

Теперь вмѣсто этихъ щетокъ для очистки трубъ примѣняютъ упомянутыя выше телѣжки, приводимыя въ движеніе напоромъ самихъ сточныхъ водъ, а для очистки малыхъ кирпичныхъ каналовъ, въ которыхъ неудобно ходить, досчатые щиты на роликахъ, приводимые въ движеніе также напоромъ сточныхъ водъ.

Обходъ большихъ кирпичныхъ каналовъ производится десятникомъ съ двумя рабочими, при чемъ онъ идетъ впереди съ фонаремъ и ногами разрыхляетъ песокъ, кофейную гущу, тряпки, бумагу и пр., осѣвше по дну канала; за нимъ идетъ рабочій, который лопатою всѣ эти осадки двигаетъ впередъ, а сзади идетъ другой рабочій, который очищаетъ подошву метлою. Въ это время 3-ій рабочій находится на улицѣ и для доступа воздуха въ каналы снимаетъ крышки съ тѣхъ смотровыхъ колодцевъ, гдѣ проходятъ рабочіе. На станціи, у рѣшетки сборнаго колодца, во время обхода находится особый рабочій, который очищаетъ ее отъ бумаги, тряпокъ и др. веществъ, которыя, будучи отдѣлены отъ подошвы, приходятъ вмѣстѣ съ сточными водами въ значительномъ количествѣ и легко могли бы засорить рѣшетку и тѣмъ помѣшать правильному доступу воды къ насосамъ.

Рабочіе опускаются въ каналъ, въ верхней его точкѣ, въ 7 часовъ утра и обыкновенно часамъ къ 4—5 проходятъ къ насосной станціи, гдѣ и выходятъ черезъ смотровой колодезь. Обходъ каждаго кирпичнаго канала производится дней черезъ 20.

Если слой осадковъ въ каналѣ доходить до 10—15 см., то ихъ вынимають. При этомъ одинъ рабочій въ каналѣ накладываетъ песокъ въ ведра, емкостью въ 25 л., четверо же рабочихъ, по два въ партіи, выносятъ ведра къ ближайшему смотровому колодцу, гдѣ они вынимаются двумя другими рабочими, находящимися на улицѣ, и тутъ же опоражниваются. Количество вынимаемыхъ осадковъ отмѣчаются десятникомъ и тою же ночью они въ особыхъ повозкахъ вывозятся за городъ.

На попеченіи десятника и постоянныхъ рабочихъ находятся еще

и уличныя дождевыя пріемники, изъ которыхъ они періодически должны вынимать осадки и вывозить ихъ за городъ. Пріемники эти приходится очищать по нѣскольکو разъ въ году, обыкновенно послѣ сильныхъ дождей. При этомъ для поднятія ведеръ изъ колодцевъ пользуются особыми треногами съ блоками, устанавливаемыми надъ колодцами.

Въ 1900—1901 отчетномъ году количество осадковъ, вынутыхъ изъ сѣти и пріемниковъ, составило $\frac{1}{5000}$ часть всѣхъ водъ, при чемъ на человѣка въ годъ осадковъ пришлось 7,26 л.

III.

Домовая канализація.

Домовая канализація обыкновенно состоитъ изъ трубъ, отводящихъ изъ жилыхъ домовъ и службъ: клозетныя и писсуарныя воды, ванныя и др. хозяйственныя воды и животныя экскременты ¹⁾; при общесплавной канализаціи отводятся еще и атмосферныя воды съ усадебъ. Всѣ эти сточныя воды и экскременты должны съ усадебъ отводиться сейчасъ по ихъ полученіи, не успѣвъ разложиться. Твердые же остатки и мусоръ, какъ уже было сказано выше, вывозятся.

Въ домѣ проводятъ одну или нѣсколько вертикальныхъ трубъ—стояковъ, діаметромъ, въ зависимости отъ расхода водъ: для писсуаровъ и умывальниковъ отъ 4 до 6,5 см. ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ дм.), для ваннь и кухонъ отъ 5 до 7,5 см. (2—3 дм.), для прачечень отъ 7 до 10 см. (3—4 дм.) и для ватерклозетовъ (фановыя трубы) отъ 10 до 12 см. (4—5 дм.). Если нѣсколько приемниковъ приходится на одинъ стоякъ, то ему придаютъ размѣръ, соотвѣтствующій наибольшему изъ приемниковъ или еще немного болѣе. Стояки для вентиляціи выводятся выше крыши (вытяжныя трубы).

Къ стоякамъ (подъ угломъ не болѣе 60°) присоединяютъ отвѣтвленія ²⁾ отъ приемниковъ (ватерклозетовъ, ваннь, писсуаровъ, раковинъ и др.); на всѣхъ этихъ отвѣтвленіяхъ должны быть устроены водяные затворы—сифоны или трапы, чтобы зловоніе изъ уличнаго канала черезъ нихъ не проникало въ жилыя помѣщенія. Діаметръ отвѣтвленій и сифоновъ долженъ быть: для умывальниковъ и писсуаровъ отъ 3,5

¹⁾ Всѣ приемники, особенно ватерклозеты и писсуары, слѣдуетъ располагать въ свѣтлыхъ хорошо вентилируемыхъ помѣщеніяхъ, и полы подъ ними должны быть изъ непроницаемаго матеріала.

²⁾ Если отвѣтвление длиннѣе 1 м., то его укладываютъ съ уклономъ не менѣе $\frac{1}{20}$.

до 5 см. ($1\frac{1}{2}$ —2 дм.), для ваннъ, кухонъ и др. раковинъ отъ 5 до 6 см. (2 — $2\frac{1}{2}$ дм.), а для ватерклозетовъ отъ 9 до 10 см. ($3\frac{1}{2}$ —4 дм.), при чемъ глубина водяного затвора должна быть для ватерклозетовъ не менѣе 6,5 см. ($2\frac{1}{2}$ дм.), а для остальныхъ приемниковъ не менѣе 10 см. (4 дм.).

Изъ стояковъ воды идутъ въ отводную трубу, діаметръ которой равенъ или немного больше діаметра наибольшаго изъ стояковъ, входящихъ въ нее. Если при этомъ уголъ, образуемый отводною трубою съ стоякомъ, больше 60° , то конецъ послѣдняго соотвѣтственно закругляютъ. Если въ домѣ имѣется нѣсколько стояковъ и они не приходятся надъ одною отводною трубою, то въ виду того, что отводныя трубы слѣдуетъ проводить, по возможности, внѣ здачій, отдѣльныя вѣтки ихъ внутри здачій направляютъ отъ стояковъ кратчайшимъ путемъ къ наружной стѣнѣ, за которою онѣ идутъ въ дворовую отводную трубу. Если же стояки приходятся надъ одною отводною трубою, то послѣднюю иногда, особенно при раздѣльной канализаціи, направляютъ прямо къ фронтальной стѣнѣ, откуда она идетъ въ уличный каналъ, съ которымъ соединяется подъ прямымъ (съ закругленіемъ конца трубы) или острымъ угломъ на высотѣ нормальнаго потока или немного выше посредствомъ патрубка, задѣлываемаго въ уличный каналъ, обыкновенно во время его укладки.

Діаметръ дворовой отводной трубы при раздѣльной канализаціи берется не менѣе 10 см. (4 дм.), а если она отводитъ и клозетныя воды, то — 15 см. (6 дм.); такой же діаметръ или немного большій — до 18 см. (7 дм.), берется при соединеніи нѣсколькихъ отводныхъ трубъ въ одну и, вообще, значительномъ расходѣ водъ. Отводной трубѣ придаютъ уклонъ отъ 0,033 (1:30) до 0,017 (1:60); при меньшемъ уклонѣ въ верхнемъ концѣ нужно устроить промывной колодезь, при чемъ уклонъ менѣе 0,01 (1:100) не допускается ¹⁾. Въ подвалѣ отводную трубу подвѣшиваютъ на желѣзныхъ кронштейнахъ; если же въ подвалѣ помѣщается кухня, прачечная или какое нибудь промышленное заведеніе, воды котораго также нужно отводить, то ее укладываютъ, если это допускается глубиной укладки уличнаго канала, подъ поломъ подвала въ особыхъ кирпичныхъ каналахъ. Глубина заложения наружной отводной трубы должна быть больше глубины промерзанія грунта; кромѣ того, она зависитъ отъ высоты подвала и отъ положенія уличнаго канала, т. е. направленія его, глубины укладки и разстоянія отъ дома

¹⁾ Уклонъ отводной трубы долженъ быть однообразенъ и лишь въ верхнемъ концѣ ея, если она служить для отвода чистой воды, допускается уменьшеніе уклона.

Всѣ приѣмники въ разныхъ этажахъ для удешевленія устройства и лучшей промывки слѣдуетъ располагать одинъ надъ другимъ.

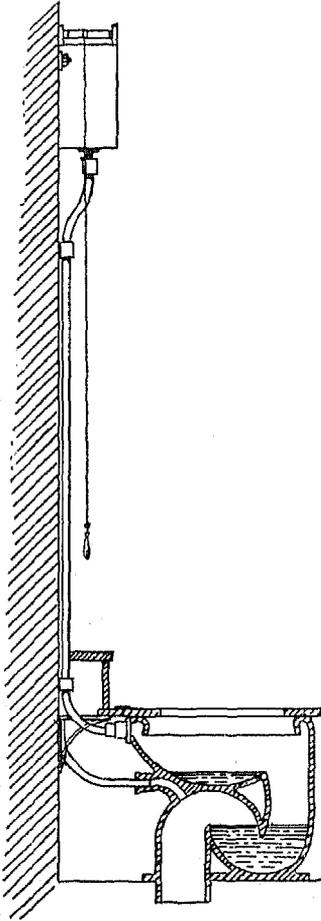
Если черезъ приѣмники поступаетъ много жира, то, во избѣжаніе засоренія трубъ, устраиваютъ особыя жироловки, замѣняющія тогда водяные затворы.

Домовую канализацію, какъ уже было сказано, не слѣдуетъ отдѣлять отъ уличной какимъ либо затворомъ, потому что тогда стояки, продолженные выше крыши, служатъ для вентиляціи не только домовой канализаціи, но и уличной сѣти. Для того же, чтобы запахъ изъ сѣти не попадалъ въ жилыя помѣщенія, должно быть обращено особое вниманіе на устройство затворовъ на всѣхъ отвѣтвленіяхъ отъ приѣмниковъ. Если длина отвѣтвленія болѣе метра, то затворъ долженъ быть соединенъ, хотя бы даже черезъ стоякъ, съ наружнымъ воздухомъ посредствомъ особой воздушной трубы. Если на одномъ отвѣтвленіи поставлено нѣсколько приѣмниковъ съ затворами, то послѣдній затворъ также нужно соединить съ наружнымъ воздухомъ. При 3-хъ или болѣе этажахъ затворы соединяютъ съ воздушною трубою (железною или чугунною), діаметромъ отъ 4 до 6,5 см. (1,5 — 2,5 дм.), которую проводятъ рядомъ со стоякомъ, съ которымъ ее соединяютъ выше послѣдняго (по высотѣ) отвѣтвленія, или продолжаютъ выше крыши; въ послѣднемъ случаѣ, начиная съ чердака, ее увеличиваютъ до 10 см. (4 дм.). Спеціальныя вытяжныя трубы, какъ и стояки, нужно поднять надъ крышею не менѣе 60 см. (2 ф.) и покрыть колпакомъ; кромѣ того, выпуски эти должны быть расположены не ближе 4 м. (2 саж.) отъ оконъ и дверей жилыхъ помѣщеній.

Если нѣкоторые приѣмники болѣе или менѣе продолжительное время бездѣйствуютъ, то вода, наполняющая затворы, можетъ испариться и запахъ изъ сѣти можетъ проникнуть въ жилыя помѣщенія; въ такихъ случаяхъ въ приѣмники періодически надо наливать немного воды изъ ватерклозетнаго бака или крановъ, которые должны быть поставлены надъ каждымъ приѣмникомъ. Баки для промывки клозетовъ должны быть емкостью не менѣе 10 л. (0,75 вед.), опорожняться въ 3—5 сек. и находиться не ниже 1,85 м. (6 ф.) надъ стульчакомъ. Такъ какъ затворы легко могутъ засориться, то въ нижней, наполненной водою, части они должны имѣть легко доступныя осмотру и очисткѣ герметическія крышки. Кромѣ того, на всѣхъ поворотахъ отводныхъ трубъ и вообще тамъ, гдѣ можно опасаться скопленія нечистотъ, должны быть сдѣланы смотровыя отверстія съ герметическими же крышками.

На *черт. 60* показано устройство домовой канализации при раздельной системе, а на *черт. 71* устройство тарелочного ватерклозета съ бакомъ, каковыя ватерклозеты теперь вытѣсняють всѣ остальные системы.

При общесплавной канализации къ собственно домовой канализации, которая остается та же, прибавляется еще *надворная канализация*, отводящая посредствомъ трубъ, проложенныхъ во дворѣ, атмосферныя воды со двора и крыши.



Черт. 71.

Атмосферныя воды по двору стекають въ одинъ или нѣсколько приемныхъ колодцевъ, устраиваемыхъ во дворѣ по типу уличныхъ приемниковъ, съ рѣшеткою, водянымъ затворомъ и ведромъ для осадковъ. Изъ этихъ колодцевъ вода уже идетъ по особой трубѣ, діаметромъ не менѣе 10 см. (4 дм.), въ общую дворовую отводную трубу, съ которою труба эта соединяется подъ угломъ въ 60° . При соединеніи нѣсколькихъ такихъ отводныхъ трубъ въ одну или при поворотѣ ихъ обыкновенно устраивають смотровые колодцы, также уличнаго типа.

Общая (для домовой и надворной канализации) дворовая отводная труба, которую берутъ діаметромъ отъ 16 до 20 см. (6—8 дм.)¹⁾, укладывается по двору съ уклономъ отъ 0,033 до 0,017 и не менѣе 0,01. При уклонѣ меньшемъ 0,017 въ верхнемъ концѣ ея также нужно устроить промывной колодезь.

Отводная труба на улицѣ, какъ при раздельной, такъ и общесплавной канализации, обыкновенно устраивается городомъ за счетъ домовладѣльца.

Присоединеніе къ уличному каналу производится также подъ

¹⁾ Въ *Берлинѣ*, когда при значительной площади усадьбы получается большое количество атмосферныхъ водъ, или когда подлежатъ отводу много хозяйственныхъ и фабричныхъ водъ и 16 см. отводная труба недостаточна, увеличивають не діаметръ ея, а укладываютъ вторую, а если нужно и третью отводную трубу.

прямымъ (съ закругленіемъ) или острымъ угломъ на высотѣ нормальнаго потока воды посредствомъ патрубка. Уличная отводная труба отъ домовой канализаціи обыкновенно отдѣляется ревизіоннымъ (смотровымъ) ящикомъ. Въ *Берлинѣ*, *Шарлоттенбургѣ* и нѣкоторыхъ др. городахъ ревизіонный ящикъ представляетъ желѣзную коробку съ герметическою крышкою, помѣщаемую въ подвалѣ или въ специально устроенномъ колодцѣ подъ воротами. Приводная труба въ этой коробкѣ снабжена клапаномъ въ видѣ наклонной крышки, который препятствуетъ водѣ проникать изъ уличнаго канала въ домовую канализацію, во время же притока сточныхъ водъ съ усадьбы открывается ¹⁾, *черт. 62.*

Стояки и отвѣтвленія въ домѣ, отводныя трубы въ подвалѣ и нижнія части водосточныхъ трубъ ²⁾ дѣлають чугунными, равно какъ и воздушныя трубы, которыя часто, впрочемъ, дѣлають и желѣзными. Отводныя трубы во дворѣ, начиная на 1 метръ отъ стѣны дома, дѣлаются штейнгутовыми. Промывныя трубы, идущія отъ баковъ къ клозетнымъ и писсуарнымъ чашкамъ и др. приѣмникамъ, часто берутся свинцовыя, діаметромъ отъ 2,5 до 5 см. (1—2 дм.).

Стояки прикрѣпляютъ къ стѣнамъ желѣзными крючьями и выводятъ выше крыши; иногда ихъ закрываютъ досчатыми футлярами; задѣлывать въ стѣны ихъ не слѣдуетъ, такъ какъ они должны быть доступны осмотру. Для лучшей вентиляціи ихъ полезно располагать около печей и дымоходовъ.

Соединеніе чугунныхъ и штейнгутовыхъ трубъ производятъ забивкою смоляною паклею и заливкою первыхъ свинцомъ, а вторыхъ—обмазкою жирною глиною или, лучше, асфальтовою замазкою ³⁾.

Водосточныя трубы, выходящія на улицу, идутъ прямо въ уличные каналы и входятъ въ верху ихъ (шелыгѣ) безъ затвора; онѣ также, какъ уже было сказано, служатъ для вентиляціи сѣти. Трубы эти, какъ и стояки и всѣ другія трубы, во избѣжаніе прониканія изъ нихъ дурного воздуха, должны быть сдѣланы весьма тщательно и плотно. Надворныя водосточныя трубы соединяють съ надворнымъ приѣмнымъ колодцемъ или отводною трубою, которую онѣ тогда промываютъ. Для

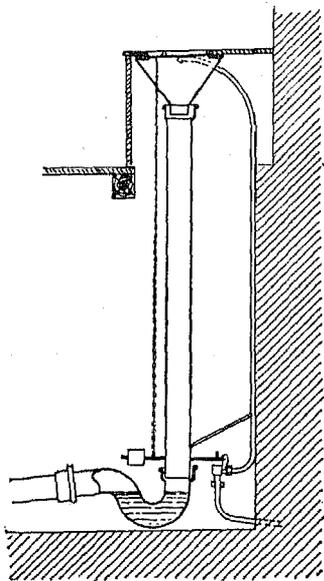
¹⁾ Теперь на установкѣ этой крышки, мѣшающей вентиляціи сѣти черезъ столки, настаиваютъ лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ можно ожидать подпора канализаціонныхъ водъ.

²⁾ Верхнюю часть водосточныхъ трубъ, начиная съ высоты 2 м. отъ земли, дѣлають изъ кровельнаго желѣза.

³⁾ Если штейнгутовыя (отводныя) трубы должны лежать въ грунтовой водѣ, то ихъ соединяють цементомъ или замѣняютъ чугунными трубами.

удержанія твердыхъ веществъ, падающихъ съ крышъ, водосточныя трубы иногда снабжаются внутри, недалеко отъ земли, рѣшеткою—*Берлинъ, Шарлоттенбургъ.*

Домовыя канализаціи вездѣ строятся по утвержденнымъ чертежамъ и подъ наблюдениемъ городского техника, который и обязанъ всякую установку освидѣтельствовать по окончаніи ея, но до начала пользования ею. Иногда, помимо подробнаго осмотра домовой канализаціи, ее еще испытываютъ. Для этого по окончаніи установки всѣхъ домовыхъ сточныхъ трубъ съ отвѣтвленіями, но до присоединенія пріемниковъ, закупориваютъ всѣ открытые концы трубъ металлическими пробками и наполняютъ сѣтъ водою; течь покажетъ неисправное мѣсто. Потомъ, по присоединеніи всѣхъ пріемниковъ, заполняютъ водою всѣ затворы и вливаютъ въ сѣтъ мятное масло или особымъ вентиляторомъ нагнетаютъ дымъ; появленіе запаха внутри помѣщеній покажетъ неплотное соединеніе.



Черт. 72.

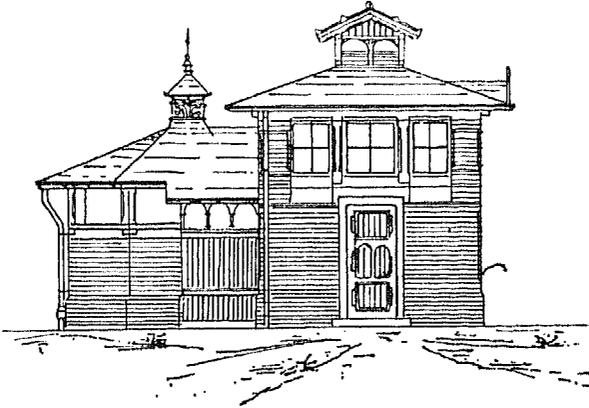
Къ домовой канализаціи слѣдуетъ отнести также *общественныя ватерклозеты и писсуары*, устраиваемыя въ специальныхъ зданіяхъ на улицахъ, площадяхъ и въ общественныхъ садахъ.

При устройствѣ такихъ ватерклозетовъ нужно обращать особое вниманіе на ихъ промывку и на то, чтобы вода въ водопроводныхъ трубахъ и въ сифонахъ не замерзала. Для этого, кромѣ отопленія зданія небольшою печкою, особенно, если оно легкаго типа (фахверковое или съ двойными досчатыми стѣнками), трубы и сифоны помѣщаютъ въ подвалѣ¹⁾, устраиваемомъ подъ зданіемъ; кромѣ того, промывную трубу выше крана, располагаемаго также въ подвалѣ, снабжаютъ отросткомъ, выливающимъ остатокъ воды изъ нея въ сточную трубу послѣ каждой промывки чашки, *черт. 72.* Для большей чистоты стульчаки, какъ фаянсовые (I кл.), такъ и чугунные, эмалированные внутри (II кл.), деревомъ не обдѣлываютъ.

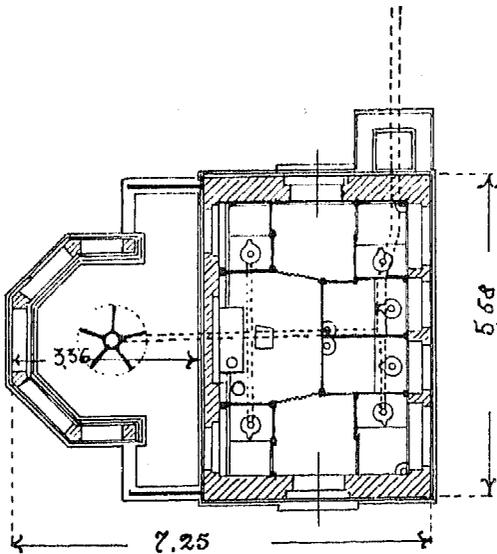
¹⁾ Въ надворныхъ клозетахъ, располагаемыхъ обыкновенно въ плохо отапливаемыхъ помѣщеніяхъ, сифоны также всегда слѣдуетъ располагать въ подвалахъ или въ землѣ, ниже промерзанія грунта.

Въ этихъ же зданіяхъ устраиваютъ писсуары, умывальники и помѣщеніе для сидѣлки, присматривающей за чистотою и собирающей плату за пользованіе.

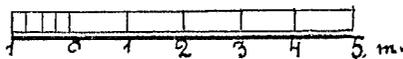
Бреславль.



Фасадъ.



Масштабъ

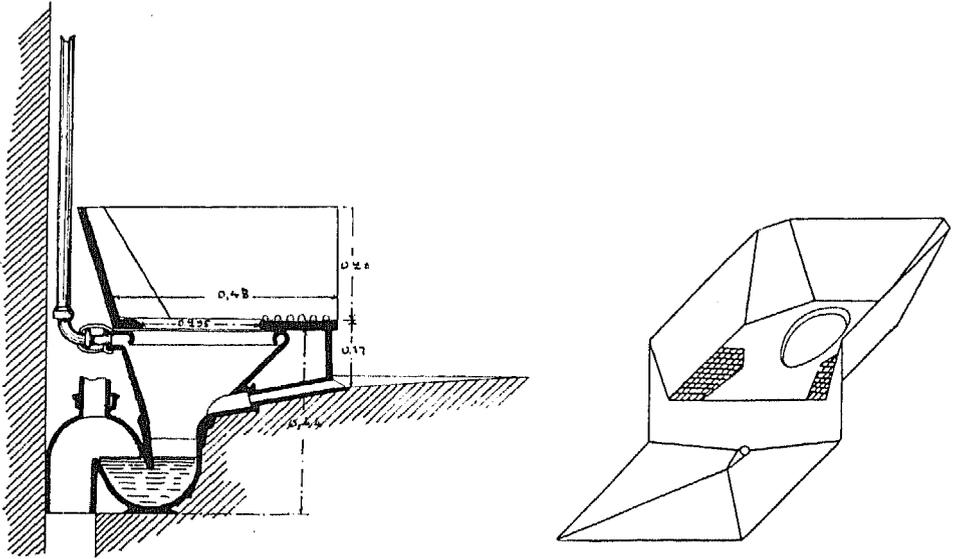


Планъ.

Черт. 78.

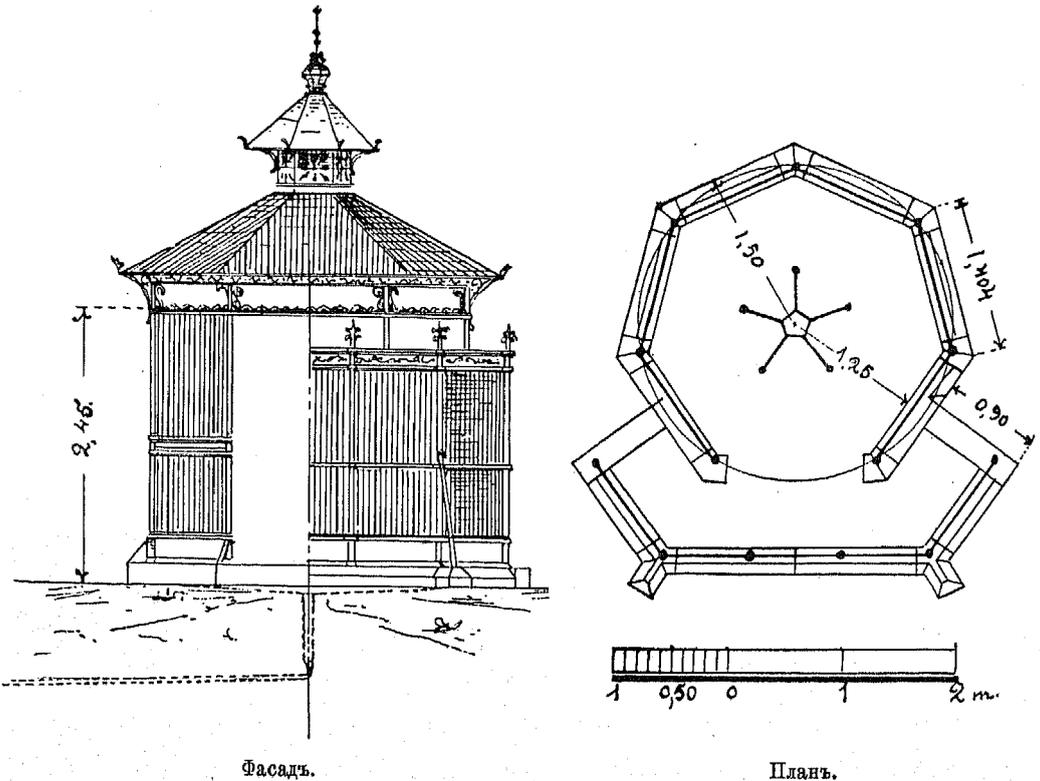
При устройствѣ писсуаровъ ставятъ отдѣльныя чашки или устраиваютъ общій стокъ въ полу около стѣнки. Стокъ, а иногда и отдѣль-

ные чашки, раздѣляютъ невысокими стѣнками, не доходящими до пола. Стѣнки и полъ должны быть непроницаемы (первая облицовы-



Черт. 74.

Бреславль.



Фасадъ.

Черт. 75.

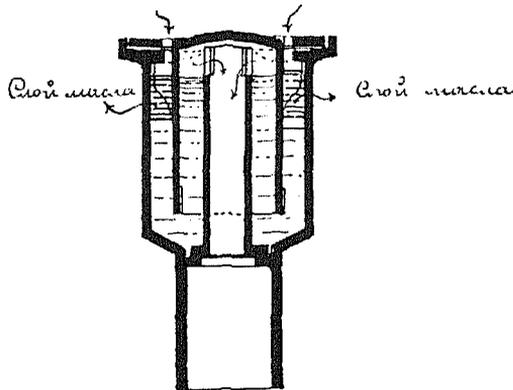
Планъ.

ваются мрамором или изразцами, а послѣдній дѣлается изъ метлахскихъ плитокъ). Полъ долженъ имѣть уклонъ къ стоку, который въ свою очередь долженъ имѣть уклонъ отъ 0,3—0,5 и оканчиваться сифономъ.

Здѣсь также надо обращать особое вниманіе на усиленную промывку, которая при общемъ стокѣ обыкновенно производится постоянно изъ горизонтальной водопроводной трубы съ дырами, укрѣпленной въ стѣнкѣ надъ стокомъ.

На *черт. 73* показаны общественные ватерклозеты съ открытыми писсуарами въ г. *Бреславлѣ*, а на *черт. 74* ватерклозеть, устраиваемый иногда въ бесплатныхъ или надворныхъ клозетахъ.

Писсуары часто устраиваютъ въ открытыхъ желѣзныхъ помѣщеніяхъ, при чемъ сифоны располагаютъ въ землѣ ниже промерзанія грунта, *черт. 75*.



Черт. 76.

При отдѣльныхъ писсуарахъ расходуетъ значительное количество воды, поэтому таковые теперь часто устраиваютъ безъ промывки, съ затворами изъ минеральнаго масла. Затворы—сифоны, наполняются водою (мочей) и лишь верхній слой состоитъ изъ масла. По мѣрѣ попаданія мочи въ сифонъ, она вытѣсняетъ часть воды (мочи), заполняющей его, а масло, какъ болѣе легкое, остается (плаваетъ) наверху и въ сточную трубу не попадаетъ, *черт. 76*. Для изоляціи же стѣнъ и стока отъ мочи ихъ покрываютъ тонкимъ слоемъ того же масла, для чего ежедневно нѣсколько разъ проходятъ по нимъ тряпкою, пропитанною масломъ.

IV.

Пониженіе уровня грунтовыхъ водъ и осушеніе усадебъ.

Прямое назначеніе канализаціи — отводить изъ города сточныя воды до ихъ разложенія; однако съ устройствомъ таковой обыкновенно понижается также уровень грунтовыхъ водъ.

Пониженіе уровня грунтовыхъ водъ и, особенно, удержаніе ихъ на извѣстной высотѣ имѣетъ огромное санитарное значеніе, такъ какъ почва дѣлается доступною для воздуха, кислородъ котораго обезвреживаетъ органическія вещества ея, и происходитъ, до извѣстной степени, самоочищеніе почвы. При переменномъ же уровнѣ водъ часть почвы то находится подъ водою, то высыхаетъ, вслѣдствіе чего органическія вещества, въ ней заключающіяся, разлагаются и получаютъ испаренія, вызывающія различныя болѣзни.

Пониженіе уровня грунтовыхъ водъ при устройствѣ канализаціи происходитъ не отъ просачиванія ихъ въ каналы, которые должны быть непроницаемы, а вслѣдствіе стока воды по наружной поверхности каналовъ, вдоль послѣднихъ, или въ землѣ, которою они засыпаны ¹⁾, къ нижележащимъ пунктамъ, гдѣ она выходитъ наружу; каналы, такимъ образомъ, дѣйствуютъ, какъ дренажъ. Пониженіе уровня водъ при этомъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше глубина укладки канализаціонныхъ каналовъ и трубъ.

Въ городахъ съ высокимъ уровнемъ грунтовыхъ водъ послѣднія проникаютъ въ подвалы, смачиваютъ стѣны ихъ и фундаменты и вслѣдствіе волосности проникаютъ въ верхніе этажи, отчего стѣны разрушаются, а сами помѣщенія становятся вредными для житья. По-

¹⁾ Засыпка эта, разумеется, никогда уже не дѣлается такою плотною, какъ окружающій грунтъ.

этому при устройствѣ канализаціи часто для усиленія осушительнаго дѣйствія каналовъ принимаютъ нѣкоторыя мѣры, какъ то: окружаютъ (обсыпаютъ) каналы и трубы щебнемъ, пескомъ или другимъ хорошо проводящимъ воду матеріаломъ, или вдоль канала укладываютъ спеціальныя дренажныя трубы, *черт. 13 и 14*. Для той же цѣли иногда подъ подошвою главнаго канала дѣлаютъ углубленіе, наполняютъ его щебнемъ или пескомъ и укладываютъ одну или нѣсколько дренажныхъ трубъ, въ которыя вода проникаетъ черезъ стыки, *черт. 15*; также пользуются штучными штейнгутовыми, чугунными или асфальтовыми подошвами каналовъ, устраиваемыми съ пустотами, въ которыя вода также входитъ черезъ стыки, *черт. 14*. Для лучшей осушки усадебъ устраиваютъ на нихъ спеціальныи дренажъ—трубчатый или каменный, и воду, собранную имъ, доводятъ трубами до уличнаго канала, гдѣ ее или пускаютъ въ окружающій каналъ щебенъ или песокъ, или въ спеціальныя отводныя трубы.

Каналы городской сѣти обыкновенно идутъ по уклону мѣстности, такъ что направленіе ихъ совпадаетъ съ направленіемъ теченія грунтовыхъ водъ, которыя и текутъ по нимъ къ пониженнымъ пунктамъ. Если каналы при этомъ перехватываются другимъ каналомъ (пересѣченная система), то каналъ этотъ образуетъ какъ бы плотину и подъ нимъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ нужно устроить пропуски для воды. Въ такихъ случаяхъ подъ этимъ каналомъ дѣлаютъ углубленіе въ мѣстахъ присоединенія къ нему ливневода и наполняютъ его щебнемъ (дукеръ), и тогда вода проходитъ черезъ этотъ дукеръ, течетъ вдоль ливневода и идетъ въ рѣку—*Шарлоттенбургъ*.

Иногда въ извѣстной части города грунтовыхъ водъ бываетъ такъ много, что эти мѣры оказываются недостаточными и приходится устраивать особую осушительную сѣть ¹⁾. Такую сѣть пришлось устроить въ части г. *Бреславаля*. Она состоитъ изъ 8 см. (3 дм.) обыкновенныхъ дренажныхъ и 23 см. (9 дм.) дырчатыхъ съ боковъ трубъ; отводными трубами, діаметромъ тоже въ 23 см., на которыхъ черезъ каждые 110—125 м. имѣются бетонныя смотровыя колодцы, собранныя воды отводятся въ рѣку *Одеръ*.

Если мѣстность города имѣетъ скатъ въ одну сторону, то иногда возможно грунтовыя воды перехватить выше города открытою или засыпанною щебнемъ канавою, идущею вдоль горизонталей мѣстности.

¹⁾ Если возможно, по положенію непроницаемаго слоя почвы, то слѣдуетъ (дешевле) устраивать вертикальный дренажъ.

V.

Подъемъ сточныхъ водъ.

Если сточныя воды можно спустить въ рѣку ниже города безъ очистки, то въ такихъ случаяхъ часто возможно обойтись безъ механической перекачки — *Цюрихъ, Базель, Вѣна, Мюнхенъ и др.* Если же воды до спуска въ рѣку нужно очистить, при какихъ условіяхъ теперь обыкновенно только и разрѣшаютъ городамъ устройство канализаціи, то, за малымъ исключеніемъ — *Франкфуртъ н/М., Висбаденъ, Винтертуръ*, воды приходится изъ сборнаго колодца поднимать ¹⁾ — *Берлинъ, Потсдамъ, Вреславль* и др. При желаніи обойтись безъ механическаго подъема водъ, значительно удорожающаго, какъ устройство канализаціи, такъ и ея эксплуатацію, пришлось бы придать каналамъ такіе незначительные уклоны, что вся система могла бы выйти нераціональною.

Сточныя воды можно поднять:

- 1) насосами, приводимыми въ дѣйствіе паровыми, керосиновыми, газовыми или электро-двигателями;
- 2) разрѣженнымъ воздухомъ (сифоны и система *Лертюра*), и
- 3) сжатымъ воздухомъ (система *Шоне*).

Изъ всѣхъ этихъ способовъ чаще всего употребляется подъемъ паровыми насосами.

¹⁾ Иногда часть города бываетъ расположена значительно ниже всего города, и тогда вода изъ этой части приходится перекачивать въ рѣку или на очистную станцію, или въ главный каналъ вышележащей системы, которымъ онъ уже отводится за городъ — *Цюрихъ, Берлинъ, Штандау* и др.

1) Подъемъ водъ насосами.

При подъемѣ (перекачкѣ) сточныхъ водъ паровыми насосами въ центрѣ города или на его окраинѣ устраиваютъ одну или нѣсколько насосныхъ станцій.

Каждая изъ такихъ станцій состоитъ изъ машиннаго зданія, гдѣ помѣщаются двигатели и насосы, котельной и приѣмнаго колодца.

Такъ какъ въ приѣмный колодезь воды должны попадать само-текомъ, то насосныя станціи нужно устраивать въ самыхъ пониженныхъ частяхъ города. Опасаться устройства станціи въ центрѣ города, если этого требуютъ топографическія условія мѣстности, не приходится—въ *Берлинѣ*, напр., одна изъ насосныхъ станцій устроена даже недалеко отъ *Дворцовой площади*.

Приѣмный колодезь дѣлаютъ такой величины, чтобы онъ былъ въ состояніи помѣстить не менѣе получасового притока нечистотъ, такъ какъ иначе, при малѣйшемъ поврежденіи или случайной остановкѣ машинъ или насосовъ, произошелъ бы подпоръ сточныхъ водъ магистрали и подтопъ зданій и усадебъ въ прилегающей части города; для той же цѣли колодезь снабжаютъ запаснымъ выпускомъ.

Изъ различныхъ системъ паровыхъ насосовъ при высотѣ подъема водъ до 15 м. отдають предпочтеніе центробѣжнымъ насосамъ, которые вслѣдствіе отсутствія клапановъ менѣе чувствительны къ грязнымъ водамъ. При бѣльшей высотѣ подъема и на большихъ станціяхъ устраиваютъ насосы съ нырялами, при чемъ на новѣйшихъ изъ нихъ клапаны приводятся въ движеніе не автоматически, а механически.

Высота всасыванія при этомъ не должна быть болѣе 7 м. Всасывающую и нагнетательную трубу рассчитываютъ на скорость въ 1 м. Если нагнетательная труба очень длинна и, особенно, если примѣняются насосы съ нырялами, то во избѣжаніе толчковъ ставятъ въ началѣ нагнетательной трубы воздушный колоколь.

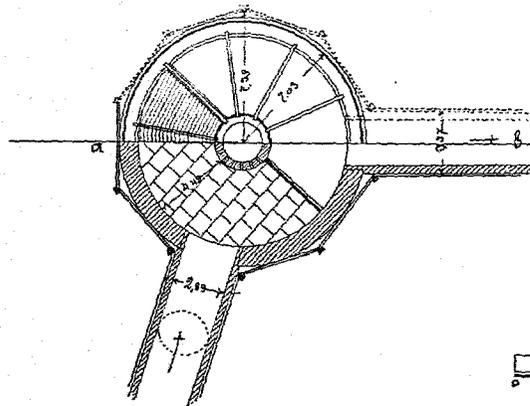
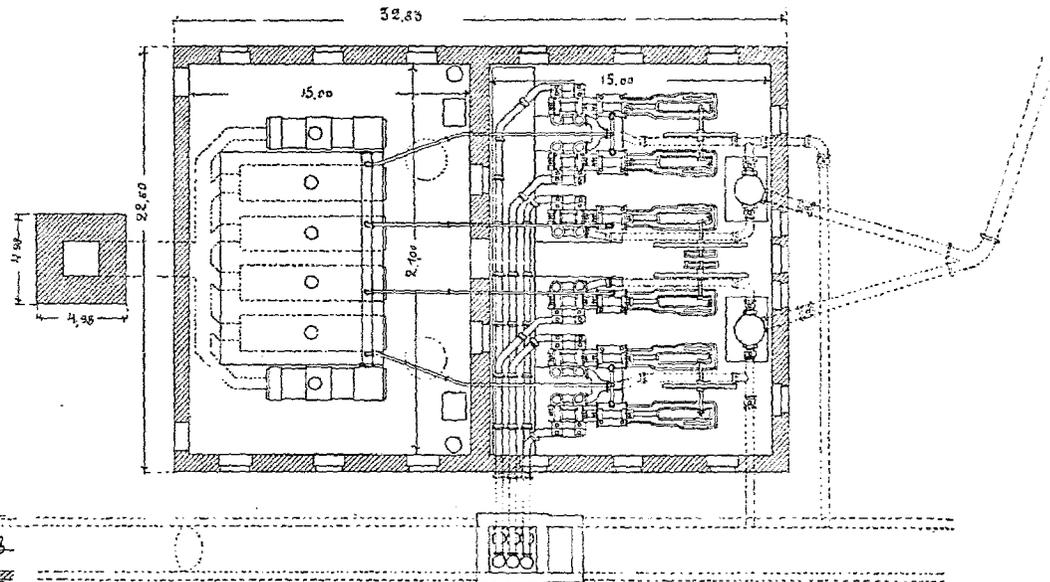
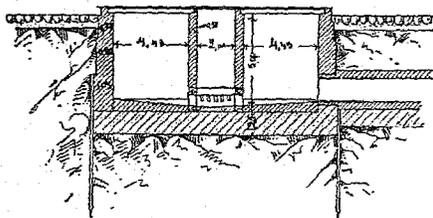
На *черт. 77* представленъ планъ насосной станціи въ III системѣ г. *Берлина*.

При общесплавной канализаціи насосы приходится рассчитывать на хозяйственныя и атмосферныя воды ¹⁾; между тѣмъ въ обыкновенное время приходится перекачивать лишь однѣ хозяйственныя воды,

¹⁾ Наибольшее количество воды, которое приходится перекачивать машинамъ на разныхъ существующихъ станціяхъ, было указано выше, при ливневодахъ.

Б е р л и н ь (III система).

Оборный колодезь.



Видимость



Черт. 77.

почему и ставят нѣсколько насосовъ, изъ которыхъ обыкновенно работаетъ лишь одинъ или два.

Проф. *Ридель*, специалистъ по устройству насосовъ, находитъ примѣненіе запасныхъ насосовъ и машинъ въ часы усиленнаго притока неправильнымъ, такъ какъ приведеніе въ дѣйствіе ихъ требуетъ много времени. По его мнѣнію, слѣдуетъ примѣнять машины большой скорости, могущія развить въ случаѣ надобности скорость, превышающую въ нѣсколько разъ такую при нормальной работѣ (это относится также и къ противопожарнымъ водопроводамъ); въ насосахъ же должно быть обращено особое вниманіе на устройство и расположеніе клапановъ, которые непременно должны открываться и закрываться механически. Понятно, что при этомъ и котлы должны быть приспособлены къ тому, чтобы при подъемѣ значительнаго количества воды парообразование можно было бы значительно увеличить. Пріемъ этотъ однако не особенно экономиченъ.

Для опредѣленія размѣровъ составныхъ частей насосовъ и машинъ необходимо знать наибольшій секундный расходъ поднимаемыхъ водъ и высоту всасыванія и нагнетанія.

Работа двигателей (въ пар. силахъ), нужныхъ для данныхъ насосовъ, опредѣляется по формулѣ:

$$\mathcal{J} = \frac{\gamma \cdot Q (h + h_1)}{\eta \cdot m \cdot n},$$

гдѣ:

Q — количество поднимаемыхъ въ 1 сек. водъ, въ куб. метрахъ или въ футахъ;

γ — вѣсъ 1 куб. метра или фута воды, равняется 1000 кгр., или 1,73 пуд.;

h — высота всасыванія и нагнетанія, въ метрахъ или футахъ;

h_1 — потеря напора при всасываніи и нагнетаніи, въ метрахъ или футахъ;

η — работа одной паровой лошади, равняется 75 килограммо-метрамъ, или 15 пудо-футамъ;

m — коэффициентъ полезнаго дѣйствія насосовъ, доходитъ до 90%, и

n — коэффициентъ полезнаго дѣйствія машинъ, доходитъ до 75%;

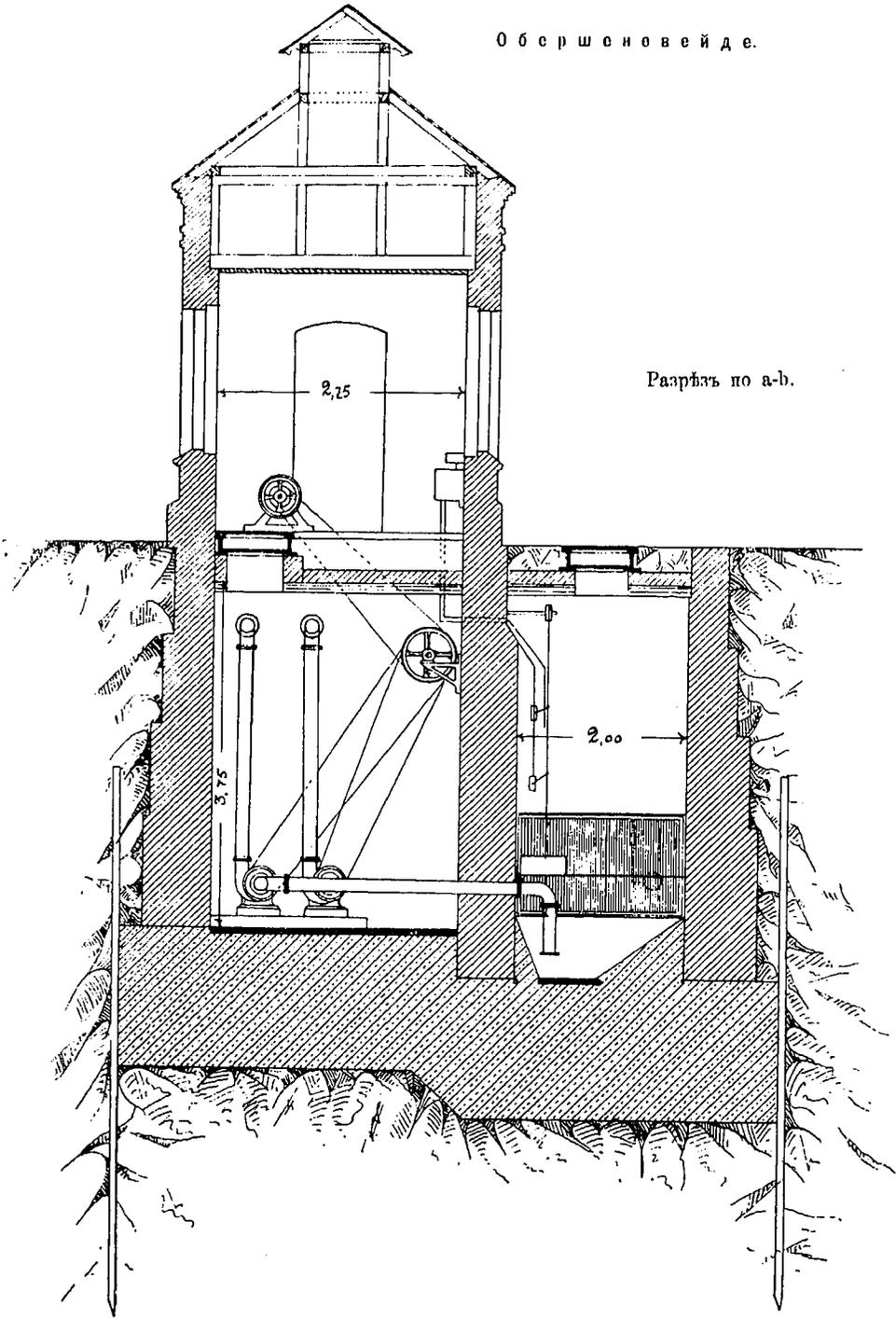
вообще, $\frac{1}{m \cdot n}$ равняется 1,5 и болѣе.

Въ послѣднее время съ успѣхомъ примѣняютъ для приведенія въ дѣйствіе насосовъ, вмѣсто паровыхъ двигателей, керосиновые, газовые и электро-двигатели.

Электро-двигатели занимаютъ мало мѣста, особенно если они по-

Обрешеновейде.

Разрѣзь по а-б.

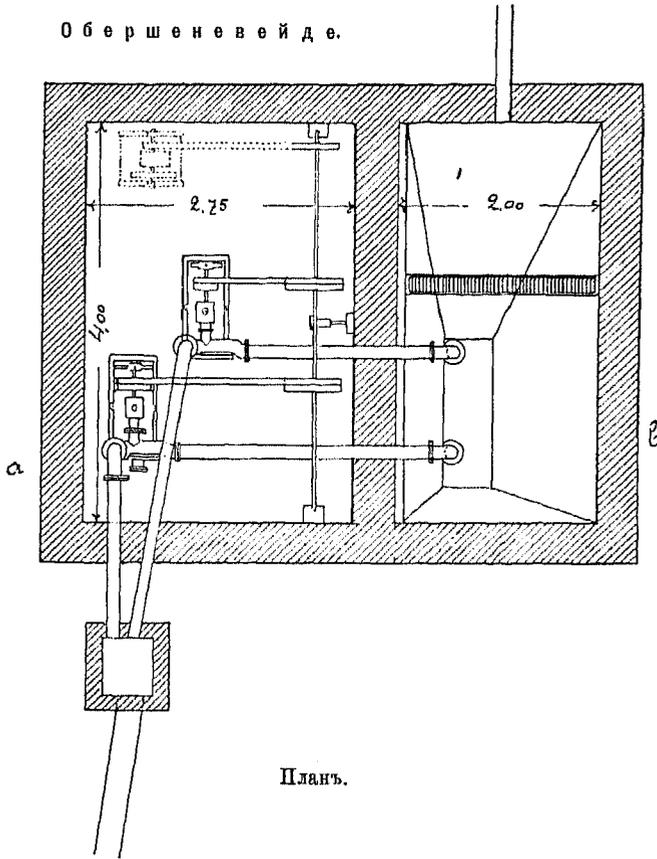


Числителъ

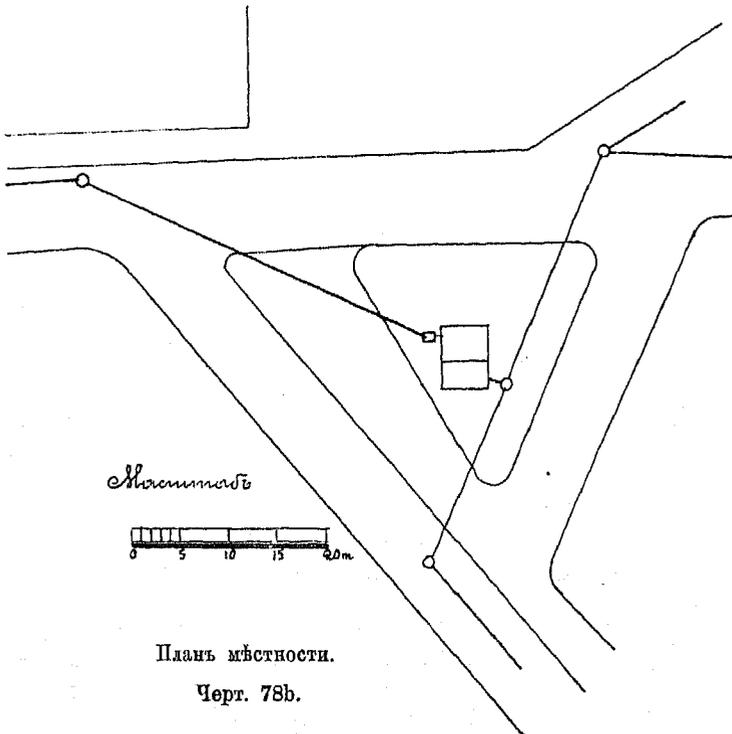


Черт. 78а.

Обершеневейде.



Планъ.



Планъ мѣстности.

Черт. 78b.

лучаютъ энергію отъ общей городской станціи. Они очень удобны, если городъ представляетъ ровную мѣстность или изрѣзанъ рѣкою и каналами, когда его приходится разбить на значительное число отдѣльныхъ, подчасъ весьма малыхъ, системъ. Въ такихъ случаяхъ, вмѣсто дѣлаго ряда паровыхъ насосныхъ станцій, устраиваютъ лишь сборные колодцы, въ которыхъ устанавливаютъ также насосы и электромоторы, получающіе энергію отъ общей станціи. Насосы эти приводятся въ дѣйствіе и останавливаются автоматически, по мѣрѣ поступленія нечистотъ.

На *черт. 78* представлена такая подъемная станція для части г. *Обершениевейде* (на 3000 чел.), получающая электрическую энергію отъ общей городской станціи и передающая воды въ вышележащую уличную магистраль, по которой онѣ уже идутъ самотекомъ на очистную станцію.

2) Подъемъ водъ сифонами.

Сифоны трудно засариваются и очень удобны тамъ, гдѣ сточныя воды приходится передавать на значительное разстояніе, но поднимать не высоко—не выше 6—7 м. Они также съ удобствомъ замѣняютъ дукера.

Самое обширное примѣненіе сифоны нашли при *Потсдамской* канализаціи, гдѣ ими перекачиваются всѣ городскія сточныя воды.

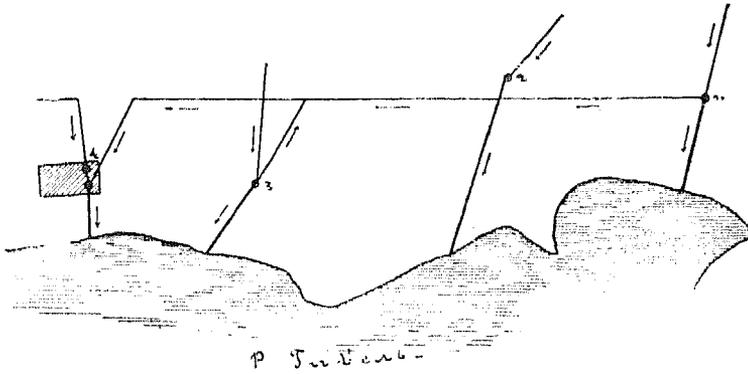
Воды по коллекторамъ (перпендикулярная система) идутъ въ нѣсколько сборныхъ колодцевъ, изъ которыхъ онѣ посредствомъ сифоновъ перекачиваются въ пріемные колодцы на 3-хъ очистныхъ станціяхъ.

На *черт. 79* показанъ общій планъ расположенія очистной станціи съ пріемнымъ колодцемъ, 4 сборными колодцами, коллекторами, сифонами и ливнеспусками.

Каждый сборный колодезь расположенъ въ наинишей точкѣ извѣстнаго участка города, и въ него входитъ всасывающее колѣно сифона, *черт. 80*. Всѣ эти колѣна соединены горизонтальными трубами, уложенными на незначительной глубинѣ, конецъ которыхъ оканчивается въ пріемномъ колодцѣ на насосной станціи. Всѣхъ такихъ трубъ въ городѣ имѣется три и на каждую приходится по нѣсколько всасывающихъ колѣнъ—колодцевъ. Колѣна эти отъ горизонтальныхъ трубъ отдѣлены задвижками, необходимыми при эксплуатаціи и ремонтѣ.

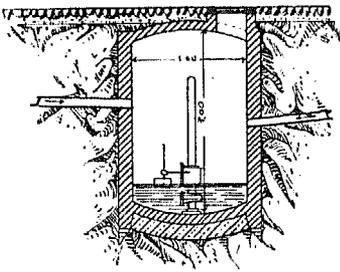
Заряженіе сифоновъ производится выкачиваніемъ изъ нихъ—изъ горизонтальной трубы, воздуха посредствомъ особаго насоса на станціи, или наполненіемъ водою изъ водопровода. Послѣ заряженія открываютъ задвижки на вертикальныхъ колѣнахъ—трубахъ, одной въ сбор-

Потсдамъ.

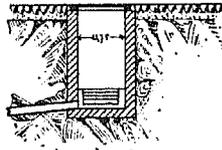


Черт. 79.

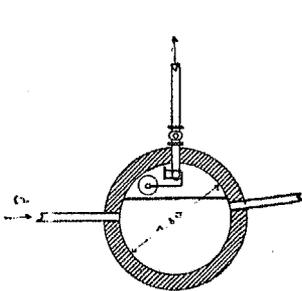
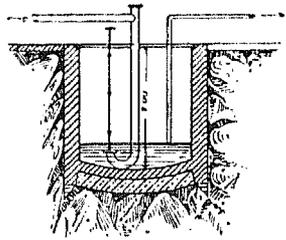
Потсдамъ.



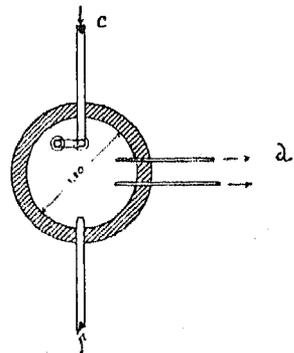
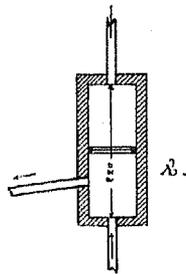
Разрѣзъ по а-б.



Разрѣзъ по с-д.



Сборный колодезь.



Приемный колодезь.

Черт. 80.

номъ, а другой въ приѣмномъ колодецѣ на стациіи, и тогда начинается дѣйствіе сифона. Сифоны, разумѣется, дѣйствуютъ лишь при условіи, что уровень воды въ сборномъ колодецѣ выше такового въ приѣмномъ колодецѣ на стациіи. Разница эта должна быть немного болѣе потери напора при проходѣ водъ по сифону, которая опредѣляется точно такъ же, какъ въ дукерахъ. Частое заряженіе сифоновъ вызываетъ извѣстный расходъ, поэтому въ начальномъ концѣ сифона, въ всасывающемъ колѣнѣ, имѣется шаровой клапанъ. Кроме того, для закрытія отверстія этого же колѣна устроенъ автоматическій затворъ съ поплавкомъ. При притокѣ сточныхъ водъ въ сборный колодезь, уровень ихъ въ немъ повышается, и поплавокъ поднимается, открывая водамъ доступъ въ всасывающую трубу; если же уровень нечистотъ въ сборномъ колодецѣ понижается, то поплавокъ опускается, и вмѣстѣ съ этимъ уменьшается отверстіе конца всасывающей трубы сифона, а при прекращеніи притока нечистотъ отверстіе это совершенно закрывается. Однако, несмотря на это остроумное приспособленіе, регулирующее величину отверстія всасывающей трубы и совершенно его закрывающее, воздухъ — газы, находящіеся въ сточныхъ водахъ, собираются въ сифонѣ—въ верхней части горизонтальной трубы, почему сифонъ все-таки періодически приходится заряжать заново.

Такъ какъ главная часть города имѣетъ общесплавную канализацію ¹⁾, то для отвода водъ ливней каждый сборный колодезь, какъ показано на планѣ, *черт. 79*, соединенъ ливневодомъ съ рѣкою *Гавель*. Вслѣдствіе устройства этихъ сифоновъ вмѣсто глубокихъ, пересѣченныхъ каналовъ, канализація обошлась, вмѣсто 4,5 милліоновъ мар., всего около 1,5 мил. мар.

Въ *Бреславльской* канализаціи также дѣйствуетъ нѣсколько сифоновъ для перекачки сточныхъ водъ съ острововъ и пониженныхъ мѣстъ въ одинъ изъ главныхъ коллекторовъ. Наибольшій изъ этихъ сифоновъ перекачиваетъ нечистоты съ *Пвечанаго острова*, съ населеніемъ около 2000 человекъ.

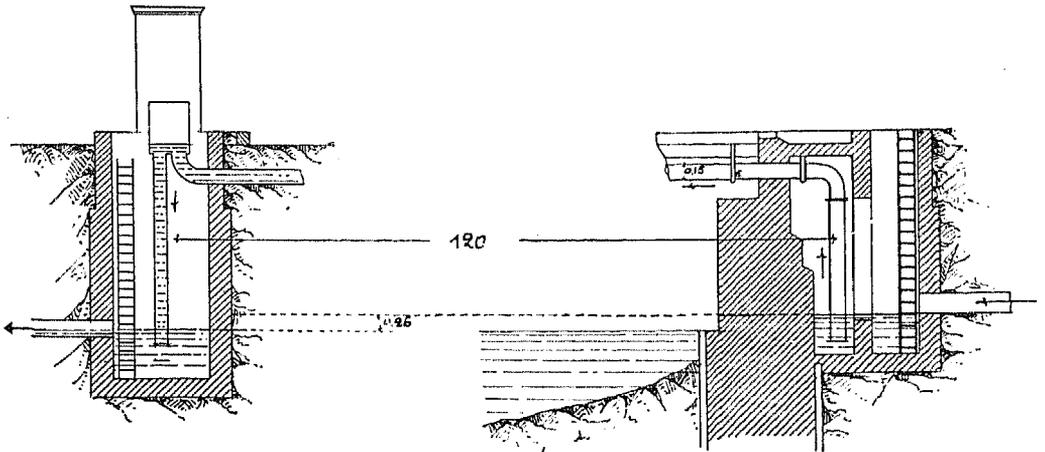
Воды, собранныя трубами на островѣ, поступаютъ тамъ же въ сборный колодезь, раздѣленный рѣшеткою на двѣ части; одна изъ нихъ составляетъ осадочный колодезь, а въ другую опущено колѣно (всасывающее) сифонной трубы, которая подвѣшена къ мосту черезъ р. *Оверъ*; на другомъ берегу рѣки находится колодезь, въ который

¹⁾ Часть города канализирована по раздѣльной системѣ, и атмосферныя воды съ нею стекаютъ прямо по поверхности улицъ въ р. *Гавель*.

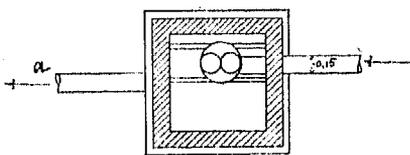
опущено другое колено сифона и куда передаются воды, *черт. 81*. Изъ этого колодца воды по трубѣ поступаютъ въ общій коллекторъ и по нему уже идутъ къ приемному колодцу на насосной станціи.

Для дѣйствія этого сифона необходимо, чтобы уровень сточныхъ водъ въ первомъ колодцѣ, на островѣ, былъ, но крайней мѣрѣ, на 26 см. выше уровня ихъ въ другомъ.

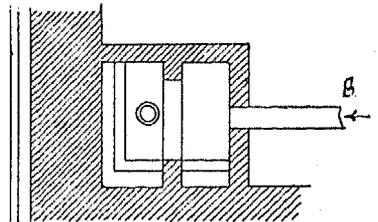
Б р е с л а в л ь .



Разрѣзь по а-б.



Планъ.



Черт. 81.

Въ сточныхъ водахъ находится много газовъ, которые собираются въ верхней части горизонтальной трубы сифона и легко могутъ прервать его дѣйствіе; поэтому надъ этой трубой поставленъ воздушный колоколь, въ которомъ собирается воздухъ и откуда онъ выкачивается особымъ насосомъ, приводимымъ въ дѣйствіе водою изъ городского водопровода.

3) Система Лернура.

По этой системѣ отводятся лишь человѣческіе и животныя экскременты, хозяйственныя же воды вывозятся или отводятся каналами вмѣстѣ съ дождевыми.

Для канализаціи по этой системѣ городъ раздѣляютъ на маленькіе участки, примѣрно, въ 6 гект. каждый. Всѣ ретрады въ такомъ участкѣ посредствомъ чугунныхъ трубъ соединяють съ такими же трубами, проложенными по улицѣ—уличными, которыя отводятъ нечистоты въ чугунный герметическій резервуаръ, рассчитываемый обыкновенно на 500 чел. и помѣщаемый подъ улицей. Эти резервуары чугунными же трубами—главными, соединяются съ главнымъ герметически закрывающимся резервуаромъ, расположеннымъ внѣ города около машиннаго зданія. Обыкновенно на главной трубѣ, которыхъ бываетъ одна или нѣсколько, на особыхъ отвѣтвленіяхъ помѣщаютъ нѣсколько уличныхъ резервуаровъ.

Уличные трубы отъ уличныхъ резервуаровъ, послѣдніе отъ главной трубы, а эта, въ свою очередь, отъ главнаго резервуара отдѣляются задвижками. Задвижки эти нужны, какъ для эксплуатаціи канализаціи, такъ и для ремонта ея.

Изъ главнаго резервуара воздухъ выкачивается насосомъ, приводимымъ въ движеніе паровымъ или инымъ двигателемъ. Если открыть кранъ, отдѣляющій одну изъ главныхъ трубъ (если ихъ нѣсколько) отъ главнаго резервуара, то воздухъ изъ нея вытягивается; точно такъ же, если открыть кранъ въ уличный резервуаръ, воздухъ изъ послѣдняго тоже уходитъ. Разъединивъ этотъ резервуаръ съ главною трубою и сообщивъ его съ οποю уличною трубою, разрѣжаютъ воздухъ въ ней и въ прилегающихъ домовыхъ отвѣтвленіяхъ, такъ что всѣ нечистоты изъ отхожихъ мѣстъ, находящихся на этихъ отвѣтвленіяхъ, увлекаются въ уличный резервуаръ. Когда закрываютъ кранъ на уличной трубѣ и открываютъ таковой на главной трубѣ или вѣткѣ отъ нея, то нечистоты изъ уличнаго резервуара уходятъ въ главный. Послѣ этого воздухъ въ уличномъ резервуарѣ вновь разрѣжаютъ и т. д.

Какъ видно изъ сказаннаго, для дѣйствія этой системы необходимо перемѣнное поворачиваніе крановъ у уличнаго резервуара, одного на главной трубѣ, а другого на уличной. Поворачиваніе это про-

изводится специальными рабочими, которые, проходя по сѣти, останавливаются при каждомъ уличномъ резервуарѣ и перегоняютъ въ него содержимое отхожихъ мѣсть прилегающаго участка, а затѣмъ посредствомъ главной трубы направляютъ его въ главный резервуаръ.

Первоначально ретирады отдѣлялись отъ трубъ, соединяющихъ ихъ съ уличною трубою, затворами изъ нечистотъ, что было крайне негигіенично; теперь же ретирады промываютъ, такъ что получаютъ водяные затворы. Въ виду этого количество нечистотъ, подлежащее отводу на 1 человѣка, составляетъ уже не 1,2 л. въ день, какъ первоначально считали, а доходить до 2,25 л.

Система *Лернура* очень удобна для городовъ, расположенныхъ на совершенно горизонтальной мѣстности, какъ напр., въ *Голландіи*, гдѣ она только и нашла примѣненіе.

Удаленіе нечистотъ по этому способу въ *Амстердамѣ* обходится въ годъ около 2,5 мар. на человѣка, считая въ этомъ, кромѣ расходовъ по эксплуатаціи, и погашеніе.

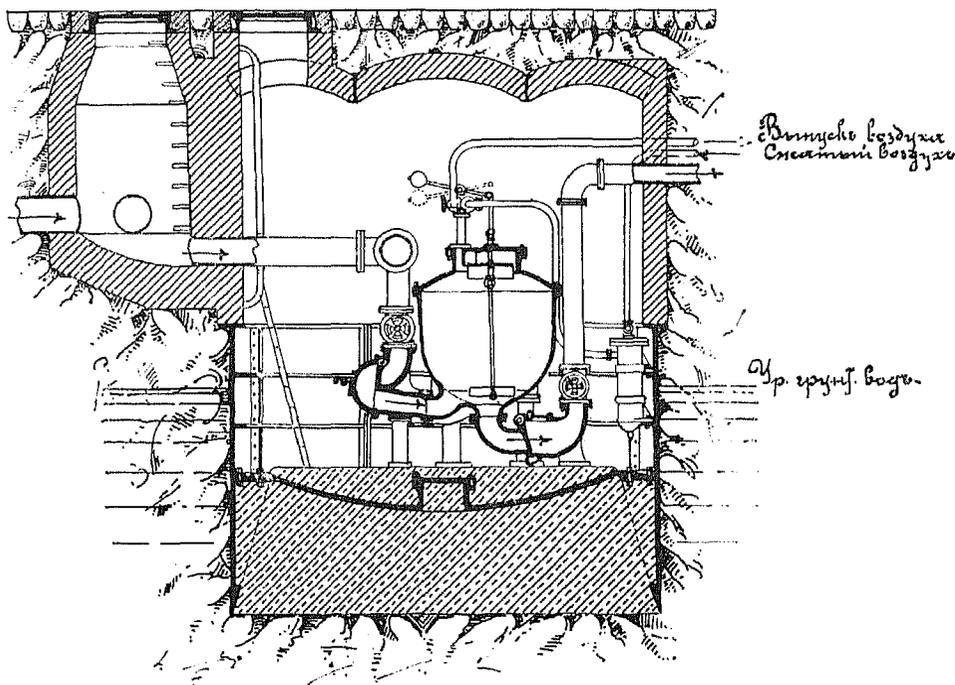
Лернуръ предполагалъ дѣлать пудреты изъ нечистотъ, собранныхъ на станціи въ главномъ резервуарѣ, выпаривая изъ нихъ воду; но въ виду значительнаго количества таковой, даже и до примѣненія воды для промывки ретирадъ, расчетъ этотъ не оправдался и теперь изъ нечистотъ добываютъ лишь одинъ сѣрнокислый амміакъ, представляющій хорошее удобреніе. Для этого нечистоты смѣшиваютъ съ $\frac{1}{2}\%$ извести и нагреваютъ до 100° ; выдѣляющійся при этомъ амміакъ пускаютъ надъ сѣрною кислотою, которая его поглощаетъ и выдѣляетъ (кристаллизуетъ) сѣрнокислый амміакъ; остающуюся отъ выпариванія жидкость спускаютъ въ рѣку. Хотя при этомъ получается доходъ около 0,8 мар. на чел., но въ санитарномъ отношеніи способъ этотъ неудовлетворителенъ, такъ какъ изъ нечистотъ выдѣляется лишь одинъ амміакъ.

4) Система Шоне.

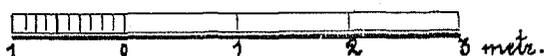
Подъемный аппаратъ *Шоне*—эжекторъ, приводится въ дѣйствіе сжатымъ воздухомъ, доставляемымъ къ нему со станціи особою трубою. Онъ состоитъ, *черт. 82*, изъ желѣзнаго цилиндра, расположеннаго въ особомъ колодезѣ, и въ него стекаютъ сточныя воды изъ сборнаго колодца; воздухъ въ это время изъ него уходитъ посредствомъ особой трубы. По мѣрѣ наполненія эжектора сточными водами, поплавокъ—тарелка, находящійся въ серединѣ его и соединенный съ

краномъ на отвѣтвленіи трубы съ сжатымъ воздухомъ, поднимается и, дойдя до верха цилиндра, открываетъ этотъ кранъ, такъ что сжатый воздухъ направляется въ эжекторъ. Одновременно съ открытіемъ этого крана автоматически закрывается кранъ на трубѣ, отводящей воздухъ изъ эжектора, а приводная труба, доставляющая въ него воды изъ пріемнаго колодца, отдѣляется автоматическимъ же клапаномъ. Вслѣд-

Б и н ц ъ.



Масштабъ.



Черт. 82.

ствіе давленія воздуха сточныя воды по нагнетательной трубѣ изъ эжектора нагнетаются за городъ. Когда всѣ воды выдавлены изъ эжектора, то поплавокъ опускается, закрываетъ кранъ на трубѣ съ сжатымъ воздухомъ и открываетъ таковой на трубѣ, отводящей воздухъ изъ эжектора. Отводная труба при этомъ отъ дѣйствія столба водъ автоматически отдѣляется (закрывается) отъ эжектора клапаномъ. Клапанъ же въ приводной трубѣ опускается (открывается), и воды изъ пріемнаго колодца вновь направляются въ эжекторъ.

Эжекторъ въ часъ можетъ наполниться и опорожниться отъ 10 до 20 разъ, въ зависимости отъ скорости притока водъ въ него.

При примѣненіи эжектора, или, какъ говорятъ, канализаціи по системѣ *Шоне*, городъ дѣлятъ на отдѣльные участки и въ каждомъ изъ нихъ въ самомъ пониженномъ мѣстѣ устраиваютъ кирпичный или бетонный сборный колодезь. Рядомъ съ этимъ колодеземъ въ такомъ же или желѣзномъ колодезѣ помѣщаютъ эжекторъ. Благодаря тому, что городъ дѣлятъ на небольшие участки, отдѣльнымъ уличнымъ трубамъ, по которымъ воды стекаютъ въ сборный колодезь, можно придать значительные уклоны, что весьма важно для правильнаго дѣйствія канализаціи. Трубы эти берутся обыкновенно гончарныя, діаметромъ не менѣе 15 см. (6 дм.).

Посредствомъ эжектора воды нагнетаются прямо за городъ или въ какую нибудь уличную магистраль, откуда уже стекаютъ самотекомъ за городъ, гдѣ ихъ очищаютъ однимъ изъ нижеуказанныхъ способовъ.

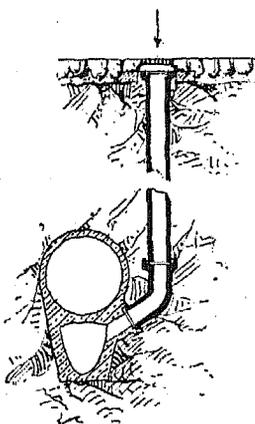
На *черт. 82* показанъ аппаратъ *Шоне* съ приемнымъ колодеземъ въ курортѣ *Винцъ* на островѣ *Рюгенъ* въ *Балтійскомъ морѣ*, поднимающій воды раздѣльной канализаціи, рассчитанной на 4000 чел.

Система *Шоне* довольно распространена въ *Англіи*, гдѣ ее примѣняютъ, преимущественно, при раздѣльной канализаціи. Въ *Западной Европѣ* она распространена мало и примѣняется лишь при подъемѣ незначительныхъ количествъ водъ, чаще всего съ отдѣльныхъ усадебъ—больницъ и т. п. Система эта выгодна лишь тогда, когда для перекачки нечистотъ нельзя устроить одну или нѣсколько большихъ насосныхъ станцій, а приходится городъ разбить на мелкіе участки, каждый съ отдѣльною насосною станціею; но и въ такихъ случаяхъ для приведенія въ дѣйствіе насосовъ теперь начинаютъ примѣнять электрическую энергію.

При примѣненіи эжектора сточныя трубы выходятъ малаго діаметра, поэтому, во избѣжаніе засоренія ихъ, необходима усиленная промывка, и *Шоне* для этого предложилъ свои танки, устраиваемые въ домахъ, но они довольно сложны.

Двухъярусная система канализации.

Инженеръ *Мецгеръ* предложилъ при одновременномъ устройствѣ раздѣльной канализаціи для хозяйственныхъ водъ и человѣческихъ фекалій и каналовъ для атмосферныхъ водъ соединять ихъ вмѣстѣ, какъ указано на *черт. 83*. При такомъ расположеніи каналовъ атмосферныя воды будутъ стекать по верхнему—большему, каналу ближайшимъ путемъ въ рѣку, а хозяйственныя воды (и человѣческіе фекаліи) по нижнему каналу—за городъ на очистную станцію или поля орошенія.



Черт. 83.

Система эта въ большинствѣ случаевъ обойдется дешевле общесплавной, и, соединивъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ оба канала, можно будетъ примѣнять атмосферныя воды для промывки нижнихъ каналовъ.

Такое двухъярусное расположеніе каналовъ можно, однако, съ успѣхомъ примѣнять и при общесплавной системѣ. Въ этомъ случаѣ хозяйственныя воды тоже будутъ идти по нижнему каналу, а въ верхнемъ каналѣ, сообщенномъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ съ нижнимъ, пойдутъ атмосферныя воды ближайшимъ путемъ въ рѣку. При обыкновенномъ дождѣ или въ началѣ большого дождя, когда атмосферныя воды съ улицъ уносятъ въ каналы еще много грязи, воды пойдутъ изъ верхняго въ нижній каналъ и послѣднимъ будутъ отводиться за городъ на очистную станцію; послѣ его наполненія болѣе чистая вода пойдетъ уже верхнимъ каналомъ. При этомъ нужно сдѣлать особыя приспособленія—поплавки, закрывающіе соединительныя отверстія при извѣстномъ наполненіи нижнихъ каналовъ ¹⁾.

¹⁾ Конкурсный проектъ канализаціи г. *Петербурга*.

Часть 2-ая.

ОЧИСТКА ГОРОДСКИХЪ СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.

VII.

Спускъ сточныхъ водъ и еамоочищеніе рѣкъ.

Большинство городовъ выстроено около рѣкъ или озеръ, непосредственно изъ которыхъ они вначалѣ пользовались водою, какъ для питья, такъ и для различныхъ хозяйственныхъ надобностей.

Въ эти источники водоснабженія до, сравнительно, недавняго времени стекали почти вездѣ, а иногда и отводились каналами, всѣ атмосферныя воды, а съ ними и вся уличная грязь и мусоръ. Кроме того, туда же часто отводились каналами и всѣ хозяйственныя воды и человѣческіе экскременты.

Сточные воды, спускаемая общесплавною канализаціею въ рѣки, какъ уже было сказано, обыкновенно состоятъ изъ водъ:

- 1) клозетныхъ и писсуарныхъ,
- 2) хозяйственныхъ,
- 3) промышленныхъ и заводскихъ и
- 4) атмосферныхъ.

Воды раздѣльной канализаціи, не отводящей атмосферныхъ водъ, обыкновенно ничѣмъ не отличаются отъ таковыхъ общесплавной канализаціи, такъ какъ воды послѣдней разжижаются лишь во время дождя ¹⁾.

Сточные воды содержатъ органическія и неорганическія вещества, частью взвѣшенные, а частью растворенныя, и различные микроорганизмы. Растворенныя вещества состоятъ, приблизительно, изъ 60% неорганическихъ и 40% органическихъ веществъ; въ взвѣшенныхъ же веществахъ, наоборотъ, количество органическихъ веществъ болѣе неорганическихъ. Количество же бактерій въ 1 куб. см. доходить до нѣсколькихъ сотъ тысячъ и даже миллионъ.

Резлингъ въ „*Rivers Pollution and Rivers Purification*“ приводитъ нижепомѣщаемую таблицу анализовъ сточныхъ водъ разныхъ городовъ, табл. № 14.

¹⁾ Если раздѣльная канализація отводитъ хозяйственныя и атмосферныя воды, а фекалій не отводитъ, какъ это встрѣчается иногда за границею, то сточныя воды содержатъ, приблизительно, 5% азота и фосфатовъ водъ съ фекаліями.

ТАБЛИЦА № 14.

	Въ 1 куб. и. водъ гр., или въ 1 л. мгр.	Остатокъ отъ ин- парципий.	Растворенныхъ веществъ.				Необходимо къ Мл О.	Хлора.	Взвѣшенныхъ ве- ществъ.		Зародышей въ куб. см.
			Изъ нихъ		Аммиака				Неорга- ниче- скихъ.	Органиче- скихъ.	
			неорга- ниче- скихъ.	органиче- скихъ.	свободн.	связан.					
1	<i>Лондонъ</i> (среднее изъ 181 ана- лиза)	847	571	276	45,1	5,5	—	150	179	212	—
2	Среднее изъ 15 <i>англійскихъ</i> городовъ (среднее изъ 236 анал.)	748,1	559,4	188,7	37,63	8,19	27,7	99,3	162,4	188,9	—
3	<i>Лавренцъ-Массачузетсъ</i> (сред- нее изъ 15 анал.)	420	257	163	17,9	3,80	—	5,14	38,0	86,0	609.186
4	<i>Парижъ</i>	980	250	730	—	21,0	—	—	1321	498	20.000
5	<i>Берлинъ</i> (среднее изъ 30 анал.)	1045,1	731,8	313,3	106,9	21,1	87,5	218,5	383,6	754,9	38.000.000
6	<i>Бреславль</i> (среднее изъ 12 анал.)	699,6	493,6	206,0	103,8	—	53,6	145,4	118,3	311,2	—
7	<i>Данцигъ</i>	683	522	161	64,6	11,6	—	—	226	356	—
8	<i>Франкфуртъ н/М.</i> (среднее изъ 8 анал.)	898	381	517	63,0	11,0	18	—	358	806	—
	Среднее	790,1	40,7	319,4	62,70	11,74	46,7	132,9	348,3	401,6	—

Какъ видно изъ этой таблицы, составъ сточныхъ водъ въ разныхъ городахъ различенъ, но кромѣ того, онъ мѣняется и для водъ одного и того же города, въ зависимости отъ времени года и часовъ дня.

Отъ спуска сточныхъ водъ рѣки и озера стали сильно загрязняться, особенно съ увеличеніемъ народонаселенія въ городахъ. На берегахъ и по дну ихъ осаждаются различныя органическія и неорганическія вещества, образующія отмели, въ которыхъ органическія вещества разлагаются и выдѣляютъ, особенно во время спада водъ, газы, весьма вредные для здоровья жителей прилегающихъ мѣстностей. Кромѣ того, жители самого города и, особенно, нижележащихъ селеній не могутъ пользоваться водою этихъ рѣкъ и озеръ для питья и разныхъ хозяйственныхъ надобностей. Рыба въ такихъ водахъ часто вымираетъ ¹⁾.

Всѣ эти причины заставили правительства разныхъ странъ принять соотвѣтственныя мѣры, запрещающія спускъ водъ въ рѣки и озера безъ предварительной очистки.

Первый законъ о загрязненіи рѣкъ былъ изданъ въ *Англии* въ 1876 г.: „*The Law as to the Pollution of Rivers*“.

Законъ этотъ оказался однако слишкомъ строгимъ и несомвѣстнымъ съ общими интересами городовъ и промышленности, и новый законъ, изданный 10 лѣтъ спустя: „*Rivers Pollution Act of the year 1886*“, былъ менѣе строгимъ; такъ, по первому закону количество органическаго азота въ 1 л. спускаемыхъ въ рѣки сточныхъ водъ могло быть не болѣе 3 mgr., по второму же закону допускается уже 10 mgr. ²⁾.

Несмотря однако на существованіе этихъ законовъ, рѣки въ *Англии* весьма часто болѣе загрязнены, чѣмъ на континентѣ, что объясняется значительнымъ числомъ фабрикъ и жителей въ городахъ, спускающихъ свои воды въ рѣки, и незначительною длиною послѣднихъ, такъ что самоочищенія въ нихъ почти не происходитъ.

Точно такъ же были изданы различныя законоположенія и въ другихъ странахъ, такъ напр., въ *Сѣверной Америкѣ*, въ штатѣ *Массачусетс*, совершенно запрещается спускъ водъ въ рѣки, если ниже ихъ по теченію на разстояніи менѣе 32 км. забирается вода для питья. Тамъ же

¹⁾ Въ городахъ, расположенныхъ на берегу моря, загрязненія послѣднего опасаться не приходится, но сточныя воды все таки должны быть очищены механически отъ плавающихъ и отчасти взвѣшенныхъ веществъ, такъ какъ иначе эти послѣднія приливами прибываютъ къ берегу и загрязняютъ его. Кромѣ того, для лучшаго перемѣшиванія сточной и морской воды спускную трубу надо уложить, по возможности, глубже и продолжить, какъ можно дальше въ море.

²⁾ Опредѣленіе допускаемаго количества азота въ 1 л. сточныхъ водъ независимо отъ количества ихъ и отъ количества водъ въ рѣкѣ, куда ихъ спускаютъ, не вѣрно.

въ 1888 г. была основана коммисія, которая въ г. *Лаврентцъ* производить опыты надъ загрязненіемъ рѣкъ и очисткою сточныхъ водъ.

Въ *Германіи* о загрязненіи рѣкъ говорится въ законахъ о рыбодовствѣ (1874 г.) и въ сельскохозяйственныхъ и лѣсныхъ законахъ (1880 г.). По этимъ законамъ, между прочимъ, запрещается бросать въ рѣки такія вещества, которыя могутъ принести вредъ рыбодовству (чужому), хотя допускаются исключенія, при значительныхъ интересахъ промышленности.

Въ *Пруссіи* одно время спускъ неочищенныхъ сточныхъ водъ въ рѣки не допускался совершенно; въ 1901 г. однако издано новое распоряженіе о содержаніи въ чистотѣ общественныхъ водяныхъ потоковъ. По этому распоряженію:

1) Отдѣльныя Полицейскія Управленія должны быть освѣдомлены объ общественныхъ потокахъ своего района, и таковыя, хотя одинъ разъ въ 2 года, должны быть обойдены.

2) Администрація должна имѣть въ виду:

a) возможность распространенія заразныхъ болѣзней;

b) содержаніе въ чистотѣ источниковъ водоснабженія, какъ питьевой, такъ и хозяйственной воды;

c) защиту жителей отъ различныхъ неудобствъ, и

d) защиту рыбодовства.

Въ третьемъ пунктѣ этого положенія говорится о томъ, что общаго закона нельзя было составить, такъ какъ интересы городовъ, промышленности и жителей около рѣкъ черезчуръ расходятся. Дѣйствительно, трудно и, пожалуй, даже невозможно издать общій законъ о загрязненіи рѣкъ сточными водами городовъ и фабрикъ, и самое правильное—рѣшать этотъ вопросъ всякій разъ отдѣльно на основаніи мѣстныхъ условій.

Изъ различныхъ составныхъ частей городскихъ сточныхъ водъ съ рѣчною водою легче всего перемѣшиваются растворенныя вещества, какъ неорганическія, такъ и органическія.

Хотя въ обыкновенныхъ городскихъ сточныхъ водахъ количество неорганическихъ растворенныхъ веществъ и довольно велико, но если они не представляютъ ядовъ, получаемыхъ при производствѣ на нѣкоторыхъ фабрикахъ и заводахъ, то, достаточно разбавленныя, они мало измѣняютъ составъ рѣчной воды и въ гигиеническомъ отношеніи не опасны. Что же касается растворенныхъ органическихъ веществъ, то, если количество ихъ въ сравненіи съ расходомъ рѣки невелико, происходитъ минерализація этихъ веществъ, вслѣдствіе дѣйствія ра-

створеннаго въ водѣ кислорода и жизнедѣятельности различныхъ микроорганизмовъ—преимущественно водяныхъ бактерій.

Нерастворенныя вещества въ сточныхъ водахъ находятся въ видѣ плавающихъ и взвѣшенныхъ веществъ. Неорганическія нерастворенныя вещества при уменьшеніи скорости осѣдаютъ на дно рѣки и образуютъ отмели. Осѣдая, они увлекаютъ съ собою и органическія нерастворенныя вещества и бактеріи, такъ что получаемыя отмели легко разлагаются, особенно при спадѣ водъ. Поэтому и желательно предварительное механическое осажденіе сточныхъ водъ.

При сильномъ теченіи осажденіе неорганическихъ и вмѣстѣ съ ними органическихъ веществъ идетъ медленно и вслѣдствіе механическаго дѣйствія текучей воды происходитъ измельченіе этихъ веществъ, при чемъ органическія вещества дѣлаются болѣе доступными (физическимъ и химическимъ измѣненіямъ). Кромѣ того, они уничтожаются водяными бактеріями и рыбою, разумѣется, если не перешли еще въ гнилостное разложеніе.

Въ рѣчной, какъ и во всякой другой, водѣ всегда находится извѣстное количество водяныхъ бактерій, но, кромѣ того, находится извѣстное количество сапрофитныхъ—гнилостныхъ, бактерій, доходящее въ водѣ, загрязненной сточными водами, до нѣсколькихъ сотъ тысячъ и даже миллионовъ въ 1 куб. см. Однако количество этихъ бактерій, несмотря на способность ихъ размножаться, въ рѣчной водѣ не только не увеличивается, но даже значительно уменьшается, и на извѣстномъ разстояніи отъ впуска сточныхъ водъ число ихъ то же, что и до впуска. Уменьшеніе это объясняется измѣненіемъ жизненныхъ условій—разжиженіемъ органическихъ веществъ, присутствіемъ кислорода въ рѣчной водѣ, борьбою съ болѣе сильными водяными бактеріями и обиліемъ свѣта, весьма опаснаго для бактерій, развившихся въ темнотѣ (каналахъ); кромѣ того, бактеріи осѣдаютъ на дно рѣки вмѣстѣ съ взвѣшенными веществами.

Болѣзнетворныя бактеріи встрѣчаются въ рѣкахъ очень рѣдко и то лишь отдѣльными особями, при чемъ и здѣсь, какъ и въ сточныхъ водахъ, онѣ живутъ недолго, макс. нѣсколько дней.

Количество бактерій въ водѣ служитъ вѣрнымъ мѣриломъ ея загрязненія, и бактериологическимъ анализомъ можно опредѣлить присутствіе сточныхъ водъ тамъ, гдѣ химически доказать этого нельзя, такъ, для воды р. *Шпрее*, при протокѣ ея черезъ *Берлинъ*, количество потребнаго марганцово-кислаго калия увеличилось съ 19,7 мгр. на 1 л. воды всего до 23 мгр., между тѣмъ количество зародышей увеличи-

лось въ 1 куб. см. съ 9000 до 197000. Химическій анализъ за то показываетъ составъ и происхожденіе сточныхъ водъ.

Ниже приведено нѣсколько таблицъ химическихъ и бактериологическихъ анализовъ воды изъ рѣкъ, въ которыя спускаются сточныя воды городовъ безъ очистки.

1) Франкъ производилъ систематическія изслѣдованія воды р. *Шпрее* въ предѣлахъ г. *Берлина*. Приведенная ниже его таблица показываетъ, что даже въ городахъ, гдѣ имѣется канализація, загрязненіе рѣкъ все-таки велико. Начиная отъ пункта 6—*мостъ Мольтке*, *Шпрее* проходитъ черезъ не канализованныя (въ то время) части г. *Берлина*, при чемъ загрязненіе ея увеличивается значительно; проходя же черезъ не канализованный *Шпандау*, загрязненіе рѣчки увеличивается. Первоначальный видъ вода снова принимаетъ на разстояніи лишь 23—25 км. отъ г. *Шпандау*.

ТАБЛИЦА № 15.
Р. *Шпрее* у *Берлина* въ 1886—87 г.

СТАНЦИИ.	Расстояние отъ начала пункта въ в. м.	Всего остатк.	Извест.	Необходимо K Mn O ₄ .	Амміака.	Хлора.	Определенное количество зародышей въ 1 куб. см. воды.	Средняя цифра изъ всѣхъ наблюдений.
1. <i>Обербаумскій мостъ</i> , на восточн. концѣ города.	0,0	189,0	63,1	19,7	0,42	22,5	1900—65000	3000
2. <i>Яновикскій мостъ</i>	2,3	190,2	63,3	19,8	0,31	22,0	3000—63000	13400
3. <i>Мостъ Фридриха</i>	4,3	184,0	61,3	19,9	0,28	22,6	5700—130000	26700
4. <i>Мостъ Ебертса</i>	4,9	187,0	63,7	19,9	0,37	22,4	4100—154000	37500
5. <i>Маршаллскій мостъ</i>	5,9	180,1	63,3	19,9	0,36	22,7	3500—171000	39000
6. <i>Мостъ Мольтке</i>	6,7	189,0	59,9	20,7	0,40	22,0	4500—385000	69400
7. <i>Моабитскій мостъ</i>	8,5	196,0	62,7	21,4	0,37	22,1	5400—154000	51000
8. <i>Шлюзъ у Рубена</i>	20,0	203,0	64,1	23,0	0,85	25,4	32600—1250000	197000

СТАНЦИИ.	Расстояние отъ начальн. пункта к. м.	Всего остатк.					Определенное количество зародышей въ 1 куб. см. воды.	Средня цифра изъ всѣхъ наблюдений.
		Извести.	Необходимо къ Мп Оз.	Аммиака.	Хлора.	Въ 1 куб. м. воды гр., или въ 1 л. мгр.		
9. Шандау, на мѣстѣ присоед. р. Гавель.	22,0	198,0	65,1	21,5	0,97	24,8	33700—2520000	330000
10. Пихельсдорфъ.	33,0	197,0	59,0	21,4	0,83	24,2	6300—893000	188000
11. Гатовъ . . .	36,0	203,0	64,3	20,4	0,69	24,7	9000—486000	137000
12. Кладовъ. . .	38,0	198,3	62,5	20,6	0,62	24,2	2900—650000	131000
13. Сакровъ. . .	45,0	194,0	62,2	19,6	0,41	23,9	1700—296000	10200

2) Рѣка Эльба, принимающая сточныя воды г. Дрездена и загрязняемая жителями съ обоихъ весьма населенныхъ береговъ, имѣетъ весьма значительное судоходство и лѣтомъ расходъ всего въ 52 куб. м. при всемъ этомъ самоочищеніе ея, какъ видно изъ прилагаемой ниже таблицы, очень велико и происходитъ уже на разстояніи 15 км.

ТАБЛИЦА № 16.

Р. Эльба у Дрездена въ 1891 г.

СТАНЦИИ.	Взвѣшен. вещ.	Остатокъ отъ выпариванія.	Потери при накаливаніи.	Органич. веществъ.	Необх. кол-во. кислоты для окисл.	Аммиака.	Азотной кислоты.	Хлора.	Сѣрной кислоты.	Извести.	Магнезій.	Количество зародышей въ 1 куб. с. воды.
1. У г. Шандау 65 км. выше Дрездена .	—	112,1	—	83,2	—	0,12	2,7	5,8	—	—	—	38000
2. У г. Пирнау, 20 км. ниже по теченію.	—	117,1	—	85,6	—	0,12	2,7	5,8	—	—	—	26000
3. У г. Дрездена, выше города . . .	—	119,7	—	85,0	—	0,26	3,0	5,8	—	—	—	20000
4. У г. Дрездена, ниже послѣди. спуска сточн. водъ.	—	128,1	—	88,6	—	0,17	3,4	5,8	—	—	—	38000
5. У г. Нидерварта, на 15 км. ниже Дрездена . . .	—	114,4	—	82,6	—	0,14	3,6	6,00	—	—	—	10000
6. 1 км. выше впаденія р. Заале, лѣвый берегъ. .	16	135	42	—	5,1	—	—	12	52	15	—	
правый „	10	182	42	—	5,4	—	—	12	56	15	—	

У Гамбурга самоочищеніе Эльбы происходитъ на разстояніи около 20 км., на каковомъ разстояніи отъ спуска городскихъ сточныхъ водъ гор. *Альтона* забираетъ воду для водоснабженія.

3) Изъ приведеннаго ниже въ табл. № 17 химическаго анализа воды р. *Одеръ* у г. *Бреслава*, когда, до устройства полей орошенія, въ нее впускали сточныя воды города, видно, что самоочищеніе происходило всего въ 8 км., между тѣмъ по бактериологическому анализу оно происходило лишь на разстояніи 30 км.

ТАБЛИЦА № 17.

Р. *Одеръ* у *Бреслава* въ 1877—81 г.

С Т А Н Ц И И.	Всего остатка.	Потери при про- каиваніи.	Органич. ве- ществъ.	Необх. колич. кислорода для окисленія	Свободнаго ал- міака.	Связаннаго ал- міака.	Азотной кислот.	Хлора.
	Въ 1 куб. м. воды гр., или въ 1 л. мгр.							
1. Выше спуска город- скихъ сточныхъ водъ.	172,3	39,0	87,3	4,4	0,20	0,24	0,72	8,0
2. Вблизи послѣдняго. .	532,8	179,2	491,3	24,9	10,34	2,98	0,85	29,8
3. Ниже по теченію, гдѣ уже произошло пол- ное перемѣшив. сточи. водъ съ водами рѣки.	185,6	42,8	114,5	5,8	1,12	0,42	0,98	11,0
4. 8 км. ниже послѣдн. спуска сточн. водъ. .	179,0	43,3	85,9	4,4	0,48	0,33	0,87	10,4

4) Въ водѣ р. *Изаръ*, куда г. *Мюнхенъ* спускаетъ свои сточныя воды, *Праусницъ* нашель:

1) выше города 260 зародышей въ 1 куб. см.;

2) въ городѣ, впереди спуска водъ и за послѣднимъ, 400 и 122000 зародышей;

3) у *Феринга*, въ 10 км. ниже города, 2100 зародышей.

Такое незначительное количество зародышей и скорое самоочищеніе—уже на разстояніи 10 км., объясняется горнымъ происхожденіемъ рѣки, благодаря чему скорость теченія довольно велика—отъ

1,19 до 2,44 м., а средняя температура низка — 9°; расходъ рѣки при этомъ составляетъ отъ 40 до 800 кб. м. въ сек.

5) Самоочищеніе р. *Рейнъ* у *Кельна* и *Вонна*, по изслѣдованіямъ *Кноблауха*, происходитъ на разстояніи 20 км.

6) Въ р. *Сенъ*, въ которую до устройства полей орошенія впускались сточныя воды г. *Парижа*, самоочищеніе происходило на разстояніи около 25 км.

Перечисленные примѣры показываютъ, что самоочищеніе не только въ разныхъ рѣкахъ, но даже въ одной и той же рѣкѣ, въ разныхъ мѣстахъ различно и зависитъ, какъ отъ расхода рѣки, состава воды, скорости теченія и температуры ея, такъ и отъ количества спускаемыхъ въ нее сточныхъ водъ, ихъ состава и многихъ др. причинъ, которыя впередъ опредѣлить очень трудно. Вообще, самоочищеніе рѣкъ происходитъ на разстояніи отъ 10 до 30 км., а иногда и немного болѣе.

Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что если разжиженіе сточныхъ водъ водами рѣки достаточно и скорость теченія послѣднихъ не менѣе таковой сточныхъ водъ въ каналахъ, то вълѣдствіе присутствія въ водѣ раствореннаго кислорода и жизнѣдѣтельности различныхъ микроорганизмовъ, преимущественно водяныхъ бактерій, и высшихъ организмовъ—инфузорій, червей, рыбы и др., происходитъ самоочищеніе рѣки. Дѣйствительно, всегда замѣчается, что на извѣстномъ разстояніи отъ впуска городскихъ сточныхъ водъ вода рѣки освѣтляется и принимаетъ свой прежній видъ.

Петтенкоферъ на основаніи опытовъ нашелъ, что если количество сточныхъ водъ—наибольшій секундный расходъ, составляетъ $\frac{1}{15}$ наименьшаго расхода (въ межень) рѣки и скорость теченія воды въ ней не менѣе таковой сточныхъ водъ, т. е. около 0,6 м., то спускъ ихъ въ рѣку можетъ быть допущенъ. Несмотря однако на авторитетъ *Петтенкофера*, разжиженіе въ 15 разъ признается недостаточнымъ. *Кнауффъ* и нѣкоторые др. авторитеты требуютъ разжиженія въ 50 разъ; *англійская* же правительственная комиссія требовала разжиженія въ 40 разъ, даже для водъ, предварительно очищенныхъ химически, а такая же *американская* комиссія—разжиженія въ 130 разъ. Послѣдняя величина однако преувеличена и разжиженіе въ 100 разъ слѣдуетъ признать вполне достаточнымъ.

Такимъ образомъ, въ извѣстныхъ случаяхъ спускъ городскихъ сточныхъ водъ въ рѣку можетъ быть допущенъ, но механическая очистка водъ—осажденіе, при этомъ все-таки въ высшей степени же-

лательна, такъ какъ при ней задерживаются почти всѣ плавающія и взвѣшенныя вещества, дѣлающія рѣчную воду крайне непріятною на видъ, и въ значительной степени облегчается самоочищеніе рѣки.

Спускъ сточныхъ водъ въ рѣку долженъ быть устроенъ ниже города по теченію рѣки и, по возможности, удаленъ отъ берега. Кромѣ того, должны быть приняты во вниманіе интересы нижележащихъ селеній: ихъ близость отъ спуска водъ и, особенно, не служить-ли данная рѣка имъ источникомъ водоснабженія.

УШ.

Очистка сточныхъ водъ.

Очистка городскихъ сточныхъ водъ производится *осажденіемъ* или *біологическимъ* способомъ ¹⁾.

Для осажденія воды пускаютъ въ особые бассейны или колодцы, гдѣ вслѣдствіе значительнаго уменьшенія скорости большая часть взвѣшенныхъ веществъ осаждается. Если для лучшаго осажденія и очистки къ водамъ прибавляютъ химическіе реактивы, то механическое осажденіе—очистка, переходитъ въ химическую.

Біологическою очисткою называютъ тѣ способы очистки сточныхъ водъ, гдѣ разложеніе органическихъ веществъ производится живыми организмами; при этомъ происходитъ также механическая фильтрація и окислительные процессы. Къ этой очисткѣ относятся: орошеніе, периодическая фильтрація и собственно біологическая очистка.

1) Механическая очистка.

Если вблизи города течетъ рѣка, въ которую можно спустить сточныя воды, то, какъ уже было сказано, ихъ предварительно слѣдуетъ очистить хотя-бы механически, что обходится, сравнительно, недорого.

Для механическаго осажденія сточныя воды пускаютъ въ горизонтальные бассейны или колодцы, гдѣ вслѣдствіе значительнаго уменьшенія скорости большая часть взвѣшенныхъ веществъ, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ, осаждается въ видѣ ила.

Бассейны дѣлаютъ длиною отъ 30 до 100 м. (15—50 саж.), шириною

¹⁾ Очистка сточныхъ водъ *электричествомъ* пока не находитъ практическаго примѣненія.

отъ 5 до 10 м. (2,5—5 саж.) и глубиною отъ 2 до 3 м. (1—1,5 саж.), дну же придаютъ уклонъ отъ 1:25 до 1:75. Скорость теченія водъ (средняя) въ бассейнахъ получается не болѣе 2—4 мм. (0,1—0,2 дм.) въ секунду, и воды въ каждомъ бассейнѣ находятся отъ 4 до 6 час.

Колодцы дѣлають глубиною отъ 7 до 12 м. (3,5—6 саж.) и площадью въ 20—50 кв. м. (4—10 кв. саж.), вслѣдствіе чего они занимають значительно меньше мѣста, чѣмъ бассейны. Скорость теченія въ колодцахъ также получается не болѣе 4 мм. въ секунду, и воды въ каждомъ изъ нихъ находятся отъ 1,5 до 2 час.

Бассейны эти и колодцы за границею сдѣланы почти вездѣ открытыми и лишь мѣстами, во избѣжаніе распространенія запаха,—крытыми; у насъ ихъ придется почти вездѣ покрывать для защиты отъ морозовъ.

При механической очисткѣ осаждается отъ 50 до 80%, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ, взвѣшенныхъ веществъ; количество же бактерій и растворенныхъ веществъ почти вовсе не уменьшается, а иногда даже еще увеличивается. Такимъ образомъ, сточныя воды, очищенныя лишь механически, при недостаточномъ разжиженіи еще могутъ загнить.

Бокъ и Шварцъ въ *Ганноверѣ* произвели обстоятельные опыты надъ осажденіемъ сточныхъ водъ въ бассейнахъ, длиною въ 50 и 70 м., при чемъ при различныхъ скоростяхъ получились слѣдующіе результаты:

1) При длинѣ бассейна въ 50 м. и скорости въ: 4 мм., 6 мм., 8 мм. и 10 мм., получилось осадковъ: 56%, 56,3%, 54,6% и 53,6%.

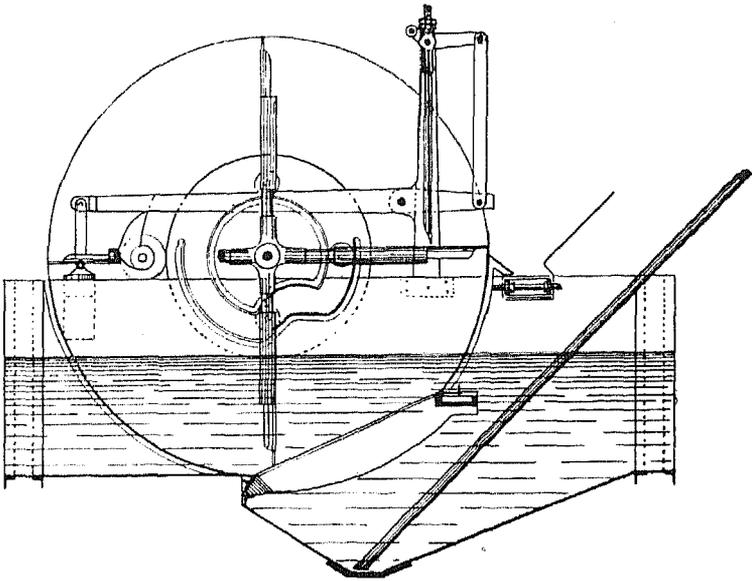
2) При длинѣ бассейна въ 75 м. и скорости въ: 4 мм., 6 мм., 8 мм. и 10 мм., получилось осадковъ: 62,7%, 61,7%, 59,7% и 61,7%. Наибольшее же осажденіе за сутки: 69%, 67%, 67% и 68%.

При скорости въ 15 мм. (0,6 дм.) органическихъ веществъ осаждается почти то же количество и уменьшается лишь осажденіе неорганическихъ веществъ, такъ какъ мелкія неорганическія вещества проходятъ черезъ бассейны. Послѣднія однако не имѣютъ особаго вліянія на загрязненіе рѣкъ, поэтому скорость въ 15 мм. можно признать достаточною.

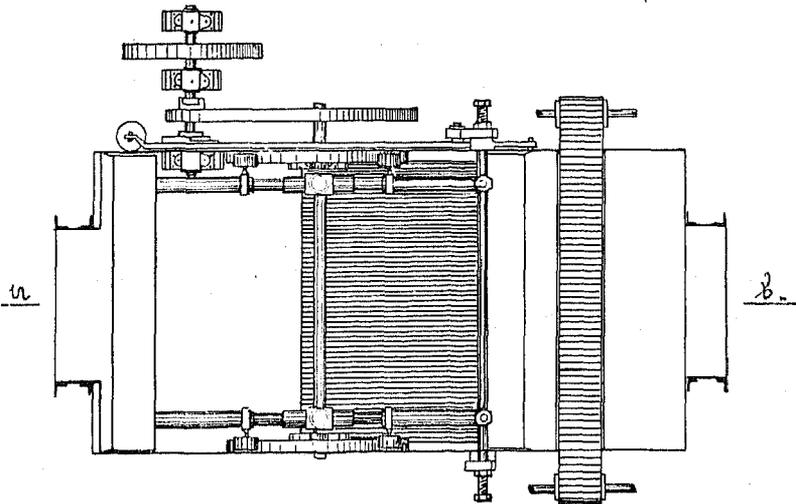
Для задержанія веществъ, плавающихъ въ сточныхъ водахъ (крупныхъ взвѣшенныхъ), эти послѣднія до спуска въ бассейны и колодцы пропускають черезъ рядъ сѣтокъ или граблей съ промежутками отъ 2 до 15 мм. (0,1—0,6 дм.).

Въ *Германіи* въ послѣднее время большою извѣстностью пользу-

ются рѣшетки *Picchia*. Простѣйшая изъ нихъ имѣетъ изогнутую форму (часть окружности) и состоитъ изъ отдѣльныхъ полосъ. Для очистки этой рѣшетки служатъ особыя грабли, состоящія также изъ отдѣль-



Разрѣзъ по а-в.



Планъ.

Черт. 84.

ныхъ полосъ — пальцевъ, насаженныхъ радіально на горизонтальную ось; обыкновенно на ось насаживаютъ отъ 2 до 4 такихъ граблей. При поворотѣ оси отдѣльныя грабли—пальцы ихъ, входятъ въ промежутки

между полосами рѣшетки и вынимають задержанные ею осадки; когда грабли приходятъ въ горизонтальное положеніе, осадки съ нихъ очищаются особою щеткою. Ось этихъ граблей и щетка для ихъ очистки приводятся въ движеніе руками или двигателемъ.

Другой типъ рѣшетки *Pienia* представленъ на *чер. 84*. Наклонная рѣшетка здѣсь поставлена поперекъ желѣзнаго ящика, черезъ который проходятъ сточныя воды. Рѣшетка эта состоитъ изъ отдѣльныхъ проволокъ или полосъ, натянутыхъ на особую желѣзную раму. Разстояніе между проволоками или полосами беруть отъ 2 до 3 мм. (0,1—0,15 дм.), а иногда даже въ 1 мм., въ зависимости отъ того, до какой степени хотять этими сѣтками очистить воды. Для снятія съ рѣшетки задержанныхъ ею веществъ служатъ щетки, прикрѣпленные къ 4 нарамъ спиць, насаженнымъ на горизонтальную ось. Для того чтобы щетки хорошо очищали рѣшетку, но вмѣстѣ съ тѣмъ къ ней не особенно придавливались, служатъ ролики, прикрѣпленные къ выдвигаемымъ частямъ спиць, и особыя неподвижныя направляющія полосы. Послѣ прохода отдѣльныхъ щетокъ черезъ сѣтку и прихода ихъ въ горизонтальное положеніе, осадки съ нихъ сгребаются особою балансирующей щеткою, которая періодически приводится въ движеніе посредствомъ эксцентрика, приводимаго въ движеніе, какъ и горизонтальная ось спиць (щетокъ), общимъ двигателемъ.

Въ *Германи* въ послѣднее время инженеръ *Мейрихъ* устроилъ рядъ станцій для механической (отчасти и химической) очистки, представляющихъ остроумное сочетаніе горизонтальныхъ бассейновъ и колодцевъ и различныхъ рѣшетокъ для задержанія плавающихъ веществъ.

Ниже описана механическая очистка сточныхъ водъ въ *Висбаденн* и *Нейштадтѣ*, при чемъ на послѣдней станціи примѣняютъ для болѣе успѣшнаго осажденія известъ.

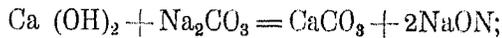
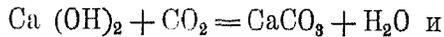
2) Химическая очистка.

Для болѣе успѣшнаго осажденія взвѣшенныхъ и, отчасти, растворенныхъ веществъ и дезинфекціи, какъ очищаемыхъ водъ, такъ и получаемаго ила, часто къ сточнымъ водамъ прибавляютъ химическіе реактивы.

На различные химическіе препараты для осажденія взято нѣсколько сотъ патентовъ, но почти всѣ они или дороги, или не даютъ

вполнѣ удовлетворительныхъ результатовъ. Чаще всего примѣняютъ *известь, глиноземъ и уголь.*

Известь, прибавленная къ сточнымъ водамъ, соединяется съ углекислою, находящеюся въ нихъ частью въ свободномъ видѣ, а частью въ соединеніяхъ, и образуетъ нерастворимую углекислую известь:



точно также она образуетъ нерастворимыя соединенія съ нѣкоторыми органическими кислотами. Эти нерастворимыя соединенія при уменьшеніи скорости теченія сточныхъ водъ опускаются въ видѣ мелкихъ хлопьевъ, которые при этомъ увлекаютъ съ собою нерастворимыя вещества и микроорганизмы, находящіеся въ сточныхъ водахъ, и на дно осаждаются уже въ видѣ крупныхъ хлопьевъ ила. Известь (ѣдкая) при этомъ дѣйствуетъ еще *дезинфицирующимъ* образомъ — убиваетъ микроорганизмы, и отчасти *дезодорирующимъ* — уничтожаетъ дурной запахъ сѣрводорода, вслѣдствіе образованія нерастворимой сѣрнокислой извести. Очищенныя воды однако неспособны къ гніенію, лишь пока въ нихъ находится избытокъ извести, но какъ только къ нимъ поступаетъ изъ воздуха или воды угольная кислота, связывающая эту известь, то микроорганическая жизнь вновь начинается. Известь разлагаетъ нѣкоторыя нерастворимыя органическія соединенія и вытѣсняетъ амміакъ изъ его соединеній, вслѣдствіе чего уменьшается качество получаемого ила, какъ удобрения, и всегда замѣчается запахъ амміака.

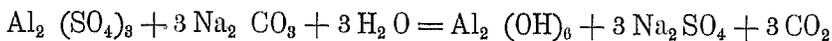
Известь употребляется въ видѣ известкового молока—1 ч. обожженной извести въ порошокъ и отъ 3 до 10 ч. воды. Обыкновенно на 1 куб. м. сточныхъ водъ прибавляютъ отъ 0,2 до 0,25 кгр. извести ¹⁾, при чемъ въ грязныхъ водахъ количество это увеличиваютъ до 0,35 кгр.

По *Пфулю*, тифозныя и холерныя бациллы въ сточной водѣ убиваются при дѣйствіи 1 кгр. извести въ теченіе 1,5 час. или 1,5 кгр. въ теченіе часа, при чемъ необходимо постоянное перемѣшиваніе. Для *Берлинскихъ* водъ однако необходимо 2 кгр. извести при дѣйствіи ея въ теченіе часа. По *Либоріусу*, для того чтобы убить большинство зародышей, достаточно 0,9 кгр. извести при дѣйствіи ея въ теченіе 6 час. *Виссингъ* для очищенныхъ осажденіемъ (механически) водъ находитъ достаточнымъ 0,5 кгр. при дѣйствіи въ теченіе 1½ час. Вообще, мнѣнія о количествѣ извести, необходимой для полной дезинфекціи сточныхъ водъ, расходятся.

¹⁾ На 1 куб. саж. отъ 4,75 до 5 фун.

Изъ сточныхъ водъ при этой очисткѣ осаждается до 90% взвѣшенныхъ веществъ, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ, и около 40% растворенныхъ органическихъ веществъ, количество же неорганическихъ растворенныхъ веществъ иногда даже увеличивается. Главное достоинство извести то, что она дезинфекцируетъ—количество бактерій при очисткѣ ею уменьшается на 70—90%.

Сѣрноокислый алюминій, или *глиноземъ*, въ общемъ производить такое же дѣйствіе, какъ и известь, при чемъ получается перастворенный гидратъ окиси алюминія:



Осажденіе здѣсь почти всегда идетъ успѣшнѣе, чѣмъ при употребленіи извести, такъ какъ осаждается еще часть растворенныхъ веществъ; при этомъ также уничтожается дурной запахъ водъ и онѣ почти совершенно освѣтляются.

Сѣрноокислый глиноземъ значительно дороже извести и, такъ какъ онъ не дезинфекцируетъ сточныхъ водъ, то употребляется обыкновенно вмѣстѣ съ известью или др. веществами, обладающими этимъ свойствомъ. Обыкновенно берутъ больше извести, чѣмъ глинозема, хотя въ нѣкоторыхъ мѣстахъ поступаютъ наоборотъ, такъ напр., въ *Франкфуртѣ н/М.* на 1 кв. м. сточныхъ водъ прибавляютъ 0,04 кгр. извести и 0,16 кгр. глинозема.

Въ аппаратахъ *Pote* вначалѣ примѣняли глиноземъ вмѣстѣ съ известью или съ препаратомъ *Рекнера* (отбросы съ *Стасфуртскихъ* химическихъ заводовъ, весьма богатые сѣрнокислою магнезією), теперь же примѣняютъ его въ смѣси съ порошкомъ *бураго угля* или *торфа*—способъ *Дегенера*.

Изъ другихъ реактивовъ съ успѣхомъ примѣняется еще *ферозонъ*, который состоитъ изъ сѣрнокислаго глинозема, желѣзнаго купороса и углерода.

Въ очищенныхъ водахъ остается еще извѣстная часть (10—15%) взвѣшенныхъ веществъ, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ, извѣстное количество бактерій и значительное количество растворенныхъ веществъ, какъ органическихъ, такъ и неорганическихъ. Изъ этихъ веществъ имѣютъ значеніе растворенныя органическія вещества, и хотя для окисленія ихъ и можно было-бы прибавлять къ водамъ соотвѣтственные реактивы—хлорную (бѣлильную) известь, марганцово-кислый калий и др., но это обходится очень дорого, почему на дѣлѣ обыкновенно и не практикуется. Присутствіе оставшихся растворенныхъ органическихъ веществъ въ очищенныхъ во-

дахъ однако не представляетъ еще особаго зла, такъ какъ въ рѣкахъ уже не могутъ получаться различныя разлагающіяся отдели, ибо сточныя воды, освобожденныя отъ взвѣшенныхъ веществъ, легко перемѣшиваются съ рѣчною водою, отчего легче происходитъ окисленіе органическихъ веществъ и біологическая очистка; но отъ рѣки, такимъ образомъ, все-таки требуется еще нѣкоторая способность самоочищаться.

Химическое осаждеіе, какъ и механическое, производятъ въ бассейнахъ или колодцахъ. Надъ круглыми колодцами часто ставятъ желѣзные клепажные колокола, изъ которыхъ выкачиваютъ воздухъ, вслѣдствіе чего очищенныя воды въ нихъ поднимаются до перелива, а илъ падаетъ на дно колодцевъ, откуда выкачивается насосами—система *Pote*.

При химическомъ осаждеіи должно быть обращено вниманіе на надлежащее перемѣшиваніе реактивовъ съ водами. Перемѣшиваніе это производится обыкновенно до поступленія водъ въ бассейны и колодцы, при чемъ примѣняются различныя приспособленія, изъ которыхъ нѣкоторыя указаны ниже, при описаніи отдѣльныхъ очистныхъ станцій въ *Потсдамѣ*, *Галлѣ* и *Нейштадтѣ*.

Слабая сторона каждой очистной станціи, какъ при механическомъ осаждеіи, такъ и химическомъ, это—илъ, который получается въ довольно значительномъ количествѣ—отъ 3 до 10 л. на 1 куб. м. сточныхъ водъ¹⁾. Илъ этотъ сильно разбавленъ водою, которой содержитъ до 90%; при высушиваніи на воздухъ количество воды уменьшается до 70%, и илъ изъ жидкаго состоянія переходитъ въ тѣстообразное, такъ что его можно забирать лопатою. На такую сушку однако требуется много времени; поэтому илъ прессуютъ на фильтр-прессахъ, при чемъ количество воды уменьшается до 50—55%, а первоначальный объемъ его на 20—25%.

Сухой остатокъ ила обыкновенно состоитъ изъ 70—85% неорганическихъ и 30—15% органическихъ веществъ; въ послѣднихъ находится отъ 6,8 до 2,4% азота (всего остатка), въ неорганическихъ же веществахъ еще находится незначительное количество фосфорной кислоты и калия.

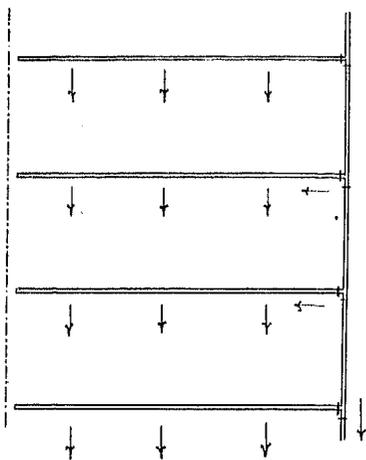
Илъ, какъ удобрение, не представляетъ особой цѣнности, особенно илъ, получаемый при химической очисткѣ, и расчетъ, что его будутъ раскупать, не оправдался; въ большинствѣ случаевъ его не забираютъ даже даромъ и за вывозъ его съ очистной станціи приходится платить, иной разъ довольно дорого. Поэтому *Дегенеръ* и пред-

¹⁾ Отъ 2,34 до 7,8 вед. на 1 куб. саж.

ложилъ въ аппаратахъ *Rome* известь замѣнить порошкомъ угля, и тогда илтъ, высушенный послѣ фильтраціи, идетъ на отопленіе въ до- бавленіе къ углю; но и здѣсь пока особаго дохода не получается.

3) Орошеніе.

Самымъ рациональнымъ способомъ очистки сточныхъ водъ во всѣхъ отношеніяхъ, безспорно, является орошеніе. Орошеніемъ дости- гается двойная цѣль: съ одной стороны, очищаются сточныя воды, а съ другой—не пропадаютъ для сельскаго хозяйства удобрительныя вещества, находящіяся въ этихъ водахъ.



Черт. 85. Односкатное орошеніе.

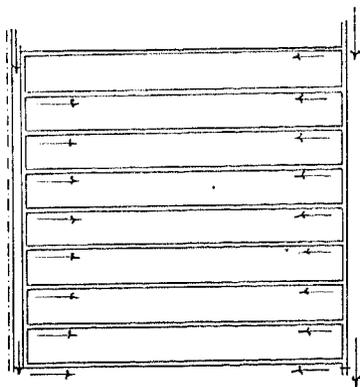
Орошеніемъ сточныя воды очищаются не только механически, вслѣдствіе осажденія взвѣшенныхъ и плавающихъ веществъ, но и химически и біологически, такъ какъ отъ дѣйствія кислорода воздуха, заключающагося въ почвѣ, и жизнедѣятельности различныхъ микроорганизмовъ растворенныя органическія вещества окисляются и превращаются въ углекислоту и соли азотной и азотистой кислоты, бактеріи же задерживаются почвою. Кроме того, растенія поглощаютъ изъ почвы перешедшія въ нее изъ сточныхъ водъ фосфорныя и калиевыя соли, вышеупомянутыя азотныя и др. питательныя вещества.

Способъ орошенія полей зависитъ отъ культуры растений; обыкновенно примѣняютъ слѣдующія системы орошенія:

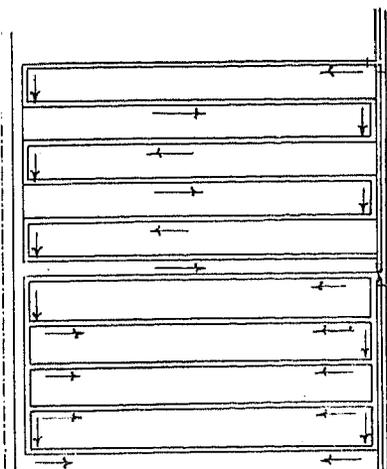
- 1) орошеніе *напускомъ* (односкатное) ¹⁾,
- 2) „ *инфильтраціей* и
- 3) „ *затопленіемъ*.

¹⁾ *Двускатное* орошеніе, вслѣдствіе дороговизны обдѣлки полей въ видѣ двускатныхъ площадей, почти не употребляется. См. А. К. Енисъ—Орошеніе.

При орошеніи *напускомъ* сточныя воды изъ оросительныхъ канавъ, которыми поле разбивается на отдѣльные участки, разливаются по орошаемому участку ровнымъ слоемъ, высотой отъ 2 до 3 см. (около 1 дм.),



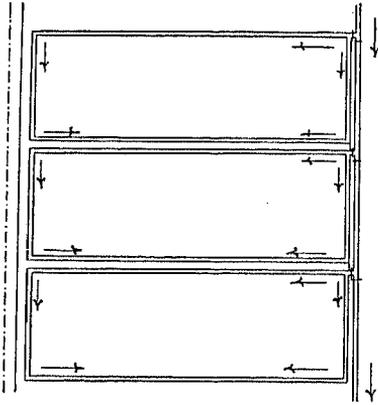
Черт. 86. Орошеніе инфильтраціей.



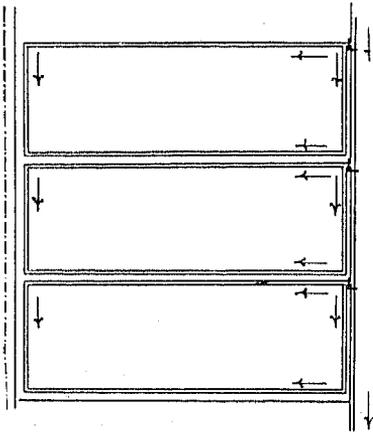
Черт. 87. Орошеніе инфильтраціей.

черт. 85. Оно устраивается на участкахъ, имѣющихъ нѣкоторый уклонъ, и, преимущественно, при посѣвѣ кормовыхъ травъ (луговъ), укрѣпляющихъ своими корнями поверхность поля.

Орошение *инфильтрацией* устраивают на горизонтальных или почти горизонтальных участках; при немъ воды пускаютъ въ канавы



Черт. 88. Орошение затопленіемъ.



Черт. 89. Орошение затопленіемъ.

между грядками, засажеными овощами, *черт. 86 и 87.*

Орошение *затопленіемъ* примѣняютъ также при горизонтальной или почти горизонтальной мѣстности; орошаемый участокъ при этомъ окружаютъ канавками и валиками; воды наливаютъ въ эти канавы, изъ которыхъ онѣ, по ихъ наполненіи, выступаютъ и

заливаютъ весь участокъ слоемъ, высотой отъ 5 до 20 см. (2—8 дм.), *черт. 88 и 89.* Орошение это обыкновенно примѣняютъ при луговой культурѣ.

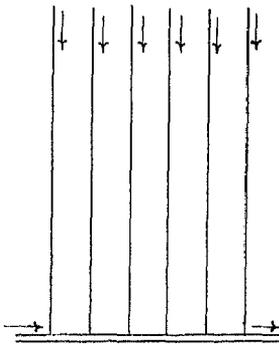
Зимой сточныя воды также пускаютъ ровнымъ слоемъ по извѣстному участку поля и затопляютъ его, или, чаще всего,—въ особые бассейны, которые наполняютъ водами на глубину до 1 м. (0,5 саж.). Большая часть воды изъ этихъ бассейновъ просачивается въ почву, остающаяся же безвредна, но такъ какъ

на видъ она еще грязна, то весной ее пускаютъ на поля, куда вывозятъ и иль, осаждающийся на днѣ зимнихъ бассейновъ.

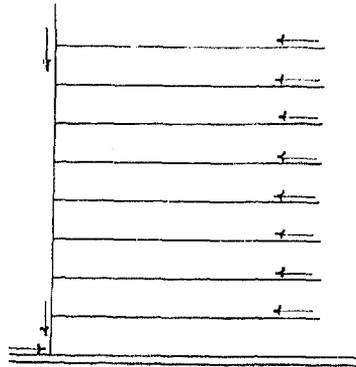
Воды до спуска на поля, особенно, если ими предполагается орошать луга, пускаютъ въ особые бассейны, гдѣ осаждаются различныя плавающія и взвѣшенные вещества, могущія засорить травы.

При орошеніи въ почвѣ получается избытокъ влаги и уровень грунтовыхъ водъ полей сильно повышается, почему ихъ обыкновенно приходится *дренировать*. Дренажъ, кромѣ того, что осушаетъ почву, доставляетъ ей воздухъ—кислородъ, необходимый для окисленія органическихъ веществъ, попадающихъ въ нее изъ сточныхъ водъ.

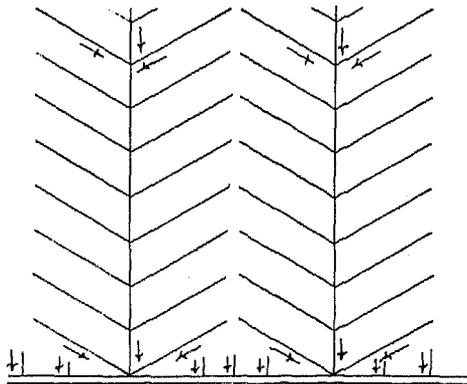
Дренажъ устраиваютъ по *продольной, поперечной* или *діагональной* системѣ, *черт. 90, 91 и 92.*



Черт. 90. Продольный дренажъ.



Черт. 91. Поперечный дренажъ.



Черт. 92. Діагональный дренажъ.

При продольной системѣ осушительныя трубы располагаютъ по уклону мѣстности, перпендикулярно къ горизонталямъ; при поперечной—поперекъ уклона, почти параллельно горизонталямъ, а при діагональной—главныя осушительныя трубы укладываютъ вдоль уклона, а второстепенныя къ нимъ подь угломъ около 60° . Отводныя же трубы при продольной и діагональной системѣ укладываютъ вдоль горизон-

талей съ небольшимъ уклономъ, при поперечной же — ихъ укладываютъ по уклону мѣстности, перпендикулярно къ горизонталямъ ¹⁾.

Вода, собранная дренажными трубами, не содержитъ болѣе ни взвѣшенныхъ веществъ, ни микроорганизмовъ, растворенныхъ же органическихъ—около 10%, а неорганическихъ—40% всего количества, находящагося въ сточныхъ водахъ. Вода эта, выходя изъ дренажныхъ трубъ совершенно прозрачною, вскорѣ дѣлается мутною, но въ гигиеническомъ отношеніи она безвредна и можетъ быть спущена не только въ ближайшую рѣку, но и въ оврагъ. На *Берлинскихъ* поляхъ орошенія и въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ въ дренажной водѣ разводятъ даже форелей, линей и другую рыбу.

Ниже приведена *табл. № 18* химическаго и бактериологическаго анализа сточной и дренажной воды съ *Берлинскихъ* полей орошенія.

Т А Б Л И Ц А № 18.

Анализъ сточной и дренажной воды съ Берлинскихъ полей орошенія (Мальховъ — Бланкенбургъ — Бортенбергъ) въ 1901 г.

100,000 частей содержитъ	Сточная вода.	Дренажная вода съ		ПРИМѢЧАНІЯ.
		луговъ.	грядокъ.	
1. Плотнаго остатка.	110,32	99,12	129,02	<p>Анализъ дренажной воды представляютъ среднія цифры, съ луговъ—4-хъ пробъ, а съ грядокъ—5-ти пробъ.</p> <p>При выходѣ изъ дренажа вода была безъ запаха, окрашена немного въ желтый цвѣтъ и прозрачна. Вслѣдствіе значительнаго содержанія азотныхъ солей, она въ открытой канавѣ скоро дѣлается мутною.</p>
2. Потери при прокаливаніи	39,44	9,75	13,78	
3. Нужно марганцовокислаго калия	34,44	3,26	5,17	
4. Амміака свободнаго.	11,73	0,05	0,35	
" въ органич. соединеніяхъ.		0,02	0,12	
5. Азотистой кислоты	0	0,12	0,41	
6. Азотной кислоты.	0	13,30	7,95	
7. Фосфорной кислоты.	2,19	0,23	0,04	
8. Сѣрной кислоты	3,03	1,63	—	
9. Хлора	32,53	22,10	22,79	
10. Калия	7,55	0,50	—	
11. Натрія	24,94	4,37	—	
12. Бактерій въ 1 куб. см.	—	8780	3927	

¹⁾ См. А. К. Енш—Осушеніе.

Всѣ бывшія одно время санитарныя онасенія насчетъ самихъ полей орошенія ¹⁾ и пригодности для употребленія въ пищу травъ и овощей, получаемыхъ съ этихъ полей, оказались напрасными; необходимо лишь, чтобы почва была подходяща, площадь полей достаточна и чтобы была выбрана надлежащая культура.

Самую лучшую почвую считается песчаная (и супесокъ), какъ обладающая наибольшою проницаемостью, глинистая же и торфяная—не годится.

По количеству азотистыхъ веществъ, необходимыхъ для сильнаго удобренія одного гектара (0,91 дес.) поля, достаточно сточныхъ водъ отъ 75—100 чел., однако фосфорныхъ и калиевыхъ солей при этомъ получается недостаточно; при большемъ же количествѣ сточныхъ водъ часть азота уходитъ съ дренажною водою и пропадаетъ для сельскаго хозяйства. Въ городахъ на гектаръ приходится часто около 400 чел.; тогда, принимая приведенныя данныя, площадь полей орошенія должна-бы быть въ 4 или 5 разъ больше площади города. Поэтому, вслѣдствіе значительной стоимости земли вблизи городовъ, на поля спускаютъ такое количество водъ, какое они въ состояніи очистить.

По *Баумейстеру*, наибольшее количество водъ, спускаемыхъ въ годъ на гектаръ, должно быть не болѣе 24.000 куб. м.; считая въ день на человѣка 150 л. воды, это соотвѣтствуетъ 440 чел. на гектаръ. *Гобрехтъ* для песчаныхъ почвъ допускаетъ 28.000 куб. м. ²⁾ Для *Берлина* специальная коммиссія опредѣлила, что площадь полей всегда должна быть такой величины, чтобы на гектаръ ихъ приходилось не болѣе 250 чел. Этой нормы собственно и слѣдуетъ держаться, хотя на существующихъ поляхъ орошенія вслѣдствіе приходится большее число жителей—отъ 300 до 700 чел. и болѣе.

Самую подходящую культурую для полей орошенія являются такія растения, которыя, кромѣ удобренія, требуютъ еще влажной почвы, какъ то, нѣкоторыя травы: рейграссъ, тимофеевка и др., и овощи: капуста, кормовая свекла, картофель и др. Особенно пригодны овощи, такъ какъ они способствуютъ значительному испаренію влаги черезъ листья.

¹⁾ Слабый запахъ замѣчается лишь у выпуска сточныхъ водъ изъ городской (обыкновенно напорной) трубы въ распредѣлительныя каналы или осадочный бассейнъ, но на разстояніи 200 м. и этотъ запахъ уже не замѣчается.

²⁾ Для *Парижа*, въ виду сильной проницаемости почвы, на *Живильскихъ* поляхъ орошенія количество это было назначено въ 40.000 куб. м.

Поля подь картофель и зерновые хлѣба обыкновенно поливають весною, до посѣва, осенью, послѣ уборки, или затопляють зимою; во время же прорастанія ихъ не поливають.

Лучшее расположеніе полей орошенія, если воды изъ городской канализаціи попадаютъ на нихъ самотекомъ, но это бываетъ очень рѣдко, и обыкновенно воды, собранныя въ наинисней части города въ приѣмномъ колодцѣ, приходится изъ него на поля орошенія поднимать насосами.

Ниже подробно описаны поля орошенія *Шарлоттенбургской* канализаціи.

4) Периодическая фильтрація.

Способъ этотъ представляетъ собственно разновидность правильнаго орошенія, но имъ преслѣдуется лишь очистка водъ, культурѣ же растений не придають значенія.

Почва для периодической фильтраціи должна быть рыхлая, пропускающая хорошо воду, и дренирована.

Воды здѣсь наливають извѣстнымъ слоемъ и даютъ имъ просочиться въ почву, послѣ чего дѣлають перерывъ, для того чтобы воздухъ (кислородъ) могъ проникнуть въ почву и могла начаться жизнедѣятельность микроорганизмовъ. Обыкновенно воду на извѣстный участокъ наливають въ теченіе 6 час., потомъ почвѣ даютъ столько же или болѣе отдохнуть, воды же въ это время направляютъ на другіе участки. Послѣ года пользования извѣстнымъ участкомъ для фильтраціи его въ теченіе двухъ лѣтъ не поливають и засѣвають.

При такой фильтраціи одинъ гектаръ въ состояніи обезвредить въ годъ воды отъ 2100 чел., но лучше количество это уменьшить до 1500 чел. Этотъ способъ фильтраціи употребляется преимущественно въ *Англии*, особенно для окончательной очистки водъ, очищенныхъ уже осажденіемъ или біологически.

Устраивая такую фильтрацію, которая напоминаетъ зимніе бассейны на поляхъ орошенія, нужно обратить особое вниманіе на то, чтобы получаемыя лѣтомъ испаренія не отзывались вредно на жителяхъ близлежащихъ селеній.

Иногда для окончательной очистки воды пускають не на поля, а на песочные фильтры. Фильтры эти устраиваютъ по типу водопроводныхъ фильтровъ въ бассейнахъ или ямахъ, вырытыхъ въ землѣ. Способъ этотъ примѣненъ на описанной ниже очистной станціи въ г. *Медлингъ*.

5) Биологическая очистка.

При биологической очисткѣ, какъ уже было сказано, разложеніе органическихъ веществъ производятъ живые организмы, при чемъ происходитъ также механическая фильтрація и окисленіе.

Сточныя воды пускаютъ въ особые бассейны—окислители, наполненные на высоту отъ 1 до 1,5 м. (0,50—0,75 саж.) шлаками, коксомъ, битымъ кирпичемъ или др. подходящимъ пористымъ матеріаломъ. Въ окислителяхъ воды оставляютъ 2—3 часа, послѣ чего ихъ спускаютъ, и онѣ выходятъ очищенными. Спустивъ воды съ окислителей, эти послѣдніе для оживленія на нѣкоторое время—2 или болѣе часовъ, нужно оставить не наполненными, послѣ чего ихъ вновь наполняютъ водами и т. д.

Осадившіяся въ окислителяхъ органическія вещества разлагаются микроорганизмами, а получившіеся продукты частью окисляются, а частью уничтожаются высшими организмами. Въ процессахъ разложенія въ окислительѣ и очисткѣ водъ, такимъ образомъ, принимаютъ участіе не только бактеріи, но и высшіе организмы, какъ напр., дрожжи, альги, протоцеи, черви и разные насѣкомыя.

Процессы разложенія здѣсь, между прочимъ, характеризуются образованіемъ угольной кислоты и расходованіемъ кислорода. Въ очищенныхъ водахъ угольной кислоты значительно больше, чѣмъ въ неочищенныхъ, несмотря на то, что большая часть ея улетучивается еще въ окислительѣ; свободнаго же кислорода имѣется всего 1 mgr. на литръ.

Биологическій способъ очистки водъ называютъ также окислительнымъ, но это не значитъ, что въ очищенной водѣ непременно должна быть азотная кислота или др. продукты окисленія, а показываетъ лишь то, что во время разложенія окисляемымъ тѣламъ было доставлено такое количество кислорода, что невозможно уже образованіе гнилостнаго разложенія. Дѣйствительно, не смотря на то, что вслѣдствіе процессовъ, происходящихъ въ окислительѣ, количество всего азота уменьшается на 60%, въ очищенныхъ водахъ азотистой или азотной кислоты, по опытамъ *Дюнбара*, нѣтъ совершенно, а если есть, то очень немного; а такъ какъ соединенія азота не могли остаться въ окислительѣ, потому что онѣ перестали бы дѣйствовать, то очевидно, что азотъ улетучивается еще въ окислительѣ. Многолѣтніе опыты, произведенные въ *Гамбургѣ*, показали, что образованіе азотной кислоты происходитъ только во время провѣтриванія или перемѣшиванія верхняго слоя фильтрующаго матеріала.

На континентѣ и, особенно, у насъ потребление чистой воды, въ сравненіи съ англійскими городами, весьма невелико; поэтому возможно что сточныя воды до біологической очистки предварительно прійдется очищать механически отъ плавающихъ и грубыхъ взвѣшенныхъ веществъ.

Если спускаемая вода должна быть совершенно чистой и прозрачною, то ихъ пускаютъ послѣдовательно на два окислителя, при чемъ первый дѣлается изъ болѣе грубаго матеріала, чѣмъ второй.

Первоначально полагали, что окислители не будутъ надобности очищать и что можно будетъ ограничиться лишь оставленіемъ ихъ на болѣе продолжительное время въ покоѣ, но это не оправдалось, и ихъ періодически приходится очищать отъ осадковъ, состоящихъ, преимущественно, изъ песка и др. не разлагающихся веществъ, но количество осадковъ здѣсь раза въ три меньше, чѣмъ при химическомъ осажденіи, и, кромѣ того, осадки эти не разлагаются.

Принципы біологической очистки сточныхъ водъ—периодическая фильтрація, извѣстны уже съ 1869 года, но лишь въ послѣднее время способъ этотъ начинаетъ распространяться.

Въ *Англіи* надъ біологическою очисткою производилъ обширные опыты проф. *Дибдинъ*, и теперь тамъ уже болѣе 10 городовъ пользуются этимъ способомъ очистки. Въ *Германіи* подробные опыты производятся проф. *Дюнбаръ* въ *Гамбургѣ*.

Преимущество біологической очистки передъ орошеніемъ заключается въ томъ, что она не зависитъ отъ мѣстныхъ условій, между тѣмъ какъ для орошенія рѣдко можно найти достаточное количество полей требуемаго качества, и, кромѣ того, она обходится значительно дешевле.

Если сточныя воды оставить въ теченіе сутокъ или болѣе въ закрытомъ или открытомъ бассейнѣ, то онѣ начинаютъ разлагаться—загнивать. *Загниваніе* есть также біологическая очистка, при которой воды подвергаются гнилоственному разложению; послѣ этого ихъ обыкновенно подвергаютъ еще окончательной очисткѣ въ окислитель или посредствомъ періодической фильтраціи.

Оставаясь, примѣрно, 24 часа въ бассейнѣ для загниванія, воды значительно измѣняются: содержаніе взвѣшенныхъ веществъ и органическаго азота, равно какъ и окисляемость, значительно уменьшаются. За то онѣ обогащаются угольною кислотою, амміакомъ и сѣрководородомъ. Получаемыя при разложеніи вещества отъ образующихся при этомъ газовъ настолько разрыхляются и уменьшаются въ удѣльномъ вѣсѣ,

что выступают на поверхность, гдѣ образуютъ кору. Кора эта тягуча и на ней развивается множество грибовъ; подъ корою же собираются газы, развивающіеся въ бассейнахъ. Газы эти въ разныхъ мѣстахъ образуютъ въ корѣ возвышенія—пузыри; если такой пузырь проткнеть, то газы выдавливаются и, зажженные, горятъ длиннымъ пламенемъ. Тяжелыя же, преимущественно, минеральныя вещества осаждаются на дно бассейновъ.

Кора препятствуетъ распространенію непріятныхъ по запаху газовъ, почему бассейны эти иногда дѣлаютъ открытыми, защищая ихъ лишь отъ дѣйствія вѣтровъ, которые могли бы разорвать кору.

При очисткѣ предварительно загнившихъ водъ окислительныя бассейны приходится дѣлать почти такихъ же размѣровъ, какъ при очисткѣ не загнившихъ водъ; поэтому устройство бассейновъ для загниванія не окупается. На малыхъ станціяхъ, однако, устройство ихъ полезно, такъ какъ ежедневно вывозитъ хотя и небольшое количество плавающихъ и взвѣшенныхъ веществъ, выдѣляемыхъ предварительнымъ осаждешемъ или рѣшетками, представляетъ извѣстныя неудобства, при загниваніи же эти вещества остаются въ бассейнахъ болѣе или менѣе продолжительное время ¹⁾.

Ниже описаны: опытыя станціи въ *Гамбургъ* и *Обершенивальдъ* и очистная станція въ *Биннъ*.

¹⁾ Вопросъ о бассейнахъ для загниванія, впрочемъ, окончательно еще не выясненъ.

IX.

Очистная станція въ Висбаденѣ.

Городъ имѣеть около 85.000 жителей и канализированъ по общесплавной системѣ. Сточныя воды въ количествѣ до 20.000 куб. м. ¹⁾ въ день самотекомъ идутъ для механической очистки на очистную станцію, *черт. 93*, откуда спускаются въ рѣчку *Мюльбахъ*, которая впадаетъ около *Вибриха* въ р. *Рейнъ*.

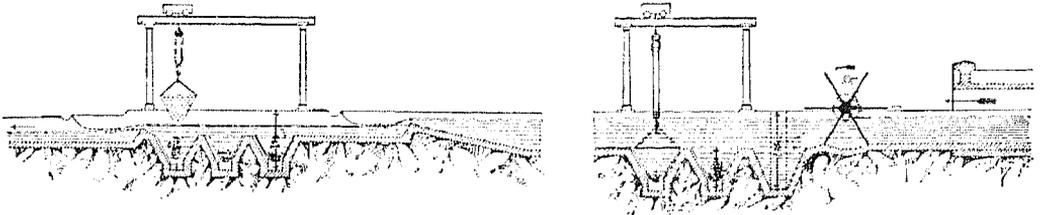
Сточныя воды изъ главнаго коллектора идутъ въ узкій бассейнъ, гдѣ плавающія и взвѣшенные вещества частью задерживаются особою рѣшеткою и двумя сѣтками, а частью осаждаются вслѣдствіе уменьшенія скорости въ особыхъ неглубокихъ колодцахъ.

Воды сначала попадаютъ на рѣшетку-грабли, состоящую изъ 6 крыльевъ, насаженныхъ радіально на горизонтальную ось. Рѣшетка эта захватываетъ всю ширину бассейна и доходитъ до дна, такъ что воды не могутъ ее миновать, и всегда одно или два крыла ея находятся въ водѣ. Полосы, изъ которыхъ состоятъ отдѣльныя крылья, расположены съ промежутками въ 15 мм. ($\frac{3}{5}$ дм.), такъ что рѣшетка эта задерживаетъ всѣ плавающія вещества, величиною до 15 мм., какъ то, бумагу, пробки, остатки овощей и др. Когда крыло рѣшетки, находящееся въ водѣ, наполнится плавающими веществами, то поворачиваютъ ось, на которой сидятъ крылья, до тѣхъ поръ, пока загрязненное крыло не прійдетъ въ горизонтальное положеніе, сосѣднія же два крыла въ это время будутъ находиться въ водѣ. Съ приведеннаго въ горизонтальное положеніе крыла всѣ плавающія тѣла счищаютъ помощью щетки въ особый лотокъ, расположенный передъ

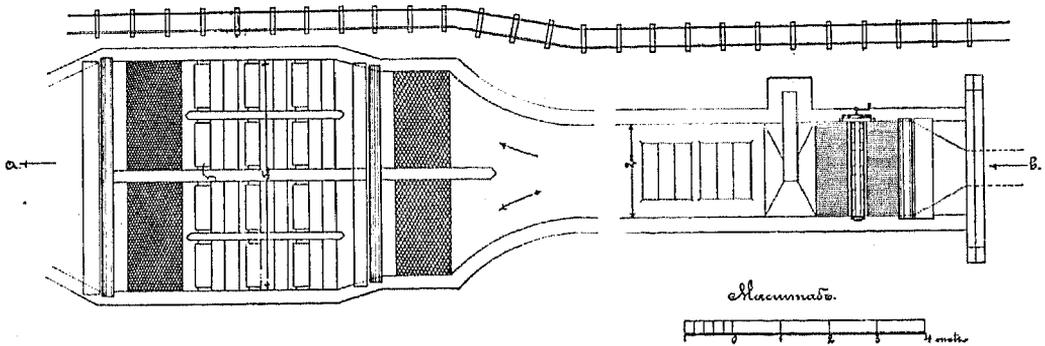
¹⁾ Воды ливней спускаются при помощи ливнеспусковъ прямо въ р. *Залмбахъ*, пересѣкающую городъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ и впадающую въ р. *Рейнъ*.

нимъ, а изъ лотка направляютъ въ низкія телѣжки, двигающіяся по рельсамъ вдоль бассейна. Послѣ этой рѣшетки воды попадаютъ въ слѣдующую часть бассейна, состоящую изъ трехъ неглубокихъ колодцевъ, гдѣ вслѣдствіе уменьшенія скорости осаждаются часть взвѣшенныхъ веществъ. Изъ перваго углубленія осадки вынимаются посредствомъ небольшого элеватора, а во второмъ и третьемъ помѣщены особые желѣзные ящики съ дырками, которые періодически поднимаютъ посред-

Очи́стная станція въ Висбаденѣ.



Разрѣзъ по а-в.



Планъ.

Черт. 93.

ствомъ особаго крана и опорожняютъ въ упомянутыя выше телѣжки. Далѣе бассейнъ расширяется, и воды попадаютъ на двѣ горизонтальныя сѣтки, задѣланныя наглухо поперекъ его; сѣтки эти задерживаютъ всѣ взвѣшенные вещества, величиною до 3—5 мм.; ихъ очищаютъ, приблизительно, каждыя $\frac{1}{4}$ часа. Съ этихъ сѣтокъ воды поступаютъ въ другіе колодцы, также съ дырчатыми ящиками, гдѣ вслѣдствіе еще большаго уменьшенія скорости осаждаются уже совершенно мелкія вещества. Ящики изъ этихъ колодцевъ для очистки также поднимаются особымъ краномъ. Изъ этихъ послѣднихъ колод-

цевъ воды поступаютъ на вторыя сѣтки, задерживающія всѣ вещества, величиною до 1 мм.

Очищенные такимъ образомъ воды до сихъ поръ поступали въ осадочные бассейны старой очистной станціи, гдѣ ихъ очищали химически, добавленіемъ извести, послѣ чего только онѣ спускались въ р. *Мюльбахъ* и *Рейнъ*. Администрація, наблюдавшая за очисткой водъ, теперь признала химическую очистку излишнею, и, дѣйствительно, очищенные лишь механически воды почти прозрачны, даже и въ толстомъ слоѣ.

Главное удобство новой станціи заключается въ томъ, что въ ней воды очищаются лучше, а количество ила составляетъ всего 6 кб. м., между тѣмъ какъ при химической очисткѣ получалось ила до 80 кб. м., да и илъ этотъ представляетъ большую цѣнность, какъ удобрение. За то на старой станціи рѣшетки удерживали всего 3,5—4,5 кб. м. плавающихъ веществъ, на новой же станціи удерживается рѣшеткою и сѣтками до 14,5 кб. м.

Станція эта устроена по проекту *Шнитпенбаха*, завѣдывавшаго старою очистною станціею, и обошлась въ 11.000 мар.; для ухода за нею нужно всего 9 чел. рабочихъ. Такимъ образомъ, на новой очистной станціи, кромѣ лучшихъ результатовъ по очисткѣ водъ, достигается еще значительная экономія въ расходахъ на известь, рабочія руки и удаленіе ила.

Док. *Вейль*, извѣстный гигиенистъ, говоритъ, что не знаетъ въ *Германи* механической станціи, дѣйствующей болѣе удовлетворительно, чѣмъ эта.

Х.

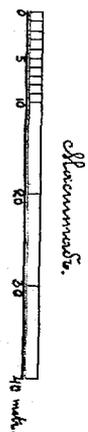
Очистная станція въ Франкфуртѣ н\М.

Раньше городскія сточныя воды, собранныя съѣтью капаловъ общесплавной системы, спускали въ р. *Майнъ* безъ всякой очистки, по вслѣдствіе постоянныхъ жалобъ жителей пияележащихъ селеній городу пришлось устроить очистную станцію ¹⁾.

Очистная станція, *черт. 94 и 95*, построенная инженеромъ *Линдлей*, расположена такъ, что воды изъ города попадаютъ на нее самотекомъ.

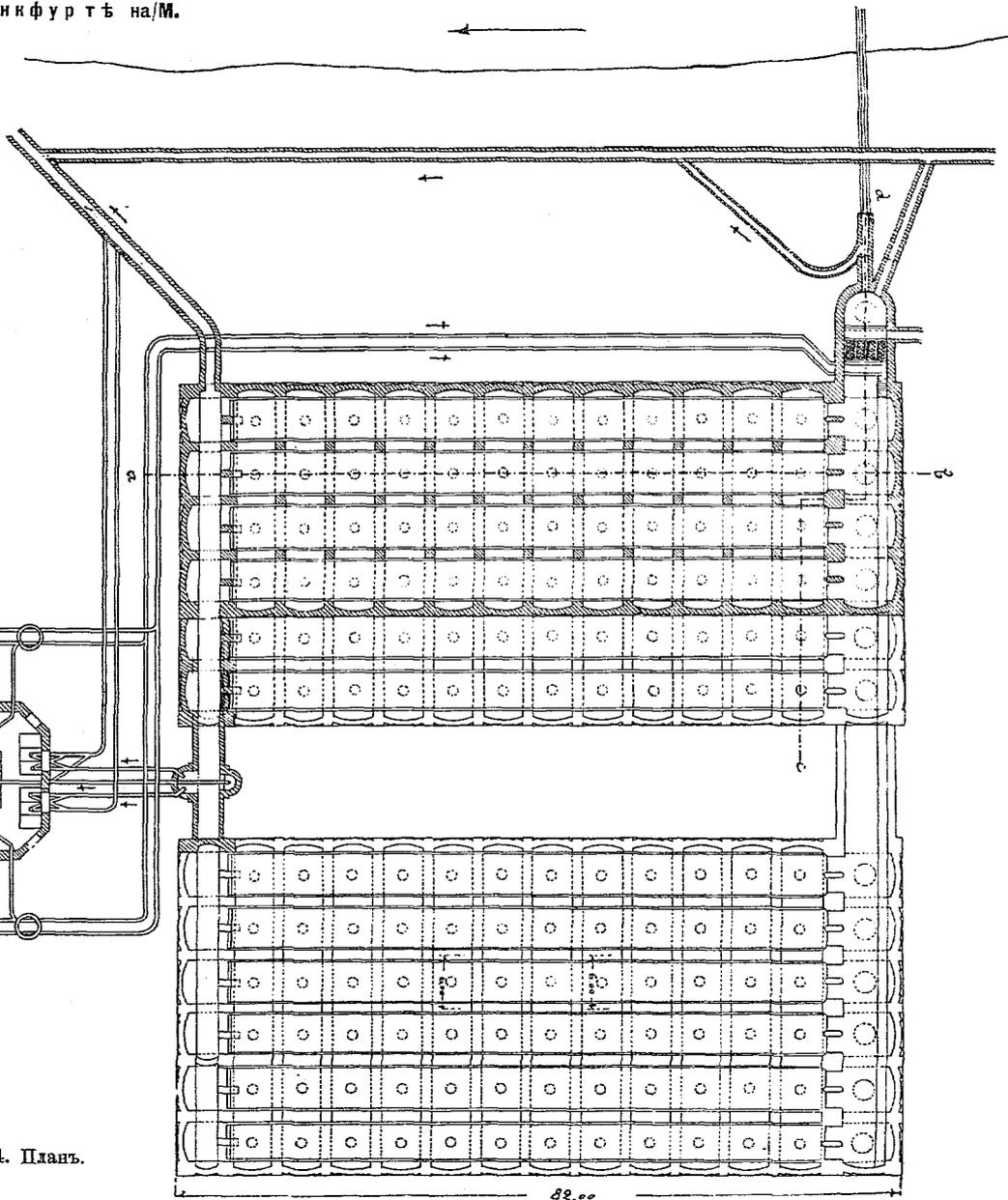
По проекту она состоитъ изъ ряда осадочныхъ бассейновъ, длиною въ 82 м., шириною въ 6 м. каждый, соединенныхъ по 6 въ 2 группы (выстроено пока всего 4 бассейна), къ которымъ прилегають съ одной стороны приточная галлерей, а съ другой — спускной и отводный каналы. Каждый бассейнъ рассчитанъ на ежедневную очистку: въ обыкновенное время 3.330 куб. м. водъ, а въ дождливое время—вдвое большаго количества водъ; такъ что вся очистная станція можетъ очистить въ сутки 40.000—80.000 куб. м. сточныхъ водъ. Всѣ эти сооруженія находятся подъ землею, окружены кирпичными стѣнами и перекрыты такими же сводами. Отдѣльные бассейны до высоты воды окружены кирпичными же стѣнками, заканчивающимися обратными арками. На этихъ стѣнахъ поставлены столбы, перекрыты арками, какъ вдоль стѣнокъ, такъ и поперекъ бассейновъ; на эти арки и упираются отдѣльные купольные своды бассейновъ. Дно бассейновъ сдѣлано въ видѣ лотковъ (обратнаго свода) съ уклономъ къ отводной галлерей, такъ что въ верхнемъ концѣ высота воды 2 м., а въ нижнемъ 3 м.

¹⁾ Жалобы однако, надо полагать, были не вполне основательны, такъ какъ разжиженіе сточныхъ водъ (0,34 куб. м. въ сек.) водами р. *Майнъ* (70 куб. м. въ сек.) происходило болѣе, чѣмъ въ 200 разъ, и одно механическое осажденіе было бы вполне достаточно.

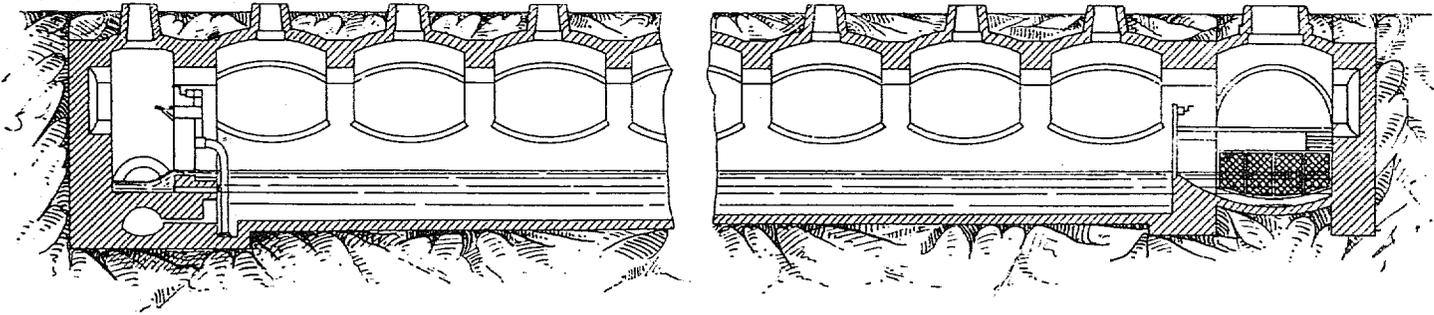


Флашмаш.

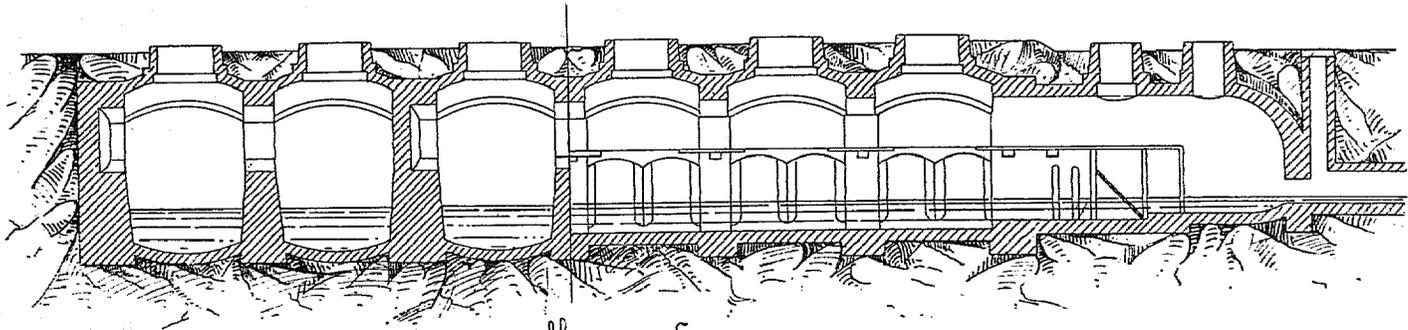
Черт. 94. Планъ.



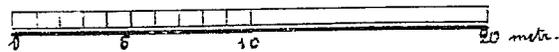
Очистная станція въ Франкфуртъ на/М.



Разрѣзь по а-б.



электростанція.



Разрѣзь по с-д.

Черт. 95.

Въ началѣ приточной галлерей имѣется осадочный колодезь, куда поступаютъ всѣ воды и гдѣ изъ нихъ осаждаются песокъ и другія тяжелыя вещества. Изъ этого колодца воды, пройдя черезъ 2 сѣтки, задерживающія всѣ плавающія тѣла, поступаютъ въ собственно приточную галлерей, гдѣ къ нимъ прибавляютъ сѣрноокислый глиноземъ и известковое молоко.

Для опредѣленія количества реактивовъ, необходимыхъ для осажденія, черезъ каждыя полчаса производятъ анализъ сточныхъ водъ. Въ среднемъ на 1 куб. м. водъ прибавляютъ 0,16 кгр. глинозема и 0,04 кгр. извести ¹⁾. Для выясненія, какія вещества слѣдуетъ прибавлять къ сточнымъ водамъ, *Ленсіусъ* въ 1887 и 1888 г. произвелъ на этой станціи рядъ опытовъ, результаты коихъ помѣщены ниже, въ *табл. № 19*. Изъ этой таблицы видно, что осажденіе взвѣшенныхъ веществъ происходитъ главнымъ образомъ отъ уменьшенія скорости—механически.

Изъ приточной галлерей воды идутъ въ одинъ или нѣсколько осадочныхъ бассейновъ, для чего у каждаго изъ нихъ имѣется особый затворный щитъ. Бассейны эти между собою не соединены и оканчиваются съ нижней стороны перепадами, черезъ которые воды идутъ слоемъ, толщиной около 3 см., въ общій сточный каналъ, ведущій ихъ въ р. *Майнъ*. Дно въ бассейнахъ расположено немного ниже средняго уровня водъ въ рѣкѣ, въ сточномъ же каналѣ немного выше; поэтому изъ бассейновъ нельзя спустить въ *Майнъ* всю воду и остающуюся часть ея во время чистки какого ибудь отдѣленія приходится спускать въ отводный каналъ, который расположенъ подъ сточнымъ, и отводить къ насосамъ.

Емкость каждаго бассейна составляетъ: $82 \cdot 6 \frac{2+3}{2} = 1230$ куб. м., или

$\frac{80.000}{12 \cdot 1230} = 5,4$ -ю часть количества водъ, приходящагося на каждый бассейнъ

въ сутки, такъ что вода въ каждомъ изъ нихъ будетъ находиться $\frac{24}{5,4} =$

$= 4,4$ часа. Средняя скорость теченія водъ при этомъ равняется

$\frac{82 \cdot 1000}{4,4 \cdot 60 \cdot 60} = 5$ мм. ²⁾ ($\frac{1}{2}$ дм.), въ обыкновенное же время—2,5 мм. При та-

комъ уменьшеніи скорости теченія сточныхъ водъ взвѣшенные тѣла осаждаются на дно, чистая же вода тонкимъ слоемъ переливается въ сточный каналъ, а по послѣднему идетъ въ р. *Майнъ*.

¹⁾ На 1 куб. саж. водъ берутъ около 4 фун. глинозема и 1 фун. извести.

²⁾ Въ началѣ бассейна скорость теченія будетъ 6 мм., а въ концѣ 4 мм., въ обыкновенное же время 3 и 2 мм.

ТАБЛИЦА № 19.

№№ по порядку.	Среднее изъ 1—5 пробъ. Въ 1 куб. м. сточныхъ водъ гр., или въ 1 л. мгр.	Взвѣшенные вещества.				Растворенныя вещества.										В СЕГ О.	Бактерій въ 1 куб. см.	Примѣчаніе.	
		В СЕГ О.	Органическія.			Органическія.					Неорганическія.								
			Потери при прокалываніи.	Азота.	Потребно К Мп О ₄ .	Остатокъ при прокалываніи.	Всего азота.	Органическаго азота.	Амміака.	Потребно К Мп О ₄ .	В СЕГ О.	Остатокъ при прокалываніи.	Глинозема и окиси желѣза.	Извести.	Сѣрной кисло- ты.				
1	Неочищенныя воды .	1298	919	52,3	423	581	63,1	10,9	58,2	70	757	364	32,6	77,3	81,2	2256	3.000.000	При осажде- ніи одной из- вестью количе- ство пла было въ 4,5 раза боль- ше, чѣмъ при осажденіи съ до- бавленіемъ гли- нозема; при оса- жденіи известью безъ добавленія реактивовъ воды въ бассейнахъ издавали силь- ный запахъ.	
2	Очищенныя добавле- ніемъ:																		
	а) 0,16 кгр. сѣрно- кислаго глинозема и 0,04 кгр. извести.	158	88,8	4,1	43	282	57,8	7,3	50,7	51	898	582	15,2	155,9	179,8	1019	380.000		
	б) 0,214 кгр. извести.	119	99	4	130	333	68,3	23,2	45	14,8	836	503	7	208	223,5	955	175.000		
	в) безъ добавленія реактивовъ . . .	155	92	10	97	308	34,2	3,8	30,3	39	683	375	8	121	120,2	838	Количество увеличилось.		

Если въ какомъ либо изъ бассейновъ количество осадковъ такъ велико, что его нужно очистить, то закрываютъ щитъ отъ приточной галлерей, спускаютъ воду черезъ порогъ въ сточный каналъ, послѣ чего открываютъ задвижку на трубѣ, соединяющей бассейнъ съ сточной галлереей и расположенной недалеко отъ дна послѣдней, чтобы въ рѣку можно было спустить по возможности больше чистой воды. Оставшуюся въ бассейнѣ воду спускаютъ по отводному каналу къ небольшому колодцу, изъ котораго ее поднимаютъ центробѣжнымъ насосомъ и вначалѣ спускаютъ прямо въ рѣку, слѣдующую же грязную воду подаютъ обратно въ приточную галлерей. Илъ же изъ бассейна выкачиваютъ спеціальнымъ насосомъ на особый участокъ, гдѣ вода изъ него просачивается въ почву (дренированную), а самъ илъ отдается или продается сельскимъ хозяевамъ. Кромѣ того, изъ бассейна приходится вынимать твердыя вещества, не забранныя насосомъ для ила.

Когда уровень водъ въ р. *Майнъ* возвышается, то очищенныя воды изъ бассейна приходится въ рѣку поднимать помощью насосовъ. Весною, когда расходъ въ р. *Майнъ* очень великъ, сточныя воды изъ города пускаютъ въ нее помимо очистной станціи.

Постройка очистной станціи обошлась городу около 700.000 мар. и ежегодный расходъ на эксплуатацію, проценты и погашеніе капитала составляютъ на человѣка около 1,2 мар.

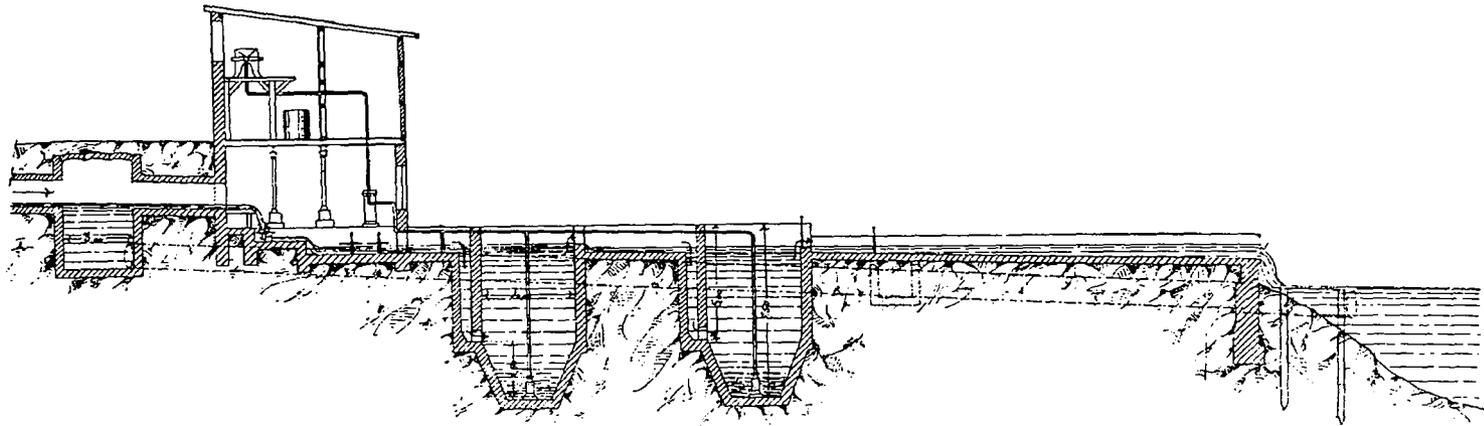
ХІ.

Очиетная станція въ Галлѣ.

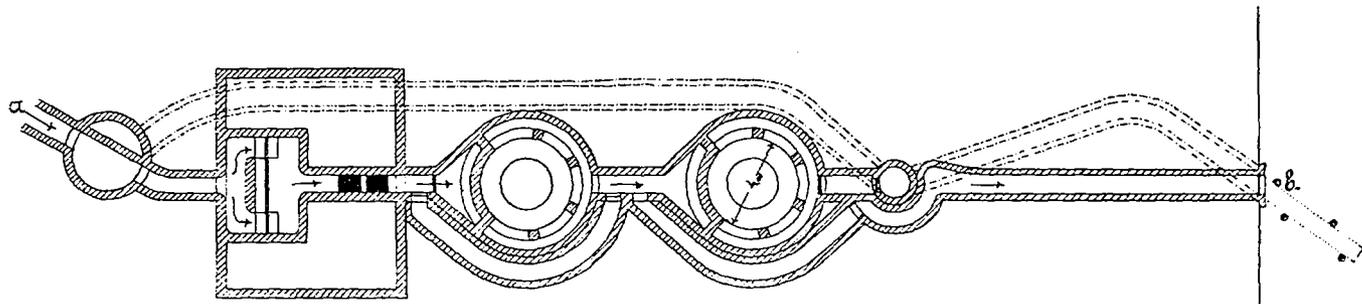
Осадочныя станціи съ горизонтальными бассейнами обходятся довольно дорого, поэтому для уменьшенія расходовъ и полученія незначительной скорости, необходимой для осажденія, начали строить болѣе дешевыя вертикальныя колодцы. Первые такіе колодцы въ *Германи* были построены въ *Галлѣ* фирмою *Миллеръ-Нансенъ*. На эту станцію, *черт. 96*, доставляются хозяйственныя воды съ части города съ населеніемъ въ 10.000 жителей и цѣлаго ряда крахмальныхъ и другихъ заводовъ, находящихся въ этомъ районѣ. Ею очищается ежедневно около 900 кв. м. сточныхъ водъ; количество это однако можетъ быть значительно увеличено, а именно до 3.000 кв. м. Главную часть очищаемыхъ водъ составляютъ заводскія воды, вслѣдствіе чего количество растворенныхъ веществъ въ нихъ очень велико и количество неорганическихъ веществъ доходить въ послѣднихъ до 75%. Составъ водъ, кромѣ того, постоянно мѣняется.

Сначала сточныя воды поступаютъ въ приемный колодезь, гдѣ осаждается песокъ и др. тяжелыя вещества. Оттуда онѣ идутъ по двумъ каналамъ на особыя колеса съ 4-мя лопатами (ящиками) каждое, приводимыя въ движеніе паденіемъ самихъ сточныхъ водъ. На оси каждаго изъ этихъ колесъ насажены два обода съ небольшими ящиками (ведрами), забирающими химическіе реактивы изъ двухъ ящиковъ по мѣрѣ поступленія сточныхъ водъ. Реактивы эти представляютъ: одинъ—известковое молоко, а другой—смѣсь изъ сѣрниокислаго глинозема и кремневой кислоты. *Послѣ прибавленія реактивовъ* воды идутъ по общему каналу, гдѣ проходятъ черезъ двѣ рѣшетки, въ первый осадочный колодезь, глубиною въ $7\frac{1}{2}$ м. и діаметромъ въ 4 м. Воды поступаютъ въ этотъ колодезь на высотѣ $2\frac{1}{2}$ м. отъ дна его и поднимаются вверхъ, твердыя же вещества при этомъ осаждаются на

Очистная станція въ Галлѣ.



Разрѣзь по а-в.



Планъ.

Черт. 96.

дно въ видѣ ила. Воды, поднимаясь въ колодцѣ до его края, переливаются черезъ послѣдній въ лотокъ, по которому поступаютъ во второй колодезь для окончательнаго осажденія. Изъ этого колодца воды выходятъ прозрачными и безъ запаха, и ихъ спускаютъ въ р. *Зале*.

Ниже приведена табл. № 20 анализовъ сточныхъ и очищенныхъ водъ съ этой станціи, изъ которой, между прочимъ, видно, что взвѣшенные вещества удаляются почти всѣ, азотъ же мало.

ТАБЛИЦА № 20.

№. № по порядку.	Среднее изъ 10 пробъ. Въ 1 кв. и. водъ гр., или въ 1 л. игр.	Взвѣшенныя вещества.	Растворенныя вещества.										
			ВСЕГО.	Послѣ проканванія.	Сѣрной кислоты.	Азотной кислоты.	Азотистой кислоты.	Аммиака.	Органическаго азота.	Фосфорной кислоты.	Расходъ К Мп О.	Щелочи.	
1.	Неочищенная воды:												
	а) въ среднемъ . .	879	2003	1528	2,77	0,18	0,46	0,39	75,3	32,8	792	186	
	б) предѣлы . .	2055	4939	3712	5,8	1,8	4,4	0,60	87,7	50,1	1967	239	
		400	1029	854	1,2	0	0	0,28	54,1	20	80	105	
2.	Очищенная воды:												
	а) въ среднемъ . .	2,6	1388	1126	0,62	0,19	0,41	0,36	59,5	9,8	460	300	
	б) предѣлы . .	8,0	1988	1798	2,9	1,9	2,7	0,8	79,8	17,8	1165	390	
		0,0	999	960	0	0	0	0,3	19,6	4,5	183	101	

Емкость части колодца, въ которой двигаются воды вверхъ, составляетъ: $3,14 \cdot 2^2 \cdot 5 = 62,8$ кв. м., что составляетъ $\frac{3000}{62,8} = 47,8$ -ю часть суточнаго расхода водъ; слѣдовательно, онѣ находятся въ колодцѣ $\frac{24}{47,8} = 0,5$ часа, а скорость теченія (подниманія) водъ въ секунду равняется $\frac{5 \cdot 1000}{0,5 \cdot 60 \cdot 60} = 2,7$ мм.

Посредствомъ обходнаго канала воды изъ приѣмнаго колодца

можно мимо осадочныхъ колодцевъ пустить прямо въ отводный каналъ и рѣку.

Иль, осажденный на днѣ колодцевъ, забирается особымъ насосомъ и передается на фильтр - прессы, откуда онъ получается въ видѣ кусковъ, которые употребляются для удобренія.

Станція эта выстроена въ 1886 году и обошлась городу около 35.000 мар.; ежедневный расходъ составляетъ около 18 мар. и очистка водъ съ одного человѣка въ годъ стоитъ 0,83 мар.

Подобными же осадочными колодцами очищаются воды въ *Дортмундѣ*, гдѣ устроено 4 осадочныхъ колодца, глубиною каждый въ 12 м. и діаметромъ въ 6,5 м.

ХП.

Очистная станція въ Потедамѣ.

(Система Дегенеръ-Роте).

Очистныхъ станцій въ городѣ имѣется три, наибольшая изъ нихъ, *черт. 97 и 98*, находится по *Ново-Луизенской* улицѣ ¹⁾. Она очищаетъ сточныя воды, получаемыя съ части города съ населеніемъ около 30.000 чел., канализированной по общесплавной системѣ.

Воды эти самотекомъ попадаютъ въ 3 сборныхъ колодца, откуда сифонами перекачиваются въ приемный колодезь, находящійся на очистной станціи въ машинномъ зданіи, гдѣ находится и 4-ый сборный колодезь.

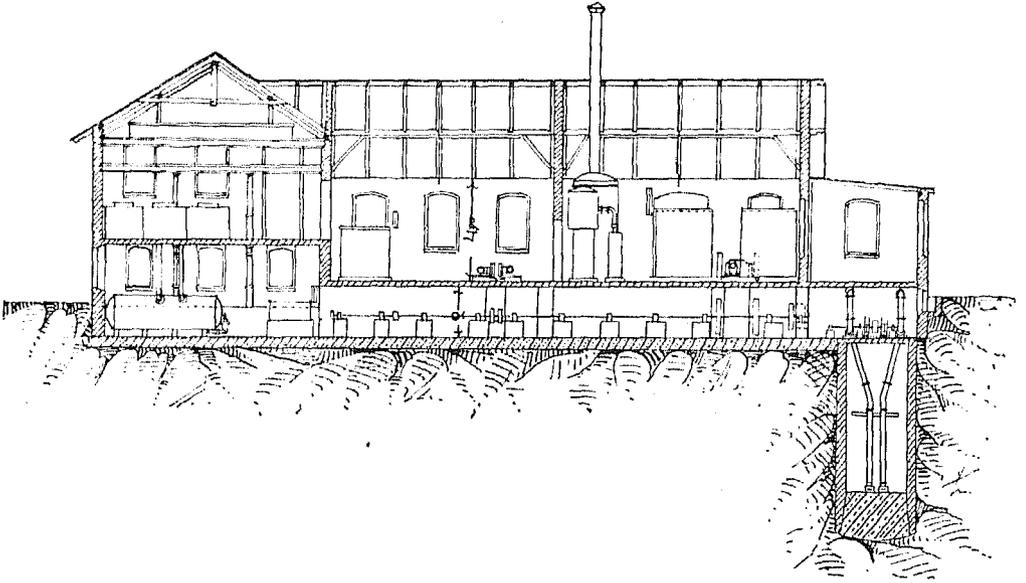
Изъ приемнаго колодца воды поднимаются насосомъ въ особые каналы снаружи зданія, гдѣ къ нимъ прибавляютъ: 1) смѣсь изъ сѣрниокислаго глинозема и такого же желѣза и 2) бурый уголь ²⁾ (способъ *Дегенера*). Сѣрниокислые глиноземъ и желѣзо и каменный уголь на особыхъ теркахъ превращаютъ въ порошокъ, который въ чанахъ разбавляютъ водою и уже въ жидкомъ состояніи пускаютъ въ каналы, въ которыхъ для лучшаго перемѣшиванія имѣется рядъ поперечныхъ стѣнокъ. При этомъ на 1 кв. м. водѣ прибавляютъ 0,20 кгр. упомянутой выше смѣси и 1 кгр. молотаго угля.

Изъ каналовъ сточныя воды, перемѣшанныя съ добавленными веществами, поступаютъ въ одинъ изъ двухъ осадочныхъ колодцевъ съ колоколами системы *Роте*. Такой колоколъ пред-

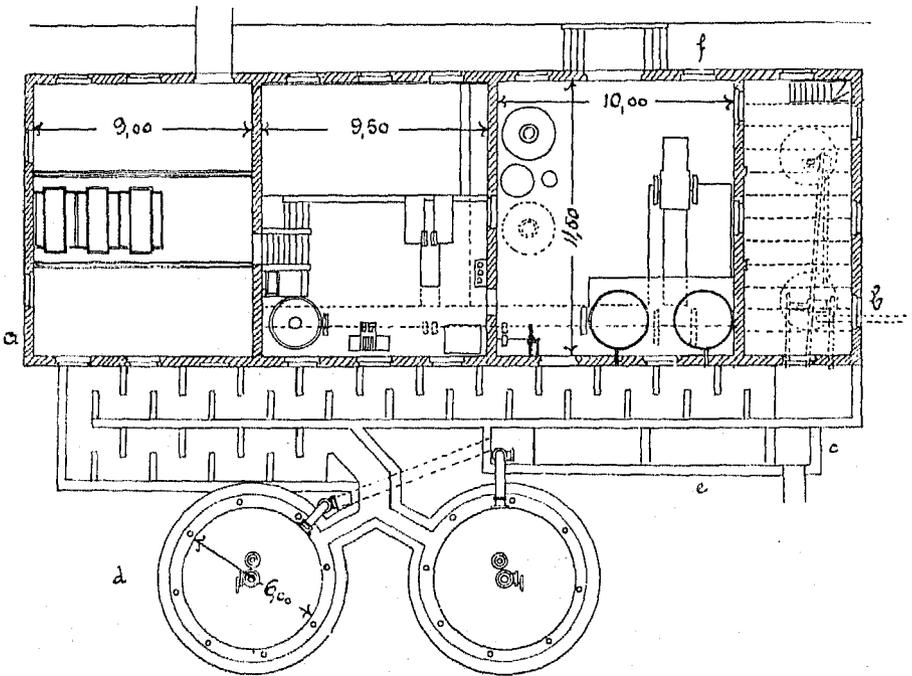
¹⁾ Станція эта построена и эксплуатируется самимъ *Роте*, которому она служитъ опытною станціею.

²⁾ На двухъ остальныхъ очистныхъ станціяхъ вмѣсто угля прибавляютъ известковое молоко (способъ *Рекнера*), но при этомъ большое неудобство представляетъ плѣ; расчесть, что его будутъ покупать сельскіе хозяева, не оправдался.

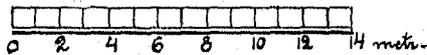
Очистная станція въ Потсдамѣ.



Разрѣзъ по а-б.

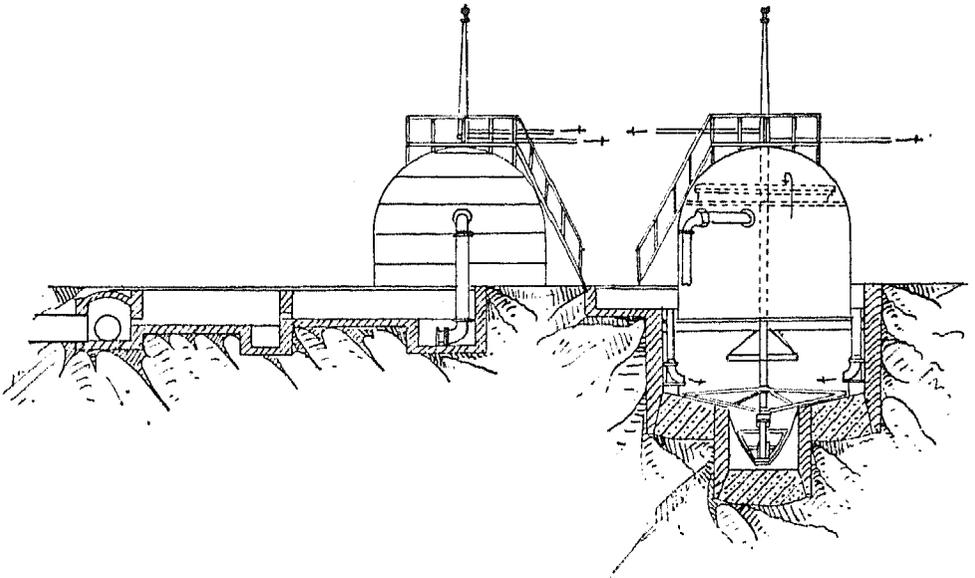


Масштабъ.

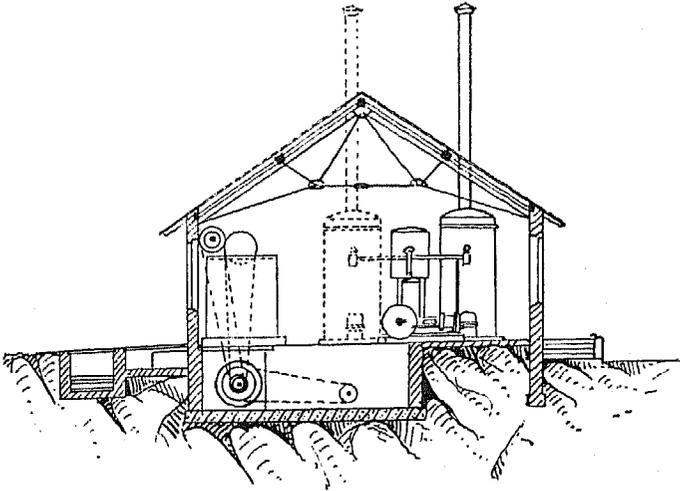


Планъ.
Черт. 97.

Очистная станція въ Потсдамѣ.



Разрѣзь по с-d.



Разрѣзь по e-f.

Черт. 98.

ставляетъ желѣзный клепанный цилиндръ, діаметромъ въ 6 м. и высотой въ 8 м., съ такимъ же шаровиднымъ верхомъ, но безъ дна, поставленный надъ кирпичнымъ колодезъмъ съ коническимъ дномъ. Сточныя воды, смѣшанныя съ реактивами, поступають въ идущій вокругъ колокола желобъ, изъ котораго по нѣсколькимъ вертикальнымъ трубамъ опускаются внизъ,

входятъ спизу въ колодезь и поднимаются въ немъ до уровня водъ въ желобъ и каналъ. Послѣ этого изъ колокола посредствомъ особой трубы, входящей въ него у вершины, насосомъ выкачиваютъ воздухъ, при чемъ вода въ колоколъ поднимается. Отъ дѣйствія реактивовъ органическія взвѣшенные вещества связываются и обращаются въ нерастворимыя соединенія, которыя опускаются внизъ; вода же, освобожденная почти отъ всѣхъ органическихъ веществъ, дойдя до желѣзныхъ желобовъ внутри колокола, вливается въ нихъ, а изъ нихъ уже стекаетъ вполне очищенной по трубѣ и каналу въ р. Гавель.

По наблюденіямъ *Проскауэра*, *Эльснера* и *Пфейфера*, воды, какъ въ химическомъ, такъ и физическомъ отношеніи, очищаются вполне удовлетворительно, при чемъ количество азота уменьшается на 60—80%, и на столько же—окисляемость. На бактеріи бурый уголь дѣйствуетъ лишь косвенно, т. е. онѣ не убиваются, а увлекаются при осажденіи, почему въ случаѣ эпидеміи нужна еще дезинфекція ¹⁾.

Связанныя органическія вещества, какъ уже было сказано, опускаются на дно въ видѣ ила и образуютъ для поднимающихся водъ какъ бы фильтръ. Илъ этотъ по мѣрѣ накопленія выкачиваютъ насосомъ посредствомъ особой трубы, опущенной на дно колодца и передающей его на особые фильтр-прессы въ машинномъ зданіи, гдѣ онъ освобождается отъ воды, которая вновь поступаетъ въ каналы для смѣшиванія съ химическими реактивами. Илъ же изъ фильтр-пресса поступаетъ въ особый вращающійся желѣзный цилиндръ, нагрѣваемый спизу, для окончательной просушки, послѣ чего употребляется на станціи, какъ топливо, въ добавленіе къ обыкновенному углю, а избытокъ его забирается сосѣдними фабриками по 60—70 пф. за центнеръ.

Осаждающійся въ пріемномъ колодцѣ песокъ и другія тяжелыя вещества періодически вынимаются и употребляются на удобреніе.

Всѣ приспособленія очистной станціи приводятся въ движеніе паровымъ двигателемъ.

Городъ платитъ предпринимателю за эксплуатацію станціи 50.000 мар. въ годъ, такъ что расходъ по очисткѣ водъ на человѣка въ годъ составляетъ 1,66 мар. Если сюда прибавить проценты и погашеніе затраченнаго на устройство станціи капитала, то на человѣка при-

¹⁾ Для дезинфекціи лучше всего прибавлять хлорную известь.

дета до 2,50 мар. Такой значительный расходъ отчасти объясняется тѣмъ, что приходится два раза поднимать воды.

По этому же типу около *Берлина* устроены очистныя станціи въ г. *Шпандау* и *Тегель*, а съ осаждеиёмъ известью въ *Панко* ¹⁾, *Лихтенбергъ* и *Рейксдорфъ*. Общій недостатокъ всѣхъ станціи, производящихъ осаждеиё известью, тотъ, что осадки, получаемые въ видѣ ила, не забираются сельскими хозяевами не только за плату, но даже и даромъ, и за вывозъ ихъ приходится платить довольно дорого; въ *Панко*, напр., за небольшой возъ городъ платить 2 мар.

¹⁾ Въ *Панко* на 18 частей извести берутъ 3—4 части сѣрноокислаго глинозема.

ХІІІ.

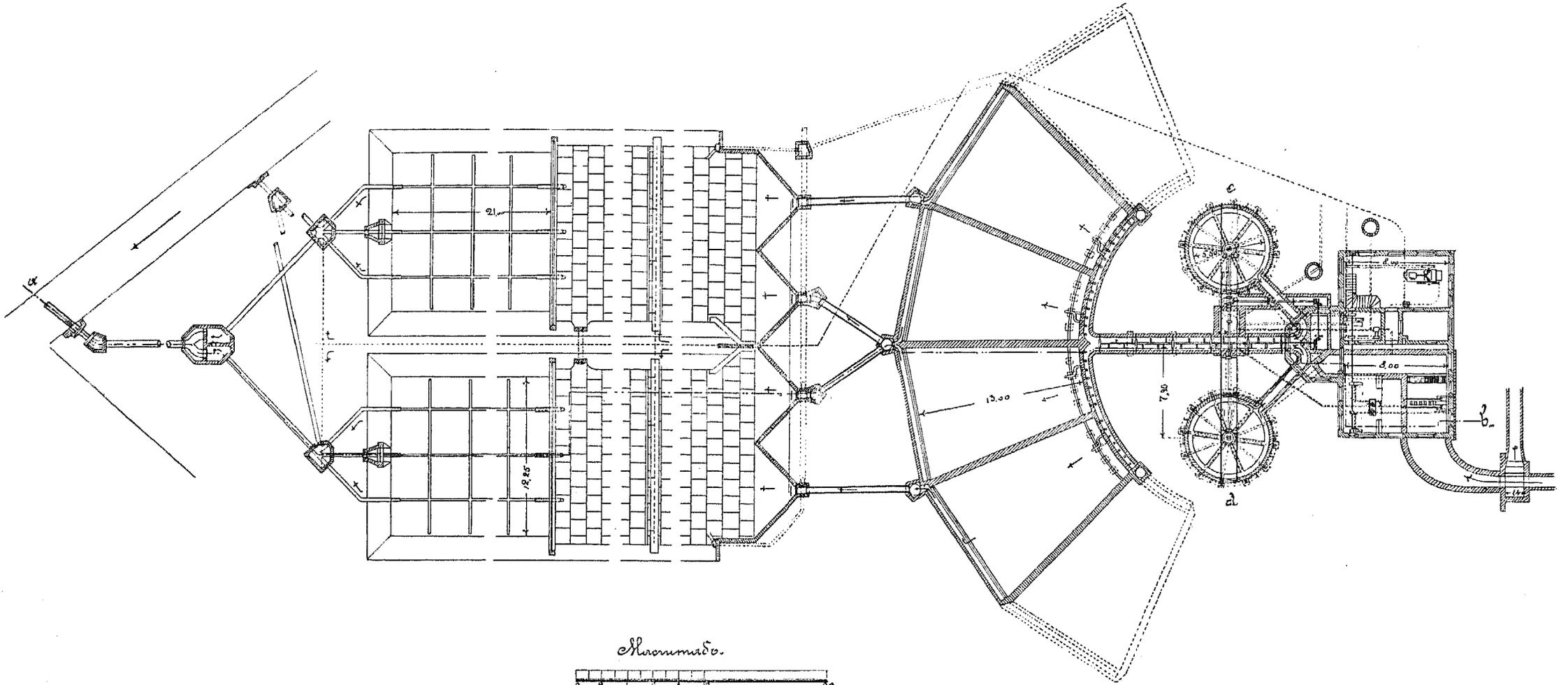
Очистная станція въ Нейштадтѣ.

Городъ имѣеть 20.000 жителей и канализированъ по общесплавной системѣ ¹⁾. Сточныя воды на станцію, *черт. 99 и 100*, попадаютъ самотекомъ и идутъ къ машинному зданію по приводному каналу, который здѣсь расширяется и углубляется. Изъ этого канала воды переходятъ въ бассейнъ съ наклоннымъ поломъ, находящійся въ самомъ зданіи, для предварительнаго осаждепія. Ширина этого бассейна 3 м., а наибольшая глубина 2,5 м. Осаждающіяся здѣсь тяжелыя вещества изъ него вычерпываются особою черпальною машиною, приводимою въ дѣйствіе постояннымъ локомотивомъ. Передъ черпалкою сдѣланъ досчатый порогъ, задерживающій всѣ плавающія тѣла, которыя вынимаются въ ручную.

Изъ этого бассейна воды, пройдя сѣтку, задерживающую неосѣвнія и не задержанныя ранѣе твердыя тѣла, поступаютъ въ каналъ, находящійся въ томъ же машинномъ зданіи, откуда онѣ по двумъ трубамъ, діаметромъ въ 40 см. каждая, направляются къ осадочнымъ колодцамъ. Трубы эти окружаютъ осадочные колодцы на глубинѣ 1 м.; отъ каждаго такого кольца идетъ внизъ рядъ вертикальныхъ трубъ, которыя входятъ въ колодезь около дна. Для равномернаго распределенія водъ по колодцу эти трубы продолжены по направленію діаметра колодца и снизу открыты. Колодцы эти сдѣланы изъ бетона; діаметръ ихъ равняется 5,5 м. и глубина, вмѣстѣ съ коническимъ дномъ, 7,5 м. Въ колодцахъ твердыя вещества осаждаются въ видѣ ила, а вода поднимается и переливается въ радіально расположенныя желѣзные лотки, по которымъ направляется въ длинный бетонный каналъ. Въ этомъ каналѣ къ очищеннымъ осаждепіемъ водамъ обыкновенно прибавляютъ известковое молоко, при чемъ для

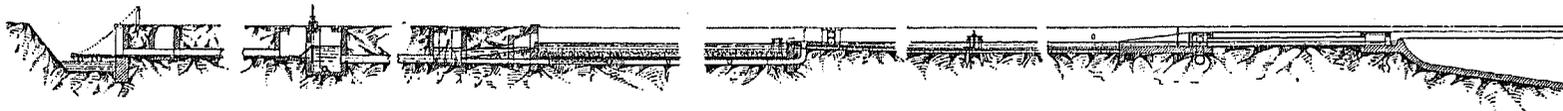
¹⁾ Воды ливней послѣ восьмикратнаго разжиженія хозяйственныхъ водъ и фекалій отводятся въ рѣку еще въ чертѣ города.

Очистная станція въ Нейштадтѣ.

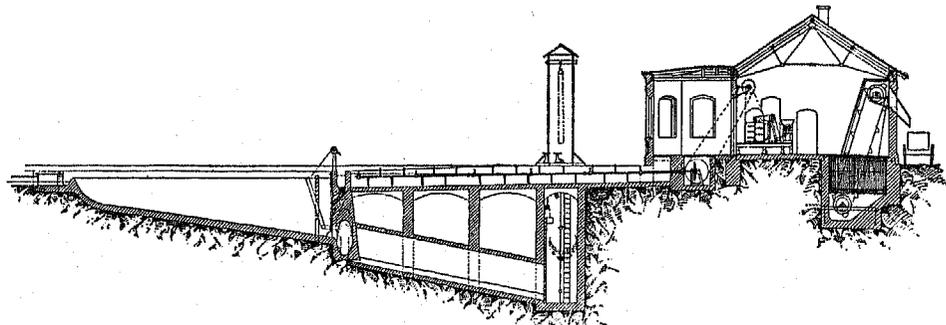


Метръ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

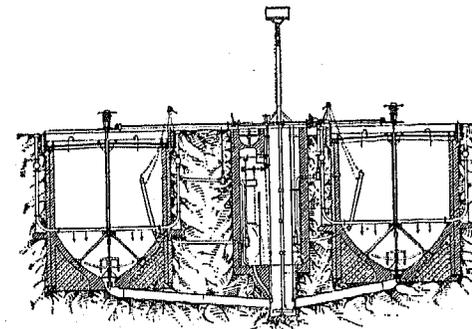
Черт. 99. Планъ.



Разрѣзь по а-в.



Разрѣзь по б-с.



Разрѣзь по д-е.

Черт. 100.

лучшаго перемѣшиванія водѣ и извести въ каналѣ имѣется длинная горизонтальная мѣшалка, приводимая въ движеніе тѣмъ же локомотивомъ.

Воды съ добавленной известью идутъ въ четыре большихъ осадочныхъ бассейна, куда онѣ постунаютъ въ разныхъ мѣстахъ и по всей глубинѣ. Бассейны эти въ планѣ имѣютъ форму трапеціи, причемъ въ началѣ они глубоки и узки, а въ концѣ мелки и широки, такъ что скорость теченія къ выходу сильно уменьшается.

Изъ этихъ бассейновъ воды идутъ черезъ порогъ съ дырами въ другіе плоскіе осадочные бассейны, изъ которыхъ почти совершенно чистыми направляются на песочные фильтры, откуда только спускаются въ небольшую рѣчку *Пруднижъ*. Для болѣе успѣшной очистки — окисленія органическихъ веществъ, въ воды въ плоскихъ бассейнахъ и въ фильтрахъ (снизу) нагнетаютъ воздухъ (кислородъ). Для той же цѣли нагнетаютъ воздухъ въ воды еще въ началѣ очистки въ машинномъ зданіи, послѣ прохода ихъ черезъ сѣтки.

Осадочные колодцы, бассейны и фильтры соединены между собою обходными трубами, такъ что въ случаѣ надобности воды могутъ миновать нѣкоторыя или все изъ сказанныхъ приспособленій и направиться прямо въ рѣчку.

Если одинъ изъ осадочныхъ колодцевъ или бассейновъ загрязнился, то его выдѣляютъ и очищаютъ. Для этого спускаютъ съ него чистую воду по подвижной трубѣ въ рѣчку, а грязную — перекачиваютъ насосомъ въ бассейнъ въ машинномъ зданіи для вторичной очистки. Остающийся илъ, который стекаетъ въ специальный колодезь, нагнетаютъ насосомъ по чугунной трубѣ на особый участокъ, находящійся на разстояніи 500 м. отъ станціи. Здѣсь для освобожденія отъ воды его пускаютъ въ дренированныя ямы съ песчанымъ дномъ, откуда его потомъ забираютъ для удобренія. При этомъ получается илъ двухъ сортовъ: чистый — изъ осадочныхъ колодцевъ, и съ примѣсью извести — изъ бассейновъ ¹⁾. Осадки, вынимаемые черпалкою при предварительной очисткѣ и задерживаемые рѣшеткой и порогомъ, забираются сельскими хозяевами прямо съ очистной станціи.

Эксплоатаціонные расходы составляютъ въ годъ всего около 0,5 мар. на человѣка, такъ какъ илъ забирается за плату.

Станція эта была спроектирована инженеромъ *Мейрихъ* въ *Готт* и дѣйствуетъ весьма удовлетворительно.

¹⁾ Второй менѣ цѣнный для сельскаго хозяйства.

XIV.

Очистная станція въ Медлингѣ.

(Поларитные фильтры).

Городъ *Медлингъ* имѣетъ 16.000 жителей и канализованъ по раздѣльной системѣ, при чемъ канализаціею отводятся человѣческіе и животные экскременты и хозяйственные воды, атмосферныя же воды отводятся особой сѣтью старыхъ трубъ.

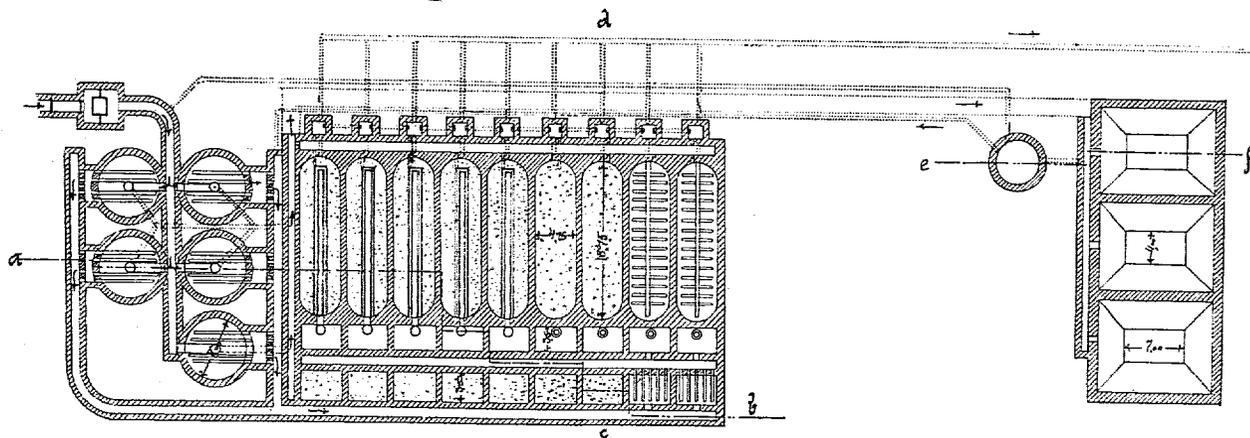
Очистка сточныхъ водъ производится осажденіемъ въ колодцахъ съ прибавленіемъ ферозона и фильтраціею черезъ песочные и поларитные фильтры на станціи, построенной по проекту англійскаго инженера *Лемакъ, черт. 101 и 102.*

Ферозонъ, который состоитъ изъ сѣрнокислаго глинозема, желѣзнаго купороса и углерода, прибавленный къ сточнымъ водамъ, производитъ быстрое осажденіе взвѣшенныхъ веществъ. *Поларитъ* же состоитъ изъ магнитнаго желѣзняка, кремнезема, извести и глины; онъ сильно поглощаетъ кислородъ и легко отдаетъ его вновь, на чемъ и основано прибавленіе его къ песку въ фильтры.

Сточные воды изъ города самотекомъ попадаютъ на очистную станцію, гдѣ переходятъ въ открытый каналъ, снабженный 2-мя подъемными сѣтками, задерживающими крупныя плавающія тѣла. За сѣтками въ каналѣ имѣется расширеніе, дно котораго на 60 см. ниже дна канала. Въ серединѣ этого расширенія помѣщается деревянный ящикъ съ дырами, въ который наливаютъ растворъ ферозона. Съ боковъ этого ящика имѣются подъемныя щиты, такъ что воды можно пустить и мимо него.

Послѣ прибавленія ферозона воды изъ канала посредствомъ особой горизонтальной трубы съ задвижкой идутъ въ вертикальную трубу,

Очистная станція въ Медлингѣ.

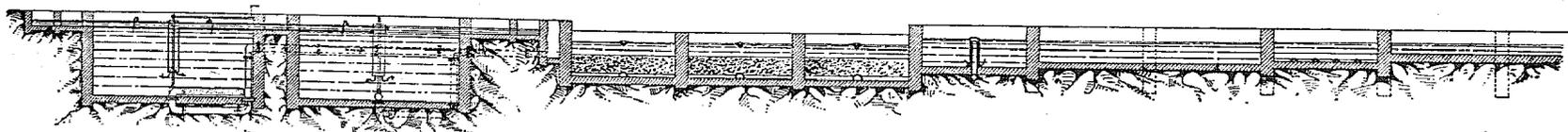


Черт. 101.

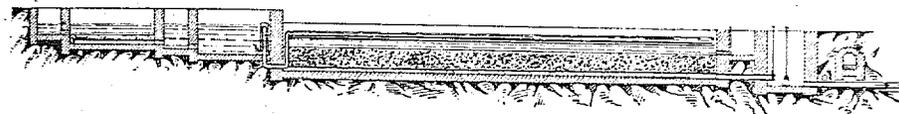
а

0 5 10 15 20 25 мет.

Планъ.



Разрѣзъ по а-б.

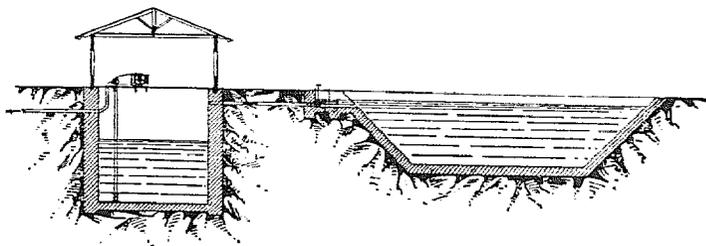


Разрѣзъ по с-д.

б

0 1 2 3 4 5 6 мет.

Черт. 102.



Разрѣзъ по е-ф.

діаметромъ въ 30 см., закрытую сверху и расположенную въ серединѣ (центрѣ) осадочнаго колодца, которыхъ имѣется пять. Изъ этой трубы воды выходятъ въ колодезь около его дна. Твердые вещества при этомъ осаждаются на дно, а воды поднимаются вверхъ и идутъ въ желѣзные горизонтальные желоба, изъ которыхъ направляются въ особую камеру, а потомъ по каналу идутъ на песочные фильтры.

Твердые вещества на днѣ колодца осаждаются въ видѣ ила. Для его отвода у самаго дна колодца имѣется горизонтальная труба съ дырами, вращающаяся на оси, проходящей въ центрѣ вышеупомянутой вертикальной приводной трубы. Конецъ этой горизонтальной трубы у оси вращенія соединяется съ другой трубой, идущей внизъ подъ колодезь и выходящей въ каналъ для отвода ила, дно котораго на 45 см. ниже уровня воды въ колодцѣ, отчего въ отводной трубѣ для ила образуется извѣстный напоръ. Когда поворачиваютъ горизонтальную трубу, то илъ вслѣдствіе давленія воды въ колодцѣ направляется въ отводный каналъ для ила, который отводитъ его въ особые осадочные бассейны. Колодцы очищаютъ отъ ила одинъ или два раза въ день.

Фильтры, куда поступаютъ воды послѣ осадочныхъ колодцевъ, устроены двухъ родовъ: песочные и поларитные. Сначала воды идутъ на одинъ или нѣсколько песочныхъ фильтровъ, устройство которыхъ то же, что и обыкновенныхъ водопроводныхъ фильтровъ: слой щебня, высотой въ 20 см., гравія, высотой въ 5 см., крупнаго песка, высотой въ 5 см. и чистаго рѣчнаго песка (фильтрующій слой), высотой тоже въ 5 см. Фильтры эти сдѣланы длиной въ 4 м. и шириной въ 3,5 м.; всѣхъ ихъ 8 штукъ. Цѣль этихъ фильтровъ—задерживать тѣ взвѣшенные вещества, которыя не осѣли въ осадочныхъ колодцахъ, и этимъ предотвратить излишнее загрязненіе поларитныхъ фильтровъ. Съ этихъ фильтровъ воды по дырчатымъ дренажнымъ трубамъ, уложеннымъ по дну ихъ, поступаютъ въ особый каналъ, идущій вдоль этихъ фильтровъ, а изъ канала въ камеры съ сифонами, діаметромъ въ 23 см., посредствомъ которыхъ онѣ періодически перекачиваются на поларитные фильтры.

Самая существенная часть очистной станціи—это поларитные фильтры. Устройство и нагрузка ихъ та же, что и обыкновенныхъ песочныхъ фильтровъ, исключая лишь послѣдній слой (слой рѣчнаго песка, высотой въ 5 см.), вмѣсто котораго положенъ другой фильтрующій слой, высотой въ 30 см., состоящій изъ поларита и чистаго рѣчнаго песка, перемѣшанныхъ пополамъ. По дну этихъ фильтровъ для собиранія воды также уложены дырчатые дренажныя трубы, идущія

въ сборную трубу, выходящую въ особыя камеры, устроенныя за прилегающимъ къ фильтрамъ капаломъ.

Одну изъ главныхъ операцій при очисткѣ по этому способу составляетъ оживленіе поляритныхъ фильтровъ. Это оживленіе и составляетъ существенное различіе поляритныхъ фильтровъ отъ песочныхъ. На послѣднихъ вода все время стоитъ извѣстнымъ слоемъ и кислородъ воздуха, находящагося между песчинками, скоро расходуется, при чемъ вновь не можетъ возобновиться. Для уничтоженія этого недостатка и устроены при поляритныхъ фильтрахъ камеры съ сифонами, посредствомъ которыхъ воды на фильтры поступаютъ не все время, а періодически. Сифоны рассчитаны такъ, что начинаютъ дѣйствовать, когда наполнится вся камера (53 куб. м.). На наполненіе камеры нужно не менѣе 20 мин., что зависитъ отъ количества поступающихъ водъ; на опорожненіе же камеры и спускъ водъ на поляритные фильтры нужно всего $\frac{1}{2}$ мин. Для скорого и равномернаго распредѣленія водъ по всей площади каждаго фильтра онѣ изъ сифона выливаются въ деревянный лотокъ, изъ котораго уже разливаются одновременно по всей площади, и, прошедши фильтръ въ теченіе 4—5 мин., уходятъ черезъ отводную трубу совершенно чистыми. Такимъ образомъ, изъ 20 мин., въ теченіе которыхъ происходитъ наполненіе отдѣльныхъ камеръ, фильтры въ теченіе 15 мин. подвержены дѣйствию воздуха. Вода, опускаясь въ фильтръ, поглощаетъ воздухъ изъ него, за водою же въ песокъ проникаетъ свѣжій воздухъ, такъ что происходитъ постоянное движеніе воздуха и песокъ остается не только чистымъ, но и постоянно оживляется.

Послѣ 10—14 дней дѣйствія поляритныхъ фильтровъ вода черезъ нихъ проходитъ уже не такъ скоро, такъ какъ песокъ садится, и ихъ, какъ и песочные фильтры, періодически нужно очищать. Для очистки извѣстнаго отдѣленія, послѣ спуска съ него воды, его вновь наполняютъ, но уже снизу, чистою водою посредствомъ прилегающаго къ нимъ канала, заправляемаго водою изъ нижнихъ камеръ, отчего песокъ снова разрыхляется. Кромѣ того, предполагается разрыхлять песокъ посредствомъ особыхъ граблей.

Всѣхъ поляритныхъ фильтровъ устроено 9, длиною каждый въ 18,73 м. и шириною въ 4,57 м., т. е. площадью въ 83,37 кв. м. Одинъ кв. м. такого фильтра дастъ въ день 6.120 л., слѣдовательно, цѣлый фильтръ дастъ 510.270 л., а всѣ 9 фильтровъ 4.592.000 л., или 4.592 куб. м., такъ что стація эта въ состояніи очистить воды отъ 45—50.000 жителей.

Изъ камеръ воды направляются въ отводный каналъ, идущій въ небольшую рѣчку за очистной станціей. При этомъ количество водъ, доставляемыхъ въ нее съ очистной станціи, значительно больше расхода самой рѣчки. Воды въ рѣчкѣ, послѣ спуска въ нее очищенныхъ сточныхъ водъ, становятся даже болѣе чистыми.

Илъ, какъ уже было сказано, собирается въ бассейнахъ, гдѣ съ него стекаетъ вода, которая по трубамъ идетъ въ особый колодезь, откуда насосомъ, приводимымъ въ дѣйствіе керосиновымъ двигателемъ, передается вновь въ одинъ изъ осадочныхъ колодцевъ; самъ же илъ идетъ на удобреніе полей.

Осадочные колодцы, фильтры и бассейны для ила сдѣланы въ землѣ изъ бетона открытыми.

Постройка станціи обошлась около 115.000 гульденовъ.

XV.

Поля орошенія г. Шарлоттенбурга.

Шарлоттенбургъ представляетъ пригородъ г. *Берлина*, съ которымъ онъ совершенно слился; канализированъ онъ по общесплавной системѣ. Изъ 200.000 жителей *Шарлоттенбурга* около 50.000 присоединены къ *Берлинской* канализациі; за то въ *Шарлоттенбургскую* канализационную сѣть и на поля орошенія спускаются воды изъ *Вильмансдорфа*, *Шенсберга* и *Груневальде*, имѣющихъ въ общемъ болѣе 100.000 жителей ¹⁾. Такимъ образомъ, на поля орошенія поступаютъ воды отъ 250.000 жителей. Въ 1900—1901 г. на поля орошенія было доставлено 10.246.900 кб. м. водъ, или въ день 28.066 кб. м. ²⁾.

Поля орошенія, *черт. 103*, составляютъ имѣніе *Каролингенгее-Гатовъ*, расположенное недалеко отъ р. *Гавель* и въ 2 км. отъ г. *Шпандау*. Имѣніе это площадью въ 341 гект., такъ что на одинъ гект. приходится 54.796 кб. м. водъ (болѣе 1.000 чел.). Поля эти поднимаются надъ окружающей мѣстностью и почва на нихъ песчаная, очень подходящая для орошенія; устроены они по типу *Берлинскихъ* полей.

Воды на поля нагнетаются по двумъ чугуннымъ трубамъ, діаметромъ въ 75 и 55 см. и длиною около 9 км., на высоту 22 м. Обѣ нагнетательныя трубы на поляхъ сходятся въ одну вертикальную трубу, діаметромъ также въ 75 см. Вертикальная труба эта (*Standrohr*) поднимается надъ землею на высоту около 10 м. и снабжена переливною

¹⁾ По условію съ этими селеніями г. *Шарлоттенбургъ* обязалъ принимать въ свою сѣть и на поля орошенія ихъ воды за плату по 4 нф. за 1 кб. м. водъ. Условіе это было заключено на 15 лѣтъ и срокъ его истекаетъ въ 1905 г.

²⁾ Водопродной воды на человѣка въ среднемъ доставляется 73,2 л., но имѣются еще колодцы.

трубою, діаметромъ въ 38 см., идущею въ бассейнъ, находящійся тутъ же на поляхъ. Для того чтобы уровень воды въ вертикальной трубѣ былъ виденъ издали, внутри ея имѣется ноплавокъ, который днемъ снабжается флагомъ, а вечеромъ фонаремъ, и снаружи водомѣрная рейка. Отъ вертикальной трубы воды 3-мя трубами (одна діаметромъ въ 55 см. и двѣ по 38 см.) доставляются къ нѣсколькимъ возвышеннымъ пунктамъ, откуда онѣ идутъ въ особые распредѣлительные колодцы, а изъ нихъ въ осадочные бассейны, изъ которыхъ уже направляются въ распредѣлительные каналы и на отдѣльные участки. Для орошенія инфильтраціею воды иногда пускаютъ мимо осадочныхъ бассейновъ изъ распредѣлительныхъ колодцевъ прямо въ распредѣлительные каналы, а изъ нихъ между грядъ, гдѣ и осаждаются разныя плаваюція въ водѣ вещества. Для зимняго орошенія воды также предварительно не осаждаютъ.

Орошаемыя поля раздѣлены дорогами, шириною 5—6 м., на отдѣльные поля, которыя въ свою очередь раздѣлены дамбами, въ серединѣ которыхъ устроены распредѣлительныя и др. каналы, па отдѣльные оросительныя участки, площадью отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ гект., которые соотвѣтственнымъ образомъ спланированы.

Участки съ наибольшимъ уклономъ приспособлены подъ луговую культуру—односкатное орошеніе (напускомъ), съ меньшимъ уклономъ—подъ огородную—орошеніе инфильтраціею, а почти горизонтальные—для зимнихъ бассейновъ.

Участки для луговъ обдѣланы въ видѣ односкатныхъ плоскостей, шириною около 30 м., *черт. 85*. Вода идетъ изъ распредѣлительной канавы въ оросительную, шириною около 30 см., расположенную съ высокой стороны участка, а изъ нея уже разливается равнымъ слоемъ по всему лугу. Лишь только вода достигнетъ нижней части участка, тогда впускъ ея прекращаютъ.

Для паправленія воды на отдѣльные орошаемыя участки луга или грядокъ распредѣлительныя каналы, которыя сдѣланы шириною по дну въ 0,30—0,50 м. и глубиною до 1 м., соединены съ каждымъ участкомъ деревянною трубою съ задвижкою—30 на 28 см., ниже которой на распредѣлительной канавѣ сдѣлана плотника. Закрывая эту плотнику щитомъ и открывая задвижку въ трубѣ, всю воду изъ распредѣлительной канавы направляютъ на орошаемый участокъ.

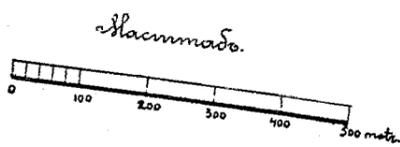
На лугахъ засѣваютъ рейграссъ (Rehgras), тимофеевку и др. травы, которыя иногда въ лѣто снимаютъ до 7 разъ ¹⁾. Траву употребляютъ

¹⁾ Хотя всѣ эти травы многолѣтніи, но ихъ приходится засѣвать вновь черезъ 5—6 лѣтъ.

Шарлоттенбургскія поля орошенія.



- Главнѣйшія трубы.
- Выпускн. вода.
- Распределителныя каналы.
- Отводныя каналы.



въ свѣжемъ видѣ, такъ какъ вслѣдствіе своей сочности она трудно сушится, долго же оставлять ее на лугу нельзя, такъ какъ онъ нуженъ для дальнѣйшей поливки. Поливку луговъ производятъ во все время прорастанія, прекращая ее лишь за недѣлю до покоса. Зимой, во избѣжаніе сгниванія корней травъ, луговъ не орошаютъ.

При орошеніи инфильтраціей участки раздѣлены оросительными канавами, шириною и глубиною въ 30 см., на гряды, шириною въ 1—1,3 м., *черт. 86 и 87*. Въ оросительныя каналы воду изъ распределительной канавы пускаютъ съ одного или обоихъ концовъ. Изъ этихъ канавъ вода просачивается въ почву и доходитъ до корней растений, но листьевъ не касается. Поливку грядокъ производятъ черезъ день или два, смотря по количеству водъ, получаемыхъ изъ города. Больше всего садятъ кормовую свеклу и капусту.

Зимой воды спускаютъ въ особые бассейны, представляющіе участки, обнесенные высокимъ валомъ, и онѣ здѣсь просачиваются въ почву. Воды напускаютъ въ бассейны на высоту до 1 м. Если въ бассейнахъ остается много ила, то его весной вывозятъ на цеорошаемые участки или продаютъ на сторону, дно же бассейновъ вспахиваютъ и засѣваютъ хлѣбомъ.

Всѣ поля дренированы по продольной системѣ, т. е. осушительныя трубы уложены вдоль уклона мѣстности, *черт. 90*. Осушительныя трубы взяты діаметромъ въ 5 см. и уложены на глубинѣ отъ 1,2 до 1,7 м., при чемъ стыки, во избѣжаніе засоренія, обернуты бѣрестою; трубы эти расположены на разстояніи отъ 8 до 10 м. одна отъ другой. Отводныя трубы взяты діаметромъ отъ 12 до 15 см. Почва полей, какъ уже было сказано, почти чисто песчаная, и вода не вся уходитъ въ дренажныя трубы, а частью проходитъ между ними¹⁾, повышая уровень грунтовыхъ водъ на прилегающихъ усадьбахъ, почему почти все имѣніе пришлось окружить глубокимъ рвомъ, куда стекаютъ грунтовыя воды и выходятъ всѣ отводныя трубы. Этимъ рвомъ воды отводятся въ рѣку *Гавель*.

Запахъ на поляхъ не замѣчается, но въ виду значительнаго увеличенія населенія въ самомъ *Шарлоттенбургѣ* со времени ихъ устройства (1888 г.) площадь ихъ становится малою, и уномянутымъ выше селеніямъ уже объявлено, что по истеченіи срока контракта ихъ воды на поля орошенія уже не будутъ приниматься.

¹⁾ При расположеніи осушительныхъ трубъ по поперечной системѣ, вдоль горизонталей мѣстности—поперекъ уклона, уходъ воды въ почву не имѣлъ бы мѣста.

Поля сдаются городомъ въ аренду отдѣльными участками съ платою отъ 100 до 120 мар. за гект., въ то время какъ по сосѣдству земля сдается по цѣнѣ отъ 10 до 30 мар. Несмотря однако на значительную аренду, вслѣдствіе большой стоимости полей, приспособленія ихъ (земляныхъ и дренажныхъ работъ) и необходимости поднимать воды на поля, городъ на очистку водъ ежегодно приплачиваетъ около 0,5 мар. на человѣка. Часть земли обрабатывается за счетъ города и на поляхъ имѣется своя ферма.

Для надзора за спускомъ нечистотъ, которымъ распоряжается городъ, послѣднимъ содержится оросительный мастеръ и въ помощь ему нѣсколько постоянныхъ рабочихъ.

Гамбургская опытная станція. (Биологическая очистка).

Станція очищает воды больницы *Эппендорфъ*, имѣющей 2.000 жителей, при чемъ къ 800 кв. м. хозяйственныхъ водъ въ сутки (400 л. на человѣка) прибавляются въ дождливое время еще атмосферныя воды съ усадьбы больницы. Для опытовъ однако брались воды лишь тогда, когда составъ ихъ соответствовалъ городскимъ сточнымъ водамъ, которыя обыкновенно бываютъ менѣе разжижены.

Станція эта, *черт. 104*, состоитъ изъ 3-хъ кирпичныхъ бассейновъ—окислителей, площадью каждый въ 64 кв. м. (8 × 8) и глубиною въ 1,5 м. Бассейны эти наполнялись шлаками, коксомъ, гравіемъ или др. подходящимъ пористымъ матеріаломъ. Они находятся въ деревянномъ зданіи и расположены въ видѣ террасъ, такъ что воды съ каждаго верхняго бассейна могутъ быть спущены на нижеслѣдующій.

Сточные воды на станціи сперва поступаютъ въ приѣмный колодезь, изъ котораго онѣ идутъ въ осадочный колодезь, раздѣленный рѣшеткою, а изъ этого послѣдняго уже по особой трубѣ могутъ быть направлены въ любой изъ бассейновъ или мимо нихъ. Кромѣ того, въ каждомъ бассейнѣ имѣется подвижная труба съ отростками, такъ что воды изъ него можно спустить съ любой высоты.

Проф. *Дюнбаръ*, въ завѣдываніи котораго находится эта станція, находитъ, что для опредѣленія степени очищенности сточныхъ водъ достаточно установить:

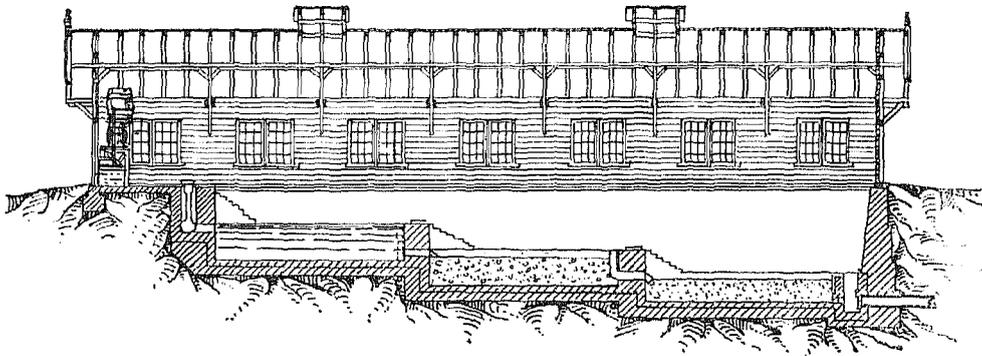
- 1) всѣ-ли нерастворенныя соединенія удалены (до нѣсколькихъ процентовъ);
- 2) издаетъ ли очищенная вода, оставленная при 20° на недѣлю въ закрытыхъ бутылкахъ, гнилостный запахъ сѣроводорода;

3) уменьшилась-ли окисляемость въ сравненіи съ таковою (филъ-
трованной неочищенной воды, по *Кубелю*, на 60—65%¹⁾), и

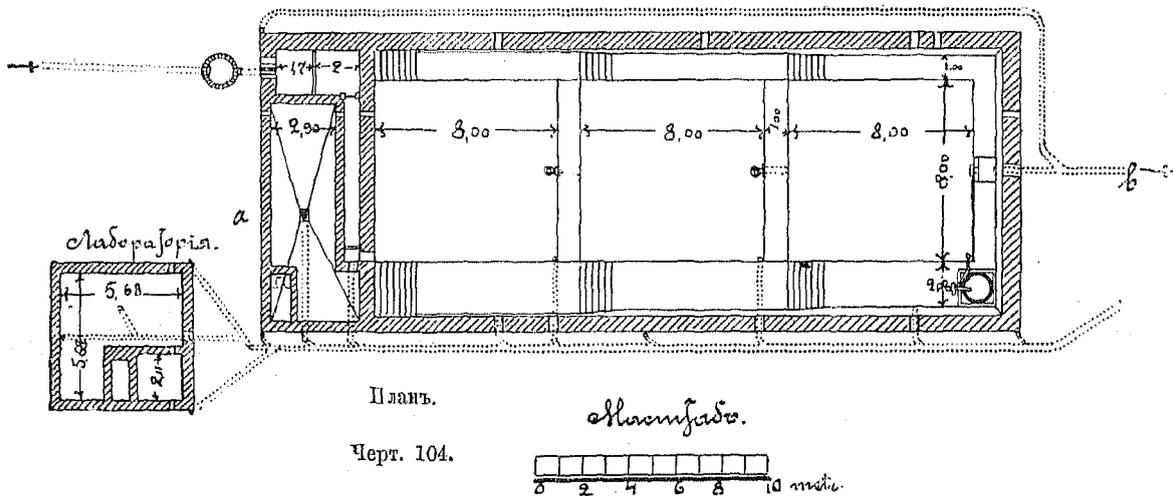
4) не умираетъ-ли рыба въ очищенной водѣ.

Воды, удовлетворяющія этимъ условіямъ, спущенныя даже въ
незначительныя рѣчки, не произведутъ замѣтнаго загрязненія, но при

Опытная станція въ Гамбургѣ.



Разрѣзь по а-б.



этомъ не рѣшается вопросъ о пригодности этой рѣчной воды для
цѣлей водоснабженія и о томъ, не слѣдуетъ-ли воды до спуска въ
рѣчку освободить отъ могущихъ встрѣтиться въ нихъ патогенныхъ
микроорганизмовъ.

¹⁾ Опредѣленіе способности загнивать по абсолютному содержанію органическаго азота
проф. *Дюнбаргъ* находитъ ошибочнымъ и таковою, по его мнѣнію, должна опредѣляться изъ
уменьшенія содержанія азота.

Ниже приведена таблица ¹⁾, составленная док. *Каттеинъ*, показывающая результаты весьма обстоятельныхъ опытовъ, произведенныхъ съ 1897 г. проф. *Дюнбаръ* на этой станціи, табл. № 21.

Многочисленныя опыты, какъ видно отчасти и изъ этой таблицы, показали, что сточныя воды, очищенныя одиночнымъ или двойнымъ окисленіемъ, всегда удовлетворяютъ поставленнымъ выше требованіямъ. Что же касается опытовъ съ грубыми матеріалами, то полученные результаты слѣдуетъ признать болѣе удовлетворительными, чѣмъ получаемые при механической и химической очисткѣ, послѣ которыхъ получаются воды, поддающіяся еще гнилостному разложенію; за то въ послѣднихъ неразворенныхъ взвѣшенныхъ веществъ менѣе и на видъ онѣ выглядятъ лучше.

Объемъ поръ окислителя со временемъ уменьшается, такъ что его черезъ $\frac{1}{2}$ —2 года приходится очищать. Опыты показали, что уменьшеніе происходитъ даже при очисткѣ почти совершенно чистой воды—фильтрованной рѣчной. Мнѣніе, что вмѣсто очистки окислителя отъ ила достаточно его оставить на болѣе продолжительное время въ покоѣ, не оправдалось, и хотя вслѣдствіе процессовъ разложенія, происходящихъ въ это время въ окислителѣ, онъ вначалѣ принимаетъ большее количество водъ, но очистка ихъ при этомъ идетъ хуже, а послѣ нѣсколькихъ наполненій получается то же количество водъ, что и до отдыха. При перепаживаніи верхняго, самаго загрязненнаго, слоя на 25 см. объемъ поръ увеличивается также лишь на короткое время; сравнительно лучшіе результаты получаются при перемѣнномъ наполненіи, то сверху, то снизу. Точно такъ же попытки вымыть иль усиленную промывкою не дали положительныхъ результатовъ. Такимъ образомъ, для очистки окислителя отъ ила, нужно вынуть и промыть матеріаль, изъ котораго онъ состоитъ, при чемъ всякій разъ теряется около 9% его.

Ила получается немного и онъ гнилостному разложенію не поддается. На его образованіе имѣютъ вліяніе: родъ матеріала окислителя ²⁾, величина зеренъ его, родъ очищаемыхъ водъ, количество ихъ (увеличеніе происходитъ пропорціонально) и какъ часто (въ извѣстныхъ промежуткахъ времени) производится наполненіе. По мѣрѣ углубленія количество ила въ окислителѣ уменьшается.

¹⁾ Составлена на основаніи подробнаго отчета самого *Дюнбара*.

²⁾ При 80 наполненіяхъ и при совершенно одинаковыхъ условіяхъ изъ 1 кв. м. шлакови получалось 82,2 л. дренажного ила, изъ 1 кв. м. древеснаго угля—50,0 л., а изъ 1 кв. м. животнаго угля—54,4 л.

Обозначение опыта.	Окислитель.		Число ежедневных наполнений.	Продолжительность стояния		Среднее уменьшение окисляемости в %.	Запас очищенной воды.	
	Родъ материала.	Величина зеренъ въ мм.		наполненными.	порожними.			
А. Опыты для болѣе совершенной очистки водъ.								
I. Одиночное								
А.	Пробный опытъ.							
В.	Шлаки		3—7	1	4 ч.	19 ч.	около 70 70	Землистый до плесени.
С.	Шлаки		3—7	2	4 и 2 ч.	4 и 12 ч.	70—80 70—80	Плесени "
II. Двойное								
а) Второй окислитель								
	Первый окислитель.	Второй окислитель.						
Д.	L	Шлаки .	3—7	3	2 ч.	2,2 и 14 ч.	74,6 74,6	Землистый до плесени.
Е.	L	Гравій .	3—7	2	2 ч.	2 и 18 ч.	74,8	"
Ф.	L	Коксъ .	3—7	2	2 ч.	2 и 18 ч.	75,8	"
б) Второй окислитель изъ								
Г.	N	Шлаки .	5—10	3	2 ч.	2,2 и 14 ч.	66	Землистый до сильн. плесени.
Н.	N или O	Коксъ .	5—10	3	2 ч.	2,2 и 14 ч.	68	Землистый и плесени до слаб. зап. нечистотъ
И.	M или P	Гравій .	5—10	3	2 ч.	2,2 и 14 ч.	63,7	"
К.	M	Гравій + + 1% желѣзныхъ стружекъ.	5—10	3	2 ч.	2,2 и 14 ч.	68,9	"
В. Опыты для грубой очистки водъ.								
Л.	Коксъ (несколько разъ промытый) .		10—30	6	10 мин.		30—40	Сильный запахъ плесени до слаб. зап. нечистотъ.
М.	Коксъ		10—30	3—6	10 мин.		28—2	
Н.	Каменный уголь, шлаки		10—30	3—6	10 мин.		26—1	Нечистотъ.
О.	Гравій		10—30	3	2 час.	2,2 и 14 ч.	47,4	Сильн зап. плесени до нечист.
Р.	Киричь		10—30	3	2 час.	2,2 и 14 ч.	47,8	Плесени до нечистотъ.

Первоначальное.	Въ концѣ эксплуатационнаго периода.			Уменьшение в %.	Количество водъ, очищенныхъ въ 2 года.		Число очистокъ окисл. вѣ. тѣла 2 лѣтъ при 1 л. для опр. стойкости.	Стоимость очистки 1 кв. м. водъ въ прѣ.	Примѣчанія.	
	Послѣ наполненія.	Объемъ поръ.	Уменьшение в %.		На 1 кв. м. окислителя.					
					Количество стоющихъ водъ въ кв. м.	Стоимость очистки 1 кв. м. водъ въ прѣ.				
о к и с л е н и е .										
о к и с л е н и е .										
330	350	272	17,6			213,8	2	3,28	Объемъ поръ и уменьшеніе ихъ при двойной очисткѣ относится къ второму окислителю. Первыми окислителями при двойной очисткѣ были тѣла, указанные для грубой очистки въ опытахъ L—P.	
330	700	199	39,7				1	2,81		
409	700	148	63,8			359	2	1,95		
409	500	207	49,4			417,6	3	2,04		
о к и с л е н и е .										
изъ мелкаго материала.										
434	1100	186	57,1	$\frac{1}{3}$ перв. + $\frac{2}{3}$ второго.		414	2	1,69		
434	700	236	45,6	"		481,2	3	1,77		
265	500	139	47,5	$\frac{1}{3}$ перв. + $\frac{4}{5}$ втор.		230,7	3	3,69		
360	500	244	32,2	"		353,3	3	3,56		
болѣе крупнаго материала.										
394	700	235	40,4	$\frac{1}{3}$ перв. + $\frac{4}{5}$ второго.		473,9	3	1,79		
394	700	258	34,5	"		507,1	3	2,48		
313	700	190	39,3	"		361,1	3	2,35		
313	700	188	39,9	"		—	—	—		
бой очистки водъ.										
403	1400	178	55,8							
435	1000	363	16,6							
476	1000	402	15,4							
346	700	261	24,6							
435	700	307	29,4							

XVII.

Опытная станція въ Груневальдѣ.

Груневальде представляетъ одну изъ дачныхъ мѣстностей вблизи *Берлина*. Въ немъ для отвода хозяйственныхъ и атмосферныхъ водъ устроены двѣ отдѣльныя канализаціонныя сѣти.

Воды раздѣльной канализаціи поступаютъ теперь, согласно контракту, заключенному въ 1890 г. съ г. *Шарлоттенбургомъ*, на поля орошенія послѣдняго. Срокъ этого контракта однако въ 1905 г. кончается, почему для выясненія способа очистки водъ и устройства собственной очистной станціи устроена опытная станція для двойной биологической очистки. Станція эта, *черт. 105 и 106*, устроена вблизи желѣзнодорожной станціи *Груневальде* на землѣ, принадлежащей послѣдней, и дѣйствуетъ съ іюня 1901 г. Она очищаетъ въ день около 20 кв. м. водъ, состоящихъ изъ водъ:

1) хозяйственныхъ—изъ квартиръ служащихъ на ст. *Груневальде* (безъ ватерклозетныхъ водъ);

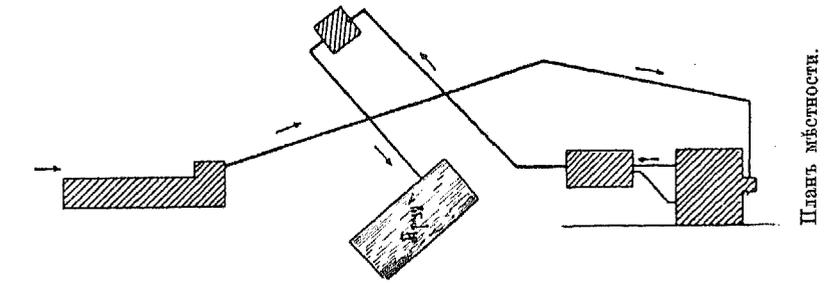
2) изъ водъ ретирадъ при вагонномъ депо, которыми пользуются около 100 чел., и

3) водъ, получаемыхъ при мойкѣ вагоновъ въ депо.

Воды эти самотекомъ попадаютъ сначала въ бассейнъ для осажденія и загниванія, а изъ него центробѣжнымъ насосомъ, приводимымъ въ дѣйствіе керосиновымъ двигателемъ, перекачиваются на два фильтра—окислителя, для грубой очистки, а изъ нихъ на третій фильтр—окислитель, для окончательной очистки, послѣ чего ихъ спускаютъ въ прудъ, гдѣ онѣ частью просачиваются въ почву, а частью испаряются.

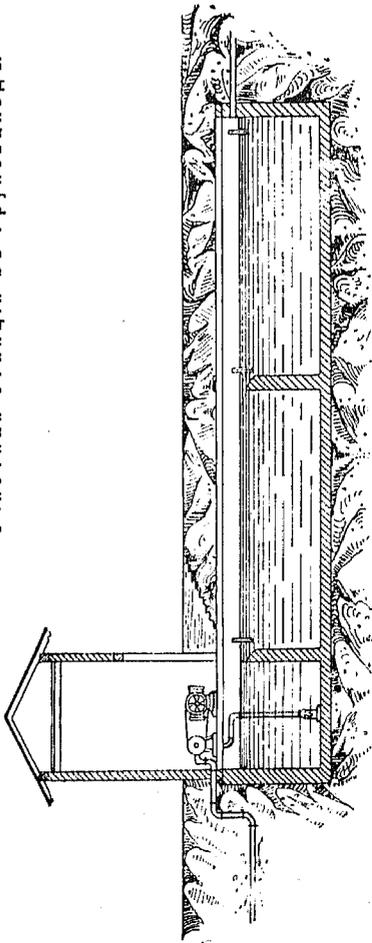
Бассейнъ для осажденія и загниванія сдѣланъ длиною около 12 м., шириною въ 2 м. и высотой до перелива въ 1,5, а до перекрытія въ

1,8 м. Бассейнъ этотъ раздѣленъ на 3 отдѣленія. Тяжелыя вещества при послѣдовательномъ медленномъ движеніи изъ одного отдѣленія

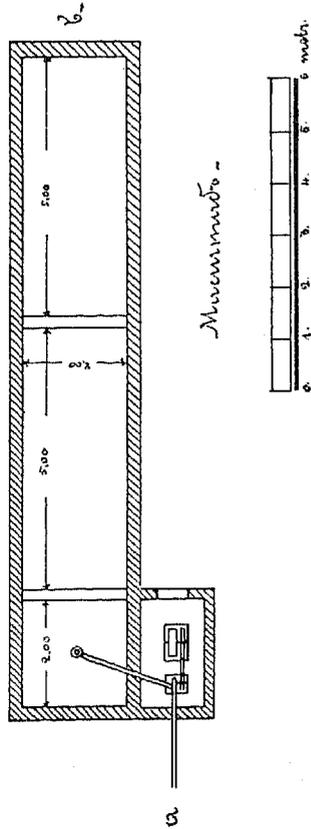


Планъ мѣстности.

Очистная станція въ Груневальдѣ.



Разрѣзь по а-в.



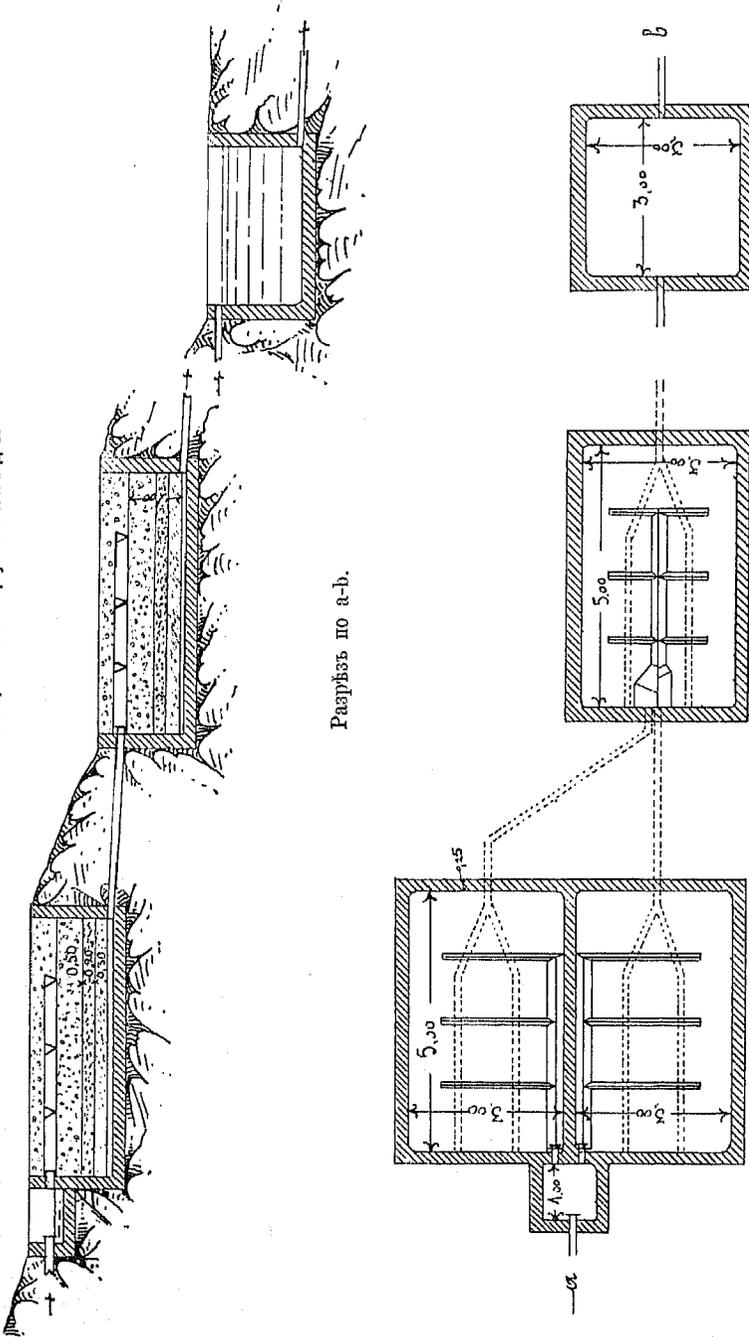
Планъ.

Черт. 105.

въ другое падаютъ на дно, легкія же поднимаются вверхъ, гдѣ образуютъ какъ бы кору. Поднимающіяся вверхъ легкія вещества изъ од-

ного отдѣленія въ другое перейти не могутъ, такъ какъ задерживаются у переливовъ поперечными бетонными досками, опущенными на

Очистная станція въ Груневальдѣ.



нѣкоторую глубину въ воду. Въ этомъ бассейнѣ воды однако не только очищаются осаждеиіемъ, но и загниваютъ.

Всѣ три фильтра одинаковой величины: площадью въ 15 кв. м. каждый и высотой въ 1 м., и однороднаго наполненія. По дну фильтровъ уложены отводные каналы изъ кирпича, поверхъ которыхъ лежатъ слой грубаго кокса, высотой въ 30 см.; дальше идетъ слой средняго кокса, высотой въ 20 см., и наконецъ слой мелкаго кокса, высотой въ 50 см. На послѣднемъ слоѣ лежатъ деревянные распределительныя лотки, въ которые спускаютъ воды. Для защиты фильтровъ отъ снѣга и др. случайностей поверхъ верхняго фильтрующаго слоя положенъ еще слой грубаго кокса, высотой въ 30 см.

Первые два фильтра наполняются въ день по два раза, одинъ въ 8 час. утра и въ 1 часъ дня, а другой въ 10 час. утра и 3 часа дня; третій фильтръ, соотвѣтственно этому, наполняется 4 раза. Первые фильтры стоятъ наполненными около 2 час. и около 3 час. оживляются ¹⁾, третій фильтръ каждый разъ стоитъ наполненнымъ и порожнимъ половину этого времени.

Дѣйствіе этой очистной станціи было испытано членами *Прусской Королевской* опытной и испытательной станціи. При этомъ оказалось, что хотя станція дѣйствуетъ уже болѣе года, бассейнъ осажденія и загниванія до сихъ поръ очищать не приходилось. Вода, которая изъ бассейна для загниванія получалась мутнаго, грязно-чернаго цвѣта съ фекальнымъ запахомъ, послѣ одиночной очистки (пропуска черезъ фильтры I или II) выходила почти прозрачною, безцвѣтною и лишь съ незначительнымъ запахомъ, и при сохраненіи въ теченіе продолжительнаго времени не переходила въ гнилостное разложеніе. Послѣ вторичной же очистки (пропуска черезъ фильтръ III) вода получалась совершенно прозрачною, безцвѣтною и безъ всякаго запаха. Въ 1 куб. см. воды, притекающей на фильтръ, находилось около 1 милліона бактерій; послѣ одиночной очистки уже—435.000, а послѣ вторичной—43.000, такъ что количество ихъ значительно уменьшилось. Патогенныя бактеріи этими фильтрами однако не убиваются, а потому въ случаѣ появленія эпидеміи спускаемая вода должна быть дезинфицирована. Результаты эти найдены очень хорошими и признано, что получаемая послѣ очистки воды, безусловно, можно спускать въ любую рѣку или въ почву. Что же касается примѣненія этихъ водъ для питанія котловъ, что имѣлось въ виду при устройствѣ этой станціи, то она для этой цѣли не годится, такъ какъ очень жестка.

¹⁾ На наполненіе одного фильтра нужно около 20 мин.

ХVIII.

Очистная станція въ Бинцѣ.

Бинцъ представляетъ изъ себя зарождающійся курортъ на островѣ *Рюгенъ* въ *Балтійскомъ* морѣ. Канализація въ немъ устроена по раздѣльной системѣ съ подъемомъ водъ посредствомъ аппарата *Шюне*. Наибольшее (расчетное) количество народонаселенія принято въ 4.000 чел.; и принято, что 1 чел. въ день расходуетъ 40 л. воды. Всего въ день, такимъ образомъ, расходуется 160 кв. м. чистой воды, и столько же получается грязной воды.

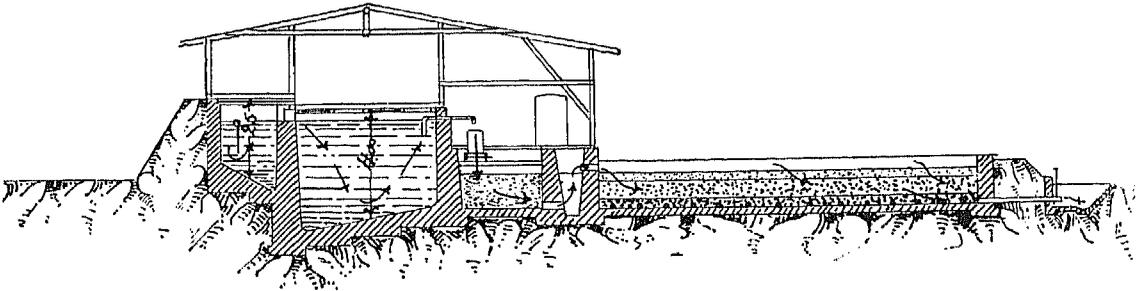
Очистка водъ производится біологическимъ способомъ—загниваніемъ и окисленіемъ. Очистная станція, *черт. 107*, состоитъ изъ 2-хъ частей, бассейновъ для осажденія и загниванія и фильтровъ для окисленія.

Воды послѣдовательно поступаютъ въ два бассейна съ наклоннымъ дномъ, гдѣ вслѣдствіе уменьшенія скорости осаждаются всѣ взвѣшенные вещества и гдѣ происходитъ загниваніе водъ; бассейны эти емкостью около 160 кв. м. Изъ второго бассейна воды по ряду колѣчатыхъ трубъ переходятъ на коксовый фильтръ и, проходя черезъ него отдѣльными струями, падаютъ на песочный фильтръ, при чемъ соприкасаются съ воздухомъ, и здѣсь начинаются процессы окисленія. При переходѣ воды черезъ грубый песочный фильтръ она очищается отъ значительной части взвѣшенныхъ веществъ и поступаетъ на одинъ изъ 4-хъ фильтровъ—окислителей. Окислители эти сдѣланы открытыми и наполнены слоями кокса и песка, а по дну ихъ уложены дренажныя трубы, отводящія воду въ общую отводную трубу.

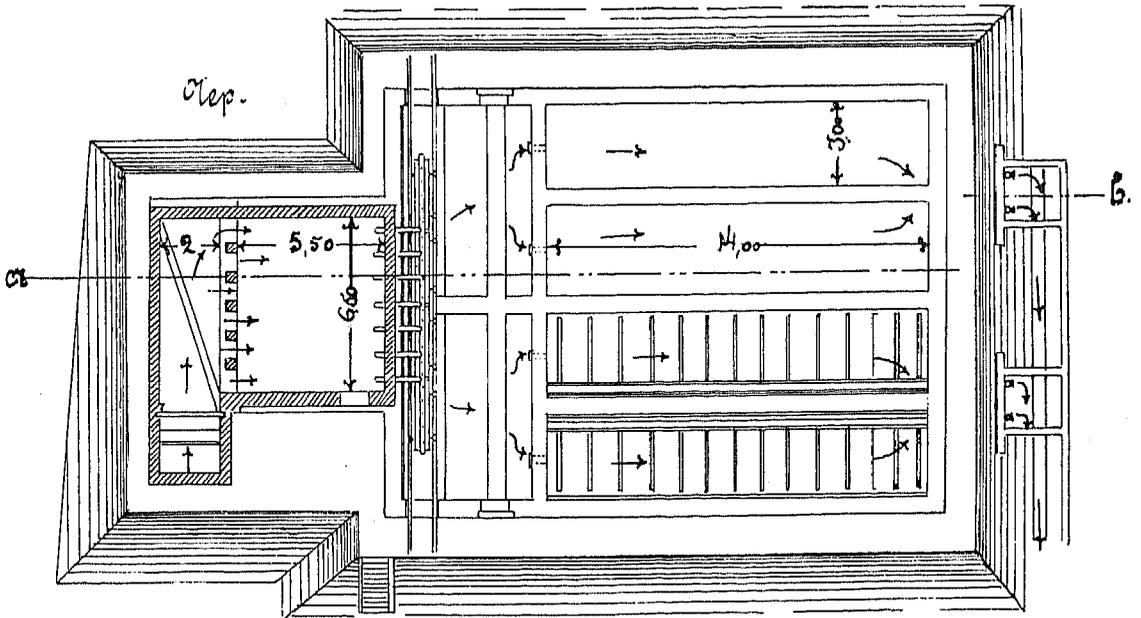
Изъ отводной трубы воды получаютъ совершенно прозрачными, безъ цвѣта и запаха и ихъ употребляютъ для орошенія дворцовыхъ

садовъ. Наполненіе каждаго фильтра производится періодически. Отдѣльные фильтры при этомъ стоятъ наполненными не менѣе 2—3 час. и столько же времени бездѣйствуютъ.

Очистная станція въ Бинцѣ.



Разрѣзь по а-б.



Масштабъ



Планъ.

Черт. 107.

Осадочные бассейны периодически приходится очищать, при чемъ получаемый илъ даетъ хорошее удобрение; точно такъ же и отдѣльные фильтры нуждаются въ очисткѣ, что не представляетъ особаго затрудненія.

Уходъ за станціею самый простой и заключается въ периодическомъ открываніи и закрываніи задвижекъ, при полной эксплуатаціи станціи (лѣтомъ), приблизительно, черезъ 2—3 часа.

Станція эта устроена *Берлинскою* канализаціонною формою „Hydor“ и дѣйствуетъ съ 1900 г.

XIX.

Удаленіе твердыхъ домовыхъ отбросовъ и уличнаго мусора.

Домовые отбросы главнымъ образомъ состоятъ изъ золы, остатковъ и отбросовъ овощей, остатковъ пици и разныхъ поломанныхъ предметовъ, вообще, изъ всего того, что въ домашнемъ хозяйствѣ является излишнимъ и мѣшается. Къ собственно домовымъ отбросамъ прибавляется еще дворовый и уличный мусоръ. Все это нельзя отвести канализаціею, ни общесплавной, ни раздѣльной, и подлежитъ вывозу.

Количество отбросовъ, получаемое въ разныхъ городахъ, различно и составляетъ въ годъ на человѣка около 0,40 кб. м. При этомъ въсь 1 кб. м. отбросовъ составляетъ отъ 400 до 600 кгр., такъ что на человѣка въ день приходится около 0,55 кгр. ¹⁾

Домовые отбросы собираются въ особыхъ переносныхъ желѣзныхъ ящикахъ или ведрахъ легкаго типа, изъ которыхъ они ежедневно забираются и вывозятся вмѣстѣ съ уличнымъ и дворовымъ мусоромъ за городъ, какъ удобреніе, или на спеціальныя участки—свалки. Собираніе отбросовъ въ помойныхъ и мусорныхъ ямахъ, даже хорошо устроенныхъ, не допускается, такъ какъ изъ нихъ отбросы будутъ вывозиться не ежедневно, отъ чего можетъ произойти разложеніе ихъ и зараженіе кругомъ воздуха.

Вывозъ мусора вездѣ сосредоточивается въ рукахъ городского управленія, которое производитъ таковой хозяйственнымъ образомъ или черезъ особыхъ подрядчиковъ. Въ нѣкоторыхъ городахъ (малыхъ) вывозъ производится цѣлый день, въ большинствѣ—только утромъ,

¹⁾ Въ *англійскихъ* городахъ на человѣка приходится значительно больше отбросовъ, такъ, въ *Лондонѣ*—0,75 кгр.

а въ нѣкоторыхъ ночью (*Гамбургъ*); послѣднее въ санитарномъ отношеніи, разумѣется, предпочтительно. Для вывоза употребляются спеціальныя желѣзныя повозки разныхъ типовъ, которыя должны быть непременно закрытыя, такъ какъ иначе, особенно во время жары и вѣтра, при опорожненіи отдѣльныхъ ящиковъ или ведеръ множество микроорганизмовъ и атомовъ пыли заражаютъ воздухъ. Повозки дѣлаются емкостью: одноконныя въ 2 кв. м., а парныя въ 4 кв. м.

Домовые отбросы до недавняго времени почти вездѣ шли на удобреніе полей и забирались даже за небольшую плату; это отчасти объясняется тѣмъ, что до введенія въ городахъ канализаціи они обыкновенно собирались въ помойныхъ и мусорныхъ ямахъ, находящихся вблизи выгребныхъ ямъ, и часто смѣшивались съ нечистотами этихъ послѣднихъ, такъ что въ нихъ было значительно больше удобрительныхъ веществъ, чѣмъ теперь. Теперь же рѣдко окупаются расходы по перевозкѣ отбросовъ, хотя для легкихъ полей—песковъ, ихъ можно съ пользою примѣнять для удобренія.

Въ большихъ городахъ для вывоза отбросовъ приходится отводить особыя поля — свалки, гдѣ уничтоженіе и обезвреживаніе ихъ предоставляется солнцу, воздуху и времени. Свалки эти должны быть расположены такъ далеко отъ города и населенныхъ пунктовъ, чтобы зловоніе и испаренія отъ разлагающихся органическихъ веществъ не отзывались вредно на жителей¹⁾.

Уличный мусоръ еще находитъ примѣненіе, какъ удобреніе для полей, отбросы же приходится вывозить на сказанныя свалки, что крайне вредно въ санитарномъ отношеніи, не говоря уже о томъ, что земли подъ нихъ, какъ и вывозъ отбросовъ, обходятся съ каждымъ годомъ дороже, почему пришлось подумать о другомъ способѣ уничтоженія отбросовъ, болѣе гигиеничномъ и экономномъ; такимъ способомъ признается сжиганіе.

¹⁾ Само собою понятно, что теперь уже не допускается примѣненіе отбросовъ и мусора для подкормки низменныхъ мѣстъ въ городахъ—улицъ, площадей или усадебъ.

Сожиганіе твердыхъ отбросовъ.

Сожиганіе отбросовъ въ спеціальныхъ печахъ лучше всего рѣшаетъ вопросъ объ обезвреживаніи различныхъ отбросовъ, какъ въ хозяйственномъ, такъ и въ санитарномъ отношеніи, такъ какъ только сожиганіемъ уничтожаются все вредныя вещества.

Домовые отбросы заключаютъ въ себѣ, по *Фогелю*, до 22,5% горючихъ веществъ ¹⁾, 61,5% негорючихъ и 16% воды. Несмотря на небольшое содержаніе горючихъ веществъ, прибавлять при сожиганіи топлива не приходится.

Въ *Германіи* (*Гамбургъ*, *Берлинъ*, *Мюнхенъ*) и вообще на континентѣ ²⁾ только начинаютъ вводить сожиганіе отбросовъ, въ *Англіи* же оно примѣняется уже болѣе 20 лѣтъ и имѣется болѣе 100 сожигательныхъ станцій.

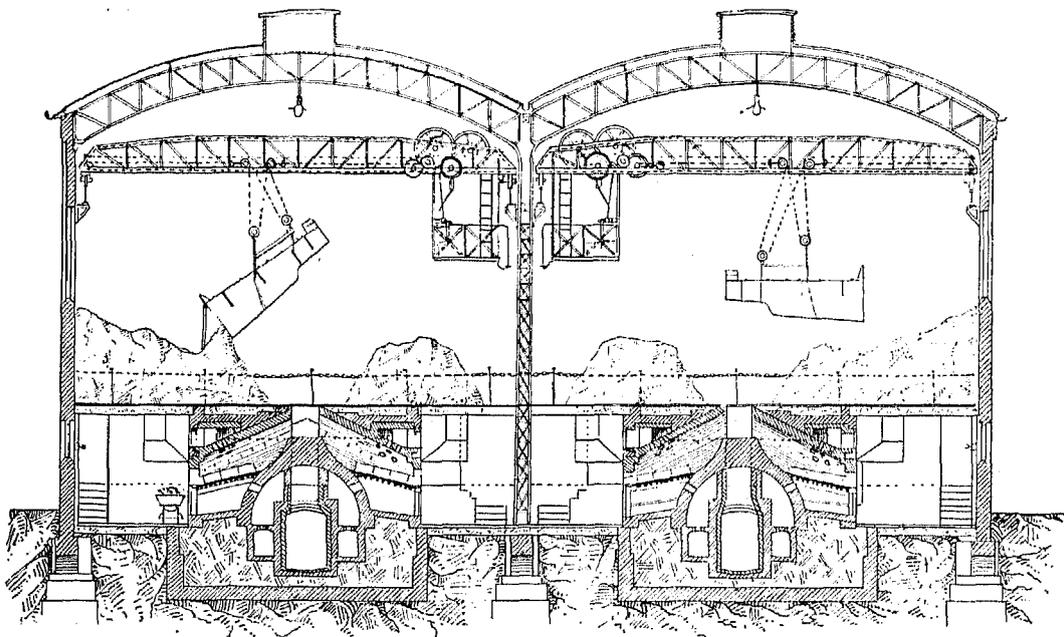
Самая старая изъ печей — печь *Фрейера*; теперь, кромѣ нея, имѣется еще нѣсколько печей другихъ системъ: *Вернера*, *Уйли* и др.; все опѣ очень схожи между собою. Все эти печи располагаются отдѣльными группами, состоящими каждая изъ ряда парныхъ печей, прилегающихъ другъ къ другу задними стѣнками, съ общимъ дымовымъ каналомъ между ними, находящимся подъ отверстиями для вбрасыванія отбросовъ въ печи. Отбросы въ камеры печей набрасываются сверху черезъ упомянутыя отверстія на наклонный подъ, гдѣ они высушиваются, послѣ чего передвигаются рабочимъ въ топку на колосники для полного сожиганія. Послѣ 1½—2 час. горѣнія шлаки вынимаются, зола же падаетъ черезъ колосники въ особое подполье, откуда и вынимается. Общій недостатокъ всехъ этихъ печей тотъ,

¹⁾ Въ *Англіи* содержаніе горючихъ веществъ значительно больше.

²⁾ Имѣются еще мусорожигательныя нечи въ *Брюссель*, *Будапештъ* и нѣкоторыхъ другихъ городахъ.

что отверстие для забрасыванія отбросовъ находится вблизи отверстия, через которое уходитъ дымъ въ дымовой каналъ, такъ что при наполненіи камеры происходитъ охлажденіе ея; кромѣ того, въ нихъ не происходитъ полного сгорания и выниманіе шлаковъ при малѣйшемъ охлажденіи печи становится затруднительнымъ, такъ какъ они пристають къ кирпичнымъ стѣнкамъ камеры. Всѣ эти недостатки, по возможности, уничтожены въ печкѣ системы *Горсфаль*, примѣненной въ *Гамбургѣ*, черт. 108. Въ этой печкѣ для усиленія горѣнія черезъ ко-

Г а м б у р г ъ.



Черт. 108.

лосники нагнетается горячій воздухъ ¹⁾, кромѣ того, дымъ изъ печи отводится не прямо въ дымовой каналъ, а черезъ рядъ отверстій въ сводѣ—въ особую камеру, расположенную надъ печкою, которая отъ этого постоянно бываетъ накалена; вслѣдствіе этого температура бываетъ болѣе 1000° и происходитъ полное сгораніе, а такъ какъ выходъ дыма здѣсь находится не около отверстия для вбрасыванія отбросовъ, то не происходитъ охлажденія печи во время ея наполненія. Для того же, чтобы шлаки не приставали къ кирпичнымъ стѣнкамъ,

¹⁾ На *Англійскихъ* станціяхъ нагнетаютъ паръ инжекторомъ.

эти послѣднія обложены чугунными ящиками, между которыми и стѣнками печи постоянно циркулируетъ воздухъ или вода.

Гамбургская сжигательная станція, устроенная въ 1891 г., состоитъ изъ 36 печей, расположенныхъ въ двухъ группахъ, и обошлась около 480.000 мар.

Отбросы изъ города на станцію привозятся парными повозками, вмѣстимостью каждая въ 4 кв. м.; желѣзные ящики этихъ повозокъ устроены такъ, что снимаются на станціи электрическимъ краномъ, поднимаются надъ печкой, опрокидываются для оногоженія и вновь ставятся на повозку. Отбросы, собираемые въ гавани, привозятся на лодкахъ.

Уличный и дворовый мусоръ на станціи не сжигается, а вывозится изъ города, какъ удобрение полей ¹⁾.

Нагрузка печей производится черезъ каждыя 1½ часа, послѣ предварительной очистки печи отъ шлаковъ, во время которой вдуваніе воздуха, производимое двумя вентиляторами, приостанавливается. Каждая камера въ день сжигаетъ до 7000 кв. м. отбросовъ.

Остатки по вѣсу состоятъ изъ 11,3% золы и 48,2% шлаковъ ²⁾, по объему же составляютъ 40% сжигаемаго мусора. Шлаки охлаждаются и раздробляются, послѣ чего продаются для приготовленія бетона, и каждый годъ даютъ станціи доходъ въ 60.000 мар.

Горячіе газы, температура которыхъ доходитъ до 600° и болѣе, по дымовому каналу идутъ къ 4 котламъ, паръ изъ которыхъ употребляется для приведенія въ дѣйствіе машинъ всей станціи, при чемъ имѣется еще въ запасъ до 100 силъ.

Въ 1900 г. на станціи было сожжено 105.460.000 кв. м. отбросовъ, при чемъ сожженіе каждаго кв. м. обходилось въ 1,68 мар. Изъ нихъ 1,015 мар. составляютъ расходъ на доставку отбросовъ изъ города на станцію, а въ остальныхъ 0,665 мар. заключаются расходы по эксплуатаціи станціи, проценты на капиталъ, затраченный на сооруженіе ея, и погашеніе его.

Хотя отъ этой станціи особой экономіи не получается, но за то вполне удовлетворительно рѣшенъ въ санитарномъ отношеніи вопросъ о удаленіи мусора.

¹⁾ Производились опыты сжиганія уличнаго и двороваго мусора, при чемъ выяснилось, что горитъ лишь мусоръ, собранный лѣтомъ, собранный же зимою приходится предварительно сушить.

²⁾ Въ *англійскихъ* городахъ количество получаемыхъ остатковъ значительно меньше.

Приложение. Таблица мѣръ.

- 1 километръ (км.) = 1000 метрамъ.
1 метръ (м.) = 0,169 саж. = 3,281 русск. фут. = 39,371 дм.
1 сантиметръ (см.) = 0,01 метра.
1 миллиметръ (мм.) = 0,001 метра.
1 квадр. метръ (кв. м.) = 0,22 кв. саж. = 10,764 кв. фут. = 1550,06 кв. дм.
1 „ сантиметръ (кв. см.) = 0,0001 кв. метра.
1 „ миллиметръ (кв. мм.) = 0,000001 кв. метра.
1 гектаръ (гект.) = 10000 кв. метр. = 2197 кв. саж. = 0,915 десят.
1 кубич. метръ (кб. м.) = 0,103 кб. саж. = 35,317 кб. фут. ¹⁾ = 61025,8 кб. дм.
1 „ сантиметръ (кб. см.) = 0,000001 кб. метра.
1 „ миллиметръ (кб. мм.) = 0,000000001 кб. метра.
1 литръ (л.) = 0,001 кб. м. = 61,03 кб. дм. = 0,081 вед.
1 центнеръ = 100 кплогаммовъ = 6,103 пуд. = 244,14 фун.
1 килограммъ (кгр.) = 1000 граммовъ = 2,441 фун. = 234,423 зол.
1 граммъ (гр.) = 0,234 зол. = 22,505 дол.
1 милиграммъ (мгр.) = 0,001 грамма.
1 марка (мар.) = 100 пфенигамъ (пф.) = 47 коп.
1 гульденъ = 100 крейцерамъ = 75 коп.



¹⁾ 1 кб. ф. = 2,3 вед.