

Л. ВИГРЁ,

Профессоръ École Centrale des Arts et Métiers.

ПРОЕКТЪ

СНАБЖЕНІЯ ВОДОЙ

промышленнаго города

съ 20.000 ЖИТЕЛЕЙ.

(ВОДОСНАБЖЕНИЕ и ВОДОСТОКИ)

Переводъ съ французскаго **Н. И. Бѣляева**, подъ редакціей Преподавателя Николаевской Инженерной Академіи и Училища Инженера **АЛ. САТКЕВИЧА.**

Съ отдѣльнымъ атласомъ чертежей на 12-ти листахъ.

ТЕКСТЪ

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе книгопродавца **И. И. Базлова**, Забалканскій пр., 24.

Типо-Литографія **С. Н. Цѣпова**, Забалканскій, 18.

1902.

Цена 1 р. 25 к.

Доволено цензурою. С.-Петербургъ, 11-го Марта 1902 года.

ПРЕДИСЛОВІЕ

къ русскому переводу.

Въ послѣднее время, на ряду съ весьма быстрымъ развитіемъ литературы по всѣмъ отраслямъ строительной техники, выясняется все болѣе и болѣе одинъ весьма существенный пробѣлъ въ техническихъ руководствахъ и курсахъ, состоящій въ недостаточной иллюстраціи теоретическихъ положеній и отдѣльныхъ практическихъ соображеній и данныхъ законченными примѣрами, близкими къ требованіямъ практической жизни. Частные примѣры на отдѣльные вопросы, затрогиваемые изложеніемъ этихъ руководствъ, наглядно поясняя тѣ или другія изъ высказываемыхъ мыслей, не могутъ, однако, никоимъ образомъ замѣнить для практики цѣльнаго примѣрнаго проекта инженернаго сооруженія, обдуманнаго во всѣхъ деталяхъ и послѣдовательно разсчитаннаго. Такого рода примѣрный проектъ долженъ быть, конечно, еще болѣе цѣннымъ, если изложеніе его носитъ нѣсколько учебный характеръ, т. е., если каждое отдѣльное дѣйствіе расчета поясняется соответствующими общими соображеніями. Мысли эти, высказанныя по отношенію ко всякаго рода инженернымъ сооруженіямъ, примѣнимы, конечно, во всей полнотѣ и къ проектированію водопроводныхъ и канализаціонныхъ устройствъ и даже, пожалуй, къ послѣднимъ въ еще большей мѣрѣ. Въ самомъ дѣлѣ, въ то время, когда по вопросамъ устойчивости и прочности строительныхъ сооружений появилось уже значительное число курсовъ, снабженныхъ достаточнымъ числомъ примѣровъ пракческаго характера, когда существуютъ многочисленные подробныя описанія расчета различнаго рода мостовъ, стропиль, сводовъ и т. п., по отдѣлу водопроводной техники, кромѣ выпущеннаго еще въ 1870 году и потому невольно нѣсколько устарѣвашаго описанія Новочеркасскаго водопровода, составленнаго Инж. Пут. Сообщ. (нынѣ Профессоромъ) Бѣлелюбскимъ, да вышедшаго недавно полнаго описанія и расчета Рыбинскаго водопровода Гр. Инж. В. Нильсена, почти-что ничего больше на русскомъ языкѣ и не имѣется; отдѣльныя статьи, разбро-

санныя по техническимъ журналамъ и посвященныя описанію водоснабженія и канализаціи различныхъ городовъ, всегда обходятъ молчаніемъ подробности расчета описываемыхъ системъ. Да и иностранная литература не можетъ похвастаться въ указываемомъ отношеніи обиліемъ литературнаго матеріала.

Среди этой иностранной литературы обращаетъ на себя вниманіе изданная на французскомъ языкѣ книга Профессора Ecole Centrale des Arts et Métiers I. Вигрѣ (L. Vigreux): «Проектъ снабженія водой промышленнаго города», представляющая довольно обстоятельное описаніе хода расчета системъ водоснабженія и водостокѣ для города съ населеніемъ въ 20.000 жителей, причемъ изложенію проекта приданъ нѣсколько учебный характеръ.

Сочиненіе это содержитъ въ себѣ: подробный и всесторонній расчетъ резервуара (водохранилища), назначеннаго для сбора питающей городъ ключевой воды, послѣдовательный и весьма обдуманый расчетъ водопроводной сѣти трубъ, общія соображенія о выборѣ и устройствѣ деталей уличнаго и домового водоснабженія и, наконецъ, законченный расчетъ сѣти подземныхъ водосточныхъ каналовъ, снабженный также замѣчаніями конструктивнаго характера.

Хотя общія соображенія автора о выборѣ и устройствѣ строительныхъ деталей водопровода и канализаціи города, несмотря на значительное число чертежей, и носятъ нѣсколько неполный характеръ, но такъ какъ они являются лишь второстепеннымъ дополненіемъ къ сущности весьма обстоятельно рассчитаннаго проекта, лишь иллюстраціей его практическаго выполненія, то можно предсказать съ большою вѣроятностью, что русскій переводъ книги Вигрѣ, отвѣчая одной изъ весьма насущныхъ потребностей современной техники, встрѣтитъ радушный приемъ со стороны лицъ, интересующихся раціональной постановкой вопросовъ инженерной практики.

С.-Петербургъ
1902.

А. С.

ВВЕДЕНІЕ.

Главный городъ промышленнаго округа, заключающій въ себѣ 20,000 жителей, долженъ быть снабженъ ключевой водой, собираемой для этой цѣли въ водоемъ на командующемъ пунктѣ мѣстности, съ отмѣткою + 90 метровъ надъ среднимъ уровнемъ моря.

Населеніе этого города распределено такъ, какъ показываетъ приводимая ниже таблица *), въ которой особо выдѣлены главнѣйшія учрежденія, административнаго и общественнаго характера. Различнаго рода промышленныя заведенія, находящіяся въ городѣ и не работающія ночью, расходуютъ ежедневно, втеченіе дневныхъ часовъ, 2000 куб. метровъ воды; болѣе подробное распределеніе этого расхода даетъ та же самая таблица.

Вода на высотѣ 96 метровъ поступаетъ въ водоемъ, глубина котораго равна 6 метрамъ, и относительно котораго ставится условіе, чтобы, въ періодъ наиболѣе дѣятельнаго потребленія, уровень въ немъ воды не опускался ниже + 93 метровъ.

При вычисленіи количества воды, расходуемаго городомъ втеченіе 24 часовъ, слѣдуетъ принять во вниманіе:

- 1, поливку улицъ, садовъ и площадей;
- 2, устройство небольшой искусственной рѣчки въ ботаническомъ саду и двухъ большихъ фонтановъ на двухъ главныхъ площадяхъ города;
- 3, потребленіе воды общественными учрежденіями, главнымъ образомъ—кавалерійскимъ кварталомъ и гимназіей (лицеемъ);
- 4, количество воды, потребляемое отдѣльно каждымъ жителемъ города, рассчитывая на возможное приращеніе населенія въ ближайшемъ будущемъ и принимая во вниманіе, что въ городѣ имѣется 500 лошадей сверхъ тѣхъ, которыя находятся въ кавалерійскомъ кварталѣ.

*) Таблица эта дополнена еще нѣкоторыми другими численными соображеніями, на которыя указываетъ въ самомъ изложеніи проекта.

Улицы, площади, здания.	Длина улицъ въ метр.	Площадь ихъ въ кв. м.	Число жителей.	Суточный расходъ воды въ куб. метр.			Общій суточный расходъ въ куб. м.	Примѣчанія.
				на поливку.	промышл. заведен.	частными потребит.		
Улица Saint-Léger	180	2250	700	4,500	300,000	70,000	374,500	+ 40 лошадей.
Площадь Dupont de l'Eure .	150	9000	270	18,000	50,000	27,000	95,000	+150 куб. м. (фонт).
Улица de la Tuilerie	125	750	70	1,500	—	7,000	8,500	
» du Moulin l'Abbesse . . .	190	1140	70	2,280	—	7,000	9,280	
» Hédouin	130	1170	20	2,340	—	2,000	4,340	
» du Dauphin	190	1300	400	2,600	—	40,000	42,600	+ 20 лошадей.
» aux Bouchers	440	7800	750	15,600	—	75,000	90,600	+ 40 »
» du Pont Saint	110	830	50	1,660	—	5,000	6,660	
» Saint-Sauveur	475	4750	900	9,500	—	90,000	99,500	+ 45 »
» des Lombards	275	1930	470	3,860	—	47,000	50,860	+ 20 »
» de l'Horloge	230	1600	580	3,200	—	58,000	61,200	+ 20 »
» de l'Echiquier	95	570	240	1,140	—	24,000	25,140	
» Saint-Nicolas	90	680	150	1,360	—	15,000	16,360	
» de la Petite Cité	290	2000	450	4,000	—	45,000	49,000	+ 20 »
» Chartraine	265	2000	1000	4,000	300,000	110,000	414,000	+ 50 »
» Traversière	80	400	50	0,800	—	5,000	5,800	
» Saint-Thomas	340	3740	560	7,480	—	56,000	63,480	+ 20 »
» du Petit Collège	80	400	100	0,800	—	10,000	10,800	
» de la Vieille Gabelle . .	60	360	100	0,720	—	10,000	10,720	
» Neuve Saint-Sauveur . .	400	3000	130	6,000	—	13,000	19,000	
» Joséphine	440	3740	1100	7,480	300,000	110,000	417,480	+ 50 »
» de la Préfecture	350	3500	240	7,000	—	24,000	31,000	
» du Meitot	400	3200	250	6,400	—	25,000	31,400	
» Desormeaux	185	1300	200	2,600	—	20,000	22,600	
» Dubais	175	1050	220	2,100	—	22,000	24,100	
» de Président Huet . . .	175	1750	—	3,500	—	—	3,500	
» de l'Ecole normale . .	140	840	50	1,680	—	5,000	6,680	
Бульваръ Saint-Jean	710	5680	420	11,360	—	42,000	53,360	+ 20 »
Улица de l'Abreuvoir	60	300	70	0,600	—	7,000	7,600	
» du Boul. St-Jean	100	750	60	1,500	—	6,000	7,500	
» de la Harpe	225	1570	950	3,140	300,000	95,000	398,140	+ 45 »
Площадь Saint-Taurin	80	3000	50	6,000	—	5,000	11,000	
Бульваръ de Buffardier . .	120	2100	70	4,200	—	7,000	11,200	
Улица de la Banque	215	2150	50	4,300	—	5,000	9,300	
» Pannette	465	3480	240	6,960	—	24,000	30,960	
» du Lycée	300	2700	400	5,400	—	40,000	45,400	+20 куб. м. (рѣка)
» Saint-Aquilin	110	550	60	1,100	—	6,000	7,100	

Улицы, площади, здания.	Длина улицъ въ метр.	Площадь ихъ въ кв. м.	Число жителей.	Суточный расходъ воды въ куб. метр.			Общій суточный расходъ въ куб. м.	Примѣчанія.
				на поливк.	промышл. заведен.	частнымъ потребит.		
Улица de Paris	310	4550	350	9,100	—	35,000	44,100	
» du Coq	90	630	40	1,260	—	4,000	5,260	
» de la Ronde	40	200	40	0,400	—	4,000	4,400	
» de Barrey	140	770	250	1,540	—	25,000	26,540	
» des Authieux	140	700	250	1,400	—	25,000	26,400	
Бульваръ Chambaudouin	260	2600	200	5,200	—	20,000	25,200	
Улица du Puits Carré	300	1950	200	3,900	—	20,000	23,900	
» Saint-Louis	560	3920	650	7,840	200,000	65,000	272,840	+ 30 лошадей.
» Vilaine	500	4750	770	9,500	200,000	77,000	286,500	+ 35 »
» Grande	320	3520	950	7,040	300,000	95,000	402,040	+ 45 »
» Saint-Pierre	260	1360	400	2,720	—	40,000	42,720	
Площадь Sepmanville	25	1000	—	2,000	—	—	2,000	
» de l'Hôtel-de-Ville	100	8000	70	16,000	—	7,000	23,000	+ 450 куб. м. (фонт)
Улица du Buisson	70	420	70	0,840	—	7,000	7,840	
» Vieille de Paris	125	750	150	1,500	—	15,000	16,500	
Аллея des Soupirs	400	5000	40	10,000	—	4,000	14,000	
Площадь de la Comédie	30	1500	20	3,000	—	2,000	5,000	
Улица du Parvis N.-D.	240	1920	300	3,840	—	30,000	33,840	
» Neuve de la Préfect.	135	680	30	1,360	—	3,000	4,360	
» du duc de Bouillon	115	1000	140	2,000	—	14,000	16,000	
» Saint-Amand	180	2250	220	4,500	50,000	22,000	76,500	
» X	40	160	30	0,320	—	3,000	3,320	
Площадь du Marché Neuf	40	1200	130	2,400	—	13,000	15,400	
» Petite Pannette	250	1750	80	3,500	—	8,000	11,500	
» d'Iton	90	630	30	1,260	—	3,000	4,260	
Лицей (улица du Lycée)	—	—	300	—	—	30,000	30,000	
Семинаріи { ул. Chantier }	—	—	600	—	—	60,000	60,000	
Монастыри { пл. St.-Taurin }	—	—	300	—	—	30,000	30,000	
Казармы { ул. N. St.-Sauveur }	—	—	1,800	—	—	180,000	180,000	+ 600 лошадей.
А всего	—	134540	20,000	269080	2000,000	2000,000	4269,080	

Примемъ: 4270 кубическихъ метровъ.

и, 5, количество воды, потребляемое различного рода промышленными предприятиями, предвидя достаточно быстрое развитие их деятельности.

При начертании водопроводной сети следует позаботиться о возможно полномъ и широкомъ снабженіи водой всѣхъ частей города, наиболѣе плотно населенныхъ, а также—о томъ, чтобы каждый кварталъ могъ получать воду сразу съ нѣсколькихъ сторонъ.

Диаметры водопроводныхъ трубъ должны быть опредѣлены съ такимъ расчетомъ, чтобы свободный напоръ воды (пизометрическій горизонтъ ея) достигалъ, по меньшей мѣрѣ, высоты въ 20 метровъ надъ поверхностью земли, во всѣхъ точкахъ сети, гдѣ только это условіе можетъ быть выполнено.

Внутренніе диаметры трубъ, меньшіе 0,060 метра, не допускаются.

При расчетѣ диаметровъ участковъ сети, предполагать:

1, что вода, потребляемая промышленностью, расходуется равномерно въ течение 10 часовъ;

2, что поливка улицъ и площадей происходитъ два раза въ день: утромъ съ 8 до 10 часовъ и вечеромъ—съ 4 до 6 часовъ;

и, 3, что двѣ трети всего суточного расхода воды, потребляемой домашнимъ хозяйствомъ жителей, приходится на время съ 6 до 10 часовъ утра, а остальная треть—на время съ 5 до 7 часовъ вечера, и что таково же распредѣленіе суточного расхода воды и въ общественныхъ учрежденіяхъ.

Главныя улицы города должны быть снабжены канализаціонными каналами, принимающими въ себя соотвѣтствующія сточныя трубы.

При устройствѣ водостоковъ имѣть въ виду то обстоятельство, что дождемѣръ показываетъ годовую высоту воды въ 1,00 метръ, и что, при наиболѣе сильномъ дождѣ, высота воды, падающей въ часъ, можетъ превзойти въ десять разъ среднюю суточную высоту ея, отвѣчающую показаніямъ дождемѣра.

Число водоразборныхъ приспособленій, гидрантовъ у троттуаровъ, пожарныхъ и поливныхъ тумбъ и створныхъ, воздушныхъ и опоражнивающихъ трубы крановъ должно быть соображено съ потребностями хорошаго водоснабженія.

Свободная поверхность водоема должна быть опредѣлена въ зависимости отъ постепенности въ расходованіи городомъ воды и въ предположеніи постояннаго, равномернаго притока воды ключевой.

Всѣ конструктивныя части системъ водоснабженія и водостоковъ должны быть описаны подробно, съ указаніемъ общихъ соображеній, положенныхъ въ основаніе ихъ устройства.

Ввиду особо важнаго значенія водохранилища при принятой системѣ водоснабженія надлежитъ рассчитать его подробно во всѣхъ деталяхъ.

Г Л А В А I.

Предварительныя соображенія.

§ 1. Количество доставляемой воды.

Городъ заключаетъ въ себѣ:

20000 жителей *),

1100 лошадей, изъ которыхъ 600 находятся въ кавалерійскомъ кварталѣ, и

135000 кв. метровъ земли, занимаемыхъ улицами и площадями и требующихъ поливки.

Полагая суточный расходъ воды по:

100 литровъ на 1 жителя.

100 » на 1 лошадь,

2 » для поливки 1 кв. метра земли,

450 куб. метровъ на одинъ фонтанъ,

150 » » на другой »

20 » » на рѣку въ ботаническомъ саду,

получимъ общее суточное потребление воды:

2000 куб. метровъ на жителей,

110 » » » лошадей,

270 » » » поливку,

620 » » » фонтаны и искусственную рѣку.

Всего . . 3000 куб. метровъ воды въ сутки.

Промышленныя предприятия расходуютъ, сверхъ того, ежедневно 2000 куб. метровъ воды. Слѣдовательно, полный суточный расходъ воды равенъ 5000 куб. метр.

*) Это — основныя числа, взятыя нами для составленія приведенной во введеніи таблицы.

Принимая во вниманіе возможный приростъ населенія и развитіе городской промышленности за нѣсколько лѣтъ впередъ, увеличимъ это расчетное количество до 6000 куб. метровъ.

Итакъ, количество воды, которое долженъ доставлять источникъ, равно 6000 куб. метр. за 24 часа, или въ каждую секунду:

$$\frac{600000}{3600 \cdot 24} = 69,444 \text{ литра,}$$

т. е., въ круглыхъ числахъ, — 70 литровъ.

То количество воды, которое дѣйствительно необходимо городу въ настоящее время (5000 куб. метровъ), источникъ можетъ доставить при этихъ условіяхъ въ —

$$24 \cdot \frac{5000}{6000} = 20 \text{ часовъ.}$$

§ 2. Наибольшій секундный расходъ воды въ сѣти водопроводныхъ трубъ.

Вода, потребляемая промышленностью, расходуется втеченіе 10 часовъ; слѣдовательно, количество воды, потребляемое промышленными предприятиями въ секунду, равно:

$$\frac{2000000}{3600 \cdot 4} = 55,556 \text{ литровъ.}$$

Поливка улицъ и площадей длится 4 часа въ день, и, стало быть, количество воды, расходуемое на поливку въ секунду, составляетъ:

$$\frac{270000}{3600 \cdot 4} = 18,750 \text{ литровъ.}$$

Потребленіе воды частнымъ хозяйствомъ жителей имѣетъ мѣсто втеченіе 4-хъ утреннихъ часовъ—въ размѣрѣ двухъ третей всей потребляемой имъ въ сутки воды, и втеченіе 2-хъ вечернихъ часовъ—въ размѣрѣ остальной трети; такимъ образомъ, количество воды, расходуемое домашнимъ хозяйствомъ жителей въ 1 секунду, равно:

$$\frac{2/3 \cdot 2110000}{3600 \cdot 4} = 97,685 \text{ литровъ утромъ}$$

и

$$\frac{1/3 \cdot 2110000}{3600 \cdot 2} = 97,685 \text{ литровъ вечеромъ.}$$

Фонтаны и искусственная рѣка въ ботаническомъ саду находятся въ дѣйствиі только 8 часовъ въ сутки, такъ что количество воды, расходуемое на эти нужды въ секунду, достигаетъ:

$$\frac{620000}{3600 \cdot 8} = 21,528 \text{ литровъ.}$$

Общее количество воды, потребляемое городомъ въ секунду, въ періодъ наиболѣ дѣятельнаго дневнаго ея расхода, равно:

$$55,556 + 18,750 + 97,685 + 21,528 = 193,519 \text{ литрамъ.}$$

ГЛАВА II.

Проектъ водохранилища (водоема).

§ 1. Главные размѣры водохранилища.

Водохранилище проектировано состоящимъ изъ двухъ одинаковыхъ отдѣленій, емкостью каждое по 3,000 куб. метровъ, что сдѣлано съ цѣлью болѣе удобнаго производства его исправленій и очистки. Такимъ образомъ, общая емкость водохранилища превышаетъ на 1,000 куб. метровъ суточную потребность города въ водѣ. Строго говоря, этотъ запасъ достаточенъ при снабженіи города постоянно притекающей водой источника, а не водой, поднимаемой машинами, никогда не гарантированными вполнѣ отъ случайной порчи или иного рода задержекъ. Раздѣленіе водохранилища на два отдѣленія и вызвано, именно, желаніемъ обезпечить непрерывность дѣйствія всей системы безъ необходимости моментальнаго исправленія случайныхъ поврежденій. Однако, если бы средства города позволяли, слѣдовало бы устроить одно или нѣсколько водохранилищъ, рассчитанныхъ на снабженіе города водой втеченіе 48 часовъ.

Придадимъ поперечному сѣченію водохранилища форму прямоугольника и обозначимъ черезъ x внутреннюю ширину каждого изъ двухъ отдѣленій водохранилища, а черезъ y —общую внутреннюю длину ихъ.

Найдемъ такое соотношеніе между x и y , при которомъ объемъ кладки стѣнъ водоема получается наименьшимъ; объемъ этотъ пропорционаленъ периметру стѣнъ, и намъ достаточно написать его въ видѣ:

$$V = k \cdot (4x + 3y) \quad (1)$$

Свободная площадь, представляемая водохранилищемъ:

$$S = 2x \cdot y, \quad (2)$$

слѣдовательно:

$$y = \frac{S}{2x},$$

и равенство (1) можетъ быть переписано такимъ образомъ:

$$V = k \cdot \left(4x + \frac{3S}{2x} \right) = k \cdot \frac{8x^2 + 3S}{2x}$$

Значеніе x , при которомъ $V = \min.$, найдется при этомъ изъ уравненія:

$$\frac{dV}{dx} = 0 = \frac{2x \cdot 16x - (8x^2 + 3S) \cdot 2}{4x^2},$$

требующаго, чтобы —

$$16x^2 - 6S = 0,$$

откуда:

$$x = \sqrt{\frac{6S}{16}} = \frac{\sqrt{6S}}{4},$$

и, стало быть —

$$y = \frac{S}{2x} = \frac{\sqrt{6S}}{3}.$$

то есть:

$$\frac{y}{x} = \frac{4}{3}$$

Въ данномъ частномъ случаѣ предположено построить водовмѣстительницу по расчету 24-хъ часовой потребности воды, а именно — емкостью въ 6000 куб. метровъ; при глубинѣ воды въ немъ, равной 6 метрамъ.

$$S = \frac{6000}{6} = 1000 \text{ кв. метровъ},$$

и, слѣдовательно, невыгоднѣйшія:

$$x = \frac{\sqrt{6 \cdot 1000}}{4} = \frac{77,46}{4} = 19,36 \text{ метровъ},$$

$$y = \frac{\sqrt{6 \cdot 1000}}{3} = \frac{77,46}{3} = 25,82 \quad »$$

Принимая во вниманіе мѣсто, отнимаемое столбами и средней разделяющей оба отдѣленія стѣной, несущими на себѣ покрытие водоема, примемъ разстояніе отъ оси этой средней стѣны до внутреннихъ верти-

кальныхъ поверхностей каждой изъ параллельныхъ ей наружныхъ стѣнъ водохранилища равнымъ 20,50 метрамъ.

Полагая, затѣмъ, толщину той же средней раздѣлительной стѣны на высотѣ 6 метровъ надъ поломъ водоема, т. е. — на высотѣ самаго высокаго уровня воды въ послѣднемъ, равной 0,80 метра, получимъ, что:

$$x = 20,10 \text{ метрамъ.}$$

Внутренняя длина каждаго изъ отдѣленій или, говоря иначе — внутренняя ширина водохранилища —

$$y = \frac{20,10 \cdot 4}{3} = 26,80 \text{ метр.}$$

§ 2. Размѣры покрытія.

Водоохранилище перекрыто 10-ю небольшими лучковыми (по дугѣ круга сводиками со стрѣлою въ 0,400 метра. Сводики эти опираются на крайнія желѣзныя балки тавроваго (Т-образнаго) сѣченія, покоющіяся на вѣшнихъ стѣнахъ, перпендикулярныхъ средней раздѣлительной стѣнѣ, и на промежуточныя желѣзныя балки двутавроваго сѣченія (□), поддерживаемыя опорными столбами, средней стѣной и вѣшними стѣнами, параллельными той же раздѣлительной стѣнѣ.

Сводики, толщиной въ 0,110 метра, возведены изъ твердаго хорошо обожженаго кирпича и затѣмъ покрыты на верхней поверхности слоемъ цемента, дополнительной толщины въ 0,020 м. Крайніе сводики, какъ сказано, опираются на балки тавроваго сѣченія, покоющіяся на вѣшнихъ стѣнахъ; изъ чертежа (фиг. 1, таб. II) видно, что оси этихъ балокъ приходятся на разстояніи 0,100 м. отъ внутреннихъ поверхностей стѣнъ, и, слѣдовательно, сумма пролетовъ всѣхъ сводиковъ, образующихъ покрытіе, равна:

$$26,80 + 0,10 \cdot 2 = 27 \text{ метрамъ.}$$

При общемъ числѣ сводиковъ, равномъ 10-ти, пролетъ каждаго изъ нихъ равенъ —

$$\frac{27}{10} = 2,7 \text{ м.}$$

Такимъ образомъ, опорные столбы должны быть размѣщены по ширинѣ водохранилища, т. е. — по направленію, параллельному стѣнѣ раздѣла, въ разстояніи 2,7 метровъ ось отъ оси.

Располагая концы балокъ, поддерживающихъ своды, въ разстояніи

0,200 метра отъ внутренней поверхности наружныхъ стѣнъ, параллельныхъ средней стѣнѣ, получимъ сумму длинъ этихъ балокъ равной —

$$41 + 0,20 \cdot 2 = 41,40 \text{ метр.}$$

Предполагая 18 пролетовъ, по 9 на каждое отдѣленіе водохранилища, получимъ разстоянія между осями опорныхъ столбовъ по —

$$\frac{41,40}{18} = 2,30 \text{ метр.,}$$

считая ихъ по длинѣ водохранилища, то есть — по направленію, перпендикулярному стѣнѣ раздѣла. При этихъ условіяхъ придется расположить по

$$(10-1) \cdot (9-1) = 72 \text{ опорныхъ столба}$$

въ каждомъ изъ двухъ отдѣленій и, слѣдовательно—144 столба во всемъ водохранилищѣ.

Повѣрка прочности сводиковъ.

Ввиду незначительнаго значенія рассматриваемыхъ сводиковъ, съ точки зрѣнія ихъ размѣровъ, ограничимся въ данномъ случаѣ примѣненіемъ способа Мэри (Méry *).

Вертикальными плоскостями раздѣлимъ половину рассматриваемаго сводика, а вмѣстѣ и его нагрузку, на 4 части (фиг. 1, таб. II). Ранѣе построенія діаграммы, надлежитъ нагрузку сводика привести къ удѣльному вѣсу матеріала, образующаго сводъ, принимая во вниманіе, что вѣсъ 1 куб. метра земли = 1800 кгр. и что самый сводъ представляетъ собою кирпичную кладку, 1 куб. метръ которой вѣситъ 2200 кгр.

Допустимъ, что намъ не приходится считаться больше ни съ какимъ дополнительнымъ грузомъ или случайной нагрузкой, такъ какъ всякое движеніе надъ водохранилищемъ невозможно вслѣдствіе значительнаго возвышенія его верхней площадки надъ уровнемъ земли; дождевыя же воды имѣютъ естественный стокъ.

Вѣса отрѣзанныхъ участковъ сводика съ нагрузкой, при расчетной длинѣ ихъ въ метръ:

$$\text{Участокъ № 1 . . . вѣсъ} = \frac{0,48 + 0,46}{2} \cdot 0,350 \cdot 2200 = 362 \text{ кгр.}$$

$$\text{» № 2 . . . »} = \frac{0,54 + 0,48}{2} \cdot 0,350 \cdot 2200 = 393 \text{ »}$$

*) Vigreux. Résistance des Matériaux, 4-e Introduction. (Методъ этотъ ничѣмъ не отличается отъ общепринятаго у насъ—см. граф. расчетъ симметричнаго свода въ любомъ курсѣ «Статика сооружений». *Примѣч. переводч.*)

$$\begin{aligned} \text{» № 3 . . . »} &= \frac{0,64 + 0,54}{2} \cdot 0,340 \cdot 2200 = 441 \text{ кгр.} \\ \text{» № 4 . . . »} &= \frac{0,78 + 0,64}{2} \cdot 0,310 \cdot 2200 = 484 \text{ »} \end{aligned}$$

Общій вѣсъ = 1680 кгр.

Опредѣливъ, затѣмъ, положеніе центровъ тяжести каждаго участка, найдемъ, съ помощью веревочнаго многоугольника (фиг. 2, таб. II), вертикальную ось тяжести рассматриваемой половины свода.

Предположимъ, что точками приложенія давленій въ пятѣ и въ замкѣ будутъ точки 1 и 5—средины пятового и замковаго швовъ; выстраивая діаграмму давленій по общепринятому способу, найдемъ, что давленіе въ пятѣ свода = 3020 кгр., и что оно чувствительно перпендикулярно къ пятовому шву. Давленіе въ замкѣ = 2500 кгр.

Кривая давленій, при сдѣланныхъ предположеніяхъ, проходитъ приблизительно черезъ середины послѣдовательныхъ швовъ, такъ что наиболѣе опаснымъ для нихъ является пятовой, какъ наиболѣе нагруженный. и давленіе въ немъ, распредѣляющееся равномерно, выражается числомъ:

$$\frac{3020}{0,11.1} = \text{около } 27455 \text{ кгр. на 1 кв. метръ.}$$

Въ такихъ условіяхъ, сводики имѣютъ достаточную прочность, такъ какъ давленіе въ 27455 кгр. на кв. метръ меньше 60000 кгр. на кв. метръ—наибольшаго допускаемаго давленія на кирпичи, составляющіе кладку свода.

Можно было бы, слѣдовательно, уменьшить толщину сводика, возводя его изъ кирпичей, положенныхъ плашмя, но этого лучше не дѣлать, такъ какъ малѣйшее разстройство въ нагрузкѣ, покрывающей водохранилище, ведущее за собой нѣкоторое нарушеніе равновѣсія, могло бы произвести полное разрушеніе всего сооруженія; экономія же, получаемая при такомъ способѣ, была бы слишкомъ ничтожной.

На основаніи предшествующихъ соображеній вѣсъ погоннаго метра каждаго изъ сводиковъ, съ приходящейся надъ нимъ нагрузкой, равенъ—

$$1680.2 = 3360 \text{ кгр.}$$

Величина давленія въ пятѣ сводика = 3020 кгр.; горизонтальная составляющая этого давленія = 2500 кгр.

Расчетъ балокъ. поддерживающихъ сводики.

Раздѣлимъ этотъ расчетъ на двѣ части: въ первой рассмотримъ промежуточные (среднія) балки, поддерживающія основанія двухъ смеж-

ныхъ сводиковъ; во второй—крайнія балки, покоящіяся на наружныхъ стѣнахъ.

Промежуточные балки.—Вѣсъ смежныхъ половинъ двухъ сосѣднихъ сводовъ:

$$p = 3360 \text{ кгp.}$$

Разстояніе между осями двухъ сосѣднихъ опорныхъ столбовъ, поддерживающихъ балку:

$$a = 2,30 \text{ м.}$$

вслѣдствіе этого, наибольшій изгибающій моментъ, имѣющій мѣсто для балки двутаврового сѣченія *):

$$\mu = \frac{p \cdot a^2}{8} = \frac{3360 \cdot 2,30^2}{8} = 2222$$

Выберемъ балку съ поперечнымъ сѣченіемъ, представленнымъ на фиг. 3 таб. II; вѣсъ 1 погоннаго метра ея = 32 кгp.

Моментъ инерціи ея:

$$I = \frac{0,235^3 \cdot 0,095 - 0,211^3 \cdot 0,086}{12} = 0,000035418,$$

и слѣдовательно, моментъ сопротивленія:

$$\frac{I}{v} = 0,00030143.$$

Наибольшее давленіе на единицу площади, испытываемое матеріаломъ промежуточныхъ балокъ:

$$R = \frac{v\mu}{I},$$

причемъ, при вычисленіи μ , надо принять во вниманіе и собственный вѣсъ балки.

Въ такомъ случаѣ, получимъ:

$$\mu = \frac{(3360 + 32) \cdot 2,30^2}{8} = 2243,$$

и, слѣдовательно:

$$R = \frac{2243}{0,00030143} = 7.441.196 \text{ кгp.}$$

*) См.: Vigreux. «Résistance des Matériaux», 1-е Introduction. (Формула обще принятая, легко находямая въ любомъ курсѣ «Сопротивленія матеріаловъ»—нагибающій моментъ при равномерно-распределенной нагрузкѣ. *Примѣч. переводч.*).

Это давленіе менѣе, чѣмъ:

$$8 \text{ кгр.} \cdot 10^6,$$

откуда заключаемъ, что выбранный профиль балки можетъ быть оставленъ, какъ представляющій достаточную прочность.

Крайнія балки.—Разсматривая характеръ силъ, дѣйствующихъ на крайнія балки, видимъ, что послѣднія должны оказывать наибольшее сопротивление въ горизонтальномъ направленіи; а такъ какъ горизонтальное давленіе, равное 2500 кгр., передается нижней части балки, то отсюда заключаемъ, что наибольшее сопротивление этому давленію должно представлять основаніе балки, почему въ данномъ случаѣ и выбрана тавровая профиль ($\perp$).

Разсматриваемыя крайнія балки должны быть укрѣплены на мѣстѣ, для чего воспользуемся поперечинами изъ полосового желѣза, укладываемыми на разстояніи, ось отъ оси, въ:

$$\frac{20,30}{2} = 1,15 \text{ метра.}$$

При такой конструкціи, крайнія балки можно разсматривать, какъ тѣла, подвергающіяся поперечной равномерно—распределенной нагрузкѣ въ 2500 кгр. на погонный метръ и лежащія на опорахъ, удаленныхъ одна отъ другой на 1,15 метра; при этомъ, наибольшій изгибающій моментъ, составленный по формулѣ

$$\mu = \frac{p \cdot a^2}{8},$$

численно выразится количествомъ:

$$\mu = \frac{2500 \cdot 1,15^2}{8} = 426.$$

Выберемъ поперечный профиль тавровой балки, представленный на фиг. 4, табл. II; погонный метръ такой балки вѣситъ 24 кгр.

Моментъ инерціи ея поперечнаго сѣченія:

$$I = \frac{0,170^3 \cdot 0,012 + 0,010^3 \cdot 0,078}{12} = 0,00000492,$$

и моментъ сопротивленія:

$$\frac{I}{v} = 0,000057855$$

Наибольшее давленіе на единицу площади, испытываемое матеріаломъ балокъ:

$$R = \frac{v \mu}{I} = \frac{426}{0,000057855} = 7363236 \text{ кгр.}$$

Это давленіе меньше, чѣмъ:

$$8^{\text{кгр.}} \cdot 10^6,$$

откуда заключаемъ что избранный профиль балокъ можетъ быть оставленъ, какъ представляющій достаточную прочность.

Размѣры поперечинъ, связывающихъ балки.

Поперечины скрѣпляются съ промежуточными и крайними балками при посредствѣ подкладокъ, толщиною въ 0,010 метр., связывающихъ концы сходящихся въ притыкъ балокъ и передающихъ давленіе на вершины опорныхъ столбовъ (см. фиг. 5 и 6 табл. II).

Соединеніе съ помощью подкладокъ значительно увеличиваетъ сопротивляемость всего желѣзнаго скелета, поддерживающаго своды.

Каждая изъ поперечинъ растягивается силой въ:

$$2500 \cdot 1,15 = 2875 \text{ кгр.}$$

Выбирая для поперечинъ прямоугольное поперечное сѣченіе, толщиною въ 0,010 м. и шириною въ 0,040 м., опредѣлимъ напряженіе растягивающей силы, отнесенное къ единицѣ площади сѣченія, изъ равенства:

$$R = \frac{N}{\Omega},$$

въ которомъ:

$$N = 2875 \text{ кгр.},$$

$$\text{и } \Omega = 0,010 \cdot 0,040 = 0,0004 \text{ кв. м.}$$

Стало быть:

$$R = \frac{2875}{0,0004} = 7.186.500 \text{ кгр.}$$

Это давленіе менѣе $8^{\text{кгр.}} \cdot 10^6$. Слѣдовательно, прочность поперечинъ выбранныхъ поперечныхъ размѣровъ должна быть признана достаточною.

Скрѣпленіе поперечинъ съ подкладками и послѣднихъ, съ балками производится при помощи заклепокъ.

§ 3. Размѣры опорныхъ столбовъ.

Давленіе отъ балокъ передается кирпичнымъ опорнымъ столбамъ при посредствѣ прокладокъ, въ формѣ плитъ, служащихъ одновременно и покрывками для столбовъ, и скрѣпленіями поперечинъ съ балками.

Вертикальная нагрузка cadaго опорнаго столба равна половинѣ груза, передаваемого двумя смежными балками, то есть:

$$\frac{(3360 + 32) \cdot 2,70}{2} \cdot 2 = 9158 \text{ кгр.}$$

Направленіе этой силы перпендикулярно къ горизонтальнымъ швамъ кладки столба; допуская давленіе на 1 кв. см. кладки въ 6 кгр., получимъ необходимую площадь поперечнаго сѣченія столба равной:

$$\frac{9158}{6} = 1526 \text{ кв. см.}$$

При квадратномъ поперечномъ сѣченіи столба, соответствующая этому сѣченію сторона квадрата будетъ равна:

$$\sqrt{0,1526} = 0,39 \text{ метр.}$$

Имѣя въ виду размѣры существующаго кирпича, сдѣлаемъ эту сторону равной 0,46 метр.

Опорные столбы поставимъ на бетонныя основанія, на 1 кв. см. которыхъ можетъ быть допущено давленіе, не большее 4 кгр.: слѣдовательно, опорный столбъ въ основаніи долженъ имѣть размѣры:

$$\frac{9158}{4} = 2289 \text{ кв. см.}$$

Сторона квадрата такого сѣченія равна:

$$\sqrt{0,2289} = 0,48 \text{ метр.}$$

Мы не принимали во вниманіе собственнаго вѣса опорнаго столба; вводя его въ расчетъ, слѣдуетъ увеличить размѣръ поперечнаго сѣченія столба въ нижней его части; примѣняясь къ размѣру кирпича, возьмемъ для стороны квадрата величину въ 0,58 метра.

Такому уширенному пьедесталу cadaго опорнаго столба придадимъ высоту въ 1,40 метра надъ поверхностью пола водохранилища. Наружная поверхность cadaго столба будетъ покрыта слоемъ цементной штукатурки въ 0,02 м. толщиной, такъ что полная толщина опорнаго столба получится равной 0,50 метрамъ въ верхней части и 0,62 метра въ пьедесталѣ.

Принимая высоту столба равной 6,40 метр., опредѣлимъ его объемъ и вѣсъ:

$$\text{Объемъ} = 0,62^2 \cdot 1,40 + 0,50^2 \cdot 5,0 = 1,788 \text{ куб. метр.}$$

$$\text{Вѣсъ} = 1,788 \cdot 2200 = 3934 \text{ кгр.}$$

Итакъ, полъ водохранилища воспринимаетъ черезъ столбъ полную нагрузку въ:

$$3934 + 9158 = 13092 \text{ кгр.,}$$

то есть, по:—

$$\frac{13092}{62^2} = 3,40 \text{ кгр. на кв. метръ.}$$

Эта нагрузка меньше 4 кгр., и, стало быть, выбранные нами размѣры столбовъ оказываются достаточными.

§ 4. Определеіе размѣровъ средней стѣны, раздѣляющей водохранилище на двѣ части.

Средняя стѣна должна быть настолько прочной, чтобы выдерживать давленіе воды въ томъ случаѣ, когда ея уровень повысится до наибольшей своей величины въ одномъ изъ отдѣленій водохранилища, въ то время когда другое отдѣленіе пустоеть.

Трапециoidalное поперечное сѣченіе этой стѣны сдѣлаемъ симметричнымъ относительно вертикальной оси (равнобочнымъ), ввиду того, что вода можетъ давить на среднюю стѣну совершенно одинаково, какъ съ одной ея стороны, такъ и съ другой, и, слѣдовательно, необходимо, чтобы стѣна находилась въ одинаковыхъ условіяхъ сопротивляемости, когда любое изъ двухъ смежныхъ отдѣленій пустоеть, при переполненіи другого водой.

Какъ и надъ опорными столбами, положимъ подъ промежуточные балки поверхъ стѣны листовую прокладку, служащую одновременно и кордономъ для стѣны, и поперечиной для скрѣпленія балокъ.

Верхней части стѣны раздѣла, какъ и опорнымъ столбамъ, дадимъ полную толщину въ 0,50 метра; что же касается размѣровъ стѣны въ основаніи, то опредѣлимъ требуемую толщину ея для той ея точки, гдѣ вертикальная нагрузка менѣе всего содѣйствуетъ устойчивости, то есть— для точки, взятой посрединѣ между двумя сосѣдними балками, и полученную для этого мѣста толщину примемъ одинаковою по всему основанію стѣны.

При такихъ условіяхъ, внѣшнія силы, дѣйствующія на подвергаемую расчету часть стѣны (часть, взятую посрединѣ между двумя сосѣдними балками), суть:

1, вѣсъ P разсматриваемой части стѣны—сила, направленная вертикально по оси AA' симметріи поперечнаго сѣченія стѣны, проходящей черезъ центръ тяжести сѣченія,

и, 2, давленіе F воды, направленное перпендикулярно къ поверхности стѣны; горизонтальная проекція его достигаетъ величины:

$$F' = \frac{1000 \cdot h^2}{2},$$

гдѣ h — высота стѣны *).

Если: 1) толщина стѣны въ верхней части: $b = 0,50$ метр.,

2) толщина стѣны въ основаніи $= B$,

*) Допуская возможность подъема воды до самого верха стѣны, рассчитаемъ устойчивость послѣдней въ тѣхъ случаяхъ, когда вода достигаетъ этого наивысшаго уровня.

- 3) вѣсъ 1 куб. метра кирпичной кладки: $\delta = 2300$ кгр.,
 4) высота стѣны: $h = 6,40$ метр.
 и 5) допускаемое давленіе на единицу площади кладки
 $p' = 40.000$ кгр.,

то *):

$$0 = \left\{ \begin{aligned} &\left(\frac{\delta \cdot h}{4} + \frac{5000 \cdot h}{24} - \frac{\delta^2 \cdot h^2}{p'} - \frac{1000^2 \cdot h^2}{24 \cdot p'} - \frac{1000 \cdot \delta \cdot h^2}{6 \cdot p'} \right) \cdot B^2 + \\ &+ \left(\frac{b \cdot \delta \cdot h}{4} - \frac{1000 \cdot b \cdot h}{6} - \frac{b \cdot \delta^2 \cdot h^2}{3 \cdot p'} + \frac{1000^2 \cdot b \cdot h^2}{12 \cdot p'} \right) \cdot B - \\ &- \left(\frac{b^2 \cdot \delta^2 \cdot h^2}{6 \cdot p'} + \frac{1000^2 \cdot b^2 \cdot h^2}{24 \cdot p'} - \frac{1000 \cdot b^2 \cdot \delta \cdot h^2}{6 \cdot p'} + \frac{1000 \cdot b^2 \cdot h}{24} + \frac{1000 \cdot h^3}{6} \right) \end{aligned} \right\}$$

Это уравненіе приводится къ слѣдующему виду:

$$3675 \cdot B^2 + 896 \cdot B - 43839 = 0,$$

откуда:

$$B = 3,40 \text{ метр.}$$

Повѣримъ, съ помощью построения соотвѣтствующей діаграммы, правильность полученныхъ аналитическимъ расчетомъ результатовъ. Начертимъ (фиг. 7, таб. II) профиль стѣны по размѣрамъ ея, только что полученнымъ.

На 1 погонный метръ стѣны дѣйствуютъ слѣдующія силы:

1. Ея собственный вѣсъ:

$$P = \frac{0,50 + 3,40}{2} \cdot 6,40 \cdot 2300 = 28704 \text{ кгр.,}$$

дѣйствующій по линіи AA';

2. Давленіе воды на поверхность стѣны, совпадающее по направленію съ перпендикуляромъ BB' къ этой поверхности, въ точкѣ ея, находящейся на трети высоты стѣны, считая отъ основанія. Горизонтальная проекція этого давленія по величинѣ равна:

$$\frac{1000 \cdot h^2}{2} = 20.480 \text{ кгр.}$$

Направленіе равнодѣйствующей названныхъ двухъ силъ встрѣчаетъ линію основанія въ точкѣ J на разстояніи:

$$JK = d = 0,550 \text{ метра}$$

*) См. Vigreux, «Résistance des Matériaux», ур-іе 7, стр. 236, проектъ № 5.

отъ вѣшняго ребра стѣны; наибольшее давленіе, приходящееся при этомъ на единицу площади сѣченія кладки:

$$p' = \frac{2N}{\Omega} = \frac{2N}{3d},$$

гдѣ:

$$N = 33344$$

— величина, взятая изъ діаграммы; она могла-бы быть найдена и аналитически *).

Слѣдовательно:

$$p' = \frac{2.33344}{3 \cdot 0,55} = 40416 \text{ кгр.},$$

то есть—4,04 кгр. на 1 кв. см.

Итакъ, размѣры, найденные для стѣны, раздѣляющей водохранилище на двѣ половины, достаточны.

Найдемъ еще значеніе количества p' для точекъ, въ которыхъ вертикальная нагрузка достигаетъ своего максимума, то есть, для вертикальныхъ сѣченій стѣны, проходящихъ черезъ оси балокъ. Въ этихъ мѣстахъ существуетъ дополнительная нагрузка въ 9158 кгр. (вѣсъ 1 опорнаго столба); сила эта вертикальна и направлена по линіи AA' . Равнодѣйствующая ея и силы P по направленію совпадаетъ съ линіей AA' , по величинѣ же равна:

$$P_1 = 28704 + 9158 = 37862 \text{ кгр.}$$

Итакъ, рассматриваемая часть стѣны подвергается вліянію силъ F и P_1 , направленіе равнодѣйствующей которыхъ пересѣкаетъ линію подошвы стѣны въ точкѣ I , въ разстояніи:

$$IK = d_1 = 0.800 \text{ м.}$$

отъ вѣшняго ребра; наибольшее давленіе, приходящееся на единицу площади сѣченія кладки:

$$p' = \frac{2N_1}{\Omega} = \frac{2N_1}{3d},$$

гдѣ:

$$N_1 = 42502 \text{ кгр. —}$$

— величина, взятая изъ діаграммы; она можетъ быть найдена и аналитическимъ путемъ.

*) См. Vigreux. «Résistance des Matériaux», проектъ № 5. стр. 237.

Итакъ:

$$p' = \frac{2.42502}{3.0,80} = 35418 \text{ кгр.},$$

или—3,54 кгр. на 1 кв. см.

Дополнительное изслѣдованіе устойчивости стѣны, раздѣляющей водохранилище на двѣ части.

Мы уже разобрали тотъ случай, когда одно изъ отдѣленій водохранилища пустоеть, въ то время какъ другое наполнено.

Остается разсмотрѣть еще два другихъ случая.

1. Случай, когда оба отдѣленія опорожнены.

Когда водохранилище пустоеть, то на среднюю стѣну дѣйствуютъ лишь: сила P —въ наименѣ нагруженныхъ точкахъ и сила P_1 —въ точкахъ наиболѣ нагруженныхъ.

Воспользуемся формулой:

$$p' = \frac{N}{Q},$$

въ которой для даннаго случая —

$$Q = 3,40 \cdot 1 = 3,40 \text{ кв. метр.}$$

Въ точкахъ наименѣ нагруженныхъ:

$$N = P = 28.704 \text{ кгр.},$$

и слѣдовательно:

$$p' = \frac{28704}{3,40} = 8448 \text{ кгр.},$$

то есть—0,84 кгр. на 1 кв. см.

Въ точкахъ наиболѣ нагруженныхъ:

$$N = P_1 = 37.862 \text{ кгр.},$$

и стало быть:

$$p' = \frac{37862}{3,40} = 11136 \text{ кгр.},$$

или—1,11 кгр. на 1 кв. см..

2. Случай, когда оба отдѣленія наполнены.

Когда оба отдѣленія наполнены, то на стѣну дѣйствуютъ: силы P и $2F''$ — въ наименѣ нагруженныхъ точкахъ и силы P_1 и $2F''$ — въ точкахъ наиболѣ нагруженныхъ.

Сила $2F''$ есть равнодѣйствующая давленій воды на обѣ поверхности средней стѣны; величину силы F'' легко опредѣлить по соотвѣтству-

ющей діаграммѣ (фиг. 7, таб. II): она равна вертикальной проекціи силы F^*).

Обѣ дѣйствующія на стѣну силы направлены по оси симметріи AA' поперечнаго ея сѣченія.

Извѣстно, что:

$$p' = \frac{N}{\Omega},$$

гдѣ для разсматриваемой стѣны —

$$\Omega = 3,40 \text{ кв. м.}$$

Въ точкахъ наименѣе нагруженныхъ:

$$N = P + 2 F'' = 28704 + 9280 = 37984 \text{ кгр.},$$

и слѣдовательно:

$$p' = \frac{37984}{3,40} = 11172 \text{ кгр.},$$

или — 1,12 кгр. на 1 кв. см.

Въ точкахъ наиболѣе нагруженныхъ:

$$N = P_1 + 2 F'' = 37862 + 9280 = 47142 \text{ кгр.},$$

и слѣдовательно:

$$p' = \frac{47142}{3,40} = 13864 \text{ кгр.},$$

то есть — 1,38 кгр. на 1 кв. см.

Повѣрна сопротивленія стѣны сдвигу по поверхности фундамента.

Матеріалъ въ мѣстѣ соприкосновенія поверхностей стѣны и фундамента, то есть—въ швѣ DK, представляющій собой жерновой песчанникъ, одинаковъ для обѣихъ поверхностей; коэффициентъ тренія его, какъ извѣстно:

$$f = 0,75,$$

и, слѣдовательно, сила fN сопротивленія скользянію можетъ достигать величины —

$$0,75 \cdot 33344 = 25008 \text{ кгр.},$$

въ условіяхъ наиболѣе благопріятныхъ для появленія сдвига, а именно—когда одно отдѣленіе водохранилища наполнено, другое же—опорожнено, и когда притомъ разсматривается часть средней стѣны раздѣла, лежащая между двумя сосѣдними балками.

*) Съ другой стороны, ея величина легко находится и аналитически; она выражается слѣдующимъ образомъ:

$$F'' = 1000 \cdot \frac{B - b \cdot h}{4}$$

Между тѣмъ, горизонтальная составляющая F' давления воды на поверхность стѣны можетъ достигнуть лишь величины —

$$F' = \frac{1000 \cdot h^2}{2} = 20480 \text{ кгр.}$$

А такъ какъ:

$$20480 < 25008,$$

то, стало быть, скользянія по шву ДК опасаться не приходится.

Итакъ, закончивъ расчетъ, мы должны признать достаточными размѣры, приданные нами средней стѣнѣ, дѣлящей водоемъ на двѣ части.

§ 5. Повѣрка внутреннихъ размѣровъ водохранилища.

Мы опредѣлили главные размѣры водохранилища, принимая во вниманіе лишь приблизительно объемъ воды, вытѣсняемой опорными, поддерживающими покрытіе, столбами и средней, разъединяющей отдѣленія водохранилища, стѣной (такъ какъ точные размѣры этихъ столбовъ и стѣны тогда не были еще опредѣлены).

Произведемъ теперь повѣрку, удовлетворяетъ ли водохранилище, въ томъ видѣ, въ какомъ оно представлено на таб. II, требованіямъ программы проекта.

1. Полагая полную высоту воды въ обоихъ отдѣленіяхъ равной 6 метрамъ, вычислимъ емкость водохранилища.

Разстояніе между внутренними вертикальными поверхностями продольныхъ стѣнъ, такъ сказать—внутренняя ширина водохранилища, есть 26,80 метр.; разстояніе между внутренними вертикальными поверхностями поперечныхъ стѣнъ, или—внутренняя длина водохранилища, есть 41 метръ.

Какъ уже было указано, въ каждомъ отдѣленіи имѣется по 72 опорныхъ столба, размѣры которыхъ опредѣлены въ § 3. Размѣры стѣны, разъединяющей два отдѣленія водохранилища, вычислены въ § 4; толщина этой стѣны на уровнѣ воды, то есть — въ разстояніи 6-ти метровъ отъ пола и 0,40 метра отъ вершины стѣны, равна:

$$\frac{3,40 + 0,50}{6,40} \cdot 0,40 + 0,50 = 0,68 \text{ метра.}$$

Слѣдовательно, емкость водохранилища:

$$V = 26,80 \cdot 41 \cdot 6 - (0,62^2 \cdot 1,40 + 0,50^2 \cdot 4,60) \cdot 72 \cdot 2 -$$

$$- 26,80 \cdot \frac{3,40 + 0,68}{2} \cdot 6 = 6021,700 \text{ куб. м.,}$$

то есть—немного болѣе 6000 куб. метровъ.

Итакъ, мы можемъ, дѣйствительно, остановиться на ранѣ выбранныхъ размѣрахъ водохранилища.

2. Покажемъ теперь, что уровень воды въ водохранилищѣ не можетъ опускаться ниже отмѣтки $+ 93$ метра.

Мы знаемъ, что поливка улицъ и площадей производится съ 8 до 10 часовъ утра и съ 4 до 6 часовъ вечера и требуетъ 18,750 литровъ воды въ 1 секунду.

Мы знаемъ также, что потребление воды домашнимъ хозяйствомъ жителей имѣетъ мѣсто съ 6 до 10 часовъ утра и съ 5 до 7 часовъ вечера и достигаетъ 97,685 литровъ въ 1 секунду.

Предполагая, что фонтаны и искусственная рѣчка въ ботаническомъ саду находятся въ дѣйствіи съ 11 часовъ утра до 7 часовъ вечера, найдемъ секундный расходъ на нихъ воды въ 21,528 литровъ.

Допустимъ, наконецъ, что промышленныя предпріятія требуютъ снабженія ихъ водой съ 7 часовъ утра до 12 часовъ дня и съ 1 часу дня до 6 часовъ вечера; секундное потребление ими воды равно 55,556 литрамъ.

Общій расходъ воды въ 1 секунду выражается при этомъ слѣдующими числами:

съ 6 до 7 часовъ	утра . .	97,685	литровъ.
» 7 » 8	» » . .	153,241	»
» 8 » 10	» » . .	171,991	»
» 10 » 11	» » . .	55,556	»
» 11 » 12	» » . .	77,084	»
» 12 » 1	» дня . .	21,528	»
» 1 » 4	» вечера . .	77,084	»
» 4 » 5	» » . .	95,834	»
» 5 » 6	» » . .	193,519	»
» 6 » 7	» » . .	174,769	»

Источникъ доставляетъ непрерывно по 70 литровъ воды въ 1 секунду: стало быть, количество воды въ водохранилищѣ уменьшается:

съ 6 до 7 часовъ	утра—на :	(97,685—70) . 3600"	. 1 ч. =	99.666	литр.
» 7 » 8	» »	(153,241—70) . 3600	. 1 » =	299.668	»
» 8 » 10	» »	(171,991—70) . 3600	. 2 » =	734.335	»
» 11 » 12	» »	(77,084—70) . 3600	. 1 » =	25.502	»
» 1 » 4	» вечера »	(77,084—70) . 3600	. 3 » =	76.507	»
» 4 » 5	» »	(95,834—70) . 3600	. 1 » =	93.002	»
» 5 » 6	» »	(193,519—70) . 3600	. 1 » =	444.669	»
» 6 » 7	» »	(174,769—70) . 3600	. 1 » =	377.169	»

и, наоборотъ, увеличивается:

съ 10 до 11 часовъ утра—на: $(70-55,556) \cdot 3600 \cdot 1 = 51.998$ литр.

» 12 » 1 » дня » $(70-21,528) \cdot 3600 \cdot 1 = 174.499$ »

Итакъ, ясно, что общее уменьшеніе воды въ водохранилищѣ совершается въ слѣдующемъ порядкѣ:

къ 7 часамъ утра оно достигаетъ:	99.666	литровъ.
» 8 » » » »	399.334	»
» 10 » » » »	1.133.669	»
» 11 » » » »	1.081.671	»
» 12 » дня » »	1.107.173	»
» 1 » » » »	932.674	»
» 4 » » » »	1.009.181	»
» 5 » » » »	1.102.183	»
» 6 » веч. » »	1.546.852	»
» 7 » » » »	1.924.021	»

Такимъ образомъ, въ часы расхода наибольшее уменьшеніе количества воды въ водохранилищѣ достигаетъ:

1.924.021 литровъ,

или, въ круглыхъ цифрахъ:

1.924 куб. метровъ.

Иначе говоря, расходъ съ 6 часовъ утра до 7 часовъ вечера равенъ: 1924 куб. м. + расходъ воды источникомъ, то есть:

$$1924 + 0.070 \cdot 13 \cdot 3600'' = 5200 \text{ куб. метр.}$$

Впродолженіе остальныхъ 11 часовъ (съ 7 часовъ вечера до 6 часовъ утра), когда потребленіе городомъ воды прекращается, источникъ доставляетъ водохранилищу:

$$0,070 \cdot 11 \cdot 3600'' = 2772 \text{ куб. м.}$$

—количество, превосходящее 1924 куб. м.; слѣдовательно, водохранилище наполнится даже ранѣе 6-ти часовъ утра, если только, дѣйствительно, съ 7 часовъ вечера расхода воды производиться не будетъ.

Представимъ себѣ теперь водохранилище наполненнымъ къ началу дня (къ 6 часамъ утра) и содержащимъ въ себѣ количество воды:

$$V = 6021,700 \text{ куб. м.}$$

и опредѣлимъ, какое количество воды W должно быть израсходовано втеченіе 13-ти часовъ, чтобы уровень воды въ водохранилищѣ опустился до горизонта + 93 метра.

Съ этою цѣлью, надо только вычислить объемъ воды въ водохрани-

лицѣ при глубинѣ ея въ 3 метра; расчетъ этотъ аналогиченъ съ изложеннымъ на стр. 22 и 23 и въ результатѣ даетъ:

$$V' = 2962,800 \text{ куб. м.};$$

Слѣдовательно:

$W = V - V' +$ притокъ воды изъ источника въ періодъ 13-ти часовъ потребленія, то есть:

$$W = 6021,700 - 2962,800 + 3276 = 6335 \text{ куб. м.}$$

—количество, превосходящее 5200 куб. м.; стало быть, уровень воды въ водохранилищѣ можетъ опуститься ниже уровня $+ 93$ м. развѣ только при неожиданныхъ расходахъ, напримѣръ—при пожарахъ.

Количество ежедневной запасной воды, получающееся отъ избытка притока воды надъ ея расходомъ и могущее быть израсходованнымъ на экстренныя, непредвидѣнныя нужды, составляетъ такимъ образомъ около 1100 куб. метр., при соблюденіи того условія, что уровень воды въ водохранилищѣ ниже горизонта $+ 93$ метра не опускается.

Итакъ, водохранилище, представленное на таб. II, удовлетворяетъ предъявленнымъ къ нему двумъ условіямъ; слѣдовательно, назначенные нами внутренніе размѣры этого водохранилища: 41 метръ и 26.80 метр. могутъ быть приняты безъ измѣненій.

§ 6. Расчетъ толщины пола въ водохранилищѣ.

Полъ водохранилища сдѣланъ изъ матеріала (жернового песчаника), допускаемое напряженіе для котораго не должно превосходить 40.000 кгр. на кв. метръ.

Чтобы разсчитать необходимую толщину пола, помѣстимъ его въ условія самыя неблагопріятныя. Предположимъ, что одно изъ отдѣленій водохранилища наполнено водой до-верху, другое же пустоеть, и что въ наполненномъ отдѣленіи произошло поврежденіе пола, вслѣдствіе чего вытекающая черезъ щель вода можетъ производить давленіе снизу на половой настилъ пустого отдѣленія водохранилища.

При вычисленіи въ такихъ условіяхъ толщины пола мы должны величину давленія на него, направленного снизу вверхъ, принимать равной 7200 кгр. на каждый кв. метръ, предполагая, что въ наполненномъ отдѣленіи уровень воды поднять на высоту 6-ти метровъ и что толщина пола равна 1,20 метрамъ.

Вслѣдствіе незначительнаго разстоянія (2,30 м.) между осями опорныхъ столбовъ въ продольномъ направленіи водохранилища, можно участки

пола, расположенные вертикально под осями несущих покрытие балокъ, считать подпертыми неподвижно. Поэтому, выбирая для расчета прочности пола участокъ его, шириною въ 1 метръ расположенный параллельно средней, дѣлящей водоемъ, стѣнѣ, мы можемъ примѣнить къ этому участку формулу повѣрки прочности балки, лежащей на двухъ опорахъ, съ разстояніемъ въ 2,70 метра между ними, и подвергающейся вертикальной равномерно-распределенной нагрузкѣ въ 7200 кгр. на погонный метръ, направленной снизу вверхъ.

При этихъ условіяхъ, наибольшій изгибающій моментъ получается въ такой формѣ:

$$\mu = \frac{p \cdot l^2}{8}.$$

и численно онъ равенъ:

$$\mu = \frac{7200 \cdot 2,70^2}{8} = 6561$$

Обозначая буквой v толщину пола, получимъ:

$$I = \frac{v^3}{12}$$

и

$$R = \frac{\frac{v}{2} \cdot \mu}{I}.$$

или:

$$R = \frac{6 \cdot \mu}{v^2}.$$

Слѣдовательно:

$$v^2 = \frac{6 \cdot \mu}{R} = \frac{6 \cdot 6561}{40000} = 0,98415,$$

откуда:

$$v = 0,99 \text{ м. —}$$

— такова должна быть толщина пола; примемъ ее, для скругленія, равной 1-му метру.

§ 7. Расчетъ сѣченія внѣшнихъ стѣнъ водохранилища, параллельныхъ продольной оси его покрытія и перпендикулярныхъ средней раздѣляющей его стѣнѣ.

Для полной безопасности допустимъ при расчетѣ, что уровень воды въ водоемѣ поднять до самой вершины стѣнъ, предполагая, что, вслѣд-

ствіе какихъ-либо случайныхъ причинъ, наличнія водоотводныя трубы не дѣйствуютъ.

Для достиженія наибольшей устойчивости стѣны и наименьшаго давленія на единицу площади ея подошвы, желательно сѣченіе ея выбрать въ формѣ прямоугольной трапеціи, дѣлая отвѣсной внутреннюю поверхность стѣны. Толщина стѣны при вершинѣ не должна быть меньше той наименьшей толщины, которая гарантируетъ надежную связь между частями кладки и достаточную прочность для поддержанія земли, покрывающей сводики. Эту толщину мы примемъ въ 0,65 метра.

Каждая изъ двухъ боковыхъ разсматриваемыхъ нами стѣнъ можетъ быть раздѣлена на двѣ части:

1, часть между вершиной стѣны и верхней плоскостью пола водохранилища (собственно стѣна),

и, 2, часть между этою поверхностью пола и почвой, на которой онъ покинтся (фундаментъ стѣны).

Толщина при основаніи верхней части стѣны.

На эту часть стѣны дѣйствуютъ слѣдующія силы:

1. Нагрузка половины опирающагося на стѣну свода; она равна 1704 кгр. на погонный метръ стѣны. Въ составъ ея входятъ: кирпичная кладка, слой растительной земли и балка тавроваго сѣченія ($\perp$), лежащая на стѣнѣ. Эта сила направлена вертикально по линіи aa' (фиг. 1, таб. II), проходящей въ разстояніи 0,100 м. отъ внутренней вертикальной поверхности стѣны.

2. Нагрузка отъ вѣнчающаго стѣну каменнаго карниза въ 0,560 метр. ширины и 0,300 метр. толщины; вѣсъ 1 куб. метра его—2400 кгр., и, стало быть, величина нагрузки на 1 погонный метръ равна:

$$2400 \cdot 0,560 \cdot 0,300 = 403 \text{ кгр.};$$

эту силу мы будемъ считать проходящей черезъ средину ширины карниза, то есть — въ разстояніи —

$$0,280 + 0,185 = 0,465 \text{ метр.}$$

отъ внутренней вертикальной поверхности стѣны, то есть—совпадающей съ линіей bb'.

Обозначимъ равнодѣйствующую двухъ указанныхъ силъ, направленную по линіи AA', черезъ S и разстояніе ея отъ вертикальной поверхности стѣны—черезъ s.

Въ такомъ случаѣ:

$$S = 1704 + 403 = 2107 \text{ кгр.,}$$

$$s = \frac{1704 \cdot 0,100 + 403 \cdot 0,465}{2107} = 0,170 \text{ метр.}$$

3. Въсѣ Р кладки разсматриваемой части стѣны.

4. Давленіе F воды на эту часть стѣны, горизонтальная составляющая котораго имѣетъ точку приложенія на высотѣ f надъ верхней гранью основанія.

Обозначая толщину стѣны въ основаніи буквою В, получимъ *):

$$B = \frac{- \left[b(p' - \delta h) + \frac{s}{\delta h} (3p' - 2\delta h) \right] + \sqrt{b p' (3p' - \delta h) \left(b + \frac{2s}{\delta h} \right) + \frac{p'^2 s^2}{\delta^2 h^2} (9p' - 4\delta h) + \frac{6p'}{\delta h} (2p' - \delta h)(Ss + Ff)}}{2p' - \delta h} \quad (4)$$

если p' есть допускаемое давленіе на единицу площади этого основанія.

Рѣшимъ написанное уравненіе, подставляя:

$$b = 0,65, \delta = 2300, h = 6,40,$$

$$S = 2107, s = 0,170, p' = 40000,$$

и:

$$F.f = \frac{1000 \cdot 6,40^2}{2} \cdot \frac{6,40}{3} = 43690$$

Получимъ:

$$B = \frac{1}{2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40} \times \left\{ - \left[0,65 \cdot (40000 - 2300 \cdot 6,40) + \frac{2107}{2300 \cdot 6,40} \cdot (3 \cdot 40000 - 2 \cdot 2300 \cdot 6,40) \right] + \sqrt{0,65 \cdot 40000 (3 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40) \left(0,65 + \frac{2 \cdot 2107}{2300 \cdot 6,40} \right) + \frac{40000 \cdot 2107^2}{2300^2 \cdot 6,40^2} (9 \cdot 40000 - 4 \cdot 2300 \cdot 6,40) + \frac{6 \cdot 40000}{2300 \cdot 6,40} (2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40) \cdot (2107 \cdot 0,170 + 43690)} \right\},$$

откуда:

$$B = 2,95 \text{ метр.}$$

Провѣримъ построеніемъ діаграммы (фиг. 8, таб. II), удовлетворительность полученныхъ результатовъ; для этого, построимъ графически слѣдующія силы:

1. $S = 2107 \text{ кгр. —}$

—направленную вертикально (въ разстояніи 0,170 метр. отъ внутренней поверхности стѣны);

2. $F = \frac{1000 \cdot 6,40^2}{2} = 20480 \text{ кгр. —}$

*) См. «L. Vigueux. Résistance des Matériaux». Проектъ № 5, ур-іе 2-ое, стр.

— направленную горизонтально, на высотѣ $f = 2,134$ метр. надъ основаніемъ верхней части стѣны;

$$3. \quad P = \frac{0,65 + 2,95}{2} \cdot 6,40 \cdot 2300 = 26496 \text{ кгр.}$$

— направленную вертикально черезъ центръ тяжести сѣченія разсматриваемой части стѣны.

Равнодѣйствующая этихъ силъ пересѣкаетъ линію КІ основанія стѣны въ точкѣ F, въ разстояніи:

$$KF = d = 0,475 \text{ метра}$$

отъ вѣшняго ребра K стѣны, толщина которой $= 2,95$ метр. При этихъ условіяхъ, наибольшее давленіе имѣетъ мѣсто для вѣшняго ребра; его аналитическое выраженіе *)

$$p' = \frac{2N}{Q}, \quad (5)$$

въ которомъ $N = P + S = 28603$ кгр. есть нормальная къ разсматриваемому шву составляющая равнодѣйствующей всѣхъ силъ, дѣйствующихъ на разсматриваемую часть стѣны, и площадь основанія $Q = 1,3d = 3 \cdot 0,475 = 1,425$.

Поэтому, численное значеніе p' :

$$p' = \frac{2 \cdot 28603}{1,425} = 40144 \text{ кгр.,}$$

или—по 4,01 кгр. на каждый кв. см. Слѣдовательно, мы можемъ остановиться на выбранной величинѣ:

$$B = 2,95 \text{ метра.}$$

Толщина стѣны на уровнѣ земляного основанія пола водохранилища.

Дѣйствующими на основаніе силами являются:

1. Нагрузка $S = 2107$ кгр., съ точкой приложенія въ разстояніи $s = 0,170$ метра отъ внутренней вертикальной поверхности стѣны.

2. Вѣсъ верхней части стѣны, равный 26496 кгр. и приложенный въ разстояніи:

$$c = \frac{B}{3} + \frac{b^2}{3(B+b)} = \frac{2,95}{3} + \frac{0,65^2}{3(2,95+0,65)} = 1,02 \text{ метр. **)}$$

отъ внутренней поверхности стѣны; величину c можно получить и по діаграммѣ.

*) См. «Vigreur. Résistance des Matériaux», 3-ье введ., стр. 133.

**) См. «Vigreur. Résistance des Matériaux», 3-ье введ., ур-іе 47-ое, стр. 147.

Равнодѣйствующая этихъ двухъ силъ:

$$S' = 2107 + 26496 = 28603 \text{ кгр.}$$

приложена въ разстояніи s' отъ внутренней вертикальной поверхности стѣны, причемъ это разстояніе —

$$s' = \frac{2107 \cdot 0,170 + 26496 \cdot 1,02}{28603} = 0,957 \text{ метра.}$$

3. Вѣсъ P' разсматриваемой нижней части стѣны.

4. Давленіе F воды на стѣну, горизонтальная составляющая котораго имѣетъ точку приложенія на высотѣ $f' = f + h'$ надъ подошвой нижней части стѣны.

5. Давленіе земли, такъ какъ разсматриваемая часть стѣны углублена въ землю на одинъ метръ; но, имѣя въ виду, что, съ одной стороны, направленіе этого давленія противоположно направленію давленія воды, а съ другой—что сила этого давленія очень мала сравнительно съ другими силами, мы не примемъ его вовсе во вниманіе.

Высота разсматриваемой части стѣны равна 1 метру, а опредѣляемую ея толщину обозначимъ буквою e .

Пусть R есть равнодѣйствующая трехъ силъ: P' , F и S' , дѣйствующихъ на стѣну; направленіе ея пересѣкаетъ подошву стѣны въ точкѣ J , въ разстояніи $JL = d'$ отъ внѣшняго ребра.

Выписывая выраженіе момента силъ относительно горизонтальной оси, проектирующей въ точкѣ J , получаемъ:

$$F.f' = P' \cdot \left(\frac{e}{2} - d' \right) + S' \cdot (e - d' - s') \quad (6)$$

Но:

$$p' = \frac{2N'}{\Omega} = \frac{2N'}{3d.1}^*),$$

если буквою N' обозначимъ вертикальную составляющую силы R , то есть—силы $P' + S'$.

Слѣдовательно:

$$d' = \frac{2}{3} \cdot \frac{P' + S'}{p'},$$

и уравненіе (6) принимаетъ форму:

$$F.f' = P' \cdot \left(\frac{e}{2} - \frac{2 \cdot (P' + S')}{3p'} \right) + S' \cdot \left(e - \frac{2 \cdot (P' + S')}{3p'} - s' \right)$$

*) См.: «Vigreux. Résist. des Matér., 3-е введ., стр. 183.

А такъ какъ—

$$P' = e \cdot \delta \cdot h',$$

то:

$$e = \frac{-S' + \sqrt{S'^2 + \frac{\delta h' \cdot [4S'^2 + 6p' \cdot (S's' + Ff)]}{3p' - 4\delta h'}}}{\delta \cdot h'} \quad (7)$$

Если бы въ этомъ уравненіи S' было равно нулю, то есть, если бы отсутствовала нагрузка отъ верхней части стѣны, то уравненіе 7-ое обратилось бы въ условіе прочности стѣны прямоугольнаго поперечнаго сѣченія, подверженной дѣйствію горизонтальной силы, перпендикулярной къ длинѣ стѣны *).

Внося въ уравненіе (7) значенія:

$$\delta = 2300, h = 1 \text{ м.}, p' = 40000,$$

$$S' = 28603, s' = 0,957$$

и

$$F \cdot f = \frac{1000 \cdot 6,40^2}{2} \cdot \left(\frac{6,40}{3} + 1 \right) = 64170,$$

получимъ:

$$e = \frac{-28603 + \sqrt{28603^2 + \frac{2300 \cdot 1 \cdot [4 \cdot 28603^2 + 6 \cdot 40000 \cdot (28603 \cdot 0,957 + 64170)]}{3 \cdot 40000 - 4 \cdot 2300 \cdot 1}}}{2300 \cdot 1},$$

откуда:

$$e = 3,40 \text{ метр.}$$

Примемъ $e = 3,50$ метр. и проверимъ, строя соответствующую діаграмму (фиг. 8, таб. II), удовлетворительно ли полученъ размѣръ e ; для этого, построимъ равнодѣйствующую всѣхъ силъ, приложенныхъ къ верхней части стѣны, и вса рассматриваемой нижней ея части.

Всѣ одного погоннаго метра этой нижней части стѣны:

$$P' = 3,50 \cdot 2300 \cdot 1 = 8050 \text{ кгр.}$$

и направленъ по вертикали, проходящей черезъ центръ тяжести поперечнаго сѣченія этой части стѣны, то есть—въ разстояніи $c' = 1,75$ метр. отъ внутренней вертикальной ея поверхности. Равнодѣйствующая R всѣхъ указанныхъ силъ пересѣкаетъ основаніе стѣны въ точкѣ J , въ разстояніи $JL = d' = 0,600$ метра отъ вѣшняго ребра.

*) См. «Vigreux. Résist. des Matér.» 3-е введ., стр. 140.

Наибольшее давленіе на единицу площади матеріала имѣетъ поэтому мѣсто для вышшняго ребра; его аналитическое выраженіе—

$$p' = \frac{2N'}{\Omega} = \frac{2N'}{3d'},$$

причемъ:

$$N' = P' + S' = 36653 \text{ кгр.},$$

а потому:

$$p' = \frac{2 \cdot 36653}{3 \cdot 0,60} = 40725 \text{ кгр.},$$

или—4,07 кгр. на кв. см.

Стало быть, принятая нами величина $e = 3,50$ метр. достаточна.

Прочность продольныхъ стѣнъ при опорожненномъ водохранилищѣ.

Интересно взглянуть, во что обратятся условія устойчивости и прочности стѣнъ при опорожненномъ водохранилищѣ. Не станемъ принимать во вниманіе увеличенія сопротивляемости стѣны вслѣдствіе закругленія при соединеніи вертикальной поверхности верхней ея части съ поломъ водохранилища.

Точка приложенія равнодѣйствующаго давленія находится отъ ребра М въ разстояніи:

$$d'' = \frac{1704 \cdot 0,100 + 403 \cdot 0,465 + 26496 \cdot 1,02 + 8050 \cdot 1,75}{1704 + 403 + 26496 + 8050} = 1,130 \text{ метр.}$$

При этомъ, наибольшее давленіе, испытываемое матеріаломъ въ ребрѣ М:

$$p' = \frac{2N'}{\Omega} = \frac{2N'}{3d'} = \frac{2 \cdot 36653}{3 \cdot 1,130} = 21624 \text{ кгр.},$$

или—по 2,16 кгр. на кв. см.

Слѣдовательно, стѣна находится въ лучшихъ условіяхъ устойчивости и прочности въ томъ случаѣ, когда водохранилище опорожнено, чѣмъ тогда, когда оно наполнено водой, чего, впрочемъ, и слѣдовало ожидать *à priori*.

Повѣрка сопротивленія стѣны сдвигу верхней ея части съ фундамента.

Матеріаль, изъ котораго изготовлены обѣ соприкасающіяся по шву КІ поверхности (стѣны и фундамента), представляетъ собою жерновой песчанникъ.

Коэффициентъ тренія, соотвѣствующій этому матеріалу, $f = 0,75$; слѣдовательно, сила сопротивленія скольженію можетъ достигать величины:

$$0,75 \cdot N = 0,75 \cdot 28603 = 21452 \text{ кгр.}$$

Давленіе же воды на внутреннюю вертикальную поверхность стѣны:

$$20480 \text{ кгр.} < 21452 \text{ кгр.}$$

Ясно, стало быть, что скольженія по шву КІ произойти не можетъ.

Итакъ, разсмотрѣвъ условія устойчивости и прочности продольныхъ стѣнъ водохранилища, при крайнихъ положеніяхъ уровня воды въ немъ, мы убѣдились, что размѣры, приданные этимъ стѣнамъ, вполне достаточны и могутъ быть оставлены безъ измѣненія.

§ 8. Опредѣленіе размѣровъ сѣченія поперечныхъ стѣнъ, перпендикулярныхъ продольной оси покрытія и параллельныхъ стѣнъ, разъединяющей два отдѣленія водохранилища.

Опредѣленіе размѣровъ сѣченія поперечныхъ стѣнъ вполне аналогично съ только-что продѣланнымъ нами расчетомъ стѣнъ продольныхъ, т. е.—параллельныхъ оси покрытія.

Сохраняя обозначенія предыдущаго параграфа, опредѣлимъ необходимую толщину стѣнъ для сѣченій наименѣ нагруженныхъ, т. е.—находящихся между двумя сосѣдними балками, и полученный размѣръ сохранимъ одинаковымъ по всей длинѣ стѣны.

Толщина при основаніи верхней части стѣны.

Силы, дѣйствующія на эту часть стѣны, суть:

1. Нагрузка отъ карниза, вѣщающаго стѣну, шириною въ 0,550 м. и толщиной въ 0,300 м.; вѣсъ 1 куб. метра его кладки равенъ 2400 кгр., вѣсъ же 1 погоннаго метра карниза:

$$S = 2400 \cdot 0,550 \cdot 0,300 = 396 \text{ кгр.};$$

примемъ точку приложенія силы S въ срединѣ ширины карниза, т. е.—въ разстояніи:

$$s = 0,275 + 0,200 = 0,475 \text{ метр.}$$

отъ внутреннего ребра стѣны.

2. Вѣсъ P разсматриваемой части стѣны.

3. Равнодѣйствующая F воды на эту часть стѣны; величина этой силы и разстояніе f точки приложенія ея отъ вѣшняго ребра стѣны—тѣ же, что и для продольныхъ стѣнъ.

Внося въ уравненіе (4) значенія:

$$\begin{array}{lll} b = 0,65 \text{ м.}, & d = 2300, & h = 6,40 \text{ м.}, \\ S = 396, & s = 0,475 \text{ м.}, & p' = 40000 \end{array}$$

и:

$$F.f = \frac{1000.h^2}{2} \cdot \frac{h}{3} = 43690,$$

получимъ:

$$B = \frac{1}{2.40000 - 2300.6,40} \cdot \left\{ - \left[0,65(40000 - 2300.6,40) + \frac{396}{2300.6,40} (3.40000 - 2.2300.6,40) \right] + \sqrt{ \begin{array}{l} 0,65.40000(3.40000 - 2300.6,40)(0,65 + \frac{2.396}{2300.6,40}) + \\ + \frac{40000.396^2}{2300^2.6,40^2} (9.40000 - 4.2300.6,40) + \\ + \frac{6.40000}{2300.6,40} (2.40000 - 2300.6,40)(396.0,475 + 43690) \end{array} } \right\}$$

или:

$$B = 3,10 \text{ метр.}$$

Провѣримъ, построеніемъ диаграммы (фиг. 9, табл. II), правильность полученной величины.

Внѣшнія силы:

1. $S = 396$ кгр.—направлена вертикально, въ разстояніи 0,475 м. отъ внутренней поверхности стѣны;

2. $F = 20480$ кгр.—направлена горизонтально, на высотѣ $f = 2,134$ метра надъ основаніемъ верхней части стѣны.

$$3. P = \frac{0,65 + 3,10}{2} \cdot 2300 \cdot 6,40 = 27600 \text{ кгр.} -$$

направлена вертикально черезъ центръ тяжести разсматриваемой части стѣны.

Равнодѣйствующая этихъ трехъ силъ пересѣкаетъ подошву КІ стѣны въ точкѣ F , въ разстояніи:

$$KF = d = 0,45 \text{ метра}$$

отъ внѣшняго ребра К стѣны, ширина которой $= 3,10$ метра.

При этихъ условіяхъ, наибольшее давленіе имѣетъ мѣсто для внѣшняго ребра и аналитически это давленіе выражается такимъ образомъ:

$$p' = \frac{2N}{Q} = \frac{2N}{3d},$$

гдѣ:

$$N = P + S = 27996 \text{ кгр.}$$

Слѣдовательно:

$$p' = \frac{2 \cdot 27996}{3 \cdot 0,45} = 41475 \text{ кгр.},$$

или—4,15 кгр. на кв. см.

Итакъ, найденная для В величина удовлетворительна.

Посмотримъ, какъ велико давленіе p' для сѣченій стѣнъ, нагруженныхъ наибольшею вертикальною силою (наиболѣе устойчивыхъ), то есть— для сѣченій, приходящихся подъ осями промежуточныхъ балокъ; каждому изъ этихъ мѣстъ стѣнъ передается нагрузка, равная 4579 кгр. ($1/2$ вѣса опорнаго столба) и имѣющая точку приложенія въ разстояніи 0,100 метра отъ внутренней поверхности стѣны.

Равнодѣйствующая сила S, P, F и этой нагрузки пересѣкаетъ подошву стѣны въ точкѣ Н, въ разстояніи:

$$KH = d_1 = 0,800 \text{ метра}$$

отъ вѣшняго ребра.

Аналитическое выраженіе величины p' :

$$p' = \frac{2N}{3d},$$

при:

$$N = P + S + 4579 = 32575 \text{ кгр.},$$

дасть—

$$p' = \frac{2 \cdot 32575}{3 \cdot 0,80} = 27146 \text{ кгр.},$$

или—2,71 кгр. на кв. см.

Толщина стѣны на уровнѣ земляного основанія пола водохранилища.

Для опредѣленія этой толщины воспользуемся уравненіемъ 7-мъ. Имѣя въ виду, что:

$$S' = P + S = 27996,$$

$$c = \frac{B}{3} + \frac{b^2}{3(B+b)} = \frac{3,10}{3} + \frac{0,65^2}{3(3,10+0,65)} = 1,071 \text{ м.},$$

$$s' = \frac{396 \cdot 0,475 + 27600 \cdot 1,071}{27996} = 1,063 \text{ м.}$$

$$\delta = 2300,$$

$$h = 1 \text{ м.},$$

$$p = 40000$$

и

$$F.f' = \frac{1000 \cdot 6,40^2}{2} \cdot \left(\frac{6,40}{3} + 1 \right) = 64170,$$

получимъ:

$$e = \frac{-27996 + \sqrt{27996^2 + 2300 \cdot 1 \cdot [4 \cdot 27996^2 + 6 \cdot 40000 \cdot (27996 \cdot 1,063 + 64170)]}}{2300 \cdot 1},$$

откуда:

$$e = 3,60 \text{ метр.}$$

Примем $e = 3,65$ метр. и проверимъ, съ помощью построенія соответствующей диаграммы (фиг. 9, табл. II), удовлетворительность такого значенія e ; для этого, построимъ равнодѣйствующую всѣхъ силъ, дѣйствующихъ на первую изъ разсчитанныхъ нами верхнихъ частей стѣны, и всѣа разсматриваемой нижней ея части.

Въсь 1 погоннаго метра этой послѣдней:

$$P' = 3,65 \cdot 2300 \cdot 1 = 8395 \text{ кгр.}$$

и направленъ по вертикали, проходящей черезъ центръ тяжести ея поперечнаго сѣченія, то есть—въ разстояніи $s = 1,825$ метр. отъ внутренней вертикальной поверхности стѣны. Равнодѣйствующая всѣхъ силъ, включая и силу P' , встрѣчаетъ основаніе стѣны въ точкѣ J, въ разстояніи:

$$JL = d' = 0,625 \text{ метра}$$

отъ внѣшняго ребра.

Наибольшее давленіе на единицу площади матеріала стѣны имѣеть при этомъ мѣсто для внѣшняго ея ребра; аналитическое выраженіе этого максимальнаго давленія—

$$p' = \frac{2N'}{\Omega} = \frac{2N'}{3d'},$$

при:

$$N' = P' + S' = 36391 \text{ кгр.},$$

приводить къ числовой величинѣ—

$$p' = \frac{2 \cdot 36391}{3 \cdot 0,625} = 38817 \text{ кгр.},$$

или - 3,88 кгр. на кв. см.

Итакъ, принятая нами толщина $e = 3,65$ достаточна.

Посмотримъ, какъ велико значеніе p' для участковъ стѣны наиболѣе нагруженныхъ, то есть—приходящихся подъ осями промежуточныхъ балокъ; добавочная нагрузка въ каждомъ изъ этихъ мѣстъ равна 4579 кгр. и имѣеть точку приложенія въ разстояніи 0,100 метра отъ внутренней поверхности стѣны.

Равнодѣйствующая сила S' , P' , F и этой новой силы встрѣчаетъ основаніе стѣны въ точкѣ E, на разстояніи $EL = d_1' = 0,95$ метра отъ внѣшняго ребра.

Аналитическое выраженіе p' :

$$p' = \frac{2N_1'}{3d_1'}$$

А такъ какъ:

$$N_1' = 36391 + 4579 = 40970 \text{ кгр.},$$

то, стало быть:

$$p' = \frac{2 \cdot 40970}{3 \cdot 0,95} = 28750 \text{ кгр.},$$

или—2,87 кгр. на кв. см.

Прочность поперечныхъ стѣнъ при опорожненномъ водохранилищѣ.

Когда водохранилище не содержитъ въ себѣ воды, всѣ внѣшнія силы, дѣйствующія на его поперечныя стѣны, имѣютъ вертикальное направленіе.

Для наименѣ нагруженныхъ сѣченій стѣны точка приложенія равнодѣйствующаго давленія находится на разстояніи d'' отъ ребра М, причемъ численное значеніе d'' получается слѣдующимъ образомъ:

$$d'' = \frac{396 \cdot 0,475 + 27600 \cdot 1,071 + 8395 \cdot 1,825}{396 + 27600 + 8395} = 1,238 \text{ метр.}$$

Наибольшее давленіе p' , испытываемое матеріаломъ въ ребрѣ М, опредѣлится изъ аналитическаго выраженія:

$$p' = 2 \cdot \left(2 - \frac{3d''}{e} \right) \frac{N'}{\Omega}^*),$$

послѣ подстановки въ него:

$$\Omega = e \cdot 1 = 3,65$$

$$N' = 36391$$

и:

Такимъ образомъ получится, что—

$$p' = 2 \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot 1,238}{3,65} \right) \cdot \frac{36391}{3,65} = 14127 \text{ кгр.},$$

или—1,41 кгр. на кв. см.

Для сѣченій стѣны наиболѣ нагруженныхъ:

$$d_1'' = \frac{396 \cdot 0,475 + 27600 \cdot 1,071 + 8395 \cdot 1,825 + 4579 \cdot 0,100}{396 + 27600 + 8395 + 4579} = 1,111 \text{ м}$$

Въ этомъ случаѣ:

$$p' = \frac{2N_1'}{3d_1''} \text{ кгр.}$$

*) См. „Vigreux. Résist. des Matér.“, 3-е введ., стр. 132.

и:

$$N_1' = 40970 \text{ кгр.},$$

то есть:

$$p' = \frac{2 \cdot 40970}{3 \cdot 1,111} = 24584 \text{ кгр.},$$

или—2,46 кгр. на кв. см.

Итакъ, полученные результаты убѣждаютъ насъ въ томъ, что устойчивость стѣны, при опорожненномъ водохранилищѣ, несомнѣнна; это можно было предвидѣть *à priori*.

Про́вѣрка сопротивленія стѣны сдвигу верхней ея части по фундаменту.

Сила, могущая вызвать скольженіе стѣны по шву KI, равна:

$$0,75 \cdot 27996 = 20997 \text{ кгр.}—$$

—въ точкахъ наименѣе нагруженныхъ и:

$$0,75 \cdot 40970 = 30727 \text{ кгр.}—$$

—въ точкахъ наиболѣе нагруженныхъ.

Давленіе воды на внутреннюю поверхность стѣны равно 20480 кгр.

Такъ какъ:

$$20480 < 20997$$

и

$$20480 < 30727,$$

то, слѣдовательно, нѣтъ причины опасаться скольженія стѣны по шву KI.

Подводя итоги, мы въ правѣ утверждать, что боковыя стѣны, перпендикулярныя продольной оси покрытія, при приданныхъ имъ размѣрахъ, представляютъ достаточныя гарантіи устойчивости и прочности, каковъ бы ни былъ уровень воды въ водохранилищѣ.

§ 9. Бассейнъ, принимающій воду изъ источника и распределяющій ее по двумъ отдѣленіямъ водохранилища.

Вода изъ ключа водоводомъ направляется прежде всего въ приѣмный бассейнъ, а затѣмъ двумя отдѣльными трубами—въ каждое изъ двухъ отдѣленій водохранилища; трубы эти снабжены створными кранами, которые позволяютъ, по желанію, прекращать доступъ воды къ тому или къ другому изъ отдѣленій.

Пріемный бассейнъ помѣщенъ въ небольшой пристройкѣ, возведенной на окружающихъ его стѣнахъ; благодаря этому, существуетъ всегда свободный доступъ къ кранамъ, сообщающимъ бассейнъ съ отдѣленіями водохранилища.

Водоводъ выпущенъ въ бассейнъ на нѣкоторой высотѣ надъ дномъ послѣдняго—съ тою цѣлью, чтобы вода отлагала тамъ муť, приносимую ключемъ во время дождей.

Найдемъ размѣры поперечнаго сѣченія водовода.

Пусть, l — его ширина и h — высота; предположимъ, что $l = 2h$.

Размѣръ необходимаго притока ключевой воды вычисленъ нами въ 70 литровъ въ секунду; принимая среднюю скорость протеканія воды, при движеніи ея къ бассейну, равной 0,40 метра въ секунду, напишемъ:

$$0,070 = l \cdot h \cdot 0,40,$$

откуда:

$$h^2 = \frac{0,070}{0,80} = 0,09 \text{ (въ круглыхъ числахъ).}$$

Слѣдовательно:

$$h = 0,30 \text{ м. и } l = 0,60 \text{ м.}$$

По условію программы, вода должна поступать въ водохранилище на уровнѣ + 96 метр. Помѣстимъ дно бассейна на 1,20 метр. ниже самаго высокаго уровня воды въ водохранилищѣ, то есть—на 1,60 метр. ниже верха стѣнъ; дно бассейна поддержимъ сводомъ въ 0,22 толщины. выводимымъ изъ прочнаго кирпича.

Давая внутренней части бассейна на уровнѣ + 96 метр. размѣры 8,50 и 4 метра и полагая стрѣлу свода равной 0,600 метра, найдемъ для пролета свода величину въ 3,20 метр. (см. таб. III, фиг. 2).

Повѣрка прочности свода.

Убѣдимся, что сводъ обладаетъ достаточною прочностью, соответствующею приданной ему толщинѣ, давленію воды и качеству матеріала.

Примѣнимъ способъ Мэри (Méry).

Съ этою цѣлью, раздѣлимъ расчитываемую половину свода и ея нагрузку вертикальными плоскостями на нѣкоторое число частей: напр.— на 4 (см. таб. III, фиг. 4).

Предположимъ, что бассейнъ наполненъ весь, т. е., что глубина воды въ немъ равна 1,60 метр. Приведемъ на діаграммѣ эту нагрузку свода водой къ удѣльному вѣсу самого свода, предполагая, что 1 куб.

метръ воды вѣсить 1000 кгр., а куб. метръ кирпичной кладки, образующей сводъ, — 2200 кгр.

Воспользуемся графическимъ способомъ, какъ наиболѣе скорымъ.

Вѣса послѣдовательныхъ частей свода:

$$\text{Часть № 1; вѣсъ ея} = \frac{0,98 + 1,02}{2} \cdot 0,43 \cdot 2200 = 946 \text{ кгр.}$$

$$\text{» № 2; » »} = \frac{1,02 + 1,12}{2} \cdot 0,42 \cdot 2200 = 989 \text{ »}$$

$$\text{» № 3; » »} = \frac{1,12 + 1,32}{2} \cdot 0,39 \cdot 2200 = 1047 \text{ »}$$

$$\text{» № 4; » »} = \frac{1,32 + 1,58}{2} \cdot 0,36 \cdot 2200 = 1148 \text{ »}$$

Полный вѣсъ = 4130 кгр.

Послѣ того, найдемъ центры тяжести каждой изъ частей свода, а затѣмъ, съ помощью веревочнаго многоугольника (фиг. 5, табл. III), отыщемъ положеніе центра тяжести всей разсматриваемой половины свода.

Предполагая, что точки приложенія давленій въ пятѣ и замкѣ совпадаютъ со серединами соотвѣствующихъ швовъ, найдемъ давленіе въ пятѣ равнымъ 6750 кгр. и чувствительно перпендикулярнымъ къ пятовому шву. Давленіе же въ ключѣ опредѣлится въ 5300 кгр.

Кривая давленій, при сдѣланномъ предположеніи, проходитъ приблизительно черезъ середины послѣдовательныхъ швовъ, причемъ наиболѣе нагруженнымъ изъ нихъ является шовъ пятовой, по которому давленіе распределяется равномерно, по—

$$\frac{6750}{0,22 \cdot 1} = 30682 \text{ кгр. на кв. метръ.}$$

Можно признать проектированный сводъ достаточно прочнымъ, такъ какъ наибольшее давленіе въ 30682 кгр., которое въ дѣйствительности придется выдерживать матеріалу, меньше максимальнаго допускаемаго давленія въ 60000 кгр. на кв. метръ.

Расчетъ поперечныхъ размѣровъ стѣнъ пріемнаго бассейна.

Намъ предстоитъ разсчитать три стѣны бассейна: двѣ, подвергающіяся только давленію наполняющей бассейнъ воды, и третью—направленную перпендикулярно двумъ первымъ, воспринимающую, кромѣ распора воды, еще давленіе со стороны только-что разсмотрѣннаго свода.

Произведемъ два расчета, аналогичныхъ съ исполненными уже расчетами размѣровъ поперечнаго сѣченія вѣшнихъ стѣнъ самого водохранилища.

Предположимъ, что вода можетъ подняться до верха стѣнъ, и допустимъ, что толщина послѣднихъ при вершинѣ $b = 0,40$ метра.

Давленіе воды на погонный метръ стѣны выражается величиной:

$$\frac{1000 \cdot 1,60^2}{2} = 1280 \text{ кгр.};$$

эта горизонтально направленная сила имѣетъ точку приложенія въ разстояніи:

$$\frac{1,60}{3} + (6,40 - 1,60) = 5,33 \text{ метр.}$$

надъ поверхностью земли.

Горизонтальная составляющая давленія свода (распоръ его), равная 5300 кгр., имѣетъ точку приложенія въ разстояніи 4 метровъ отъ поверхности земли.

Равнодѣйствующая этихъ двухъ силъ горизонтальна, по числовой величинѣ равна:

$$1280 + 5300 = 6580 \text{ кгр.}$$

и имѣетъ точку приложенія въ разстояніи:

$$\frac{1280 \cdot 5,33 + 5300 \cdot 4}{6580} = 4,25 \text{ метр.}$$

отъ земли.

Уравненіе (4), при $S = 0$, даетъ:

$$B = \frac{-b \cdot (p' - \delta \cdot h) + \sqrt{p' \cdot b^2 \cdot (3p' - \delta \cdot h) + 6p' \cdot F \cdot f \cdot \left(\frac{2p' - \delta \cdot h}{h}\right)}}{2p' - \delta \cdot h} \quad (9)$$

1. Для двухъ первыхъ стѣнъ бассейна имѣемъ:

$$F = 1280.$$

$$f = 5,33;$$

и, слѣдовательно:

$$F \cdot f = 6822$$

Кромѣ того:

$$h = 6,40; b = 0,40, S = 2300, p' = 40000.$$

При этомъ, уравненіе (9) приводится къ виду:

$$B = \frac{-0,40 \cdot (40000 - 2300 \cdot 6,40) + \sqrt{40000 \cdot 0,40^2 \cdot (3 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40) + 6 \cdot 40000 \cdot 6822 \cdot \left(\frac{2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40}{2300 \cdot 6,40}\right)}}{2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40},$$

откуда:

$$B = 1,20 \text{ метр.}$$

Диаграмма, легковыстраиваемая, позволила бы намъ убѣдиться, что въ такихъ условіяхъ величина $p' = 3,93$ кгр. на кв. см. и что, слѣдовательно, размѣръ, найденный для B , достаточенъ (см. таб. II, фиг. 7).

2. Для третьей стѣны:

$$F = 6580,$$

$$f = 4,25;$$

и слѣдовательно:

$$F.f = 27965$$

При:

$$h = 6,40, b = 0,40, S = 2300 \text{ и } p' = 40000,$$

уравненіе (9) перепишется слѣдующимъ образомъ:

$$B = \frac{-0,40 \cdot (40000 - 2300 \cdot 6,40) + \sqrt{40000 \cdot 0,40^2 \cdot (3 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40) + 6 \cdot 40000 \cdot 27965 \cdot \left(\frac{2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40}{2300 \cdot 6,40} \right)}}{2 \cdot 40000 - 2300 \cdot 6,40},$$

откуда:

$$B = 2,50 \text{ метр.}$$

Легко выстраиваемая диаграмма опредѣлила бы намъ величину давленія p' въ 3,92 кгр. на кв. см. и, слѣдовательно, убѣдила бы насъ въ достаточности найденнаго для B размѣра (см. таб. III, фиг. 2).

§ 10. Установка при водохранилищѣ трубъ съ кранами при нихъ.

Эти придаточные органы водохранилища расположены въ особомъ помѣщеніи, устроенномъ подъ приѣмнымъ бассейномъ.

Отъ дна водохранилища отходятъ двѣ отводящія воду трубы (по одной—отъ каждого отдѣленія), присоединяющіяся къ началу общей магистральной трубы городского водоснабженія; створные краны позволяютъ изолировать эту магистральную вѣтвь отъ любого изъ двухъ отдѣленій водохранилища.

Налишнія и опоражнивающія трубы (последнія тоже снабжены створными кранами) соединяются въ общую трубу, которая открывается въ сточную трубу города.

Для удобства сообщенія. управленія кранами и на случай производства осмотровъ и починокъ, къ одной изъ стѣнъ нижняго помѣщенія, а также и къ одной изъ стѣнъ приѣмнаго бассейна придѣланы желѣзныя лѣстницы.

ГЛАВА III.

СѢТЬ ВОДОСНАБЖЕНІЯ.

Таблица I представляет общій планъ города. Отмѣтимъ на немъ линіями различныхъ цвѣтовъ направленія водопроводныхъ трубъ—магистральныхъ, 2-го, 3-го и 4-го порядковъ,—пролагая ихъ вдоль улицъ.

При принятомъ начертаніи сѣти трубъ, какъ видно по плану, каждый кварталъ города можетъ снабжаться сразу съ нѣсколькихъ сторонъ, что позволяетъ не бояться случайныхъ поврежденій, могущихъ произойти въ сѣти, и производить чистку или ремонтъ трубъ, крановъ и другихъ частей ея, не прибѣгая къ полному прекращенію снабженія водой какого либо изъ кварталовъ города.

Для облегченія расчета сѣти трубъ водоснабженія, раздѣлимъ всѣ эти трубы на участки, которые и занумеруемъ.

Длины участковъ соберемъ въ слѣдующую таблицу:

Перечисленіе линій прокладки трубъ.	№№ участковъ.	Общая длина всей сѣти въ метрахъ.	Длина от- дѣльныхъ участковъ въ мет- рахъ.	Расходъ воды въ 1 секунду въ лит- рахъ.
Главные водопроводныя трубы.				
Улицы: du Lycée, de la Harpe и Char- traine	1—8	950	—	—
Отъ водохранилища, до ул. Saint-Aquilin . .	1	—	250	1,705
» улицы Saint-Aquilin, до ул. de Pannette .	2	—	140	2.281
» » de Pannette, до ул. de Paris . . .	3	—	60	0.378
» » de Paris, до ул. бульвар. Saint-Jean .	4	—	100	5,745
» » бульвар. Saint-Jean, до улицы de l'Abreuvoir	5	—	40	2,199
» » de l'Abreuvoir, до ул. de la Pré- fecture	6	—	90	5,171
» » de la Préfecture, до ул. Traversière .	7	—	220	11,400
» » Traversière, до ул. Grande Rue . .	8	—	50	2.600
Улицы: Joséphine, Grande. St-Amand et St-Léger	9—23	1370	—	—
Отъ моста de Cambolle, до ул. du Président Huet	9	—	200	6.012
» улицы du Président Huet, до ул. de la Préfecture	10	—	50	1.500
» » de la Préfecture, до ул. St-Sauveur .	11	—	230	6,701
» » St-Sauveur, до ул. du Meitet . . .	12	—	40	1.499
» » du Meitet, до ул. Chartraine . . .	13	—	120	4,475
» » Chartraine, до ул. du duc de Bouillon	14	—	30	1.123
» » du duc de Bouillon, по площ. du Marché-Neuf	15	—	30	1,123

Перечисленіе линій прокладки трубъ.	№№ участковъ.	Общая длина всей вѣтви въ метрахъ.	Длина от- дѣльныхъ участковъ въ мет- рахъ.	Расходъ воды въ секунду въ лит- рахъ.
Отъ площ. du Marché-Neuf, до ул. de l'Horloge	16	—	100	3,746
» улицы de l'Horloge, до Grand Carrefour	17	—	40	1,548
» Grand Carrefour, до ул. Saint-Pierre . .	18	—	15	0,153
» улицы Saint-Pierre, до ул. du Dauphin .	19	—	85	1,218
» » du Dauphin, до ул. Hédouin . .	20	—	95	6,976
» » Hédouin, до ул. du Moulin-l'Abbesse	21	—	70	8,299
» » du Moulin-l'Abbesse, до ул. de la Tuilerie	22	—	15	1,645
» » de la Tuilerie, до ул. d'Iton . .	23	—	250	11,782
Улицы de Paris	24—25	310	—	—
Отъ улицы du Lycée, до ул. du Buisson . .	24	—	150	1,125
По другую сторону ул. du Buisson . . .	25	—	160	1,135
Улицы: de la Préfecture, du Par- vis-Notre-Dame et Saint- Louis . . .	26—36	1150	—	—
Отъ улицы Joséphine, до ул. Dubais . . .	26	—	210	1,044
» » Dubais, до ул. Désormeaux . . .	27	—	48	0,199
» » Désormeaux, до ул. du Meitet . .	28	—	32	0,142
» » du Meitet, до ул. Chartraine . .	29	—	80	0,382
» » Chartraine, до ул. de la Petite-Cité	30	—	67	0,302
» » de la Petite-Cité, до ул. de l'Horloge	31	—	75	0,354
» » de l'Horloge, до ул. Saint-Louis	32	—	216	1,013
Отъ бульвара J. Janin, до площ. de la Comédie	33	—	197	3,060
» площ. de la Comédie, до ул. Vilaine . .	34	—	98	1,532
» улицы Vilaine, до площ. Sepmanville .	35	—	42	0,614
» площ. Sepmanville, до Grand-Carrefour .	36	—	85	1,294
Водопроводныя трубы 2-го порядка.				
Бульвары: Saint-Jean и de Buf-				
fardier . . .				
Отъ улицы du Lycée, до ул. бульвар. St-Jean	37—42	830	—	—
» » бульвар. St-Jean, до ул. Desor- meaux . . .	37	—	145	0,617
» » Desormeaux, до ул. Dubais . . .	38	—	38	0,133
» » Dubais, до ул. de la Banque . . .	39	—	82	0,353
» » de la Banque, до ул. du Président Huet . . .	40	—	193	0,857
» » du Président Huet, до моста de Cambolle . . .	41	—	50	0,221
» » du Président Huet, до моста de Cambolle . . .	42	—	322	1,409
Отъ ул. du Lycée, до ул. St-Louis	43—48	470	—	—
» » du Lycée, до ул. Vieille de Paris	43	—	30	0,078
» » Vieille de Paris, до ул. de Barrey	44	—	80	0,209
» » de Barrey, до аллеи des Soupirs	45	—	160	1,170
» аллеи des Soupirs, до ул. du Puits carré	46	—	40	0,322
» улицы du Puits carré, до ул. Saint-Louis	47	—	60	0,214
Улицы Saint Louis	48	—	100	1,530
Отъ улицы de l'Horloge, до площ. de la Comédie . . .	49—51	350	—	—
» » de l'Horloge, до ул. Saint-Nicolas	49	—	132	1,300

Перечисленіе линий прокладки трубъ.	№№ участковъ.	Общая длина всей вѣтви въ метрахъ.	Длина от- дѣльныхъ участковъ въ мет- рахъ.	Расходъ воды въ секунду въ лит- рахъ.
Отъ улицы Saint-Nicolas, до ул. de l'Echiquier	50	—	58	0,600
» » de l'Echiquier, до ул. Saint-Louis	51	—	160	16,237
Улица Vilaine	52—54	495	—	—
Отъ улицы Saint-Louis, до ул. Hédouin . . .	52	—	130	2,623
» » Hédouin, до ул. du Moulin l'Ab- besse	53	—	95	2,017
» » du Moulin l'Abbesse, до ул. d'Iton	54	—	270	5,448
Улицы: Saint-Sauveur, Saint-Tho- mas, aux Bouchers и de la Tuilerie	55—62	740	—	—
Отъ улицы Grande Rue, до ул. Saint Thomas	55	—	110	1,265
По улицѣ St-Thomas, до ул. du Petit Collège	56	—	40	0,296
Отъ улицы du Petit Collège, до ул. du duc de Bouillon	57	—	175	1,258
» » du duc de Bouillon, до ул. X . . .	58	—	35	0,222
По улицѣ X	59	—	40	0,162
Отъ улицы X, до ул. des Lombards	60	—	90	1,051
» » des Lombards, до ул. du Dauphin	61	—	65	0,700
» » du Dauphin, до ул. Saint-Léger	62	—	185	2,297
Водопроводныя трубы 3-го порядка.				
Улица du Meitet	63—64	220	—	—
Отъ улицы Grande Rue, до ул. Neuve de la Préfecture	63	—	105	0,461
» » Neuve de la Préfecture, до ул. de la Préfecture	64	—	115	0,401
По улицѣ du Puits carré, до ул. des Authieux	65	250	250	1,042
По бульвару Chambaudouin	66—67	280	—	—
Отъ улицы de la Harpe, до ул. de Barrey .	66	—	150	0,746
» » de Barrey, до аллеи des Soupirs	67	—	130	0,555
По улицѣ Desormeaux	68	190	190	1,110
По улицѣ Traversière, до площ. de l'Hôtel de Ville	69—71	230	—	—
Отъ улицы Chartraine, до ул. de la Petite-Cité	69	—	85	0,289
По улицѣ de la Petite-Cité, до ул. de l'Horloge	70	—	110	0,905
» » de l'Horloge	71	—	35	0,300
По улицѣ du Moulin l'Abbesse	72	145	145	0,486
По улицѣ Saint-Sauveur	73—74	1000	—	—
Отъ улицы Saint-Thomas, до ул. du Pont-Saint	73	—	180	1,958
» » du Pont-Saint, до ул. aux Bouchers, черезъ улицу Neuve Saint-Sauveur и des Lombards	74	—	820	7,956
По улицѣ des Lombards	75—77	185	—	—
Отъ улицы de l'Horloge, до ул. Saint-Pierre	75	—	60	0,768
» » Saint-Pierre, до ул. Saint-Thomas	76	—	60	0,768
» » Saint-Tomas, до ул. aux Bouchers	77	—	65	0,773
По улицѣ Dubais	78	180	180	1,175
По улицамъ: de la Banque et de Pannette	79—80	690	—	—
До улицы de l'Ecole Normale	79	—	490	1,591
Отъ улицы de l'Ecole Normale, до ул. du Lycée	80	—	200	0,637

Перечисленіе лійнй прокладки трубъ.	№ участковъ.	Общая длина всей вѣтви въ метрахъ.	Длина от- дѣльныхъ участковъ въ мет- рахъ.	Расходъ воды въ 1 секунду въ лит- рахъ.
Водопроводныя трубы 4-го порядка.				
По улицѣ du Dauphin	81—82	230	—	—
Отъ площ. Serpmanville, до ул. Saint-Amand	81	—	80	0,746
Отъ улицы Saint-Amand, до ул. aux Bouchers	82	—	150	1,400
По улицѣ Saint-Thomas	83—84	200	—	—
Отъ улицы X. до ул. des Lombards	83	—	100	0,740
» » des Lombards, до ул. du Dauphin	84	—	100	0,740
По улицѣ Saint-Pierre	85—86	270	—	—
Отъ Grand Carrefour, до ул. des Lombards .	85	—	100	0,756
Отъ улицы des Lombards, до Grande Rue .	86	—	170	1,212
По аллеѣ des Soupirs	87—89	420	—	—
Отъ бульвара Chambaudouin, до ул. du Parvis- Notre Dame	87	—	100	0,212
Отъ улицы du Parvis-Notre-Dame, до площ. de la Comédie	88	—	200	0,421
Отъ площ. de la Comédie, до площ. Serpmanville	89	—	120	0,252
По улицѣ du Président Huet	90	180	180	0,243
» » Hédouin	91	140	140	0,256
» » d'Iton	92	95	95	0,227
» площ. du Parvis Notre-Dame	93	80	80	0,775
» улицѣ de l'Horloge	94	95	95	0,830
» » de l'Echiquier	95	105	105	1,201
» » Saint-Nicolas	96	95	95	0,797
» » de la Vieille Gabelle	97	65	65	0,518
» » du duc de Bouillon	98	120	120	0,794
» » du Petit Collège	99	85	85	0,523
» » de la Petite-Cité	100	190	190	1,563
» » du Pont-Saint и до ул. aux Bouchers	101	270	270	1,515
» » Neuve de la Préfecture	102	140	140	0,234
» площ. Saint-Taurin	103	140	140	3,455
» улицѣ de l'Abreuvoir	104	65	65	0,371
» » du boulevard Saint-Jean	105	110	110	0,385
» » du Meitet	106	190	190	0,762
» » de l'Ecole Normale	107	140	140	0,350
» » St-Aquilin, du Chantier et du Buisson	108	180	180	1,743
» » Vieille de Paris, de la Ronde и de Barrey, до ул. du Coq	109	170	170	2,134
» » de Barrey, отъ ул. des Authieux до бульвара Chambaudouin	110	30	30	0,199
» » Saint-Louis	111	110	110	1,683
» » Petite Pannette	112	250	250	0,617
А всего		14200	14200	193,631

ГЛАВА IV.

Расчетъ діаметровъ водопроводныхъ трубъ.

§ 1. Общія соображенія.

Начнемъ расчетъ съ опредѣленія наибольшаго ожидаемаго расхода воды по каждому изъ основныхъ направленій трубъ сѣти; затѣмъ, сдѣлавъ предположеніе относительно детальнаго распредѣленія воды по отдѣльнымъ частямъ этихъ направленій и пользуясь таблицей предыдущаго параграфа, вычислимъ расходъ воды для каждого участка каждой изъ вѣтвей сѣти.

Послѣ того, опредѣлимъ діаметры водопроводныхъ трубъ съ такимъ расчетомъ, чтобы пизометрическій уровень приходился на 20-ти метрахъ надъ уровнемъ земли—во всѣхъ точкахъ, гдѣ только это условіе можетъ быть выполнено.

Пренебрегая при расчетѣ потерями напора отъ измѣненія направленій трубъ, будемъ, однако, принимать во вниманіе потери отъ измѣненія ихъ поперечныхъ сѣченій и скоростей протеканія по нимъ воды.

Припомнимъ, что, если, при весьма сильномъ внезапномъ суженіи сѣченія трубы, скорость теченія воды въ узкой части есть v , то потеря напора можетъ быть выражена формулой

$$\zeta = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

Вспомнимъ еще, что, если скорости теченія u и u' , по обѣ стороны одной и той же точки внутри трубы, чувствительно разнятся другъ отъ друга, какъ это, напр., имѣетъ мѣсто въ узловыхъ точкахъ сѣти, то потеря напора выражается количествомъ:

$$\zeta = \frac{(u-u')^2}{2g} \quad (2)$$

Наконецъ, мы должны еще считаться съ потерями напора, вызы-

ваемыми треніемъ воды въ трубахъ. Эта потеря по Прони выражается такъ:

$$\zeta = \frac{4L}{d} \cdot (a \cdot u + b \cdot u^2); \quad (3)$$

здѣсь a и b —численные коэффициенты.

По Дарси та же потеря:

$$\zeta = \frac{4L}{d} \cdot b_1 \cdot u^2;$$

при условіи, что численный коэффициентъ b_1 зависитъ отъ d .

Формула Дарси даетъ для діаметра d нѣсколько преувеличенные результаты, если b въ ней получаетъ значенія, соотвѣтствующія трубамъ, давно находящимся въ употребленіи и покрытымъ внутри осадками; такъ какъ лучшая вода источника всегда заключаетъ въ себѣ двууглекислую известь, которую она отлагаетъ въ видѣ углекислой соли, то мы, вычисляя потери напора, воспользуемся сначала одночленной формулой Дарси, предположивъ, однако, что мы имѣемъ дѣло съ потерями напора исключительно отъ тренія.

Затѣмъ, когда d будетъ уже извѣстенъ, для бѣльшей точности въ опредѣленіи потери напора, воспользуемся формулой Прони и формулами (1) и (2).

Такимъ образомъ, предстоящая намъ задача сводится къ совмѣстному рѣшенію, въ примѣненіи къ каждому участку, трехъ уравненій:

$$Q = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot u \quad (4)$$

$$\frac{1}{4} d \cdot J = b_1 \cdot u^2 \quad (4')$$

$$\zeta = L \cdot J \quad (5)$$

Если извѣстны ζ и L , изъ уравненія (5) легко получить величину J . Исключая изъ уравненій (4) и (4') скорость u , получимъ:

$$Q^2 = \frac{1}{16} \cdot \pi^2 \cdot d^4 \cdot u^2,$$

откуда:

$$\frac{d \cdot J}{4Q^2} = \frac{b_1}{\frac{1}{16} \cdot \pi^2 \cdot d^4}$$

или:

$$\frac{J}{Q^2} = \frac{64b_1}{\pi^2 \cdot d^5}$$

Слѣдовательно:

$$d = \sqrt[5]{\frac{64b_1}{\pi^2}} \cdot \sqrt[5]{\frac{Q^2}{J}}$$

При $d = 0,06$ (наименьшее значение):

$$b_1 = 0,000723;$$

и:

$$\sqrt[5]{\frac{64b_1}{\pi^2}} = 0,3421$$

При $d = \infty$:

$$b_1 = 0,000507;$$

и:

$$\sqrt[5]{\frac{64b_1}{\pi^2}} = 0,3187$$

Вслѣдствіе незначительной разницы въ этихъ крайнихъ значеніяхъ корня, на практикѣ можно всегда принимать:

$$\sqrt[5]{\frac{64b_1}{\pi^2}} = \frac{1}{3} = 0,3333$$

и считать, что:

$$d = \frac{1}{3} \sqrt[5]{\frac{Q^2}{J}} \quad (6)^*$$

Эту именно формулу мы и будемъ примѣнять при расчетѣ діаметровъ участковъ сѣти трубъ, входящихъ въ проектируемую систему водоснабженія.

Каждый изъ участковъ обладаетъ расходомъ воды по пути; поэтому, обозначивъ расходъ по пути буквою Q' и расходъ на концѣ участка буквою Q'' получимъ, что расходъ воды у начала разсматриваемаго участка равенъ:

$$Q = (Q' + Q'')$$

*) Формула эта ведетъ къ слишкомъ большимъ значеніямъ для d , такъ какъ она получена изъ формулы Дарси.

Если въ формулу (6) вмѣсто Q подставимъ $Q' + Q''$, то, очевидно, получимъ для d слишкомъ большую величину; если въ той-же формулѣ вмѣсто Q возьмемъ Q'' , то получимъ для d величину слишкомъ малую. Какое же значеніе для Q можетъ дать надлежащій результатъ?

Отвѣтъ на этотъ вопросъ даетъ намъ слѣдующее разсужденіе:

Представимъ себѣ цилиндрическую трубу одинаковаго по всей длинѣ діаметра, расходующую воду равномерно по пути, т. е., обладающую одной и той же величиной расхода на каждой единицѣ своей длины; на практикѣ это, вообще говоря, неосуществимо,—это лишь предѣльное состояніе, къ которому стремятся условія службы трубы, снабженной рядомъ водоразборныхъ отверстій съ одинаковымъ расходомъ и съ равными другъ отъ друга разстояніями,—при безграничномъ увеличеніи числа этихъ отверстій. Однако, дѣйствительный характеръ расхода воды въ трубахъ мало отличается отъ предполагаемаго.

Примемъ во вниманіе только потерю отъ тренія; пусть Q'' и $(Q' + Q'')$ — расходы у конечной и у начальной точекъ трубы, длина которой равна L . Разсмотримъ бесконечно-малую часть ея ds (фиг. 1, таб. IV); на этомъ протяженіи расходъ q и скорость u можно считать постоянными.

Потеря отъ тренія на пути ds выражается пониженіемъ піезометрическаго уровня на величину dy ; по формулѣ Дарси:

$$dy = \frac{4 \cdot ds}{d} \cdot b_1 \cdot u^2;$$

но:

$$q = \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot u;$$

слѣдовательно:

$$dy = \frac{64 b_1}{\pi^2 d^5} \cdot q^2 \cdot ds;$$

переменными здѣсь являются q и s .

Обозначая черезъ q' —расходъ по пути, на протяженіи длины s до выбраннаго элемента ds , и черезъ Q' —расходъ по пути на протяженіи всей длины L трубы, получимъ, что —

$$\frac{q'}{Q'} = \frac{s}{L};$$

поэтому, для разсматриваемой длины ds имѣемъ равенство:

$$q = (Q' + Q'') - Q' \cdot \frac{s}{L},$$

дифференцируя которое, получаемъ:

$$dq = -\frac{Q'}{L} \cdot ds,$$

и, слѣдовательно:

$$ds = -\frac{L}{Q'} \cdot dq$$

Въ такомъ случаѣ:

$$dy = -\frac{64 \cdot b_1 \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5 \cdot Q'} \cdot q^2 \cdot dq$$

Интегрируя послѣднее выраженіе въ предѣлахъ отъ $(Q' + Q'')$ до Q'' , получимъ:

$$Y = -\frac{64 \cdot b_1 \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5 \cdot Q'} \int_{Q' + Q''}^{Q''} q^2 \cdot dq,$$

то есть:

$$Y = \frac{64 \cdot b_1 \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5 \cdot Q'} \cdot \frac{(Q' + Q'')^3 - Q''^3}{3},$$

или:

$$Y = \frac{64 \cdot b_1 \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5} \cdot (Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3}) \quad (7)$$

Намъ интересно получить то значеніе Q , которое надо подставить въ уравненіе (6), составленное въ предположеніи, что расходъ на пути равенъ нулю; эта искомая величина Q , которую мы обозначимъ черезъ q'' , должна, стало быть, вызывать ту же самую потерю Y напора; полагая въ уравненіи (7):

$$Q'' = q''$$

и:

$$Q' = 0,$$

получимъ новое уравненіе, которое дастъ величину q'' въ функціи отъ Y .

Уравненіе это слѣдующаго вида:

$$Y = \frac{64 \cdot b_1 \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5} \cdot q''^2 \quad (8)$$

Исключая затѣмъ Y изъ уравненій (7) и (8), получимъ, что:

$$q''^2 = Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3}$$

Ясно, что:

$$q'' > Q'' + \frac{Q'}{2}$$

и что:

$$q'' < Q'' + \frac{Q'}{\sqrt{3}} \quad *);$$

слѣдовательно:

$$Q'' + 0,577 Q' > q'' > Q'' + 0,500 Q'$$

Можно поэтому допустить, съ достаточной для практики степенью приближенія, что:

$$q'' = Q'' + 0,55 \cdot Q' \quad (9)$$

Это и есть то значеніе Q , которое надо подставить въ уравненіе (6), чтобы произвести расчетъ.

Изъ опытовъ Дюпюи слѣдуетъ, что формула (9) вѣрна съ точностью, по меньшей мѣрѣ, въ $\frac{1}{22}$.

Итакъ, принимаемый нами ходъ расчета таковъ: сначала опредѣляемъ J по уравненію (5); въ этомъ уравненіи величина ζ будетъ извѣстною, такъ какъ она вполне опредѣляется потерями напора въ участкахъ, предшествующихъ разсчитываемому (діаметры ихъ предполагаются уже найденными), разностью высотъ двухъ крайнихъ точекъ даннаго участка и разностью требуемыхъ напоровъ въ этихъ двухъ точкахъ; затѣмъ, находимъ величину $Q = q''$ по формулѣ (9), и, послѣ того, изъ формулы (6)

*) Въ самомъ дѣлѣ:

$$\left(Q'' + \frac{Q'}{2}\right)^2 < Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3}$$

и

$$\left(Q'' + \frac{Q'}{\sqrt{3}}\right)^2 > Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3}$$

опредѣляемъ значеніе d ; наконецъ, съ помощью уравненій (1), (2) и (3), вычисляемъ болѣе точную величину ζ . Этимъ послѣднимъ найденнымъ нами значеніемъ потери ζ мы и будемъ уже пользоваться при расчётѣ диаметровъ d послѣдующихъ участковъ сѣти.

§ 2. Предварительные подсчеты, необходимые для вычисленія диаметровъ магистральныхъ водопроводныхъ трубъ.

Раздѣлимъ магистральныя водопроводныя трубы на 10 участковъ:

Участокъ А: улицы Saint-Amand и Saint-Léger.

- » В: улица Grande Rue (отъ ул. Chartraine до Grande Carrefour).
- » С: улица Grande Rue (отъ ул. Chartraine до ул. Saint — Sauveur) и улица Joséphine (отъ ул. St-Sauveur до ул. de la Préfecture).
- » D: улица Joséphine (отъ ул. de la Préfecture до моста de Cambolle).
- » Е: улица Chartraine.
- » F: улица de la Préfecture (отъ ул. Joséphine до ул. Chartraine).
- » G: улица de la Préfecture (отъ ул. Chartraine до площ. du Parvis N-D) *), улица du Parvis N-D и улица Saint-Louis (отъ ул. du Parvis N-D до Grand Carrefour).
- » H: улица de la Harpe.
- » K: улица de Paris.
- » I: улица du Lycée.

Опредѣлимъ расходъ воды, въ литрахъ въ 1 секунду, для каждого изъ этихъ участковъ, послѣ чего составимъ слѣдующую таблицу:

*) На планѣ города этотъ участокъ улицы de la Préfecture обозначенъ уже какъ начало улицы du Parvis N.-D.

(Примѣчаніе переводчика).

Перечисленіе участковъ.	№№ въѣздовъ и отвѣт- ственныхъ каждо- го участка.	Вѣтви маги- стральныхъ трубъ.		Отвѣтвления, питаемые ма- гистралами.		Полный секундный расходъ воды каж- даго участка въ литрахъ.
		Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	
Участокъ А.	$\frac{1}{2}$ вѣтв.	92	—	47,50	0,114	32,009
Снабжаетъ водой: частью— улицы: d'Iton, du Moulin l'Abbesse, Hédouin, du Dau- phin, Saint-Pierre; и полностью —улицы: Saint-Léger, Saint- -Amand и площадь Dupont de l'Eure.		23	250	11,782	—	
		22	15	1,645	—	
	$\frac{1}{2}$ »	72	—	72,50	0,243	
		21	70	8,299	—	
	$\frac{1}{2}$ »	91	—	70	0,128	
		20	95	6,976	—	
	$\frac{1}{2}$ »	81	—	40	0,373	
	$\frac{1}{2}$ »	82	—	75	0,700	
		19	85	1,218	—	
	$\frac{1}{2}$ »	85	—	50	0,378	
		18	15	0,150	—	
Участокъ В.		14	30	1,123	—	14,675
		98	—	120	0,794	
		15	30	1,123	—	
		86	—	170	1,212	
	$\frac{1}{2}$ вѣтв.	16	100	3,746	—	33,660
		94	—	95	0,830	
		75	—	60	0,768	
		85	—	50	0,378	
		76	—	60	0,768	
		83	—	100	0,740	
	$\frac{1}{2}$ »	97	—	65	0,518	
		84	—	100	0,740	
		77	—	32,5	0,387	
		17	40	1,548	—	
Участокъ С.		13	120	4,475	—	33,660
		63	—	105	0,461	
		12	40	1,499	—	
		55	—	110	1,265	
	$\frac{1}{2}$ вѣтв.	73	—	180	1,958	33,660
		101	—	270	1,515	
		74	—	820	7,956	
		56	—	40	0,296	
		99	—	85	0,523	
		57	—	175	1,258	
	$\frac{1}{2}$ »	58	—	35	0,222	
		59	—	40	0,162	
		60	—	90	1,051	
		77	—	32,50	0,387	
	$\frac{1}{2}$ »	61	—	65	0,700	33,660
		82	—	75	0,700	
		62	—	185	2,297	
		102	—	140	0,234	
		11	230	6,701	—	

Перечисленіе участковъ.	№№ въѣздовъ и отвѣт- вленій каждаго участка.	Вѣтви маги- стральныхъ трубъ.		Отвѣтвленія, питаемыя ма- гистралами.		Полный секундный расходъ воды каж- даго участка въ литрахъ.
		Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	
Участокъ D.						12,840
Снабжаетъ водой: частью— бульвары: de Buffardier, Saint- Jean, улицу Joséphine; пол- ностью—площадь Saint-Tau- rin и улицу du Président Huet.	10	50	1,50	—	—	
	90	—	—	180	0,243	
	9	200	6,012	—	—	
	103	—	—	140	3,455	
	42	—	—	322	1,409	
	41	—	—	50	0,221	
Участокъ E.						14,494
Снабжаетъ водой: частью— улицы: de la Petite-Cité, de l'Horloge; и полностью—ули- цы: Traversière и Chartraine.	7	220	11,400	—	—	
	69	—	—	85	0,289	
	70	—	—	110	0,905	
	71	—	—	35	0,300	
	8	50	2,600	—	—	
Участокъ F.						3,684
Снабжаетъ водой: частью— улицы: du Meitet, Désormeaux, Dubais и de la Préfecture.	29	80	0,382	—	—	
	64	—	—	115	0,401	
	1/2 ВѢТВ. 106	—	—	95	0,381	
	28	32	0,142	—	—	
	1/2 » 68	—	—	95	0,555	
	27	48	0,191	—	—	
	1/2 » 78	—	—	90	0,588	
	26	210	1,044	—	—	
Участокъ G.						42,261
Снабжаетъ водой: частью— улицы: de la Petite-Cité, de l'Horloge, Hédouin, du Mou- lin l'Abbesse, d'Iton, du Dau- phin, de la Préfecture, Saint- Louis, l'Allée des Soupirs; и полностью—улицы: Saint-Ni- colas, de l'Echiquier, Vilaine, du Parvis-Notre-Dame, пло- щадь: de l'Hôtel-de-Ville и de la Comédie.	30	67	0,302	—	—	
	93	—	—	80	0,775	
	100	—	—	190	1,563	
	31	75	0,354	—	—	
	49	—	—	132	1,300	
	96	—	—	95	0,797	
	50	—	—	58	0,600	
	95	—	—	105	1,201	
	51	—	—	160	16,237	
	32	216	1,013	—	—	
	88	—	—	200	0,421	
	89	—	—	120	0,252	
	33	197	3,060	—	—	
	34	98	1,532	—	—	
	52	—	—	130	2,623	
	1/2 » 91	—	—	70	0,128	
	53	—	—	95	2,017	
	1/2 » 72	—	—	72,50	0,243	
	54	—	—	270	5,448	
	1/2 » 92	—	—	42,50	0,114	
	35	42	0,614	—	—	
	1/2 » 81	—	—	40	0,373	
	36	85	1,294	—	—	

Перечисленіе участковъ.	№№ вѣтвей и отвѣт- вленій каждаго участка.	Вѣтви маги- стральныхъ трубъ		Отвѣтвленія, питаемыя ма- гистральями.		Полный секундный расходъ воды каж- даго участка въ литрахъ.
		Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	Длина въ метрахъ.	Секунд- ный рас- ходъ въ л.	
Участокъ Н. Снабжаетъ водой: частью— улицы: Vieille de Paris, de la Ronde, du Puits Carré, St- Louis, l'Allée des Soupirs; и полностью—улицы: de l'Abreu- voir, du boulevard Saint- Jean, du Coq, de Barrey, des Authieux, de la Harpe и буль- варъ Chambaudouin.		43	—	30	0,078	22,923
		109	—	170	2,134	
		44	—	80	0,209	
		45	—	160	1,170	
		46	—	40	0,322	
		47	—	60	0,214	
		111	—	110	1,683	
		48	—	100	1,530	
		4	100	5,745	—	
		105	—	110	0,385	
		66	—	150	0,746	
		110	—	30	0,199	
		67	—	130	0,555	
		87	—	100	0,212	
		5	40	2,199	—	
Участокъ К. Снабжаетъ водой: частью— улицы: du Puits Carré, du Buisson, du Chantier, St-Aqui- lin; и полностью—улицу de Paris.		104	—	65	0,371	
		6	90	5,171	—	
Участокъ Л. Снабжаетъ водой: частью— улицы: St-Aquilin, du Meitet. Désormeaux, Dubais, бульваръ St-Jean; и полностью—улицы: de Pannette, de l'Ecole nor- male, de la Banque, du Lycée и petite rue Pannette.	1/2 вѣтв.	24	150	1,125	—	11,915
		108	—	90	0,872	
		65	—	250	1,042	
		25	160	1,135	—	
Участокъ М. Снабжаетъ водой: частью— улицы: St-Aquilin, du Meitet. Désormeaux, Dubais, бульваръ St-Jean; и полностью—улицы: de Pannette, de l'Ecole nor- male, de la Banque, du Lycée и petite rue Pannette.	1/2 »	1	250	1,705	—	
		108	—	90	0,872	
		2	140	2,281	—	
		80	—	200	0,637	
		112	—	250	0,617	
		79	—	490	1,591	
		3	60	0,378	—	
		37	—	145	0,617	
	1/4 »	106	—	95	0,381	
		38	—	38	0,133	
	1/2 »	68	—	95	0,555	
		107	—	140	0,350	
		39	—	82	0,353	
Участокъ Н.	1/2 »	78	—	90	0,588	
		40	—	193	0,857	

Итакъ:

Участокъ А расходуетъ въ 1 секунду 32,009 литр.

»	В	»	»	»	14,675	»
»	С	»	»	»	33,660	»
»	Д	»	»	»	12,840	»

Участокъ Е расходуетъ въ 1 секунду 15,494 литр.

»	F	»	»	»	3,684	»
»	G	»	»	»	42,261	»
»	H	»	»	»	22,923	»
»	K	»	»	»	4,174	»
»	I	»	»	»	11,915	»

Полный расходъ = 193,635 литр.

Слѣдовательно, расходъ въ секунду во всей сѣти равенъ 193,635 литрамъ. вмѣсто расхода въ 193,519 литр., найденнаго въ началѣ расчета водоснабженія; эта небольшая разница произошла вслѣдствіе того, что, при опредѣленіи расхода воды каждою вѣтвью, мы отбрасывали послѣдніе десятичные знаки въ получаемыхъ численныхъ значеніяхъ расходовъ. Примемъ теперь окончательно 193,635 литр.

Чрезвычайно важно, чтобы ни весь городъ, ни даже какой-либо одинъ изъ его кварталовъ не оставались никогда совсѣмъ безъ воды въ случаяхъ порчи магистральныхъ трубъ—этихъ главныхъ артерій питанія водой; для того, чтобы, насколько возможно, обезпечить постоянство снабженія всѣхъ частей города водой, сдѣлаемъ всѣ магистральныя водопроводныя трубы, начиная отъ самаго водохранилища, двойными. Кромѣ того, съ тою же цѣлью, предположимъ, что въ случаяхъ необходимости:

В	питаетъ	водой	А и G,
С	»	»	D или F,
Е	»	»	A, B, C, F или—D, G,
F	»	»	D,
G	»	»	A и B,
H	»	»	A, B, C, D, E, F, G,
I	»	»	A, B, C, D, E, F, G, H;

что, при этомъ, А, въ случаѣ надобности, можетъ снабжать водой часть водопроводныхъ трубъ 2-го порядка, проходящихъ по улицѣ de la Tuilerie и по части улицы aux Bouchers, между ул. de la Tuilerie и ул. des Lombards, и что D, въ случаѣ надобности, можетъ снабжать водой трубу 2-го порядка, проходящую по бульвару Saint-Jean, и трубы, питаемыя этой послѣдней.

Такимъ образомъ, наибольшій расходъ воды въ магистральныхъ трубахъ можетъ достигать слѣдующихъ размѣровъ:

на участкѣ А: 35,706 литр.

» » В: 92,632 »

»	»	C:	46,500	литр.
»	»	D:	16,674	»
»	»	E:	150,939	»
»	»	F:	20,358	»
»	»	G:	88,945	»
»	»	H:	181,380	»
»	»	K:	4,174	»
»	»	I:	193,635	»

Примемъ при расчетѣ, какъ условіе, что скорость воды въ магистральныхъ водопроводныхъ трубахъ не должна превосходить 1,50 метра.

Но извѣстно, что:

$$Q = \Omega \cdot u \text{ и } \Omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

слѣдовательно, для расчета внутренняго діаметра d каждаго изъ магистральныхъ участковъ мы должны принять формулу:

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q}{1,50\pi}};$$

въ ней Q есть соотвѣтствующій участку наибольшій возможный расходъ воды, только что нами опредѣленный.

Такимъ образомъ, найдемъ:

для A — $d = 0,20$ метровъ

» B » $d = 0,30$ »

» C » $d = 0,20$ »

» D » $d = 0,12$ »

» E » $d = 0,35$ »

» F » $d = 0,15$ »

» G » $d = 0,30$ »

» H » $d = 0,40$ »

» K » $d = 0,06$ «

» I » $d = 0,45$ »

Сдѣлаемъ теперь предположеніе относительно распредѣленія воды по магистральнымъ участкамъ въ нормальныхъ условіяхъ, для возможности опредѣленія діаметровъ этихъ участковъ при соблюденіи основнаго условія, — чтобы пизометрическій уровень приходился на 20 метровъ выше уровня земли—во всѣхъ точкахъ, для которыхъ это условіе можетъ быть выполнено.

Положимъ, что при обыкновенныхъ условіяхъ работы:

A получаетъ воду отъ B, которая снабжаетъ водой только A и часть участка G—до площади Serpenville,

В получаетъ воду отъ Е, которая снабжаетъ водой В и С.

С » » » Е

D » » » F

Е » » » Н, которая питаетъ, кромѣ того, G и F.

F » » » Н

G » » » Н

Н » » » I, которая питаетъ, кромѣ того, К.

K » » » I

I » » » водохранилища.

При этихъ условіяхъ—расходъ воды въ каждомъ участкѣ получится слѣдующимъ:

32,009	литр.	на участкѣ	A
47,978	»	»	B
33,660	»	»	C
12,840	»	»	D
97,134	»	»	E
16,524	»	»	F
40,967	»	»	G
177,546	»	»	H
4,174	»	»	K
193,635	»	»	I

§ 3. Опредѣленіе діаметровъ магистральныхъ трубъ и піезометрическихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ.

Вѣтви №№ 1 и 2.

Полная длина разсматриваемыхъ вѣтвей:

$$L = 250 + 140 = 390 \text{ метр.}$$

Положимъ, что уровень воды въ водохранилищѣ находится на высотѣ отмѣтки въ 93 метра; такъ какъ отмѣтка поверхности земли, въ мѣстѣ нахожденія конечной точки разсматриваемыхъ вѣтвей, выражается числомъ 70,67 и такъ какъ піезометрическій уровень долженъ приходить на 20 метровъ выше земли, то наибольшая, возможная до этой конечной точки, потеря напора выражается числомъ:

$$\zeta = 93 - (70,67 + 20) = 2,33 \text{ метр.,}$$

и, слѣдовательно:

$$J = 0,006 *)$$

*) По уравненію (5).

Съ другой стороны, имѣемъ:

Расходъ у начала вѣтвей: $Q' + Q'' = 0,193635$ куб. м.

Расходъ у конца вѣтвей: $Q'' = 0,188447$ » »

а потому: $Q = 0,191449$ *) » »

Примѣняя формулу (6), получимъ:

$$d = 0,448 \text{ метра}$$

Примемъ $d = 0,45$ метр. и найдемъ численныя выраженія пизометрическихъ высотъ въ конечныхъ точкахъ вѣтвей 1 и 2: эти выраженія обозначены на таб. I красными цифрами, помѣщенными въ скобкахъ; впредь мы будемъ называть ихъ красными отмѣтками, а численныя значенія, обозначенныя на таб. I черными цифрами и выражающія отмѣтки поверхностныхъ точекъ земли относительно средняго уровня моря, — черными отмѣтками.

Формулы (2) и (3) даютъ:

$$\text{для вѣтви № 1: } \zeta = 1,198 \text{ метр.}$$

$$\text{» » № 2: } \zeta = 0,649 \text{ » ;}$$

и, слѣдовательно, красныя отмѣтки:

$$\text{для конца вѣтви № 1: } 93,000 - 1,198 = 91,802$$

$$\text{» » » № 2: } 91,802 - 0,649 = 91,153$$

Вѣтви №№ 3 и 4.

Полная длина этихъ вѣтвей

$$L = 60 + 100 = 160 \text{ метровъ.}$$

Черная отмѣтка для конечной точки обѣихъ вѣтвей = 69,47; красная отмѣтка для начала этихъ вѣтвей = 91,153; пизометрическій уровень долженъ приходиться на 20 метровъ выше уровня земли, такъ что наибольшая возможная для этихъ вѣтвей потеря напора численно выражается такъ:

$$\zeta = 91,153 - (69,47 + 20) = 1,683 \text{ метр.}$$

Остальная часть расчета ведется, какъ и раньше; такимъ образомъ, придемъ къ величинѣ $d = 0,40$ метр.: формулы же (1), (2) и (3) дадутъ:

$$\text{для вѣтви № 3: } \zeta = 0,529$$

$$\text{» » № 4: } \zeta = 0,639$$

Слѣдовательно, получаемыя красныя отмѣтки суть:

$$\text{для конца вѣтви № 3: } 91,153 - 0,529 = 90,624$$

$$\text{» » » № 4: } 90,624 - 0,639 = 89,685$$

Расчетъ остальныхъ вѣтвей производится такимъ же образомъ; результаты этого расчета приведены въ слѣдующей таблицѣ:

*) По уравненію (9).

[illegible]

Участки	№ вѣтвей	Длины вѣтвей въ метр.	Черныя от- мѣтки въ метр.	Расходъ воды въ метр. въ сек.		Принятый діаметръ въ метр.	Скорость въ метр. въ сек.		Общая поте- ря напора въ каждой вѣтви	Красныя от- мѣтки въ метр.
				У начала вѣтви	У конца вѣтви		У на- чала вѣтви	У кон- ца вѣт- ви		
Г	30	67	68,30	40,967	40,665	0,30	0,58	0,57	0,144	89,095
	31	75		38,325	37,973	0,30	0,54	0,54	0,111	
	32	216	68,80	17,838	16,825	0,30	0,25	0,23	0,074	
	33,34	295		13,152	11,560	0,30	0,18	0,16	0,051	
	35	42	67,88	0,987	0,373	0,30	0,01	0,01	0,002	
	36	85		1,294	0	0,30	0,03	0	0,010	
К	24	150		4,174	3,049	0,08	0,83	0,64	0,274	87,780
	25	160	75,82	1,135	0	0,08	0,22	0	0,047	90,350
										90,303

§ 4. Опреѣленіе діаметровъ трубъ 2-го порядка и піззометри- ческихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ.

Раздѣлимъ трубы 2-го порядка на 6 участковъ:

Участокъ а: бульваръ Saint-Jean (отъ ул. du Lycée, до ул. de la Banque).

Участокъ b: улицы: du Coq, de Barrey, des Anthieux, du Puits-Carré и Saint-Louis.

Участокъ c: улица de l'Horloge и площади: de l'Hotel de Ville и de la Comédie.

Участокъ d: улица Vilaine.

Участокъ e: улица Saint-Sauveur, Saint-Thomas, aux Bouchers и de la Tuilerie.

Участокъ f: бульваръ de Buffardier и часть бульвара Saint-Jean (отъ бульв. de Buffardier до ул. de la Banque).

Опредѣлимъ секундный расходъ воды (въ литрахъ) въ каждомъ изъ этихъ участковъ и составимъ слѣдующую таблицу:

Перечисленіе участковъ.	№№ вѣтвей и отвѣт-влей каждо-го участка.	Трубы 2-го порядка		Отвѣтвл., пит. трубами 2 пор.		Полный секундный расходъ воды въсѣхъ участкахъ (въ литр.)
		Длина въ м.	Расх. въ метр. въ сек.	Длина въ м.	Расх. въ м. въ сек.	
Участокъ а.	37	145	0.617	—	—	3,834
	1/2—106	—	—	95	0,381	
	38	38	0,133	—	—	
	1/2—68	—	—	95	0,555	
	107	—	—	140	0,350	
	39	82	0,353	—	—	7,340
	1/2—78	—	—	90	0,588	
	40	193	0,857	—	—	
Участокъ б.	43	30	0,078	—	—	20,135
	109	—	—	170	2,134	
	44	80	0,209	—	—	
	45	160	1,170	—	—	
	46	40	0,322	—	—	
	47	60	0,214	—	—	
	111	—	—	110	1,683	
Участокъ с.	48	100	1,530	—	—	10,573
	49	132	1,300	—	—	
	96	—	—	95	0,797	
	50	58	0,600	—	—	
	95	—	—	105	1,201	
Участокъ д.	51	160	16,237	—	—	20,290
	52	130	2,623	—	—	
	1/2—91	—	—	70	0,128	
	53	95	2,017	—	—	
	1/2—72	—	—	72,50	0,243	
	54	270	5,448	—	—	1,958
	1/2—92	—	—	42,50	0,144	
Участокъ е.	55	110	1,265	—	—	
	73	—	—	180	1,958	
	101	—	—	270	1,515	
	74	—	—	820	7,956	
	56	40	0,296	—	—	0,387
	99	—	—	85	0,523	
	57	175	1,258	—	—	
	58	35	0,222	—	—	
	59	40	0,162	—	—	
	60	90	1,051	—	—	0,700
	1/2—77	—	—	32,50	0,387	
	61	65	0,700	—	—	
	1/2—82	—	—	75	0,700	2,297
	62	185	2,297	—	—	

Перечисленіе участковъ.	Мѣ- стей и отвѣт- влений каждаго участка.	Трубы 2-го порядка.		Отвѣтвл. пит. трубами 2-пор.		Полный секундный расходъ воды въ всѣхъ участкахъ (въ литр.)
		Длина въ м.	Расх. въ метр. въ сек.	Длина въ м.	Расх. въ м. въ сек.	
Участокъ f.						1,630
Получаетъ воду отъ уч. D. Снаб- жаетъ: частью—бульвары: de Buffar- dier и Saint-Jean.	42 41	322 50	1,409 0,221	— —	— —	

Въ случаѣ надобности:

- a можетъ питать водою f или—участокъ 3-го порядка улицы Rannette.
- b можетъ питать трубы 3-го порядка, проходящія по бульвару Chambaudouin и по улицѣ du Puits-Carré.
- c можетъ питать участокъ 3-го порядка улицы Traversière и замѣнять отчасти магистральный участокъ G.
- d можетъ снабжать водою улицы Hédouin, du Moulin-l'Abbesse и d'Iton (въ томъ случаѣ, когда A питаетъ частью e).
- e можетъ снабжать водою участокъ 3-го порядка улицы des Lombards и трубы 4-го порядка, проходящія по улицамъ Saint-Thomas, Saint Pierre, de la Vieille Gabelle и du duc de Bouillon.
- f можетъ питать a и трубу 4-го порядка, проходящую по улицѣ Rannette.

При этихъ условіяхъ, наибольшій возможный расходъ воды въ трубахъ 2-го порядка достигаетъ размѣра:

для участка a — 5,806 литр.

» » b » 11,136 »
 » » c » 35,970 »
 » » d » 11,058 »
 » » e » 25,792 »
 » » f » 8,551 »

Поставимъ опять основнымъ условіемъ расчета, чтобы наибольшая, допустимая скорость теченія воды по трубамъ не превосходила 1,50 метр.

При наличности этихъ данныхъ, наименьшій діаметръ, который можно придать каждой изъ трубъ 2-го порядка, получится слѣдующимъ:

для участка a — d = 0,07 метр.

» » b » d = 0,10 »
 » » c » d = 0,20 »
 » » d » d = 0,10 »

для участка e — $d = 0,15$ метр.

» » f » $d = 0,09$ »

Послѣ того, подробное опредѣленіе діаметровъ и піезометрическихъ высотъ ведется совершенно такъ же, какъ и для магистральныхъ трубъ. Получаемые такимъ путемъ результаты помѣщены въ слѣдующей таблицѣ:

Участки	№№ вѣтвей.	Длины вѣтвей въ метрахъ	Черная от-мѣтки въ м.	Расходъ воды въ метр. въ сек.		Принятый діаметръ въ метрахъ.	Скорость въ метр. въ сек.		Полная потеря напора въ каждой вѣтви	Красная от-мѣтки въ м.
				У начала вѣтви	У конца вѣтви		У начала вѣтви	У конца вѣтви		
a	37	145	68,00	3,834	3,217	0,08	0,76	0,64	2,446	88,178
	38	38		2,836	2,703	0,08	0,56	0,54	0,318	87,860
	39	82	68,15	1,798	1,445	0,08	0,36	0,28	0,171	87,689
	40	193	68,28	0,857	0	0,08	0,17	0	0,042	87,647
b	43	30	71,30	7,539	7,461	0,12	0,66	0,65	0,274	90,350
	44,45	240		5,327	5,118	0,12	0,47	0,45	0,654	89,696
	46,47	100		4,919	3,213	0,08	0,98	0,64	1,236	88,460
	48	100		1,683	0	0,08	0,34	0	0,070	88,390
c	49	132	68,68	20,135	18,835	0,30	0,28	0,26	0,053	88,931
	50	58		18,038	17,438	0,30	0,25	0,24	0,020	88,911
	51	160		15,237	0	0,30	0,23	0	0,012	88,899
	52	130		10,573	7,950	0,12	0,93	0,70	1,255	87,604
d	53	95	65,71	7,822	5,805	0,12	0,69	0,51	0,420	87,184
	54	270		5,562	0	0,08	1,14	0	1,857	85,327
	55	110		20,290	19,025	0,15	1,15	1,08	1,314	85,650
	56	40		7,596	7,300	0,15	0,43	0,41	0,094	85,556
e	57,58	340	67,02	6,777	4,084	0,15	0,38	0,23	0,351	85,205
	59,60	65		3,697	2,997	0,15	0,21	0,17	0,027	85,178
	61	185		2,297	0	0,15	0,13	0	0,014	85,164
	62	372		1,630	0	0,15	0,10	0	0,016	86,050
f	42,41	372	68,28							

§ 5. Определе́ніе діаметровъ трубъ 3-го порядка и піззометрическихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ.

Такъ какъ трубы 3-го порядка, проходящія по улицамъ: du Meitet, Désormeaux, Dubais, du Moulin l'Abbesse, не имѣютъ особеннаго значенія и доставляютъ небольшое количество воды, то для нихъ примемъ діаметръ въ 0,06 метра (наименьшій допускаемый).

Разсмотримъ, затѣмъ, остальные трубы 3-го порядка, раздѣливъ всѣ ихъ на 6 участковъ:

Участокъ α : улицы de Pannette и de la Banque.

» β : бульваръ Chambaudouin.

» γ : улица du Puits-Carré.

» δ : улица Traversière.

» ϵ : улица des Lombards (отъ ул. Grande до ул. aux Bouchers).

» η : улицы: Saint-Sauveur, Neuve Saint-Sauveur и des Lombards (до ул. aux Bouchers).

Опредѣлимъ секундный расходъ воды (въ литрахъ) для каждаго изъ этихъ участковъ и составимъ слѣдующую таблицу:

Перечисленіе участковъ.	Мѣръ вѣтвей и отвѣт- вленій каждаго участка.	Трубы 3-го порядка		Отвѣтвленія, питаемыя трубами 3-го порядка.		Полный секундный расходъ воды всѣхъ участковъ (въ литр.)
		Длина въ м.	Расходъ въ 1 сек. (въ л.)	Длина въ м.	Расходъ въ 1 с. (въ л.)	
Участокъ α .						2,845
Получаетъ воду отъ I. Снабжаетъ полностью—улицы: de Pannette, de la Banque и de la petite Pannette.	80	200	0,637	—	—	
	112	—	—	250	0,617	
	79	490	1,591	—	—	
Участокъ β .						1,712
Получаетъ воду отъ H. Снаб- жаетъ: частью—улицу de Barrey, аллею des Soupirs; и полностью— бульваръ Chambaudouin.	66	150	0,746	—	—	
	110	—	—	30	0,199	
	67	130	0,555	—	—	
	87	—	—	100	0,212	
Участокъ γ .						1,042
Получаетъ воду отъ K. Снаб- жаетъ частью улицу du Puits-Carré.	65	250	1,042	—	—	

ковъ и, наконецъ, примѣняется, съ цѣлью украшенія города и улучшенія его санитарныхъ условій, къ устройству фонтановъ и каскадовъ; вмѣстѣ съ тѣмъ, та же вода является и наиболѣе дѣйствительнымъ средствомъ въ борьбѣ противъ пожаровъ. Эти различныя назначенія воды, конечно, не требуютъ совершенно одинаковыхъ ея качествъ. Для домашняго обихода должна быть припасена вода наиболѣе чистая, аэрированная, свѣжая и прозрачная. Вода, менѣе совершенная по своимъ качествамъ, можетъ быть, однако, вполне удовлетворительной для болѣе грубыхъ назначеній, напр.—для поливки мостовыхъ и промыванія водосточковъ.

§ 2. Составъ и качества воды.

Первое условіе, которое надлежитъ выполнить при водоснабженіи города—не доставлять городу иной воды, кромѣ годной для питья.

Природныя воды весьма различны по своимъ качествамъ, въ зависимости: отъ относительнаго содержанія и свойствъ тѣхъ веществъ, которыя онѣ всегда содержатъ въ растворѣ послѣ прохожденія черезъ различнаго состава почвы, отъ нормальной ея температуры, степени чистоты и т. п. Качества, характеризующія пригодность воды для питья, слѣдующія: вода должна быть пріятной на вкусъ, годной для приготовленія пищи и напитковъ, чистой, прозрачной, не имѣющей запаха и обладающей слабо выраженнымъ вкусомъ; она не должна быть безвкусной, сладковатой или соленой, и не должна давать осадковъ въ трубахъ, по которымъ протекаетъ, и въ содержащихъ ее бассейнахъ и сосудахъ. Необходимо также, чтобы вода была достаточно аэрирована, т. е., заключала въ себѣ, въ растворенномъ видѣ:

отъ 20	до 22	куб. см. азота,
» 9	» 10	» » кислорода,
» 20	» 25	» » углекислоты.

Вода, годная для питья, растворяетъ мыло, не образуя сгустковъ, и даетъ при выпариваніи отъ 0,15 до 0,50 граммовъ твердаго остатка на литръ; температура ея должна заключаться въ предѣлахъ отъ 8 до 15°.

Показанія гидротиметра не должны превосходить 25°; вода можетъ содержать въ 1 литрѣ не болѣе 1 сантиграмма азотнокислыхъ солей, отъ 10 до 15 сотыхъ миллиграмма амміака и лишь слабые слѣды органическихъ веществъ.

Вообще, различаютъ воду прѣсную и воду жесткую; послѣдняя по своимъ качествамъ не подходитъ къ нѣкоторымъ родамъ потребленія,

напр.,—для домашняго обихода жителей города, для большей части промышленныхъ учреждений, и можетъ быть предназначаема исключительно для поливки улицъ и другихъ дорожныхъ нуждъ.

Слѣдуетъ между прочимъ замѣтить, что, при продолжительномъ потребленіи, населеніе можетъ привыкнуть и съ водою дурного качества—точно такъ же, какъ оно безжалобно переноситъ зараженную атмосферу большихъ городовъ. Но надо признать, что оцѣнка качествъ воды, какъ мнѣніемъ общественнымъ такъ и частными потребителями, почти всегда совершается безошибочно и быстро. Продолжительное потребленіе не извращаетъ вкуса: застарѣлая привычка не мѣшаетъ населенію предпочитать хорошихъ качествъ воду источника или рѣки водѣ колодезной, насыщенной солями или органическими веществами. *)

Вода естественно содержитъ въ себѣ растворенными вещества, находящіяся въ тѣхъ почвенныхъ породахъ, черезъ которыя ей приходится проникать. Въ обыкновенной водѣ, предназначаемой для питья, за включеніемъ натуральныхъ минеральныхъ водъ specialнаго состава, обыкновенно встрѣчаются, да и то въ незначительныхъ количествахъ, слѣдующія вещества: алюминій, желѣзо, известь, магнезія, сода, поташъ, амміакъ и кислоты—кремневая, сѣрная, хлористоводородная, фосфорная, азотная, угольная. Часто въ водѣ замѣчаются слѣды брома, іода и нѣкоторыхъ другихъ веществъ, вредныхъ съ точки зрѣнія гигиеническихъ ея качествъ. Кромѣ того, почти всегда, въ большихъ или меньшихъ пропорціяхъ, въ водѣ встрѣчаются органическія вещества, весьма различныя по составу и свойствамъ, но всегда чрезвычайно вредныя ея достоинствамъ. Наконецъ, природныя воды содержатъ въ растворенномъ состояніи переменныя количества кислорода, азота и углекислоты.

Мы уже указали, въ какихъ границахъ допустимы количества этихъ веществъ въ водѣ, предназначаемой для питья.

§ 3. Необходимость очищенія воды въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ.

При составленіи проекта водоснабженія города предположимъ, что вода, собираемая нами въ водохранилищѣ и распределяемая сѣтью водопроводныхъ трубъ, вполне пригодна для питья и удовлетворяетъ всѣмъ

*) Вѣроятно, авторъ намекаетъ здѣсь не на всѣ подпочвенныя воды, такъ какъ современныя условія жизни зачастую заражаютъ гораздо болѣе воду, текущую по поверхности земли, чѣмъ воды, циркулирующія въ ея нѣдрахъ.

(Примѣчаніе переводчика).

ранѣе указаннымъ условіямъ, такъ что не встрѣчается никакой надобности очищать ее для домашняго потребленія.

Существуютъ, впрочемъ нѣкоторые виды промышленности, требующіе примѣненія особенно чистой воды; вотъ нѣсколько примѣровъ такого рода:

Вода, употребляемая въ булочныхъ, какъ легко понять, должна быть освобождена, насколько возможно, отъ известковыхъ солей; хлѣбъ, сохраняющій по испеченіи до 25⁰/о воды, является неудобоваримымъ, если вода, употреблявшаяся при его приготовленіи, была слишкомъ насыщена углекислотой.

На пивоваренныхъ заводахъ можно вполне использовать ячмень и хмѣль только въ томъ случаѣ, если вода вполне чиста. Пиво, воспринимающее отъ воды известковыя соли,—неудобоваримо.

На водочныхъ заводахъ употребляется также, по возможности, вполне чистая вода, во избѣжаніи образованія известковыхъ осадковъ на стѣнахъ металлическихъ холодильниковъ и въ видахъ нерастворимости въ алкогольъ большаго числа солей; безъ чистой воды винокуренные заводы выработывали бы лишь мутную водку нечистаго вкуса.

Для оборудованія сахарныхъ заводовъ примѣняется также лишь чистая вода. Диффузія происходитъ тѣмъ лучше, чѣмъ менѣе вода насыщена известковыми солями; затѣмъ, когда сиропъ выкристаллизовывается выпариваніемъ, то, при наличности большого количества солей, кристаллизація эта идетъ вяло, и часть соли остается въ массѣ.

Бумагопрядильныя фабрики требуютъ чистой, прозрачной воды, для сохраненія въ бумажной массѣ бѣлизны, нѣжности зерна, тонкости, чему сильно вредитъ содержаніе въ водѣ землистыхъ примѣсей.

Фарфоровая масса не обладаетъ гибкостью и не можетъ принимать всѣхъ желаемыхъ формъ, если она приготовлена на известковой водѣ.

Ткацкая, мыловаренная, сыромятная и кожевенная промышленности— всѣ также требуютъ чистой воды.

Воду, примѣняемую нами для проектируемаго снабженія города, мы считаемъ вполне пригодной для питья; она можетъ, при этомъ, не годиться для нѣкоторыхъ особыхъ отраслей промышленности, но въ такомъ случаѣ она будетъ, ранѣе употребленія въ дѣло, подвергнута спеціальному очищенію.

Мы не станемъ, однако, входить здѣсь въ детали различныхъ способовъ очищенія воды, такъ какъ это слишкомъ отдалило бы насъ отъ нашихъ главныхъ цѣлей; ограничимся лишь тѣмъ замѣчаніемъ, что это уже дѣло самой промышленности умѣть использовать наилучшимъ образомъ всѣ пригодныя ей качества доставляемой воды, подвергнувъ эту воду предварительному анализу, для выясненія ея недостатковъ, съ точки зрѣ-

нія предстоящихъ операций производства, и для изысканія наиболѣе дѣйствительныхъ средствъ къ устраненію этихъ недостатковъ.

ГЛАВА VI.

Устройство водопроводной сѣти трубъ.

§ 1. Канавы для укладки трубъ.

Какъ мы увидимъ въ одной изъ послѣдующихъ главъ, всѣ улицы, по которымъ предположена прокладка водопроводныхъ трубъ, не имѣютъ и не будутъ имѣть особыхъ подземныхъ галлерей для сточныхъ водъ, внутри которыхъ могли бы быть проложены эти трубы; имѣя это въ виду, покажемъ теперь, какъ же придется устраивать канализаціонную сѣть для распределенія воды по различнымъ кварталамъ города. Для трубъ отъ 0,150 до 0,200 метровъ діаметромъ вырываются канавы глубиною около 1 метра и шириною въ основаніи отъ 0,70 до 0,80 метр. При прокладкѣ трубъ самыхъ малыхъ діаметровъ можно эту глубину и ширину еще нѣсколько уменьшать. Что же касается трубъ большого діаметра, то для нихъ размѣры канавъ должны быть, напротивъ, увеличены пропорціонально размѣрамъ самихъ трубъ. Глубина, во всѣхъ случаяхъ, должна быть достаточною для того, чтобы проложенныя трубы находились ниже уровня промерзанія почвы. Предварительной нивелировкой опредѣляется глубина выемки въ различныхъ мѣстахъ, въ зависимости отъ скатовъ и неровностей почвы. Когда, на основаніи результатовъ нивелировки, двѣ крайнія точки одной и той же покатоности отмѣчены, необходимо правильно выровнять и въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже подтрамбовать основаніе канавы, для приданія ей правильнаго уклона. Повѣрка правильности производится помощью трехъ нивелировочныхъ реекъ совершенно одинаковой высоты; одна изъ нихъ, окрашенная въ красный цвѣтъ, и другая, окрашенная въ бѣлый цвѣтъ, помѣщаются на двухъ крайнихъ точкахъ уклона, третья же, черной окраски, устанавливается послѣдовательно на различныхъ разстояніяхъ отъ двухъ первыхъ—по всей длинѣ канавы, подвергающейся нивелировкѣ. Понятно, что, если лучъ зрѣнія, направляющійся отъ верхней крайней точки первой рейки къ такой же точкѣ третьей, пересѣкаетъ промежуточную рейку въ какой-нибудь точкѣ ея высоты, или, если этотъ лучъ проходитъ выше верха средней рейки, то это показываетъ, что подножіе послѣдней находится въ точкѣ слишкомъ высокой или слишкомъ низкой и что ее слѣдуетъ, въ такомъ случаѣ, опускать или поднимать до

тѣхъ поръ, пока зрительный лучъ не будетъ проходить одновременно черезъ всѣ верхнія крайнія точки трехъ нивелировочныхъ реекъ.

Когда канава готова и трубы уложены на мѣсто *), ихъ подвергаютъ испытанію; затѣмъ производится засыпка канавъ землей, причемъ сначала идетъ въ дѣло та земля, которая была получена отъ нижнихъ слоевъ выемки. Въ засыпаемой землѣ избѣгаютъ оставлять камни, такъ какъ при трамбованіи они могли бы быть причиною поврежденій трубъ. Для правильности трамбованія, засыпку ведутъ, начиная съ заполненія щелей по сторонамъ трубы, а въ случаѣ нужды, и подъ трубою, послѣдовательными слоями, толщиною отъ 0,12 до 0,15 метра, уплотняя каждый слой при помощи трамбовокъ или ручныхъ бабъ—деревянныхъ или чугунныхъ. Чѣмъ тщательнѣе произведена утрамбовка, тѣмъ дольше будетъ въ послѣдствіи сохраняться правильный видъ уличнаго полотна. Для верхняго слоя засыпки приберегаютъ самые крупные камни—съ цѣлью образованія надлежащей шоссировки; если же полотно улицы должно быть вымощено, то булыжный камень замостки разсыпаютъ безъ особенной тщательности, съ тѣмъ расчетомъ, что онъ будетъ вновь поднять, и улица будетъ плотно замощена уже послѣ надлежащей осадки земли въ канавахъ.

Въ верхнихъ точкахъ встрѣчи двухъ трубъ съ противоположными уклонами устанавливаются особыя вентиляціонныя трубки, такъ наз. вантузы, снабжаемыя воздушными кранами, открывая которые время отъ времени можно выпускать наружу собирающійся въ трубахъ воздухъ.

§ 2. Вліяніе на работу водопровода: присутствія воздуха въ трубахъ, а также—колѣнъ и изгибовъ трубъ.

Присутствіе воздуха въ трубахъ отражается всегда вреднымъ образомъ на дѣятельности водопровода, такъ какъ, съ одной стороны, уменьшаетъ водопротокъ способность трубъ, съ другой-же—вызываетъ особыя толчки или удары въ трубахъ. Накопленіе въ трубопроводахъ воздуха служитъ причиною тѣхъ внезапныхъ перерывовъ струи, сопровождающихся хрипомъ, которые иногда замѣчаются въ водоразборныхъ кранахъ; если струя воды, вдругъ прервавшись, вылетаетъ съ новымъ напоромъ, сохраняя нѣкоторое время прерывистость и неравномѣрность своего потока, то это явно указываетъ на вліяніе воздушныхъ ударовъ, которые иногда могутъ вызвать даже разрывъ главной трубы или ея отвлѣченій.

*) При грунтѣ слабомъ, для прочности соединеній трубъ, подъ трубы укладываются короткія деревянные поперечины.

Изгибы, неизбежно встречающиеся на всем протяжении водопроводной сѣти, вліяютъ также, хотя и много слабѣе, на характеръ теченія воды въ трубахъ. Реакція со стороны стѣнокъ трубы давленію водяного потока стремится вызвать обратное направленіе его движенія; въ виду этого обстоятельства, при прокладкѣ трубъ, за крутыми изгибами слѣдуетъ ставить упорныя стѣнки изъ кирпичной кладки—сухой или даже на растворѣ,—чтобы воспрепятствовать смѣщенію трубы подъ напоромъ воды, могущему разстроить стыковое соединеніе трубъ или вызвать ихъ разрывъ.

При перемѣнѣ трубою направленія, а особенно въ мѣстахъ развѣтвленій трубопровода на нѣсколько участковъ различныхъ направленій, въ такъ наз. узловыхъ точкахъ сѣти, приходится устанавливать специальные соединительные приборы; въ такихъ случаяхъ, вообще, рекомендуется прибѣгать къ употребленію раздѣлительныхъ или распредѣлительныхъ коробокъ. Предпочтительнѣе всего примѣняются чугуныя коробки цилиндрической формы, снабженныя устьемъ, приводящимъ воду изъ главной трубы, и системою отростковъ, направляющихъ эту воду, въ надлежащихъ порціяхъ, по всемъ развѣтвленіямъ.

§ 3. Детали трубопроводовъ.

Трубы, употребляемыя при устройствѣ водопроводной сѣти, готовятся обыкновенно изъ чугуна *).

Имѣющіяся въ продажѣ трубы состоятъ всегда изъ отдѣльныхъ звеньевъ, длиною отъ 2 до 2,5 метровъ. Возникаетъ вопросъ, какъ соединить эти звенья, чтобы мѣста соединеній были совершенно непроницаемыми для воды.

Въ существующихъ водоснабженіяхъ можно встрѣтить чугуныя трубы трехъ родовъ:

1. трубы съ раструбами и съ валиками (при пеньковой и свинцовой прокладкахъ),
2. трубы съ флянцами или ребордами,
3. трубы съ каучуковой прокладкой.

Трубы, снабженныя раструбами и валиками (буртиками), очень просты по конструкціи и не требуютъ особенно тщательной пригонки; онѣ

*) Предложенныя М. Шапегу желѣзныя трубы, осмоленныя снаружи и внутри, прежде часто употреблялись при водоснабженіи въ видахъ экономіи; но въ настоящее время признано, что сравнительно незначительная прочность этихъ трубъ дѣлаетъ экономію довольно призрачною; употребленіе ихъ ограничивается теперь примѣненіемъ къ газовому освѣщенію.

примѣняются предпочтительно при высокихъ давленіяхъ, большихъ 30 метровъ, такъ какъ представляютъ наиболѣе совершенные способы соединеній, непроницаемыхъ для воды. Подобное соединеніе показано на фиг. 2, таб. IV. Одинъ конецъ каждой трубы оканчивается небольшимъ валикомъ или заплечикомъ, другой же образуетъ камеру раструба или тюльпанъ—расширеніе, соотвѣтствующее валику слѣдующей трубы, которую этимъ концомъ и вводятъ въ раструбъ до основанія послѣдняго. Когда всѣ послѣдовательныя звенья одного участка вложены одно въ другое, провѣряютъ, прежде всего, правильность общаго ихъ направленія, исправляя, въ случаѣ надобности, замѣчаемые недостатки въ укладкѣ; затѣмъ, въ мѣстахъ, приходящихся подъ каждымъ соединеніемъ, вынимаютъ въ днѣ рва, по которому прокладывается труба, небольшія поперечныя канавки, вводятъ въ конецъ каждого раструба просмоленный пеньковый канатъ, осаживая его помощью особаго инструмента и дѣлая имъ нѣсколько оборотовъ на той части звена трубы, которою оно вложено въ муфту другого звена, до тѣхъ поръ пока до верхняго края раструба не останется всего 0,04—0,05 метра. Послѣ того, остающееся кольцообразное пространство прикрываютъ съ конца раструба глиняной обкладкой, оставляя въ верхней ея части отверстіе, черезъ которое производится заливка этой остающейся кольцевой части горячимъ расплавленнымъ свинцомъ. Послѣдній, по застываніи, плотно заполняетъ полость между пеньковой набивкой и глинянымъ кольцомъ; желобокъ, сдѣланный на внутренней поверхности раструба, тоже заполняемый свинцомъ при заливкѣ, не позволяетъ послѣднему выпасть при возможномъ на него давленіи.

Отъ мѣста до мѣста въ трубопроводѣ дѣлаются отверстія съ внутренней винтовой нарезкой; отверстія эти закрываются пробками изъ плавкаго металла, легко удаляемыми въ тотъ моментъ, когда является потребность въ устройствѣ въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ трубы отвлеченія. Этимъ устраняется необходимость пробиванія проводящей уже напорную воду трубы (операция всегда довольно трудная), необходимость устройства соединенія при помощи хомутовъ и т. п. Не смотря на это, однако, многія изъ трубъ не снабжены такого рода приспособленіемъ.

Трубы разсмотрѣннаго типа вполне прочны и могутъ, безъ поврежденія въ мѣстахъ соединеній, подвергаться нѣкоторымъ измѣненіямъ въ длинѣ, вслѣдствіе происходящихъ колебаній въ температурѣ.

Но разборка подобныхъ трубъ почти совершенно невозможна; при подогрѣваніи, съ цѣлью расплавленія свинца, мѣста соединенія, часто ломается сама труба. Поэтому, проще всего, въ такихъ случаяхъ перерѣзать и выломать тотъ участокъ трубы, который желательно замѣнить новымъ звеномъ съ боковымъ отросткомъ, краномъ или иною новою частью.

Для устранения затрудненій, связанныхъ съ подобнымъ способомъ, полезно включать въ трубопроводъ, при его укладкѣ, мѣсто отъ мѣста звенья съ флянцами (фиг. 3 и 4, табл. IV), примыкая ихъ, съ одной стороны, къ особому звену, снабженному на одномъ концѣ флянцемъ, а на другомъ—валикомъ или заплечикомъ (фиг. 5, таб. IV), съ другой же стороны—къ звену съ флянцемъ на одномъ концѣ и раструбомъ на другомъ (фиг. 6, таб. IV). Труба съ двумя флянцами на концахъ соединяется съ трубами, примыкающими къ ней съ обѣихъ сторонъ, болтами и гайками; чтобы вынуть эту часть трубы, достаточно развинтить или, въ крайности, срѣзать болты. Къ подобнымъ звеньямъ слѣдуетъ прибѣгать на перекресткахъ улицъ и, вообще, въ такихъ мѣстахъ сѣти, гдѣ въ будущемъ можетъ понадобиться включать въ трубопроводъ новые приборы водоснабженія. Какъ видно изъ чертежа, наружныя поверхности фланцевъ дѣлаются слегка коническими; между ними прокладывается свинцовая шайба, плотно зажимаемая при стягиваніи болтовъ; при гладкой наружной поверхности фланцевъ затягиваніе болтовъ вызывало бы выдавливаніе свинца внутрь трубы.

Для соединенія двухъ отрѣзковъ трубы или, вообще, для соединенія трубъ различныхъ діаметровъ примѣняютъ муфты. Последнія представляютъ собою короткія трубы съ такимъ же устройствомъ концовъ, какое имѣютъ и нормальныя звенья сѣти. Иногда муфты состоятъ изъ двухъ отдѣльныхъ желобовъ или половинъ: одна подкладывается подъ соединяемые концы трубъ, другая же накрывается сверху, послѣ чего обѣ половинки муфты стягиваются болтами, и самое соединеніе совершается обыкновеннымъ образомъ. Соединеніе каждаго двухъ значительныхъ участковъ трубопровода производится посредствомъ короткаго звена съ боковымъ отросткомъ,—такъ наз. тройника. (фиг. 7, 8, таб. IV).

Изгибъ трубопровода по дугѣ большого радіуса достигается укладкою прямыхъ трубъ, при незначительномъ наклонѣ одной изъ нихъ по отношенію къ другой въ мѣстахъ соединеній; но при закругленіяхъ съ радіусомъ, меньшимъ чѣмъ 0,60 метр., прибѣгаютъ къ укладкѣ въ кривыхъ участкахъ соотвѣтственно изогнутыхъ [звеньевъ, соединяемыхъ флянцами.

Весьма часто при устройствѣ трубопроводовъ примѣняютъ трубы съ каучуковою прокладкой. Такихъ соединеній существуетъ два типа:

1. Система Lavi'я, представленная на фиг.: 9, 10, 11 и 12, таб. IV. Трубы для соединенія располагаютъ такъ, чтобы ушки ихъ были расположены въ одной горизонтальной плоскости. На не уширенный конецъ В одной изъ трубъ надѣвается: сначала—свободно проходящее черезъ него кольцо контръ-фланца А и затѣмъ—плотно обхватывающее его и входящее въ соотвѣтствующій желобъ каучуковое кольцо С прокладки; послѣ того,

этотъ конецъ трубы вдвигается въ расширенный конецъ второй изъ трубъ, до тѣхъ поръ пока прокладочное каучуковое кольцо не упрется плотно въ закраину этой второй трубы; тогда каучуковая прокладка крѣпко сжимается подтягиваніемъ на болтахъ контръ-флянца къ флянцу, образуя плотный затворъ.

2. Система Petit'a, детали которой представлены на фиг.: 13, 14, 15 и 16, таб. IV.

При соединеніи располагаютъ трубы такимъ образомъ, чтобы ушки приняли вертикальное положеніе (фиг. 15 и 16). Операция соединенія облегчается примѣненіемъ особой деревянной подкладки, которую послѣдовательно переносятъ и располагаютъ подъ каждымъ свободнымъ неуширеннымъ концемъ ранѣ укладываемой трубы. Установивъ эту подкладку надлежащимъ образомъ, дѣйствуютъ въ слѣдующемъ порядкѣ:

- 1., смазываютъ саломъ четыре штифта;
- 2., надѣваютъ въ S каучуковое кольцо на конецъ уложенной уже трубы;
- 3., присоединяютъ конецъ сосѣдняго звена N, придавая послѣднему наклонъ, показанный на чертежѣ;
- 4., укрѣпляютъ на мѣстѣ верхнюю скобу R помощью двухъ штифтовъ, вкладываемыхъ въ соотвѣтствующія ушки на половину;
- 5., опираются слегка на свободный конецъ присоединяемой трубы N, поддерживая рукой нижнюю часть наложеннаго каучуковаго кольца, во избѣжаніе его сдвига и срѣзанія при дѣйствіи трубой N, какъ рычагомъ;
- 6., приводятъ и вторую трубу въ горизонтальное положеніе (фиг. 6), и 7., накладываютъ вторую скобу, вгоняютъ вплотную верхніе и нижніе штифты и этимъ кончаютъ соединеніе.

Для плотности соединенія необходимо достигнуть соотвѣтственнаго сжатія кольца S; большее или меньшее сжатіе его достигается различной толщиной вгоняемыхъ штифтовъ, причемъ выборъ штифтовъ надлежащей толщины возлагается на рабочаго, укладывающаго трубы.

Мы уже упоминали о томъ, что иногда водопроводныя трубы помѣщаются внутри сточныхъ галлерей города; въ такихъ случаяхъ, для укладки трубъ, пользуются чугунными кронштейнами, прикрѣпляемыми къ стѣнамъ. Въ предупрежденіе порчи чугуна отъ окисленія всѣ трубы снаружи осмаливаются.

Совокупность всѣхъ проложенныхъ водопроводныхъ трубъ образуетъ подземную сѣть, слѣдующую начертаніямъ городскихъ улицъ, отъ которой впослѣдствіи отдѣляются вѣтви къ каждому изъ потребителей.

§ 4. Побочные органы сѣти трубъ. Система крановъ.

Вспомогательными органами сѣти являются краны—створные, опоражнивающіе, водомѣрные и разборные.

Створные краны служатъ для изолированія какого-нибудь участка водопроводной сѣти отъ остальныхъ; краны эти слѣдуетъ ставить при началѣ каждого изъ участковъ второго порядка—съ тою цѣлью, чтобы случайныя поврежденія въ трубахъ второго порядка не оказывали вліянія на службу магистралей. Отверстія крановъ должны соответствовать сѣченію тѣхъ трубъ, при которыхъ они установлены.

Опоражнивающіе или выпускные краны устанавливаются въ наиболѣе низкихъ точкахъ сѣти для выпуска изъ нея воды, въ случаѣ надобности. Эти краны, какъ и вообще всѣ вспомогательные краны, рассчитываются по тому расходу воды, который отъ нихъ требуется условіями службы.

Створные краны при трубахъ, діаметръ которыхъ больше 0,06 метр., дѣлаются въ видѣ щитовыхъ или опускныхъ крановъ или задвижекъ, устанавливаемыхъ въ каменныхъ смотровыхъ колодцахъ; при меньшихъ діаметрахъ трубы пользуются обыкновенными поворотными кранами съ гнѣздомъ и втулкой. По праву каждого абонента, идущее къ нему отвлѣченіе снабжается кранами—створнымъ и опоражнивающимъ; первый служитъ для прекращенія и для возобновленія сообщенія между уличной трубой и отвлѣченіемъ абонента, второй, въ случаѣ надобности, удаляетъ оставшуюся въ отвлѣченіи, послѣ закрытія створнаго крана, воду. Это суть поворотные краны обыкновеннаго устройства, присоединяемые къ свинцовой трубѣ припайкой или при помощи флянцевъ. Они заключаются въ небольшія кирпичныя камеры или, просто, въ желѣзныя осмоленные коробки трубчатой формы, прикрываемыя сверху съѣмными досками и представляющія собою ходъ, въ который опускается стержневой ключъ для управленія кранами (фиг. 5—9, таб. V).

Краны эти дѣлаются изъ чугуна. Гнѣздо втулки снизу закрыто наглухо. Сальникъ, помѣщаемый въ верхней части, служитъ для смазыванія втулки и для поддержанія плотнаго прилеганія втулки къ ея гнѣзду. Соответствующимъ ключомъ можно втулку каждого изъ крановъ нажать или освободить и даже совсѣмъ вынуть для осмотра внутренней полости черезъ образующееся при этомъ отверстіе.

При діаметрахъ трубъ, большихъ 0,06 метр., приходится прибѣгать къ замыкающимъ приборамъ болѣе сложнаго устройства.

Лучшими системами створныхъ щитовыхъ крановъ слѣдуетъ признать: два типа (см. фиг. 1, 2, 3, 4, таб. V), сконструированные инженеръ-механикомъ города Парижа Sinson Saint-Albin'омъ, и одинъ

типъ (см. фиг.: 1, 2, 3, 4, таб. VII), предложенный гражданскимъ инженеромъ Керн'омъ. Какъ показываетъ самое названіе, главную часть всѣхъ этихъ приборовъ составляетъ затворный или шлюзовой щитъ, слегка клиновиднаго сѣченія, поднимаемый и опускаемый помощью винта. При запираніи крана, вращая навинтованный стержень въ соответствующую сторону, приводятъ щитъ въ положеніе, показанное на чертежахъ. При открываніи же крана винтъ вращается въ сторону обратную, и щитъ поднимается въ особую камеру, устроенную выше трубы. Такіе приборы прекрасно исполняютъ свое назначеніе, задерживая воду при любомъ направленіи ея напора.

При опоражниваніи какого-либо участка трубопровода, съ помощью установленнаго въ нижней части его выпускного крана, необходимо въ верхней части этого участка производить впускъ воздуха; и, обратно, при наполненіи участка водой, необходимо открыть въ верхней его части выходъ воздуху, находящемуся въ трубѣ. Эту двойную службу прекрасно исполняетъ небольшой кранъ для впуска и выпуска воздуха, называемый поэтому **воздушнымъ краномъ** или **отдушиной**, устанавливаемый въ самой высшей точкѣ трубы и управляемый отъ руки; но такъ какъ открывать одновременно и опоражнивающіе и воздушные краны довольно затруднительно, — особенно, если они значительно удалены другъ отъ друга, то изобрѣтенъ специальный приборъ для автоматическаго впуска и выпуска воздуха.

Приборъ этотъ, упоминавшійся уже и раньше и называемый **вантузомъ** или **автоматическимъ воздушнымъ краномъ**, состоитъ изъ чугуннаго цилиндрическаго сосуда (см. фиг. 10, 11, 12, таб. V) — конструкція инженеръ-механика Sinson Saint-Albin'a), привнчиваемаго въ вертикальномъ положеніи къ трубѣ въ высшей ея точкѣ. Сосудъ закрытъ чугунной крышкою, имѣющей посрединѣ отверстіе, снабженное бронзовымъ сѣдломъ, для принятія клапана. Поплавокъ цилиндрической формы — пробковый или деревянный, или металлическій-шаровидный, сидитъ на одномъ стержнѣ съ коническимъ клапаномъ, прикрывающимъ указанное отверстіе, причемъ движеніе стержня направляется особыми обоймами. Когда труба содержитъ воду, идущую подъ напоромъ, послѣдняя поднимаетъ поплавокъ и клапаномъ закрываетъ отверстіе крана. При открываніи опоражнивающего крана, поплавокъ вмѣстѣ съ водой опускается, и клапанъ отходитъ отъ сѣдла, обнаруживая отверстіе для входа въ трубу воздуха.

§ 5. Отводныя отверстія и домовыя отвѣтвленія.

Отвѣтвленіями называются участки трубъ, по преимуществу — свинцовыхъ, отводящіе воду изъ водопроводной сѣти къ разборнымъ кранамъ и

въ квартиры абонентовъ. Мѣста присоединенія отвѣтвленій къ водопроводной трубѣ носятъ названіе мѣстъ отвода или мѣстъ отвѣтвленія. Отводными отверстиями служатъ или чугунные отростки (горловины), имѣющіеся на уличной вѣтви, или же—отверстія, пробиваемыя въ уличной трубѣ зубиломъ. Присоединеніе отвѣтвленія производится такъ: на концѣ свинцовой трубы отвѣтвленія отгибается закраина; между этою закраиной и наружной поверхностью уличной трубы прокладывается толстый слой кожи. для достиженія болѣеи плотности соединенія, послѣ чего закраина отвѣтвленія подтягивается къ уличной вѣтви желѣзнымъ хомутомъ (сѣделкой).

При пробиваніи отверстій въ функционирующихъ уже трубахъ, вода въ послѣднихъ, находясь подъ давленіемъ, устремлялась бы черезъ отверстия. продѣлываемыя въ ихъ стѣнкахъ, и являлась бы большой помѣхой при работѣ, дѣлая ее даже прямо невозможной. Въ такихъ случаяхъ необходимо бываетъ выдѣлить, съ помощью створныхъ крановъ, тотъ участокъ сѣти, на которомъ предположено устройство отвѣтвленія, и, слѣдовательно, — прекратить на-время обслуживаніе водопроводомъ болѣеи или меньшей части города; неудобство, связанное съ такимъ приѣмомъ. устранено изобрѣтеніемъ приборовъ, которые позволяютъ присоединять отвѣтвленія къ трубамъ, не требуя опоражниванія послѣднихъ и не задерживая ихъ работы.

При практикуемыхъ до-нынѣ способахъ устройства отвѣтвленій. часть бурового прибора, подтянутая къ трубѣ при помощи хомута, остается при ней на-всегда. Имѣя большой вѣсъ и большую цѣнность, эти части не представляютъ, однако, достаточной надежности съ точки зрѣнія прочности соединенія. Французскій инженеръ Е. Claussolles предложилъ такой способъ присоединенія отвѣтвленій, при которомъ всѣ эти неудобства избѣгаются. (см. фиг. 1, 2, 3, 4 и 5 таб. VIII).

Короткое соединительное звено А особаго устройства привинчивается къ трубѣ помощью специальнаго прибора, который будетъ описанъ ниже. Припаянный къ свинцовой трубѣ отвѣтвленія наконечникъ В имѣетъ на нижнемъ своемъ концѣ нѣсколько вырѣзокъ и, при навинчиванія его гайки В' на соединительное звено А, надавливаетъ выступами, раздѣляющими вырѣзки, на клапанъ А', открывая свободный проходъ водѣ.

Для прекращенія струи воды достаточно свинтить гайку В' и выдвинуть трубку В; клапанъ А' при этомъ прижимается спиральной пружиной къ своему сѣдлу и, будучи обтянутъ кожей, герметически запираетъ отверстие.

Приборъ для пробурыванія трубы въ мѣстѣ предполагаемаго отвѣтвленія, для нарѣзанія стѣнокъ отверстія и для самаго привинчиванія отвѣтвляющейся части представленъ на фиг. 6—12, табл. VIII.

Главная часть С этого прибора, представляющая полое цилиндрической формы тѣло, имѣетъ на одномъ концѣ двѣ лапы, которыя подтягиваются, при установкѣ прибора, къ двумъ вѣтвямъ обхватывающаго уличную трубу шарнирнаго хомута D.

Одной изъ своихъ вѣтвей хомутъ вставляется въ открытое сбоку гнѣздо С', а другою—проходитъ черезъ овальной формы отверстіе С''. Подобная конструкція позволяетъ примѣнять одинъ и тотъ же приборъ при устройствѣ отвѣтвленій у трубъ различнаго діаметра. Вѣтви хомута, благодаря формѣ послѣдняго, а также—зазорамъ, оставленнымъ въ лапахъ тѣла С, могутъ быть устанавливаемы на различныхъ разстояніяхъ. Открытое гнѣздо С' даетъ возможность отнять приборъ отъ трубы, не свинчивая гаекъ; въ самомъ дѣлѣ, для отдѣленія прибора отъ трубы достаточно лишь слегка ослабить гайки и разомкнуть хомутъ D, отведя вѣтвь, вставленную въ гнѣздо С'.

Между трубой и цилиндромъ С прибора прокладывается свинцовый листъ Е, для обезпеченія плотности прижатія.

На цилиндръ С надѣвается сверху часть F, имѣющая двѣ рукояти F' и F'' и на нижнемъ концѣ нарізку, подобную нарізкѣ замка берегового орудія (фиг. 9), т. е., прерванную въ трехъ мѣстахъ. Для скрѣпленія этого нижняго конца части F съ верхнимъ концомъ цилиндра С, подобнымъ же образомъ нарізаннымъ на внутренней своей поверхности и служащимъ, такъ сказать, гайкой, достаточно ввести конецъ части F въ нарізанную часть цилиндра С такимъ образомъ, чтобы нарізки приходились противъ перерывовъ и затѣмъ, доведя его сразу до конца, повернуть всю часть F на треть оборота. Кожанная прокладка G дѣлаетъ соединеніе непроницаемымъ для воды.

Черезъ верхнее ушко части F проходитъ винтъ, упирающійся въ находящійся подъ нимъ шпindelъ M, пропущенный сквозь нажимную втулку I сальника. Кранъ K позволяетъ прекращать пропускъ воды, когда это является необходимымъ; однако, его отверстіе настолько велико, что шпindelъ проходитъ свободно насквозь.

Укрѣпивъ приборъ на мѣстѣ, вставляютъ въ утолщенную часть шпинделя M фрезу L, зажимая ее винтомъ m. Затѣмъ, открываютъ кранъ K и вращаютъ верхній винтъ до тѣхъ поръ, пока фреза не коснется металла; послѣ того, захватывая шпindelъ особымъ ключемъ n и вращая его, прорѣзаютъ фрезой сначала свинцовую прокладку, а затѣмъ и самую трубу. Пробуравивъ такимъ образомъ трубу, поднимаютъ, насколько возможно, шпindelъ M и закрываютъ кранъ K. Пользуясь затѣмъ рукоятями F' и F'', вынимаютъ часть F, повернувъ ее предварительно на треть оборота, замѣняютъ въ шпindelѣ фрезу мѣтчикомъ, снова устанавли-

ливаютъ часть F, открываютъ кранъ K и наръзаютъ пробуравленное въ трубѣ отверстіе.

Окончивъ эту вторую операцію, вывинчиваютъ мѣтчикъ; послѣ того, поднявъ шпindelъ и закрывъ кранъ, отнимаютъ опять часть F; прикрѣпляютъ къ ней, на мѣсто мѣтчика, соединительное звено A, плотно входящее въ шестигранное углубленіе шпindelа; вновь прикрѣпляютъ часть F къ прибору, открываютъ въ послѣдній разъ кранъ K и, вращая шпindelъ, привинчиваютъ звено A къ трубѣ. Наконецъ, отвинчиваютъ гайки хомута D и снимаютъ съ трубы весь приборъ.

Для прикрѣпленія отвѣтвленія и пропуска въ него воды останется лишь вставить въ звено A конецъ отвѣтвленія съ наконечникомъ B и навинтить гайку B' на верхній конецъ звена A; отжимаемый при этомъ отъ сѣдла клапанъ A' откроетъ водѣ свободный проходъ въ отвѣтвленіе.

Для проведенія воды въ многоэтажные дома примѣняютъ трубопроводы, поднимающіеся съ поверхности улицы по стѣнѣ внутренняго двора или внутри лѣстничной клѣтки до самаго верхняго этажа и снабженные отвѣтвленіями для разведенія воды по этажамъ или даже по квартирамъ потребителей. Такая поднимающаяся до верха дома вѣтвь носитъ названіе главной восходящей трубы. Примѣненіе такой системы разведенія воды по этажамъ и квартирамъ даетъ жильцамъ дома возможность получать воду съ такою же легкостью, съ какою они получаютъ свѣтильный газъ. Мы посвятимъ одну изъ слѣдующихъ главъ специально разсмотрѣнію и сравненію различныхъ существующихъ способовъ доставки воды абонентамъ.

Разведеніе воды по дому обыкновенно производится свинцовыми трубами, хотя иногда съ этою цѣлью примѣняются и трубы желѣзные. Много разъ возбуждался вопросъ о томъ, могутъ ли свинцовыя трубы оказывать вредное вліяніе на составъ воды. Мы не станемъ входить здѣсь въ подробности этого вопроса; замѣтимъ только, что незачѣмъ, вообще, стараться рѣшить вопросъ абсолютно, имѣя въ виду всевозможныя условія практики. Допуская даже, что нѣкоторые воды по своему химическому составу способны подвергаться вредному вліянію свинца, нѣтъ причины отказываться для большинства водоснабженій, приводящихъ воду не столь неблагопріятнаго состава, отъ примѣненія свинцовыхъ трубъ, не представляющихъ при этомъ опасности для общественнаго здоровья.

§ 6. Уличные водоразборныя устройства.

Къ уличнымъ водоразборнымъ устройствамъ относятся: краны—водоразборные, промывные, поливные и пожарные, носящіе общее названіе гидрантовъ.

1. Водоразборные краны должны давать въ часъ отъ 70 до 80 куб. метровъ воды. Прежде ставили, да и въ настоящее время можно еще встрѣтить, водоразборные краны съ непрерывной струей; они открывались обыкновенно на нѣсколько часовъ въ сутки, втеченіе которыхъ и позволялось брать воду; такое устройство давало возможность и бѣднѣйшему населенію города пользоваться водой изъ водопровода. Конечно, и это хорошо, но слѣдуетъ признать еще лучшимъ, если возможность пользования водой не ограничивается лишь опредѣленнымъ срокомъ. Ввиду этого, если не располагаютъ достаточнымъ количествомъ воды для постоянного получения непрерывной струи изъ уличныхъ крановъ, то снабжаютъ каждый кранъ особымъ затворомъ, автоматически закрывающимъ устье крана, лишь только прекратится давленіе на стержень затвора; благодаря такому приспособленію, можно получать воду изъ крана въ любое время сутокъ.

Есть два типа такихъ водоразборныхъ крановъ; они отличаются одинъ отъ другого лишь устройствомъ того механизма, который возвращаетъ поршень въ положеніе, преграждающее водѣ выходъ изъ крана. Въ одномъ изъ этихъ типовъ вода, производя снизу давленіе на поршень, сама прижимаетъ его къ сѣдлу и запираетъ отверстіе тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ сильнѣе ея напоръ; для открытія свободнаго прохода водѣ, достаточно нажать головку поршневого стержня, находящуюся въ верхней части водоразборнаго крана. Въ другой конструкціи, поршень, послѣ того какъ перестали надавливать на головку стержня или на свободный конецъ рукояти, возвращается въ положеніе, прекращающее протокъ воды, рычагомъ съ противовѣсомъ или пружиной, заключенной въ небольшой коробкѣ надъ поршнемъ (см. таб. IX — типъ, предложенный инженеромъ города Парижа, Керн'омъ).

2. Промывные и поливные краны извѣстны также подъ названіемъ троттуарныхъ крановъ или гидрантовъ при троттуарахъ (см. фиг. 1 и 2, таб. VI).

Они располагаются у самаго края троттуара и направляютъ вылетающія струи воды вправо и влѣво отъ себя. Для возможно полной промывки мостовой, послѣдней придаются во всѣхъ частяхъ надлежащіе уклоны. Самое устройство прибора очень несложно: вращая навинтованный стержень посредствомъ ключа, поднимаютъ клапанъ и тѣмъ открываютъ свободный проходъ водѣ; послѣдняя, входя въ камеру А, ударяется въ колпакъ В и разливается по чугунной коробкѣ S; отсюда она выливается наружу черезъ двѣ боковыхъ щели. По желанію можно притокъ воды регулировать соответственнымъ подниманіемъ и опусканіемъ клапана. Снявъ, при закрытомъ клапанѣ, крышку у чугунной коробки, можно навинтить

на выпускное отверстіе обыкновенный рукавъ, примѣняемый въ городахъ для поливки улицъ.

Всѣ разсматриваемые нами приборы часто устраиваются съ такимъ расчетомъ, чтобы ихъ легко можно было приспособить для пожарныхъ цѣлей. Съ этою цѣлью, мѣдная соединительная часть, на которую навинчена выпускающая воду насадка водоразборныхъ крановъ, нарѣзается соотвѣтственно съ діаметромъ и съ шагомъ нарѣзки рукавовъ пожарныхъ насосовъ; въ случаяхъ надобности, удаляютъ насадку и соединяютъ съ краномъ пожарную трубу. Въ промывныхъ кранахъ пожарная труба навинчивается непосредственно на выпускное отверстіе крана.

3. Промывные краны при троттуарахъ не существенно необходимы въ различныхъ частяхъ города; число ихъ ограничивается примѣненіемъ поливныхъ и пожарныхъ крановъ (см. фиг. 3 и 4, таб. VI). Камера А этихъ послѣднихъ наполняется водой послѣ того, какъ снята крышка и открытъ клапанъ; нарѣзка выпускного отверстія S соображается съ размѣрами пожарныхъ рукавовъ. Приборы эти въ то же время пригодны и для поливки улицъ. При примѣненіи въ городѣ паровыхъ пожарныхъ насосовъ, для непосредственнаго снабженія ихъ водой должны быть конструированы подобные же приборы, но рассчитанные на большій расходъ воды, т. е., пропорціонально большихъ размѣровъ.

Примѣчаніе. Водопроводныя трубы обыкновенно берутъ начало у основанія водохранилища—подобно трубамъ, его опоражнивающимъ. При тѣхъ и другихъ необходимо установить краны. Въ случаѣ небольшихъ діаметровъ трубъ, можно ограничиться примѣненіемъ крановъ простого устройства, устанавливаемыхъ внѣ водохранилища. При трубахъ же большого діаметра такой способъ управленія водой не можетъ считаться рациональнымъ. Въ этихъ случаяхъ, прибѣгаютъ къ крышечному или донному клапану (см. фиг. 13, 14, таб. V—конструкція инженеръ механика Sinson St.-Albin'a), управленіе механизмомъ котораго производится при посредствѣ вертикальнаго желѣзнаго стержня, надѣтаго на головку приподнимающаго клапанъ винта. Круглый стержень въ нижней части клапана служитъ для направленія движенія послѣдняго, благодаря чему клапанъ точно ложится въ свое сѣдло, при надлежащемъ вращеніи стержня съ винтомъ.

ГЛАВА VII.

Доставка воды на домъ.**§ 1. Различные способы отпуска воды потребителямъ.**

Существуетъ двѣ главныхъ системы отпуска воды городскимъ абонентамъ: отпускъ непрерывный и отпускъ срочный или прерываемый. При второй системѣ, водопроводная труба открывается ежедневно лишь на опредѣленное время, которымъ и пользуются потребители для наполненія водой своихъ резервуаровъ опредѣленной емкости, сохраняющихъ ихъ запасъ воды на время закрытія водопровода. Неудовлетворительность этой системы признана повсемѣстно; въ тѣхъ городахъ, гдѣ примѣняется такой способъ довольствія водой, на него слышатся постоянныя жалобы, какъ со стороны потребителей, такъ и со стороны снабжающихъ городъ водою обществъ. При непрерывно-дѣйствующей системѣ вода въ трубѣ всегда держится подъ опредѣленнымъ давленіемъ; благодаря этому обстоятельству, ее можно имѣть во всякое время: для этого стоитъ только открыть кранъ. Во всякомъ случаѣ, слѣдуетъ какъ-нибудь учитывать количество воды, доставляемой каждому абоненту, чтобы соблюсти естественные интересы обѣихъ сторонъ—и потребителя, и поставщика. Существуетъ, вообще, три способа учета доставляемой воды:

1. Неограниченное пользованіе водою, допускающее лишь приблизительную оцѣнку расхода потребителями воды, на основаніи общаго числа лицъ, живущихъ въ домѣ, числа лошадей, количества экипажей, головъ скота, а также—по соображенію съ общою площадью дворовъ, подвергающихся чисткѣ, и садовъ, требующихъ поливки. Несомнѣнно, что такой способъ поставки воды открываетъ широкое поле для всякаго рода злоупотребленій, не допуская ни для той, ни для другой стороны желательнаго контроля. Компанія, снабжающая городъ водой, можетъ назначать плату за право пользованія водопроводомъ произвольно,—быть можетъ, несоразмѣрно высокой; съ другой же стороны, потребители, чувствуя свою безконтрольность въ расходованіи воды, могутъ опоражнивать водохранилище и трубы, оставляя свои краны не закрытыми втеченіе значительныхъ промежутковъ времени.

Ближайшимъ слѣдствіемъ такого порядка можетъ явиться то, что, при непроизводительной тратѣ воды жителями нижележащихъ городскихъ кварталовъ, жители высокихъ по положенію участковъ города будутъ оставаться вовсе безъ воды, что нерѣдко и случается. А это обстоятельство въ случаѣ пожара можетъ повести къ весьма пагубнымъ послѣдствіямъ.

2. Отпускъ воды черезъ калиброванный кранъ— способъ, часто примѣняющійся изъ-за его простоты, но тѣмъ не менѣе невыгодный ни водопроводной компаніи, ни потребителямъ.

Онъ состоитъ въ примѣненіи особаго крана съ двумя послѣдовательными втулками, такъ называемаго крана калиброванного или мѣрнаго, устанавливаемаго на концѣ отвлѣтленія абонента. Одна изъ втулокъ имѣетъ лишь весьма небольшое пропускное для воды отверстіе, діаметръ котораго соразмѣряется съ тѣмъ условіемъ, чтобы кранъ втеченіе 24 часовъ могъ пропустить весь тотъ объемъ воды, на который потребитель абонируется. *)

Но для одного и того же расхода воды діаметръ отверстія калиброванного крана не есть величина постоянная и всегда одинаковая: онъ зависитъ отъ мѣстной скорости теченія воды и напора въ трубахъ; точное урегулированіе калиброванного крана весьма затруднительно. Поэтому, при примѣненіи такихъ крановъ водопроводное общество рискуетъ потерпѣть убытокъ. Нѣтъ выгодъ и гарантій у этого способа и для потребителя: мало того, что онъ имѣетъ одинаковые шансы получить какъ больше, такъ и меньше воды (чего не должно быть, такъ какъ это ведетъ къ неправильной опѣнкѣ потребления), онъ, кромѣ того, поставленъ въ необходимость потреблять воду по мѣрѣ ея протеканія черезъ узкое отверстіе калиброванного крана; протеканіе это происходитъ непрерывной тонкой струей втеченіе дня и ночи и требуетъ отъ абонента устройства своего отдѣльнаго бака для накопленія въ послѣднемъ того количества воды, которое равномерно пропускаетъ кранъ по расчету всего суточного потребления, въ дѣйствительности неравномѣрнаго. Въ этихъ бакахъ, медленно пополняемыхъ, вода лѣтомъ никогда не бываетъ свѣжей, зимой же всегда слишкомъ холодна; кромѣ того, на днѣ бака скоро отлагаются осадки, вредно вліяющіе на качество воды.

Наконѣцъ, въ добавокъ ко всему, можетъ случиться, что осадки прикроютъ часть отверстія калиброванной втулки, ограничивъ тѣмъ объемъ воды, притекающей къ абоненту; иногда отверстіе забивается даже совсемъ, и тогда абонентъ вовсе лишается воды. Однимъ словомъ, слѣдуетъ признать, что рассматриваемый способъ поставки воды вполне неудовлетворителенъ и не долженъ, вообще, примѣняться, какъ неблагоприятный въ гигиеническомъ отношеніи, какъ не обезпечивающій правъ потребителя и какъ не представляющій тѣхъ гарантій, которыя слѣдуетъ имѣть въ виду при всякомъ удовлетвореніи общественныхъ нуждъ.

3. Доставка воды по водомѣру. Этотъ третій способъ доставки

*) Другая (предшествующая первой) втулка крана служитъ для регулировки пропускной способности калиброванной втулки крана. (Прим. перевод.)

устраняетъ возможность всякихъ злоупотребленій и, по нашему мнѣнію, является единственно-желательнымъ и справедливымъ.

Въ самомъ дѣлѣ, если имѣется такой приборъ, который исчисляетъ количество расходуемой воды, записывая его самымъ точнымъ образомъ, то и продавецъ, и потребитель, благодаря ему, будутъ имѣть вѣрное представленіе о количествѣ поставляемой воды: первый будетъ вознагражденъ пропорціонально дѣйствительно отпущенному товару; второму нечего будетъ бояться требованія уплаты за воду, которой онъ не расходовалъ.

Абонентъ, при доставкѣ ему воды по водомѣру, получаетъ постоянно воду съ тою температурою, какую она имѣетъ въ магистральныхъ трубахъ водопровода, и уплачиваетъ лишь за записанный водомѣромъ расходъ. Примѣненіе водомѣра даетъ возможность абонентамъ имѣть всегда воду подъ полнымъ давленіемъ и приводитъ въ результатъ въ тому, что объемъ воды, недостаточный при безконтрольномъ неограниченномъ пользованіи, оказывается вполне достаточнымъ при учетѣ по водомѣрамъ.

Какъ потребители такъ и водопроводныя компаніи одинаково стоятъ на сторонѣ примѣненія водомѣра. Надо лишь позаботиться, чтобы водомѣръ могъ, дѣйствительно, удовлетворить всѣмъ предъявляемымъ къ нему требованіямъ, а именно:

- 1., чтобы онъ точно записывалъ, какъ большіе, такъ и малые расходы воды, при любомъ давленіи въ сѣти;
- 2., чтобы все устройство прибора было въ достаточной степени прочно;
- 3., чтобы всякая починка легко совершалась на мѣстѣ любымъ слесаремъ или механикомъ, и, наконецъ,—
- 4., чтобы приборъ работалъ даже при самомъ незначительномъ давленіи, а также, чтобы онъ стоилъ недорого.

§ 2. Различныя системы водомѣровъ.

По характеру дѣйствія всѣ системы водомѣровъ, извѣстныя до настоящаго времени, можно раздѣлить на три категоріи:

1. Водомѣры съ вращательнымъ движеніемъ, существенною частью которыхъ является механизмъ, имѣющій сходство съ небольшой турбиной или гребнымъ винтомъ, и приводимый въ движеніе текущей водой. Ось его непосредственно связана съ счетнымъ приборомъ.

Даже при поверхностномъ ознакомленіи съ водомѣрами этой системы легко убѣдиться, что они даютъ лишь приблизительную оцѣнку потребленія, и что разница между отмѣчаемымъ объемомъ и дѣйствитель-

нымъ расходомъ воды тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше этотъ расходъ и чѣмъ слабѣе напоръ. Только при весьма постоянномъ расходованіи большихъ количествъ воды можно урегулировать подобный водомѣръ болѣе или менѣе точно; при незначительныхъ же встрѣчающихся обыкновенно на практикѣ расходахъ воды онъ показываетъ или много больше, или меньше дѣйствительнаго, а иногда даже пропускаетъ воду, совершенно ее не отмѣчая. Случается также, что пропускныя отверстія прибора увеличиваются вслѣдствіе истиранія ихъ краевъ твердыми крупинками увлекаемой водой муты, и послѣ того показанія водомѣра становятся все болѣе и болѣе неправильными и чувствительность его уменьшается настолько, что часто истеченіе воды изъ крана полною струею вовсе не вызываетъ вращенія турбинки.

Еще чаще, постороннія примѣси, находящіяся въ водѣ, засоряютъ отверстія водомѣра, затрудняя вращеніе прибора и стѣсняя право пользованія абонента водой.

Отсюда ясно, что, при дорого стоящей водѣ, водомѣръ съ вращательнымъ движеніемъ не долженъ быть примѣняемъ, какъ неудовлетворительно выполняющій свое назначеніе: малыхъ расходовъ воды онъ не отмѣчаетъ; показанія жъ его, при потребленіи большихъ количествъ воды, представляютъ, по сравненію съ дѣйствительными ея расходами, нѣкоторую разницу, растущую вмѣстѣ съ продолжительностью службы прибора.

2. Водомѣры съ расширяющимися камерами, образуемыми стѣнками изъ упругихъ перепонокъ. Все устройство этихъ водомѣровъ напоминаетъ собою воздушный мѣхъ, надувающійся при наполненіи его водой и сжимающійся при опоражниваніи. Получающееся попеременное движеніе передается посредствомъ храповика и собачки механизму счетнаго аппарата. Этотъ типъ водомѣровъ дѣлаетъ необходимымъ примѣненіе кожаныхъ или каучуковыхъ перепонокъ, растяжимость которыхъ можетъ со временемъ отъ употребленія утрачиваться и прочность которыхъ зависитъ всецѣло отъ условій ихъ службы, болѣе или менѣе быстро приводящихъ ихъ въ негодность, а особенно—отъ состава и качества воды.

Пока этотъ приборъ новъ, то есть,—пока перепонки и пружины не потеряли своей упругости, онъ удовлетворительно выполняетъ свое назначеніе; но послѣ весьма недолгаго употребленія части эти, теряя свою эластичность, дѣлаютъ систему настолько неудовлетворительной, что на нее положительно нельзя смотрѣть, какъ на представляющую какія-либо гарантіи въ постоянствѣ службы.

3. Поршневые водомѣры, движеніе поршня въ цилиндрѣ которыхъ совершенно аналогично съ движеніемъ его въ цилиндрѣ паровой машины или насоса. Это попеременное движеніе поршня взадъ и впередъ произ-

водится напоромъ воды, распредѣленіемъ которой управляютъ особые краны или клапаны, открывающіе своевременно выпускныя и выпускныя окна.

Примѣненіе прибора такого устройства позволяетъ вести точный учетъ количества расходуемой воды. Объемъ цилиндра вполне опредѣляется его внутреннимъ діаметромъ и длиною хода поршня; оба эти количества остаются всегда неизмѣнными, и, слѣдовательно, каждымъ движеніемъ поршня доставляется постоянно одно и то же количество воды. Достаточно поэтому вести лишь счетъ числа ходовъ поршня, чтобы получать легко въ объемныхъ единицахъ соответственный расходъ воды, т. е., имѣть возможность опредѣлять съ большою степенью точности количества воды, проходящія черезъ водомѣръ.

Итакъ, только поршневые водомѣры удовлетворяютъ предъявляемымъ къ нимъ требованіямъ, главное изъ которыхъ—отмѣчать одинаково точно, какъ большіе, такъ и малые расходы воды, при всякомъ давленіи въ сѣти.

§ 3. Главные типы водомѣровъ поршневыхъ.

Мы выяснили уже причину, дающую водомѣрамъ этой категоріи исключительное преимущество точности показаній по сравненію съ приборами двухъ прочихъ системъ. Объемъ, проходимый поршнемъ за одинъ его ходъ, даетъ точное представленіе о количествѣ доставляемой водомѣромъ воды. Но между различными системами, осуществляющими на практикѣ этотъ принципъ, замѣчается разница, выражающаяся въ своеобразномъ устройствѣ деталей и въ особенностяхъ функціонированія частей аппарата. Къ сравнительной оцѣнкѣ типичнѣйшихъ конструкцій поршневыхъ водомѣровъ мы теперь и перейдемъ.

1. Поршневой водомѣръ по идѣе есть изобрѣтеніе чисто французское; изобрѣтатель его—бѣдный французъ, по имени Roberton-Brisson, спроектировавшій лѣтъ двадцать тому назадъ водомѣръ, въ видѣ двухъ горизонтально-расположенныхъ сдвоенныхъ цилиндровъ, внутри которыхъ совершается движеніе поршней съ кожанной набивкой, непосредственно сообщающихъ своими стержнями это движеніе взадъ и впередъ двумъ золотникамъ; послѣдніе же предназначаются для поперебѣннаго открыванія и закрыванія оконъ для впуска и выпуска воды. Когда одно изъ выпускныхъ оконъ открывается, вода приводитъ въ движеніе одинъ поршень; когда этотъ послѣдній приблизится къ концу своего хода, золотникъ, соединенный съ нимъ, начнетъ открывать второе выпускное отвер-

стіе, поступаая черезъ которое вода приводитъ въ движеніе второй поршень; такимъ образомъ, движеніе второго поршня начинается тогда, когда первый свое движеніе оканчиваетъ. Благодаря такому устройству, не можетъ быть перерыва ни въ дѣйствіи водомѣра, ни въ теченіи воды. Водораспредѣленіе въ приборѣ совершается при посредствѣ трубъ, расположенныхъ и подводящихъ воду такимъ образомъ, что золотникъ, связанный съ поршнемъ праваго цилиндра, распредѣляетъ воду для движенія лѣваго поршня; и, обратно, золотникъ, связанный съ лѣвымъ поршнемъ, распредѣляетъ воду для движенія поршня праваго. Поперемѣнное движеніе золотниковъ передается, съ помощью храповиковъ и собачекъ, счетному механизму, циферблатъ котораго по устройству одинаковъ съ циферблатомъ газомѣровъ.

Несложность устройства этого прибора очевидна, чистка и вообще уходъ за нимъ легки; приборъ не обходится дорого, потому что въ немъ нѣтъ такихъ частей, которыя бы подвергались быстрому изнашиванію. Къ несчастью, изобрѣтатель, при своей бѣдности, не получилъ поддержки своему изобрѣтенію, чѣмъ и объясняется заброшенность послѣдняго въ настоящее время. Какъ на недостатокъ въ этомъ приборѣ, указывали на горизонтальное расположеніе цилиндровъ и происходящее отъ этого неравномѣрное истираніе поршневыхъ частей; но, какъ увидимъ далѣе, это не помѣшало, однако, другимъ изобрѣтателямъ конструировать впослѣдствіи водомѣры съ горизонтально расположенными цилиндрами, результаты работы которыхъ признаются удовлетворительными.

2. Samain изобрѣлъ водомѣръ съ четырьмя на крестъ расположенными цилиндрами, лежащими въ одной горизонтальной плоскости и образующими въ центральной части камеру для сбора пропущенной уже черезъ водомѣръ воды.

Въ средней точкѣ этой камеры находится вертикальный колѣнчатый валъ, соединенный четырьмя шатунами съ поршнями; шатуны эти снабжены на концахъ шаровыми шарнирами, вращающимися въ соответствующихъ гнѣздахъ, сдѣланныхъ въ тѣлѣ поршней. Поверхность крышки, закрывающей центральную камеру сверху, представляетъ собою бронзовое зеркало круговаго золотника, снабженное 4-мя расположенными по кругу отверстіями, каждое изъ которыхъ особой трубкой сообщается съ однимъ изъ цилиндровъ; цилиндры покрыты на внутренней поверхности мѣдными обкладками, по которымъ скользятъ поршни. Сверхъ того, по самой серединѣ золотника имѣется еще одно отверстіе, совпадающее съ кольцеобразной щелью вокругъ верхней части колѣнчатаго вала, и черезъ нее сообщающееся съ центральной полостью водомѣра. Въ верхней точкѣ колѣнчатаго вала заклинивается круговой золотникъ, скользящій непре-

рывно по зеркалу. При своемъ вращеніи этотъ золотникъ особымъ отверстіемъ послѣдовательно открываетъ каждое изъ 4-хъ окружныхъ отверстій въ зеркалѣ; въ то же время специальная полость золотника устанавливаетъ тоже послѣдовательно сообщеніе между отверстіями зеркала и кольцеобразною щелью, ведущею въ центральную полость. Впускъ воды въ приборъ производится черезъ трубу, присоединенную къ крышкѣ золотниковой коробки; на верхней поверхности этой крышки располагается счетный аппаратъ, приводимый въ дѣйствіе вертикальною осью золотника.

Вода, поступающая черезъ наружную трубу въ золотниковую коробку, устремляется въ одно изъ четырехъ отверстій зеркала, открытое золотникомъ, и производитъ давленіе на соотвѣтствующій поршень, заставляя его передвигаться въ цилиндрѣ отъ наружной крышки по направленію къ центральной полости прибора. Это движеніе при посредствѣ шатуна передается колѣнчатому валу и золотнику, причемъ послѣдній, двигаясь по зеркалу, открываетъ слѣдующее отверстіе. Въ то же время противоположный поршень движется въ направленіи отъ центральной камеры къ наружной крышкѣ цилиндра, и вода, заключающаяся въ этомъ цилиндрѣ, проникаетъ черезъ полость золотника и черезъ кольцеобразную щель около вала въ центральную камеру водомѣра, откуда уже и выводится выпускной трубой для пользованія.

Результатомъ такой послѣдовательной работы каждого цилиндра является непрерывное вращательное движеніе вертикальнаго вала, золотника и связаннаго съ нимъ счетнаго механизма, а вмѣстѣ съ тѣмъ, и самое протеканіе воды черезъ приборъ при нормальномъ ея расходованіи совершается безъ чувствительныхъ перерывовъ. Это послѣднее свойство въ одинаковой степени присуще всѣмъ водомѣрамъ, въ которыхъ два поршня двойнаго дѣйствія работаютъ подъ угломъ въ 90° .

Водомѣръ Samain'a функціонируетъ правильно и даетъ достаточно точныя показанія.

Однако, не слѣдуетъ увеличивать скорости движенія поршней, то есть—требовать большаго расхода отъ прибора, который не соотвѣтствуетъ ему по своимъ размѣрамъ; такая перегрузка прибора вызываетъ толчки при каждомъ переходѣ поршня черезъ мертвое положеніе, такъ какъ здѣсь не существуетъ и не можетъ быть устроено воздушныхъ колпаковъ на трубахъ приводной или отводящей. Съ точки зрѣнія равномерности работы, водомѣръ простаго дѣйствія, съ тремя поршнями, работающими подъ углами въ 120° другъ къ другу, слѣдуетъ предпочесть водомѣрамъ съ двумя или четырьмя поршнями; одинъ изъ такихъ водомѣровъ, расположеніе частей и идея устройства котораго были заимствованы отъ машины

Brotherhood'a, былъ забракованъ городомъ Парижемъ; въпрочемъ, объясненіе этому надо искать скорѣе всего въ неудовлетворительности выполненія, а не въ идеѣ конструкціи прибора.

3. Инженеръ Roux въ Creusot изобрѣлъ конструкцію, въ которой три поршня совершаютъ непрерывную работу, дѣйствуя послѣдовательно одинъ за другимъ и независимо одинъ отъ другого; примѣнивъ сначала эту конструкцію къ устройству водостолбовой машины, изобрѣтатель сконструировалъ, основываясь на той же идеѣ, водомѣръ, въ которомъ три поршня являются единственными подвижными частями. Поршни эти работаютъ свободно, независимо другъ отъ друга, безъ примѣненія сальниковъ, безъ поршневыхъ стержней и безъ всякихъ соединительныхъ частей между ними. Взаимная ихъ связь устанавливается исключительно при помощи трубъ, проводящихъ воду, которая и является силой, порождающей и согласующей дѣйствія всѣхъ частей прибора.

4. Въ 1872 году Ftager изобрѣлъ водомѣръ, состоявшій изъ двухъ горизонтально расположенныхъ другъ противъ друга цилиндровъ, заключенныхъ въ общую цилиндрическую оболочку. Два поршня имѣли прямо противоположныя направленія движенія: одинъ двигался впередъ, когда другой шелъ назадъ *). Попеременный впускъ воды совершался открываніемъ соотвѣствующихъ оконъ, для чего примѣнялись золотники; окна сообщались между собой перекрещивающимися небольшими трубками. Перекрещиваніе имѣло цѣлю сдѣлать водораспределение сходнымъ съ разсмотрѣннымъ уже нами распределеніемъ Robertson-Brisson'a. Поршень праваго цилиндра приводилъ въ дѣйствіе золотникъ при лѣвомъ цилиндрѣ, и—наоборотъ. Трубки, при маломъ діаметрѣ и весьма сложной сборкѣ частей, имѣли извилистую форму, почему являлись причиной значительной потери въ давленіи и, кромѣ того, легко загрязнялись, особенно при иловой водѣ. Эта система тоже была забракована.

Позже, въ 1878 году, Ftager создалъ новый типъ водомѣра той же системы, устранивъ при этомъ упомянутые только-что недостатки. Этотъ новый типъ обнаружилъ и правильность дѣйствія, и достаточно точныя показанія счетчика.

5. Изъ Англіи былъ перенесенъ во Францію поршневого водомѣра системы Kennedy, съ однимъ только цилиндромъ. Онъ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей: цилиндра, отмѣряющаго воду, и камеры съ водораспределительнымъ и счетнымъ механизмами. Послѣдній находится внѣ вліянія воды—работаетъ въ сухомъ состояніи, благодаря чему части его находятся въ наилучшихъ условіяхъ для сохранности. Поршень, двигающійся въ цилиндрѣ въ вертикальномъ направленіи, снабженъ на ободѣ каучуковымъ

*) Расположеніе, сходное съ расположеніемъ въ водомѣрѣ Robertson-Brisson'a.

кольцомъ, которое, при движеніи поршня, катится по внутренней поверхности цилиндра и тѣмъ уменьшаетъ проявляющееся треніе въ весьма значительной степени, что естественно сокращаетъ потерю въ напорѣ. По этой причинѣ, описываемый водомѣръ, наиболѣе чувствительный изъ всѣхъ типовъ, исправно отмѣчаетъ результаты уже при столь незначительномъ напорѣ, какъ 0,50 метра.

Поршень соединяется съ зубчатой рейкой, которая, въ свою очередь, приводитъ во вращеніе шестерню, снабженную двумя кулаками или пальцами; на одномъ изъ концевъ оси этой шестерни закрѣплено небольшое коническое зубчатое колесо, передающее движеніе счетному механизму; съ другой же стороны отъ шестерни, имѣющей два пальца, находится молоточекъ, который поочередно то однимъ то другимъ изъ пальцевъ перекидывается то на одну, то на другую сторону, смотря по тому, поднимается или опускается рейка. Послѣ перехода черезъ высшее свое положеніе, молоточекъ падаетъ на одну изъ ручекъ ключа, управляющаго распредѣленіемъ теченія воды. Особый упоръ задерживаетъ каждый разъ ходъ молоточка и поглощаетъ силу его инерціи.

Существуютъ еще и другія системы поршневыхъ водомѣровъ, но всѣ они представляются менѣе совершенными, вслѣдствіе работы механизма въ водѣ. Пока эти водомѣры еще новы, они даютъ хорошіе результаты, но вода, несущая въ себѣ нѣкоторую дозу осадковъ въ видѣ мути (а такова вода всѣхъ даже наилучшихъ источниковъ водоснабженія), отлагаетъ въ скоромъ времени свой наносный матеріалъ на различныхъ частяхъ прибора, вредя тѣмъ несомнѣнно его работѣ.

Изъ всѣхъ поршневыхъ водомѣровъ, только что описанныхъ нами, самымъ чувствительнымъ, по нашему мнѣнію, можетъ считаться водомѣръ Kennedy, который, имѣя лишь одинъ поршень и при томъ снабженный набивкой изъ одного катящагося каучуковаго кольца, даетъ самую незначительную потерю въ напорѣ. Французскій инженеръ Е. Керн, обративъ вниманіе на преимущества этого водомѣра, поспѣшилъ, при посредствѣ одной торговой фирмы въ Парижѣ, основать мастерскую для изготовленія водомѣровъ, спроектированныхъ по этой системѣ. Подробное описаніе водомѣра, конструируемаго фирмою Керн'а, мы даемъ въ слѣдующей главѣ.

§ 4. Водомѣръ Керн'а.

Водомѣръ Керн'а представленъ на табл. X и XI; онъ состоитъ изъ двухъ основныхъ частей:

1. цилиндра съ поршнемъ;

2. механизма водораспределения и учета, который, ради предохранения от порчи, расположен вне влияния воды.

Цилиндр а, составляющий основание прибора, на внутренней своей поверхности обложен мѣдной рубашкой. Въ немъ ходитъ эбонитовый поршень в, имѣющій набивку въ видѣ каучуковаго кольца с; благодаря этому, скользящее треніе обыкновенныхъ поршней замѣняется здѣсь треніемъ при перекачиваніи, что въ значительной мѣрѣ уменьшаетъ потерю въ напорѣ. Кромѣ того, поршень, сдѣланный изъ эбонита—вещества, имѣющаго плотность воды, не измѣняетъ давленія воды дѣйствіемъ своего вѣса.

Поршневой стержень d, заключенный въ оболочку изъ красной мѣди, проходитъ черезъ сальникъ е въ верхней крышкѣ цилиндра и оканчивается зубчатой рейкой f, вращающей шестерню g; послѣдняя имѣетъ два пальца, которыми она, при перемѣнномъ движеніи поршня, захватываетъ и поднимаетъ противовѣсъ h. Этотъ противовѣсъ или молотокъ, послѣ каждого перехода черезъ верхнее вертикальное положеніе, падаетъ попеременно на одно изъ двухъ плечъ рычага i, соединеннаго съ втулкой четырехпроходнаго крана k—главнаго водораспределительнаго органа, заставляющаго впускъ и выпускъ воды по ту и по другую сторону поршня. Каучуковый буферъ l воспринимаетъ ударъ молоточка h.

На противоположномъ концѣ оси шестерни насажено небольшое коническое колесо, сѣфленое справа и слѣва съ храповыми колесами, управляющими счетнымъ механизмомъ; детали этого механизма, расчетъ которыхъ приведенъ ниже, представлены на фиг.: 2, 3, 4 и 5, таб. XI.

Въ водомѣрахъ двойнаго дѣйствія съ однимъ поршнемъ, равно какъ и въ водомѣрахъ съ двумя поршнями—одиначнаго или двойнаго дѣйствія, но работающими подъ угломъ въ 180° , происходитъ одинъ разъ на каждомъ ходѣ поршня перерывъ въ теченіи воды, а именно—тогда, когда водораспределительный приборъ одновременно закрываетъ оба водовпускныхъ окна; для устраненія этого недостатка прибѣгаютъ къ уловкѣ, состоящей въ томъ, что скользящимъ гранямъ распределительнаго прибора (золотника или крана) даютъ ширину, меньшую ширины водовпускныхъ оконъ. Однако, при такомъ устройствѣ бываютъ моменты, когда устанавливается непосредственное сообщеніе между трубами притока и отвода воды. тѣмъ меньшее, впрочемъ, чѣмъ скорѣе работаетъ распределительный приборъ.

Во всѣхъ поршневыхъ водомѣрахъ, за исключеніемъ системы Kennedy (или Керн'а), скорость движенія водораспределительнаго аппарата (золотника—съ прямолинейнымъ возвратнымъ движеніемъ или—съ непрерывнымъ вращеніемъ) неизмѣнно связана со скоростью поршня и не можетъ

поэтому, даже приблизительно, достигать тѣхъ большихъ скоростей, которыя присущи водомѢрамъ Kennedy и Kern'a.

Расчеты основныхъ размѣровъ счетныхъ или минутныхъ шестерень.

Ходъ поршня $b = 0,180$ метр., шагъ зубчатой рейки $f = 0,006$ метр.; слѣдовательно, число зубцовъ, сдѣляющихся съ рейкой за одинъ ходъ поршня, равно—

$$\frac{0,180}{0,006} = 30.$$

Но шестерня g имѣетъ 34 зуба, такъ что, при каждомъ ходѣ поршня, шестерня поворачивается то въ одномъ, то въ другомъ направленіи, на $\frac{30}{34}$ своего оборота; то же имѣетъ мѣсто и относительно колесъ m и n . Горизонтальный валъ, на которомъ сидятъ колеса n , имѣетъ постоянное направленіе вращенія; онъ несетъ винтъ въ одну нитку, сдѣляющійся съ колесомъ, имѣющимъ 48 зубцевъ; на оси послѣдняго насажено небольшое колесо съ 12 зубцами, которое сдѣляется съ колесомъ, имѣющимъ 48 зубцевъ и отмѣчающимъ втеченіе полного своего оборота отпущъ 1 куб. метра воды. Проверимъ это.

Опредѣлимъ сначала число ходовъ поршня, необходимое для того чтобы послѣднее изъ перечисленныхъ колесъ сдѣлало полный оборотъ.

Полный оборотъ его соотвѣтствуетъ

$$\frac{48}{12} \times \frac{48}{1} = 192 \text{ оборотамъ винта,}$$

и, слѣдовательно:

$$192 \cdot \frac{34}{30} = 217,6 \text{ ходамъ поршня.}$$

Съ другой стороны, при діаметрѣ поршня въ 0,180 метр. и при его, ходѣ въ 0,180 метр., объемъ воды, отмѣчающій одному ходу этого поршня, есть:

$$\pi \cdot \frac{0,18^2}{4} \cdot 0,18 = 0,004580 \text{ куб. метр.}$$

Стало быть, отмѣченный приборомъ 1 куб. метръ соответствуетъ прошедшему подъ поршнемъ объему воды въ

$$0,004580 \cdot 217,6 = 0,997 \text{ куб. метр.}$$

Разность въ 0,003 куб. метра оставлена въ виду того, что во всѣхъ приборахъ этого типа, равно какъ и въ водостолбовыхъ машинахъ, объемъ воды, дѣйствительно доставляемый приборомъ, всегда нѣсколько превышаетъ объемъ, проходимый поршнемъ вслѣдствіе особенностей работы водораспределительнаго прибора.

На практикѣ дѣйствительная проводоспособность водомѣра вывѣряется передъ тѣмъ, какъ пустить ихъ въ дѣло.

Вслѣдствіе наклоннаго положенія циферблата счетчика, отсчеты его показаній дѣлаются одинаково легко, какъ при установкѣ его надъ поверхностью земли, такъ и при помѣщеніи его въ смотровомъ колодцѣ.

ГЛАВА VIII.

Проектъ сѣти водостоковъ.

§ 1. Предварительныя соображенія.

Мы описали уже способъ достаточно обильнаго снабженія города водой хорошаго качества. Но имѣя въ виду оздоровленіе города, недостаточно позаботиться о снабженіи его чистой водой; нельзя забывать и о другомъ не менѣе важномъ условіи городского благоустройства—о сооруженіи удобныхъ и правильно функционирующихъ отводовъ сточныхъ водъ, загрязненныхъ очисткой улицъ и домашнимъ хозяйствомъ, а также — всякаго рода нечистотъ, накапливающихся втеченіе дня.

Водостоки образуютъ систему подземной канализаціи, назначеніе которой удалять всѣ городскіе отбросы. Собственно водостокомъ называютъ длинную крытую канаву или, говоря иначе — галерею, сложенную изъ кирпича и имѣющую нѣкоторый уклонъ дна въ направленіи отвода водъ.

Система водостоковъ по характеру своего устройства противоположна системѣ водораспределенія. Последняя, какъ мы уже видѣли, представляетъ собою совокупность трубъ, питаемыхъ водой изъ водохранилища, въ которое вода эта поступаетъ или непосредственно — дѣйствіемъ своего вѣса, или же при посредствѣ искусственнаго подъема ма-

пинами,—трубъ, разносящихъ ее съ сохраненіемъ надлежащаго напора по всѣмъ частямъ города, въ видахъ удовлетворенія нуждамъ общественной и частной жизни—путемъ соответствующихъ отвлѣченій, правомъ на укладку которыхъ пользуется каждый владѣлецъ недвижимой собственности въ городѣ и всякое городское общественное сооруженіе. Сѣтъ водосточковъ представляетъ собою подобную совокупность трубъ, но расположенныхъ въ обратномъ порядкѣ: сточныя трубы для отвода водъ поливныхъ, хозяйственныхъ и дождевыхъ открываются въ водосточныя каналы или галлерей, которыя затѣмъ собираются къ магистральнымъ галлереямъ, называемымъ коллекторами, назначеніе которыхъ — удалять далеко за черту города всѣ нечистоты, поступающія въ систему водосточковъ.

Въ водостокахъ вода течетъ единственно подъ дѣйствіемъ своего собственнаго вѣса; говоря иначе — водосточные каналы и трубы работаютъ не подъ напоромъ; поэтому, вся система каналовъ должна получать непрерывный уклонъ, соответствующій, въ каждой части системы, количеству пропускаемыхъ черезъ каналы сточныхъ водъ.

Водостоки представляютъ изъ себя каменные галлерей яйцевиднаго поперечнаго сѣченія; въ большихъ городахъ верхняя часть ихъ утилизируется часто для размѣщенія въ ней трубъ, снабжающихъ городъ водой или сжатымъ воздухомъ, телеграфныхъ и телефонныхъ проводовъ и т. п.; газопроводы, въ большинствѣ случаевъ, выдѣляютъ, помѣщая ихъ въ особыя крытыя траншеи, ввиду опасности взрывовъ, которые могли-бы имѣть мѣсто при просачиваніи газа и скопленіи его въ водостокахъ.

Чистка водосточковъ малаго и средняго поперечнаго сѣченія производится посредствомъ скребковъ; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ уклонъ малъ, прибѣгаютъ, кромѣ того, къ промывкѣ такими потоками воды, которые могли-бы переносить песокъ, собирающійся въ этихъ частяхъ сѣти, къ мѣстамъ съ большими уклонами дна.

§ 2. Наибольшее количество воды, удаляемое по водостокамъ въ 1 секунду.

По условію, дождемѣръ показываетъ годичную высоту воды въ 1 метръ соответственно этому, средняя суточная высота выразится въ мм. слѣдующимъ числомъ:

$$\frac{1000}{365} = 2,74 \text{ мм.}$$

Во время самыхъ сильныхъ ливней, какъ указано въ программѣ можетъ выпасть за часъ 27,4 мм.; слѣдовательно, придется втеченіе часа

удалить по водостокамъ слой дождевой воды, который въ состояніи покрыть на 27,4 мм. высоты всю площадь города, какъ застроенную, такъ и замощенную или шоссированную. Несомнѣнно, что въ это время поливка уже не можетъ имѣть мѣста. Такимъ образомъ, количество воды, подлежащей удаленію, бываетъ наибольшимъ тогда, когда разражается самый сильный ливень въ періодъ самаго значительнаго расходованія хозяйственныхъ водъ (не включая въ число ихъ водъ для поливки), то есть, при обыкновенныхъ условіяхъ—отъ 5 до 6 часовъ вечера и—съ 5 до 7 часовъ вечера въ тѣхъ случаяхъ, когда всѣ фабричныя заведенія города продолжаютъ свой рабочій день до 7 час. вечера.

Для облегченія составленія проекта сѣти городскихъ водостоковъ всѣ улицы города раздѣлены, какъ и при проектированіи сѣти водоснабженія, на пронумерованные участки.

Опредѣленіе секунднаго расхода водъ въ каждой водосточной вѣтви не представляетъ затрудненій, если принять во вниманіе необходимость удаленія, втеченіе часа, слоя воды въ 27,4 мм., распространеннаго на всю застроенную, замощенную и шоссированную площади разсматриваемаго городского района, и, кромѣ того,—объема воды, равнаго потребляемому за тотъ же часъ хозяйствомъ жителей, промышленностью и фонтанами, то есть—объема воды, доставляемаго данному району системою водоснабженія.

Мы составимъ, такимъ образомъ, безъ особенныхъ затрудненій слѣдующую таблицу, одна изъ графъ которой заимствована изъ соотвѣствующей таблицы III-ей главы.

№№ участковъ.	Длина участ- ковъ въ ме- трахъ.	Количество во- ды, выпадающее за 1 сек. во время сильнаго ливня, въ лит- рахъ.	Количество воды, потребляемое насе- леніемъ, промыш- ленностью и фонта- нами въ 1 сек., въ литрахъ.	Общее наибольшее количество водъ, спускаемое въ водо- токи въ 1 сек., въ литрахъ.
1	150	23,600	1,563	25,163
2	140	39,425	2,167	41,592
3	60	11,417	0,346	11,763
4	100	34,233	4,900	39,133
5	40	13,700	2,184	15,884
6	90	34,233	5,130	39,363
7	220	67,000	11,320	78,320
8	50	15,500	2,580	18,080
9	200	46,500	5,912	52,412
10	50	18,000	1,475	19,475
11	230	60,255	6,590	66,845
12	40	18,266	1,470	19,736
13	120	43,915	4,386	48,301

№ участковъ.	Длина участ- ковъ въ метрахъ.	Количество во- ды, выпадающее за 1 сек. во время самаго сильнаго ливня, въ лит- рахъ.	Количество воды, потребляемое насе- леніемъ, промыш- ленностью и фонта- нами въ 1 сек., въ литрахъ.	Общее наибольшее количество воды, спускаемое въ водо- стокъ въ 1 сек., въ литрахъ.
14	30	16,000	1,101	17,101
15	30	16,000	1,101	17,101
16	100	46,500	3,672	50,172
17	40	18,266	1,517	19,783
18	15	5,710	0,144	5,854
19	85	15,831	1,146	16,977
20	95	57,844	6,751	64,595
21	70	37,322	7,812	45,134
22	15	7,991	1,593	9,584
23	250	83,055	11,547	94,602
24	150	34,250	0,900	35,150
25	160	42,622	0,940	43,562
26	210	19,460	0,783	20,243
27	48	6,856	0,143	6,993
28	32	5,790	0,107	5,897
29	80	18,266	0,287	18,553
30	67	10,489	0,272	10,741
31	75	22,806	0,318	23,124
32	216	31,880	0,912	32,792
33	197	30,000	2,921	32,921
34	98	29,480	1,488	30,968
35	42	6,393	0,596	6,989
36	85	13,000	1,294	14,294
37	145	11,306	0,494	11,800
38	38	3,044	0,106	3,150
39	82	12,180	0,282	12,462
40	193	30,151	0,686	30,837
41	50	3,047	0,177	3,224
42	322	36,800	1,057	37,857
43	30	11,417	0,076	11,493
44	80	7,888	0,202	8,090
45	160	38,035	1,113	39,168
46	40	3,805	0,306	4,111
47	60	9,133	0,178	9,311
48	100	22,833	1,430	24,263
49	132	39,187	1,235	40,422
50	58	15,639	0,570	16,209
51	160	62,306	15,425	77,731
52	130	30,444	2,535	32,979
53	95	10,270	1,949	12,219
54	270	71,925	5,266	77,191
55	110	25,117	1,150	26,267
56	40	3,805	0,263	4,068
57	175	18,646	1,118	19,764
58	35	3,425	0,197	3,622
59	40	6,900	0,146	7,046
60	90	20,550	0,763	21,313
61	65	19,790	0,525	20,315
62	185	42,240	2,200	44,440
63	105	31,996	0,369	32,365
64	115	10,502	0,321	10,823
65	250	38,000	0,870	38,870
66	150	14,355	0,671	15,026

№№ участковъ.	Длина участ- ковъ въ ме- трахъ.	Количество во- ды, выпадающее за 1 сек. во время самого сильного ливня, въ лит- рахъ.	Количество воды, потребляемое насе- леніемъ, промыш- ленностью и фонта- нами въ 1 сек., въ литрахъ.	Общее наибольшее количество воды, спускаемое въ водо- стоки въ 1 сек., въ литрахъ.
67	130	17,810	0,499	18,309
68	190	28,921	0,987	29,908
69	85	6,080	0,248	6,328
70	110	19,256	0,830	20,086
71	35	1,928	0,285	2,213
72	145	10,210	0,324	10,534
73	180	15,500	1,780	17,280
74	820	67,210	7,342	74,552
75	60	18,266	0,709	18,975
76	60	13,720	0,709	14,429
77	65	9,900	0,713	10,613
78	180	20,550	1,192	21,742
79	490	52,212	0,796	53,008
80	200	30,444	0,509	30,953
81	80	12,180	0,702	12,882
82	150	22,806	1,318	24,124
83	100	11,416	0,658	12,074
84	100	13,000	0,658	13,658
85	100	22,833	0,710	23,543
86	170	38,555	1,161	39,716
87	100	6,255	0,106	6,361
88	200	12,177	0,211	12,388
89	120	7,618	0,126	7,744
90	180	13,421	0,223	13,644
91	140	9,132	0,128	9,260
92	95	4,560	0,170	4,730
93	80	2,856	0,740	23,596
94	95	6,850	0,788	7,638
95	105	23,975	1,261	25,236
96	95	16,233	0,731	16,964
97	65	17,111	0,478	17,589
98	120	36,600	0,694	37,294
99	85	6,850	0,483	7,333
100	190	30,444	1,432	31,876
101	270	20,550	1,136	21,686
102	140	7,460	0,156	7,616
103	140	53,277	2,961	56,238
104	65	3,444	0,336	3,780
105	110	6,888	0,308	7,196
106	190	12,176	0,610	12,786
107	140	6,850	0,263	7,113
108	180	13,700	1,634	15,334
109	170	13,700	2,000	15,700
110	30	2,283	0,188	2,471
111	110	12,177	1,635	13,812
112	250	13,700	0,412	14,112
Итого:		2469,669	180,388	2670,057

Итакъ, наибольшее количество воды, поступающее въ водостоки за одну секунду:

2650,057 литровъ.

§ 3. Сѣтъ городскихъ водостокѣвъ.

Устройствомъ водостокѣвъ упраздняются рвы и открытыя каналы, которые, пересѣкая городъ въ разныхъ направленіяхъ, предназначались, до введенія канализаціи, для спуска въ рѣку отбросовъ промышленныхъ производствъ; намъ приходится, стало быть, принимать во вниманіе лишь два не уничтожаемыхъ рукава рѣки d'Iton.

Весь городъ раздѣленъ на три части: первая лежитъ на правомъ берегу южнаго рукава рѣки, вторая — между двумя рукавами и третья — на лѣвомъ берегу сѣвернаго ея рукава.

Каждой изъ этихъ частей соотвѣтствуетъ своя отдѣльная система водостокѣвъ со своимъ собственнымъ коллекторомъ. Въ составъ каждой системы входятъ трубы 4-го порядка, которыя подводятся къ трубамъ 3-го порядка; эти собираются въ каналы 2-го порядка, послѣднія же примыкаютъ къ галлерей 1-го порядка, образующей коллекторъ.

Пользуясь составленной только-что таблицей размѣра сточныхъ водъ, поступающихъ въ сѣтъ канализаціи города на длинѣ каждаго ея участка, не трудно заполнить надлежащими числами и графы таблицъ нижеслѣдующихъ:

Первая система.

№№ участковъ.	Длины участковъ въ мѣтрахъ.	Полный секундный расходъ, въ литрахъ, для каждаго изъ участковъ —			
		4-го порядка	3-го порядка	2-го порядка	1-го порядка
1	150	25,163	25,163	—	—
1/2 уч. 108	90	7,667	—	—	—
2	140	41,592	74,422	—	—
3	60	11,763	86,185	—	—
42	322	37,857	—	37,857	—
3/4 » 90	135	10,233	—	—	—
41	50	3,224	—	51,314	—
1/2 » 79	245	26,504	—	—	—
40	193	30,837	—	108,655	—
1/2 » 78	90	10,871	—	—	—
39	82	12,462	—	131,988	—
1/2 » 68	95	14,954	—	—	—
1/2 » 79	245	26,504	26,504	—	—
112	250	14,112	—	—	—
80	200	30,953	—	—	—
107	140	7,113	78,682	—	—
38	38	3,150	—	288,774	—
1/2 » 106	95	6,393	—	—	—
37	145	11,800	—	216,967	—
25	160	43,562	43,562	—	—
1/2 » 108	90	7,667	—	—	—
1/2 » 65	125	19,435	—	—	—
24	150	35,150	105,814	—	—

№№ участковъ.	Длины участковъ въ метрахъ.	Полный секундный расходъ, въ литрахъ, для каждого изъ участковъ—			
		4-го порядка	3-го порядка	2-го порядка	1-го порядка
43	30	11,493	—	—	450,459
109	170	15,700	—	—	—
44	80	8,090	—	—	474,249
45	160	39,168	—	—	513,417
104	65	3,780	—	—	—
5	40	15,884	—	—	—
105	110	7,196	26,860	—	—
4	100	39,133	—	—	—
66	150	15,026	81,019	—	—
110	30	2,471	—	—	—
67	130	18,309	101,799	—	—
¹ / ₄ »	88	50	—	—	—
	87	100	—	—	—
	46	40	—	—	—
¹ / ₂ »	65	125	—	—	628,785
	47	60	—	—	—
	48	100	—	—	657,531
	111	110	—	—	—
	33	197	—	—	695,606
	30	67	—	—	728,757
	93	80	—	—	—
	31	75	—	23,596	—
	100	190	—	—	—
¹ / ₂ »	69	42,50	—	89,337	—
	70	110	—	—	—
¹ / ₂ уч.	94	47,50	—	112,587	—
	71	35	—	—	—
	32	216	—	118,619	—
	49	132	—	—	—
	96	95	73,214	—	—
	50	58	—	—	—
	95	105	106,387	—	—
	51	160	—	—	—
³ / ₄ »	88	150	—	327,973	—
	89	120	—	—	—
	34	98	—	—	—
	35	42	—	—	1104,503
	52	130	—	—	—
¹ / ₂ »	91	70	—	—	1144,471
	53	95	—	—	—
¹ / ₂ »	72	72,50	—	—	1161,320
	54	270	—	—	—
¹ / ₂ »	92	47,50	—	—	1243,778
			—	—	—
Итого . . .		1246,143			

Вторая система.

№№ участковъ.	Длины участковъ въ метрахъ.	Полный секундный расходъ, въ литрахъ, для каждаго изъ участковъ—			
		4-го порядка	3-го порядка	2-го порядка	1-го порядка
103	140	56,238	—	—	—
9	200	52,412	—	—	108,650
$\frac{1}{2}$ уч. 90	45	3,411	—	—	—
10	50	19,475	—	—	131,536
11	230	66,845	—	—	198,381
$\frac{1}{2}$ » 73	90	8,640	—	—	—
56	40	4,068	—	—	—
55	110	26,267	—	38,975	—
102	140	7,616	—	—	—
12	40	19,736	—	—	264,708
57	175	19,764	—	—	—
99	85	7,333	27,097	—	—
63	105	32,365	—	—	—
13	120	48,301	—	—	372,471
6	90	39,363	—	39,363	—
26	210	20,243	20,243	—	—
$\frac{1}{2}$ уч. 78	90	10,871	—	—	—
27	48	6,993	38,107	—	—
$\frac{1}{2}$ » 68	95	14,954	—	—	—
28	32	5,897	58,958	—	—
$\frac{1}{2}$ » 106	95	6,393	—	—	—
64	115	10,823	—	—	—
29	80	18,553	94,727	—	—
7	220	78,320	—	212,410	—
$\frac{1}{2}$ » 69	42,50	3,164	—	—	—
8	50	18,080	—	233,654	—
14	30	17,101	—	—	623,226
59	40	7,046	—	—	—
58	35	3,622	—	—	—
98	120	37,294	47,962	—	—
15	30	17,101	—	—	688,289
83	100	12,074	—	—	—
97	65	17,589	—	—	—
$\frac{1}{2}$ » 86	85	19,858	49,521	—	—
16	100	50,172	—	—	787,982
$\frac{1}{2}$ » 94	47,50	3,813	—	—	—
$\frac{1}{2}$ » 101	135	10,843	—	—	—
60	90	21,313	32,156	—	—
$\frac{1}{8}$ » 74	102,50	9,319	—	—	—
$\frac{1}{2}$ » 62	92,50	22,220	—	—	—
61	65	20,315	42,535	—	—
77	65	10,613	—	94,623	—
84	100	13,658	—	—	—
76	60	14,429	—	122,710	—
$\frac{1}{2}$ » 86	85	19,858	—	—	—
75	60	18,975	—	161,543	—
17	40	19,783	—	—	973,127
36	85	14,294	—	—	—
18	15	5,854	—	—	993,275
85	100	23,543	—	—	—

№№ участковъ.	Длины участковъ въ метрахъ.	Полный секундный расходъ, въ литрахъ, для каждаго изъ участковъ.			
		4-го порядка	3-го порядка	2-го порядка	1-го порядка
19	85	16,977	—	—	1033,795
82	150	24,124	—	—	—
81	80	12,882	—	—	—
20	95	64,595	—	—	1135,396
¹ / ₂ » 91	70	4,630	—	—	—
21	70	45,134	—	—	1185,160
¹ / ₂ » 72	72,50	5,267	—	—	—
22	15	9,584	—	—	1200,011
¹ / ₂ » 62	92,50	22,220	—	—	—
23	250	94,602	—	—	1316,833
¹ / ₂ » 92	42,50	2,365	—	—	—
И т о г о		1319,198	—	—	—

Третья система.

№№ участковъ.	Длины участковъ въ метрахъ.	Полный секундный рас- ходъ, въ литрахъ, для каждаго изъ участковъ.	
		2-го порядка	1-го порядка
¹ / ₂ уч. 73	90	8,640	—
¹ / ₂ » 101	135	10,843	—
¹ / ₈ » 74	717,50	65,233	84,716
И т о г о		84,716	

Итакъ, секундный отводъ черезъ:

1-й коллекторъ 1246,143 литровъ.

2-й » 1319,198 »

3-й » 84,716 »

Итого . . . 2650,057 литровъ.—

—число, полученное нами при первомъ подсчетѣ.

Тѣ части города, въ которыхъ наибольшій отводъ воды меньше 40 литровъ въ секунду (по 20 литровъ можетъ отводиться открытымъ ручейкомъ съ каждой стороны улицы), не имѣютъ своихъ водостоконъ.

Въ этихъ частяхъ города помои и вода промышленнаго потребленія направляются по улицамъ ручейками къ ближайшимъ соседнимъ водостоконъ; во всѣхъ частяхъ города вода дождевая, воды, служащая для поливки и мытья улицъ и дворовъ, а также—вода, вытекающая изъ водоразборныхъ крановъ, достигаютъ ближайшихъ участковъ канализации тоже въ видѣ открытыхъ ручейковъ, протекающихъ по склонамъ улицъ. Чистота уличной мостовой достигается подметаніемъ и удаленіемъ грязи и всякихъ скопляющихся нечистотъ, а также—періодическимъ промываніемъ уличныхъ поверхностныхъ стоковъ. Поливка же мостовой имѣетъ цѣлю лишь помѣшать образованію пыли и распространенію ея въ воздухѣ.

§ 4. Выборъ типа и размѣровъ водосточныхъ каналовъ и расчетъ уклоновъ ихъ дна.

Типы водосточныхъ каналовъ мы будемъ выбирать исключительно изъ числа принятыхъ при Парижской канализации. Для каждаго изъ каналовъ придется опредѣлить площадь поперечнаго сѣченія Ω , занятаго водой, и смоченный периметръ χ въ періодъ самаго сильнаго ливня; эти величины дадутъ возможность найти средній радіусъ R :

$$R = \frac{\Omega}{\chi}$$

Приводимая ниже таблица даетъ результаты такихъ расчетовъ, произведенныхъ въ предположеніи, что глубина протекающей массы жидкости не превосходитъ 1 метра, во время наибольшаго водоотвода.

№ профи- ли.	Ω въ кв. м.	χ въ метр.	R въ метр.
1	1,40	3,15	0,445
2	1,30	3,05	0,426
3	1,15	2,90	0,418
4	1,00	2,75	0,364
5	0,90	2,70	0,333
6	0,80	2,65	0,306
7	0,70	2,50	0,280
8	0,55	2,25	0,244
9	0,32	1,85	0,162
10	0,25	1,65	0,157
11	0,20	1,50	0,133

Обозначая через Q количество жидкости, протекающее по водостoku въ 1 секунду, через Ω площадь поперечнаго сѣченія потока и через u его среднюю скорость, получимъ соотношеніе:

$$Q = \Omega \cdot u; \quad (1)$$

u берется въ предѣлахъ отъ 0,50 до 2,00 метр., а потому, для Ω берутся такіе предѣлы:

$$\text{и} \quad \left. \begin{aligned} \Omega' &= \frac{Q}{2} = 0,50Q \\ \Omega'' &= \frac{Q}{0,50} = 2Q \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Придавая Q значеніе, соответствующее наибольшей проводимости даннаго участка, для котораго подбирается типъ канала, достаточно подыскать въ только что приведенной таблицѣ значеніе Ω , лежащее между соответствующими предѣлами Ω' и Ω'' , причемъ таблица укажетъ тотъ профиль канала, на которомъ слѣдуетъ остановить выборъ.

Затѣмъ, надлежитъ разсчитать необходимый уклонъ дна водостoka. Гидравлика даетъ слѣдующую зависимость:

$$R \cdot I = b_1 \cdot u^2 = 0,0004 \cdot u^2 \quad *),$$

или:

$$I = \frac{0,0004 \cdot u^2}{R} = \frac{0,0004}{R} \frac{Q^2}{\Omega^2} \quad (3)$$

Каждый участокъ водостoka пополняется водой по пути; поэтому, обозначая черезъ Q' общій притокъ на пути и черезъ Q'' —притокъ въ началѣ участка, получимъ расходъ на его концѣ равнымъ $(Q' + Q'')$.

Можно предположить, что высота воды на протяженіи каждаго изъ участковъ водосточной сѣти не измѣняется чувствительнымъ образомъ, то есть, говоря иначе,—что Ω и u суть величины постоянныя по всей длинѣ участка; при этомъ предположеніи величины R и Ω будутъ количествами для всякой точки извѣстными. Если затѣмъ, вычисляя уклонъ I по формулѣ (3), мы замѣнили бы въ ней Q черезъ $(Q' + Q'')$, то получили бы слишкомъ большое значеніе для I ; если, напротивъ, въ той же формулѣ взять вмѣсто Q значеніе Q'' , то I получится слишкомъ малымъ.

*) См. «Vigreux. Hydraulique appliquée» 2-е введеніе сѣрии D (Формула эта о : етъ быть найдена въ любомъ изъ курсовъ гидравлики. Прим. переводч.)

Дѣйствительное значеніе для I можно получить на основаніи слѣдующихъ соображеній.

Представимъ себѣ каналъ съ постояннымъ поперечнымъ сѣченіемъ водяного потока; пусть онъ на единицу своей длины пополняется непрерывно опредѣленнымъ количествомъ воды. На практикѣ это неосуществимо; это представленіе отвѣчаетъ лишь предѣльнымъ условіямъ работы такого водостока, который имѣетъ отверстія выпуска расположенными на одинаковыхъ другъ отъ друга разстояніяхъ и въ который черезъ эти отверстія поступаютъ равныя части всего путевого притока водъ,—предѣльнымъ условіямъ, соответствующимъ безграничному увеличенію самаго числа отверстій; конечно, практика лишь приблизительно отвѣчаетъ такому предположенію.

Пусть, Q'' и $(Q' + Q'')$ суть расходы въ двухъ крайнихъ пунктахъ канала, при длинѣ его, равной L . Разсматривая безконечно-малую часть ds этой длины (см. фиг. 1, таб. XII), можно считать расходъ q и скорость u на протяженіи ея величинами постоянными.

Уклонъ, который надо придать каналу, длиною ds , чтобы преодолѣть треніе на этомъ пути, получается въ видѣ слѣдующаго выраженія:

$$\frac{dz}{ds} = \frac{0,0004 \cdot \frac{q^2}{Q^2}}{R},$$

откуда:

$$dz = \frac{0,0004 \cdot \frac{q^2}{Q^2}}{R} \cdot ds;$$

Переменными здѣсь являются q и s .

Подъ величиною q слѣдуетъ разумѣть притокъ Q'' въ началѣ вѣтви, увеличенный притокомъ q' на пути s до взятаго элемента длины.

Предполагая, поэтому, что на всей длинѣ L разсматриваемый участокъ пополняется въ 1 секунду общимъ количествомъ Q' воды, мы можемъ, согласно со сдѣланнымъ предположеніемъ, написать слѣдующее соотношеніе:

$$\frac{q'}{Q'} = \frac{s}{L},$$

откуда:

$$q' = Q' \frac{s}{L}$$

Для выдѣленнаго элемента ds при этомъ получимъ, что:

$$q = Q'' + q' = Q'' + Q' \cdot \frac{s}{L}$$

и, стало быть, что:

$$dq = \frac{Q'}{L} \cdot ds,$$

или, наоборотъ:

$$ds = \frac{L}{Q'} \cdot dq$$

А имѣя это соотношеніе, можно уже написать, что:

$$dz = \frac{0,0004 \cdot L}{R \cdot Q' \cdot \Omega^2} \cdot q^2 \cdot dq$$

Послѣднее выраженіе, при интегрированіи его въ предѣлахъ отъ Q' до $(Q' + Q'')$, даетъ:

$$z = \frac{0,0004 \cdot L}{R \cdot Q' \cdot \Omega^2} \int_{Q''}^{Q' + Q''} q^2 \cdot dq,$$

то есть:

$$z = \frac{0,0004 \cdot L}{R \cdot Q' \cdot \Omega^2} \cdot \frac{(Q' + Q'')^3 - Q''^3}{3},$$

или:

$$z = \frac{0,0004 \cdot L}{R \cdot \Omega^2} \left(Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3} \right) \quad (4)$$

Послѣ того, уголъ I получается въ видѣ слѣдующей зависимости:

$$I = \frac{z}{L} = \frac{0,0004}{R \cdot \Omega^2} \left(Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3} \right) \quad (5)$$

Было бы, конечно, интересно опредѣлить такое среднее значеніе для Q , которое можно было бы подставлять въ уравненіе (3), чтобы прямо

получать результатъ, считая уже пригокъ на пути равнымъ нулю; эта средняя величина Q должна, стало быть, приводить къ тому же уклону I ; подставляя, поэтому, въ уравненіе (5)—

$$Q'' = Q \text{ и } Q' = 0,$$

получимъ слѣдующую зависимость между Q и I :

$$I = \frac{z}{L} \cdot \frac{0,0004}{R \cdot \Omega^2} \cdot Q^2 \quad (6)$$

Сравнивая же между собой уравненія (5) и (6), легко найдемъ, что:

$$Q^2 = Q''^2 + Q' \cdot Q'' + \frac{Q'^2}{3}$$

Теперь ясно, что

$$Q > Q'' + \frac{Q'}{2}$$

и—

$$Q < Q'' + \frac{Q'}{\sqrt{3}};$$

иначе говоря, что—

$$Q'' + 0,577 Q' > Q > Q'' + 0,500 Q'$$

Для практическихъ цѣлей можно принять, съ достаточной степенью точности, что:

$$Q = Q'' + 0,55 Q' \quad (7)$$

Такова величина, которую надо подставлять въ уравненіе (4) для опредѣленія уклоновъ участковъ канализаціонной сѣти.

Слѣдуетъ придерживаться одного и того же профиля стока на возможно-большей длинѣ; для выбора его вычисляются наибольшіе расходы: Q_1 въ началѣ и Q_2 —на концѣ участка; послѣ чего по приведенной выше на стр. 104 таблицѣ подбирается площадь сѣченія Ω потока въ границахъ:

$$\Omega_1 = \frac{Q_1}{0,50} = 2 Q_1$$

№ участка.	Длина участка въ метрахъ.	Наибольшій притокъ въ началѣ вѣтви, въ литрахъ въ секунду.	Наибольшій притокъ въ концѣ вѣтви, въ литрахъ въ секунду.	Принятый профиль водостока.	Скорость въ началѣ вѣтви, въ метрахъ.	Скорость въ концѣ вѣтви, въ метрахъ.	Вычисленный уклонъ на километ. длины участка.	Отмѣтка высоты дна водостока надъ уровнемъ моря, въ метрахъ.
Вторая система.								
Водостоки 1-го порядка.								
10	50	112,061	131,536	11	0,56	0,66	1,11	64,098
11	230	131,536	198,381	11	0,66	0,99	2,17	64,043
12	40	244,972	264,708	11	1,22	1,32	5,04	63,544
13	120	324,170	372,471	11	1,62	1,86	9,20	63,342
14	30	606,125	623,226	3	0,53	0,54	0,28	61,638
15	30	671,188	688,289	3	0,58	0,60	0,34	61,630
16	100	737,810	787,982	3	0,64	0,69	0,44	61,620
17	40	953,344	973,127	3	0,83	0,85	0,70	61,576
18	15	987,421	993,275	3	0,86	0,86	0,74	61,548
19	85	1016,818	1073,795	3	0,89	0,90	0,80	61,573
20	95	1070,801	1135,396	3	0,93	0,99	0,93	61,469
21	70	1140,026	1185,160	3	1,00	1,03	1,02	61,380
22	15	1190,427	1200,011	3	1,04	1,05	1,09	61,309
23	250	1222,321	1316,833	3	1,06	1,10	1,17	61,293
Коллекторъ		1319,198	1319,198	3	1,15	0,15	1,32	—
Водостоки 2-го порядка.								
7	220	134,080	212,410	11	1,67	1,06	2,33	62,937
8	50	215,574	223,654	11	0,08	1,12	3,73	62,424
76	60	108,281	122,710	11	0,54	0,61	1,04	62,238
75	60	142,568	161,543	11	0,71	0,81	1,85	62,349
								62,287
								62,176

Что касается третьей системы водостоковъ, то она представляетъ изъ себя вѣтвь, типа № 11, проходящую подъ частью улицы de Neuve Saint-Sauveur.

Остальные участки, съ наибольшимъ расходомъ отъ 40 до 100 литровъ въ 1 секунду, имѣютъ малые размѣры, сильные уклоны и незначительную вышину, дѣлающую ихъ недоступными для пролѣзанія по нимъ рабочимъ.

§ 5. Устройство сточныхъ каналовъ.*)

Длина подземнаго водосточнаго канала ограничена единственно условіемъ возможности автоматическаго удаленія по нему, вплоть до слѣдующаго сточнаго участка, измельченныхъ твердыхъ отбросовъ и скопляющагося песка, безъ необходимости непосредственнаго извлеченія этихъ веществъ изъ каналовъ; это условіе приводитъ обыкновенно къ длинамъ въ предѣлахъ отъ 300 до 1000 саж., въ зависимости отъ уклона водостока и характера мостовой надъ нимъ.

Мы предположимъ, что всѣ проектируемые нами водостоки будутъ построены изъ жернового песчанника на цементномъ растворѣ. Намѣтивъ направленіе предполагаемаго водостока, роютъ канаву, причемъ стѣнки ея поднираютъ до высоты въ 1 метръ отъ дна; для приданія строющемуся водостоку надлежащаго профиля, устанавливаютъ шаблоны или габариты въ разстояніи 2-хъ метровъ одинъ отъ другого. Послѣ приданія дву канала требуемаго уклона, возводятъ боковыя его стѣнки и затѣмъ перекрываютъ ихъ сверху сводомъ, центры закругленій котораго заранѣе отмѣчаются на кружалахъ.

Кладку изъ жернового камня не слѣдуетъ вести горизонтальными рядами, какъ обыкновенную кирпичную кладку, а швы ея надлежитъ располагать нормально къ внутренней поверхности стѣны; камни, образующіе основаніе канавы, должны быть положены, при этомъ, не плашмя, а на ребро.

Внутреннюю поверхность стѣны канала слѣдуетъ всегда покрывать тонкимъ и ровно сглаженнымъ слоемъ цемента, во избѣжаніе приставанія къ нимъ постороннихъ тѣлъ и для возможности ихъ совершенной очистки. Предварительно стѣны покрываются грубою ноздреватою оштукатуркою — растворомъ, приготовленнымъ изъ 2 частей цемента и 5-ти частей песку; поверхъ же этого слоя уже наводятъ второй чистый слой изъ равныхъ частей цемента и песку, начиная этотъ второй слой съ набрасыванія раствора, подъ конецъ же нанося его кистью.

Работу эту надо исполнять очень тщательно, такъ какъ отъ ея совершенства зависитъ непроницаемость водостока; съ просачиваніемъ,

По поводу этого и слѣдующихъ параграфовъ излѣжитъ замѣтить, что они изложены авторомъ весьма исполно и односторонне. Нѣкоторыя конструкціи, заимствованныя изъ Парижской канализаціи, не могутъ даже быть признаны рациональными. Но конструктивныя соображенія и не составляютъ главной цѣли книги. Желающимъ познакомиться съ подробностями устройства водостоковъ можно рекомендовать прекрасное руководство Проф. Н. К. Чижова.

Примѣч. переводч.

которое является слѣдствіемъ неудачно выполненной работы, трудно бороться. Сводчатый потолокъ каналовъ съ внѣшней поверхности покрывается слоемъ цемента, толщиной въ 0,020 метра.

Слой цементной оштукатурки внутренности канала дѣлается толщиной въ 0,010 метра на поверхности свода и въ 0,030 метра на той части поверхности стѣнъ, которая образуетъ собственно сточный каналъ.

Соединеніе водосточныхъ каналовъ производится по возможности уступами, сглаженными наклоняемыми по теченію плоскостями. Глубина выемки должна соразмѣряться съ тѣмъ требованіемъ, чтобы засыпка возвышалась, по крайней мѣрѣ, на 1 метръ надъ шельгой свода.

Для возможности прониканія во внутрь каналовъ, а также для ихъ вентиляціи, устраиваютъ мѣсто отъ мѣста смотровые колодцы, поднимаемые до уровня мостовой и перекрываемые сверху чугунными плитами. Каждый колодецъ имѣетъ прямоугольное поперечное сѣченіе; продольныя его стѣнки образуются вертикальной надстройкой стѣнокъ водостока, поднятыхъ до пяти сводчатого перекрытія; поперечныя же стѣнки колодца основываются на самомъ сводѣ и разрѣзаютъ его по вертикальной плоскости.

Смотровые колодцы у троттуара, съ короткими поперечными галлереями, дающіе доступъ рабочимъ къ сточному каналу, должны имѣться въ достаточномъ числѣ, особенно у такихъ каналовъ, которые могутъ внезапно подвергаться сильному наплыву воды; въ колодцахъ этихъ устраиваются желѣзныя стремянки (лѣстницы) для облегченія быстрого выхода рабочихъ.

Вода, скопляющаяся на поверхности улицъ, поступаетъ въ водостоки черезъ другіе—спеціальныя колодцы (дождеприемники), приемныя отверстія которыхъ устраиваются въ сторонѣ отъ оси канала, съ того цѣлю, чтобы поступающая черезъ нихъ вода не падала на головы рабочихъ, находящихся въ каналѣ; небольшая поперечная галлерей съ сильнымъ уклономъ дна соединяетъ этотъ колодецъ съ каналомъ. Галлерей, ведущія къ уличнымъ водосточнымъ каналамъ, должны быть доступны для осмотра; спускныя отвѣсныя трубы имѣютъ круглое поперечное сѣченіе. При подведеніи поперечной галлерей къ водосточному каналу уголь ихъ встрѣчи округляютъ, чтобы избѣжать встрѣчи двухъ потоковъ подъ прямымъ угломъ. При отсутствіи троттуара водоспускныя отверстія прикрываются сверху толстыми чугунными рѣшетками.

Кладка всѣхъ этихъ отвѣтвленій ведется такъ же, какъ и кладка самихъ каналовъ.

Должны быть также устраиваемы приемныя отверстія для спуска водъ, собирающихся около зданій, гидрантовъ, водоразборныхъ тумбъ и т. п., въ наиболѣе низкихъ мѣстахъ сточныхъ канавокъ.

Домовая канализация имѣетъ цѣлью отводить всѣ домовые отбросы въ уличный водоспускъ, не допуская выдѣленія въ помѣщенія вредныхъ газовъ и запаха.

Такъ какъ вода является при этомъ единственнымъ средствомъ очистки, то слѣдуетъ особенно позаботиться, чтобы она, дѣйствительно, могла увлекать своимъ потокомъ твердые отбросы, попадающіе въ водоспуски; вмѣстѣ съ тѣмъ, необходимо устье водоспуска снабдить надежной рѣшеткой, которая не пропускала бы въ трубы такихъ предметовъ, которые неизбежно образовали бы заторъ. Отвѣтвленія уличной канализации къ домамъ, такъ наз.—частныя отвѣтвленія, должны быть устраиваемы съ чрезвычайной тщательностью, такъ какъ, работая всегда съ перерывами, онѣ временами бываютъ сухими и въ это время непременно распространяютъ непріятный и вредный запахъ, если ихъ стѣнки пористы, то есть, если внутренняя поверхность этихъ стѣнокъ не была тщательно и гладко оштукатурена. Отвѣтвленія эти имѣютъ своимъ назначеніемъ соединять жилыя постройки съ уличными сточными каналами, для отвода въ послѣдніе дождевыхъ водъ и помоевъ; концы ихъ могутъ подводиться подъ самыя зданія, что облегчаетъ нѣкоторые устройства, напр., установку фильтровальныхъ (раздѣлительныхъ) ведеръ.

Самая труба для отвода хозяйственныхъ сточныхъ водъ должна быть помѣщаема въ частномъ отвѣтвленіи отъ водосточнаго канала; въ случаѣ большого превышенія уровня дна частнаго отвѣтвленія надъ уровнемъ дна самаго канала соединеніе хорошо дѣлать уступами.

Чтобы преградить сообщенія между водосточными каналами и жилыми помѣщеніями, примѣняются различныя системы. Низовое отверстіе домовой трубы, открывающейся въ область сточнаго канала, снабжается обыкновенно клапаномъ, изготовленнымъ изъ чугуна или изъ гальванизированнаго желѣза; однако, этотъ способъ прегражденія не всегда оказывается достаточноымъ обезпеченіемъ отъ прониканія запаха во внутренность зданій.

Въ настоящее время предпочитаютъ устраивать на низовомъ концѣ сточной трубы сифонный затворъ или же заканчивать этотъ конецъ, не доводя его до ската дна, поддономъ, по ширинѣ равнымъ діаметру трубы, по длинѣ же не превышающимъ этотъ діаметръ болѣе чѣмъ вдвое. При такомъ устройствѣ сточная труба не должна имѣть ни одного отверстія въ промежуткѣ между поверхностью двора и нижнимъ своимъ концомъ.

Кромѣ того, часто устраиваютъ подъ воротами, въ головѣ сточной трубы, особый сифонный поддонъ, для воспрепятствованія газамъ, скопляющимся въ водосточныхъ каналахъ, проникать въ помѣщенія.

На таб. XII представлены различныя детали устройства водостоковъ.

§ 6. Уходъ за водостоками.

Этотъ уходъ сводится къ ремонту, промывкѣ, чисткѣ сточныхъ каналовъ и къ дополнительнымъ работамъ по управленію водоспусками.

При сильномъ уклонѣ водостокѣ и регулярномъ промываніи ихъ достаточнымъ количествомъ воды нѣтъ надобности въ постоянномъ осмотрѣ ихъ рабочими; при незначительномъ же уклонѣ дна водосточныхъ каналовъ ихъ, наоборотъ, необходимо очищать время отъ времени въ ручную (лопатами или скребками); весьма полезно промывать каналъ стремительными водяными потоками, если, конечно, въ распоряженіи находится достаточное количество воды.

Работа по очисткѣ каналовъ представляетъ значительныя трудности при медленности теченія сточныхъ водъ по каналу, при недостаткѣ въ водѣ, а также—во время сильныхъ ливней и при наплывѣ песка. Песокъ сильно затрудняетъ работу; потоки воды не только уносятъ его съ трудомъ, но часто, напротивъ, способствуютъ образованію большихъ уплотненныхъ его массъ, удаленіе которыхъ изъ водостока становится возможнымъ лишь въ ручную.

Чтобы облегчить операцию очистки, устанавливаютъ въ крайней точкѣ каждого водосточнаго канала особый запорный щитъ, въ родѣ плотины, имѣющій спускъ для воды, но собирающій за собою песокъ и тѣмъ предохраняющій отъ распространенія песчаныхъ заносовъ по слѣдующему сточному каналу.

§ 7. Утилизациа водосточной системы.

Водостоки, предназначаемые для принятія дождевыхъ, поливныхъ и хозяйственныхъ водъ, служатъ въ то же время и для отвода нечистотъ. Когда средства позволяютъ городу откупить достаточно большую площадь земли съ цѣлью утилизациі фекальной жидкости, то прибѣгаютъ предпочтительно къ общесплавной системѣ (*tout à l'égout*); эта система требуетъ очень большого количества воды, необходимаго для настолько значительнаго разжиженія твердыхъ отбросовъ, при которомъ не происходитъ броженія сточныхъ водъ на протяженіи всего пути, проходимаго ими, вплоть до того мѣста, гдѣ онѣ будутъ примѣнены для удобренія почвъ.

Когда этотъ способъ не можетъ быть употребленъ, прибѣгаютъ къ устройству для твердыхъ нечистотъ выгребныхъ ямъ и къ системѣ канализациі раздѣлительной, со спускомъ въ водостоки лишь жидкихъ частей;

въ этомъ случаѣ коллекторы открываются обыкновенно въ ближайшую рѣку, въ нѣкоторомъ ея пунктѣ, лежащемъ по теченію ниже города.

Ватеръ-клозетныя устройства должны имѣть гидравлическіе затворы и промываться достаточнымъ количествомъ воды, чтобы ихъ чистое содержаніе было вполне гарантировано.

Чугунныя кронштейны, прикрѣпляемые къ стѣнкамъ водосточковъ, служатъ для поддержанія располагаемыхъ иногда именно здѣсь водопроводныхъ трубъ.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

	Стр.
Введение.—Программа проекта	1
Глава I. Предварительныя соображенія.	
§ 1. Количество доставляемой воды	5
§ 2. Наибольшій секундный расходъ воды въ сѣти водопроводныхъ трубъ	6
Глава II. Проектъ водохранилища (водоема).	
§ 1. Главныя размѣры водохранилища	7
§ 2. Размѣры покрытія	9
§ 3. Размѣры опорныхъ столбовъ	14
§ 4. Опредѣленіе размѣровъ средней стѣны, раздѣляющей водохранилище на двѣ части	16
§ 5. Повѣрка внутреннихъ размѣровъ водохранилища	21
§ 6. Расчетъ толщины пола въ водохранилищѣ	24
§ 7. Расчетъ сѣченія внѣшнихъ стѣнъ водохранилища, параллельныхъ продольной оси его покрытія и перпендикулярныхъ средней раздѣляющей его стѣнѣ	25
§ 8. Опредѣленіе размѣровъ сѣченія поперечныхъ стѣнъ водохранилища, перпендикулярныхъ продольной оси его покрытія и параллельныхъ стѣнѣ, разъединяющей два отдѣленія водохранилища	32
§ 9. Бассейнъ, принимающій воду изъ источника и распределяющій ее по двумъ отдѣленіямъ водохранилища	37
§ 10. Установка при водохранилищѣ трубъ съ кранами при нихъ	41
Глава III. Сѣть водоснабженія	42
Глава IV. Расчетъ діаметровъ водопроводныхъ трубъ.	
§ 1. Общія соображенія	46
§ 2. Предварительные подсчеты, необходимыя для вычисленія діаметровъ магистральныхъ водопроводныхъ трубъ	52
§ 3. Опредѣленіе діаметровъ магистральныхъ трубъ и пьезометрическихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ	58
§ 4. Опредѣленіе діаметровъ трубъ 2-го порядка и пьезометрическихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ	61

§ 5. Определе́ніе діаметровъ трубъ 3-го порядка и піззометрическихъ высотъ въ ихъ узловыхъ точкахъ	65
--	----

Глава V. Питаніе города водой.

§ 1. Предварительныя замѣчанія	67
§ 2. Составъ и качества воды	68
§ 3. Необходимость очищенія воды въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ	69

Глава VI. Устройство водопроводной сѣти трубъ.

§ 1. Канавы для укладки трубъ	71
§ 2. Вліяніе на работу водопровода: присутствія воздуха въ трубахъ, а также—колѣнъ и изгибовъ трубъ	72
§ 3. Детали трубопроводовъ	73
§ 4. Побочные органы сѣти трубъ. Система крановъ	77
§ 5. Отводныя отверстія и домовыя отвлѣченія	78
§ 6. Уличные водоразборныя устройства	81

Глава VII. Доставка воды въ дома.

§ 1. Различныя способы отпуска воды потребителямъ	84
§ 2. Различныя системы водомѣровъ	86
§ 3. Главныя системы водомѣровъ поршневыхъ	88
§ 4. Водомѣръ Керн'а	92

Глава VIII. Проектъ сѣти водосточныхъ.

§ 1. Предварительныя соображенія	95
§ 2. Наибольшее количество воды, пропускаемое по водосточкамъ въ 1 секунду	96
§ 3. Сѣть городскихъ водосточныхъ	100
§ 4. Выборъ типа и размѣровъ водосточныхъ каналовъ и расчетъ уклоновъ ихъ дна	104
§ 5. Устройство сточныхъ каналовъ	111
§ 6. Уходъ за водосточками	114
§ 7. Утилизациа водосточной системы	114

М. ФЕРСТЕРЪ.

Профессоръ Строительнаго Искусства Королевскаго Саксонскаго Высшаго Техническаго училища въ Дрезденѣ.

Металлическія конструкціи

ГРАЖДАНСКИХЪ СООРУЖЕНІЙ

(Стропила, балки, колонны, лѣстницы)

РУКОВОДСТВО

для студентовъ и инженеровъ практиковъ

С.-Петербургъ 1902 г.

Изданіе И. И. Базлова. Спб.

Руководство: «Металлическія конструкціи гражданскихъ сооружений» составлено, главнымъ образомъ, для лицъ, изучающихъ строительное дѣло въ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеніяхъ, а также для техникумовъ, занимающихся разработкой проектовъ на практикѣ.

Оно обязано своимъ появленіемъ тому обстоятельству, что почти всѣ существующія сочиненія, посвященные этому вопросу, должны быть признаны устарѣвшими и неудобопонятными, или являются болѣе подходящими для архитекторовъ, чѣмъ для инженеровъ.

Поэтому въ предполагаемомъ сочиненіи, выходящемъ въ шести выпускахъ, обращено главное вниманіе на то, чтобы удобопонятно и сжато изложить руководящаго начала для проектированія металлическихъ конструкцій гражданскихъ сооружений.

Настоящее сочиненіе предполагаетъ, что читатели его знакомы съ механикой и статикой, и поэтому авторъ его во многихъ случаяхъ будетъ ограничиваться лишь общими основаніями при изложеніи статическихъ расчетовъ.

Первый выпускъ заключаетъ: во-первыхъ, описаніе матеріаловъ, примѣняемыхъ въ металлическихъ конструкціяхъ, допускаемыя напряженія ихъ и подборъ сѣченій; во-вторыхъ, онъ содержитъ основныя принципы конструирования изъ желѣза. При этомъ особенное вниманіе обращено на способы сопряженія металлическихъ частей, на разработку деталей узловъ, на теорію и конструкцію металлическихъ колоннъ и простыхъ балочныхъ фермъ.

Во второмъ выпускѣ разработаны основанія металлическихъ покрытій, ихъ расположеніе, расчетъ и конструкція; онъ заключаетъ расчетъ и конструкцію обрѣшетины, конструкцію и расположеніе вѣтровыхъ связей, устройство простыхъ балочныхъ фермъ на двухъ опорахъ, балочныхъ фермъ съ консолями, и многопролетныхъ балочныхъ фермъ.

Въ третьемъ выпускѣ заключается описаніе стропильныхъ фермъ консольной и арочной системы, ихъ расчетъ и конструктивные особенности. Особое вниманіе обращено на новѣйшія покрытія вокзаловъ, на ихъ общее расположеніе и детали.

Въ четвертомъ выпускѣ разобраны пространственныя системы купольныя, пирамидныхъ и шатровыхъ стропиль и рѣшетчатыхъ покрытій Гёрла. Въ немъ же помѣщены статическіе расчеты и соотвѣтствующія детали конструкцій пространственныхъ сочлененій.

Въ пятомъ выпускѣ содержится описаніе кровель металлическихъ покрытій, а въ особенности изъ волнистаго желѣза и стекла; кромѣ того выпускъ этотъ касается архитектурной и художественной стороны выполненія металлическихъ конструкцій.

Въ шестомъ выпускѣ описаны металлическія фахверковыя постройки, массивныя потолочныя перекрытія при условіи примѣненія желѣза, а также металлические лѣстницы и т. п.

Къ тексту приложено значительное количество таблицъ, чтобы сдѣлать эту книгу пригодной для практическаго употребленія и уничтожить необходимость пользоваться другими справочными книгами.

Профессоръ М. Ферстеръ.

Дрезденъ. Октябрь 1899 года.

По соч. Демьянова, Кирпичева, Лауэнштейна и др.

СОБРАНИЕ ЗАДАЧЪ ПО СОПРОТИВЛЕНІЮ МАТЕРІАЛОВЪ

Моментъ инерціи плоскихъ фигуръ, линія суммы силъ, упругая линія и напряженіе стержней шарнирной или сочлененной системы.

Съ подробными рѣшеніями и съ 130 чертежами въ текстѣ.

Составили Ф. А. и А. М. подъ редакціей Инженера Сухаржевскаго.

Спб. 1902 г. Изданіе И. И. Базлова. Ц. 1 р. 50 к.

Р. ЛАУЭНШТЕЙНЪ.

Графическая Статика

Элементарное руководство для техническихъ учебныхъ заведеній и для практическихъ занятій.

Переводъ съ 6-го нѣмецкаго изданія (1901 г.) Н. Бѣльева подъ редакціей Преподавателя Николаевской Инженерной Академіи и Училища Инженера **АЛ. САТКЕВИЧА.**

Съ 286 чертежами въ текстѣ.

Спб. 1902 г., Изданіе И. И. БАЗЛОВА. Ц. 2 р. 50 к.

Одобрена для библиотекъ учебн. завед. вѣдомства Мин. Земл. и Госуд. Имущ.

Р. ЛАУЭНШТЕЙНЪ.

КУРСЪ МЕХАНИКИ.

Элементарное руководство для среднихъ техническихъ школъ и для самообученія.

Перевелъ съ нѣмецкаго А. И. Яромъ, военный инженеръ, подъ редакціей Г. Г. Кривошеина, военного инженера, преподавателя Николаевской Инженерной Академіи и Училища.

Переводъ съ 4-го изданія.

234 стр. съ 210 черт. въ текстѣ.

Книга, не бывши еще изданной на русскомъ языкѣ, рекомендовалась въ программахъ на Техника Путей Сообщенія, изданныхъ М. П. С.

Спб., 1901 г. Изданіе И. И. Базлова. Ц. 1 р. 50 к.

М. Н. П. одобрено для ученич., ст. возр., библ. мужск. гимн. и реальн. учил. Приложение къ «Русскому Инвалиду» № 44... Изложеніе — удобопонятное, переводъ хорошій.

Вѣстникъ золотопромышленности. Какъ и «Курсъ Сопротивленія Матеріаловъ», такъ и настоящій «Курсъ Механики» Лауэнштейна отличается сжатостію и ясностію изложенія... Переводъ вполнѣ точный. Рекомендуемъ настоящій учебникъ, какъ хорошій самоучитель всѣмъ нашимъ механикамъ, не получившимъ образованія, а также преподавателямъ ремесленныхъ и техническихъ школъ.

Жельзнодорожная Недѣля. № 27, 1901 г. Книжку эту можно вполнѣ рекомендовать всякому, кто, обладая элементарными познаніями въ математикѣ, пожелаетъ ознакомиться съ основными ученіями механики... Изложенное всюду отличается сжатостію, краткостію и ясностію. Особенное достоинство книги составляютъ 126 задачъ на всѣ отѣлы курса, взятый изъ практической жизни, тутъ-же и рѣшаемыя авторомъ. Вообще-же это весьма дѣльная книга.

КУРСЪ СОПРОТИВЛЕНІЯ МАТЕРІАЛОВЪ

(УЧЕНІЕ О ПРОЧНОСТИ СООРУЖЕНІЙ).

Элементарное учебное руководство для школъ и самообученія и пособие для практическаго пользованія.

Съ особымъ приложеніемъ, содержащимъ

таблицы степеней, корней и окружностей и площадей круга.

Переводъ съ 5-го нѣмецкаго изданія (1899 г.) Н. Гутовскаго и Н. Иванова, подъ редакціей Преподавателя Николаевской Инженерной Академіи и Училища Инженера Ал. Саткевича.

167 стр. съ 96 рис.

Книга, не будучи еще изданной на рускомъ языкѣ, рекомендовалась въ Програмахъ на Техника Путей Сообщенія, изд. М. П. С.

Спб. 1901 г. Изданіе И. И. Базлова. 1 р. 50 к.

М. Н. П. допущ. въ качествѣ учебника для ст. техн. уч. вообще и стр. отд. с. у. въ особенности.

Инженерн. журналъ за 1901 годъ, № 4. Книга издана хорошо, а переводъ отличается точностью и ясностью при безусловно правильной терминологіи. Руководство Лауэнштейна смѣло можетъ быть отнесено къ числу выдающихся популярныхъ сочиненій по теоріи сопротивленія матеріаловъ.

Арт. журн. № 4, 1901 г. Основы теоріи сопр. матеріаловъ переводы въ понятной и простой формѣ, безъ приѣмовъ высшей математики... Многочисленные примѣры... являются практич. упражн. въ пользованіи... авторъ позаботился о вѣзности и удобствахъ книги для практическаго пользованія.

Электр. Вѣстникъ № 32, 1900 г. Польза этого сочиненія для русск. техн. міра несомнѣнна: элементарность и простота разсужденій и выводовъ, краткость изложенія... поясненія пользованія получаемыми формулами при посредствѣ многочисленныхъ всестороннихъ практическихъ примѣровъ — все это общаетъ трудъ Лауэнштейна самое широкое распространеніе. Переводъ сдѣланъ вполне удовлетворительно; изданіе очень изящное.

Всемирное Технич. Обзоріе. Весьма сочувственно встрѣчаемъ это руководство на рускомъ языкѣ, отличительную особенность котораго составляютъ: элементарность и простота разсужденій и выводовъ, краткость изложенія и большое число разнообразныхъ практическихъ примѣровъ.

Игрекъ. Ариметика, составленная по программамъ конкурсныхъ экзаменовъ для поступленія въ институты: Инженеровъ Путей Сообщенія, Горный, Технологическій и др. и разборъ двѣнадцати случаевъ Пиагоровой теоремы. 1901 года. Ц. 75 к.

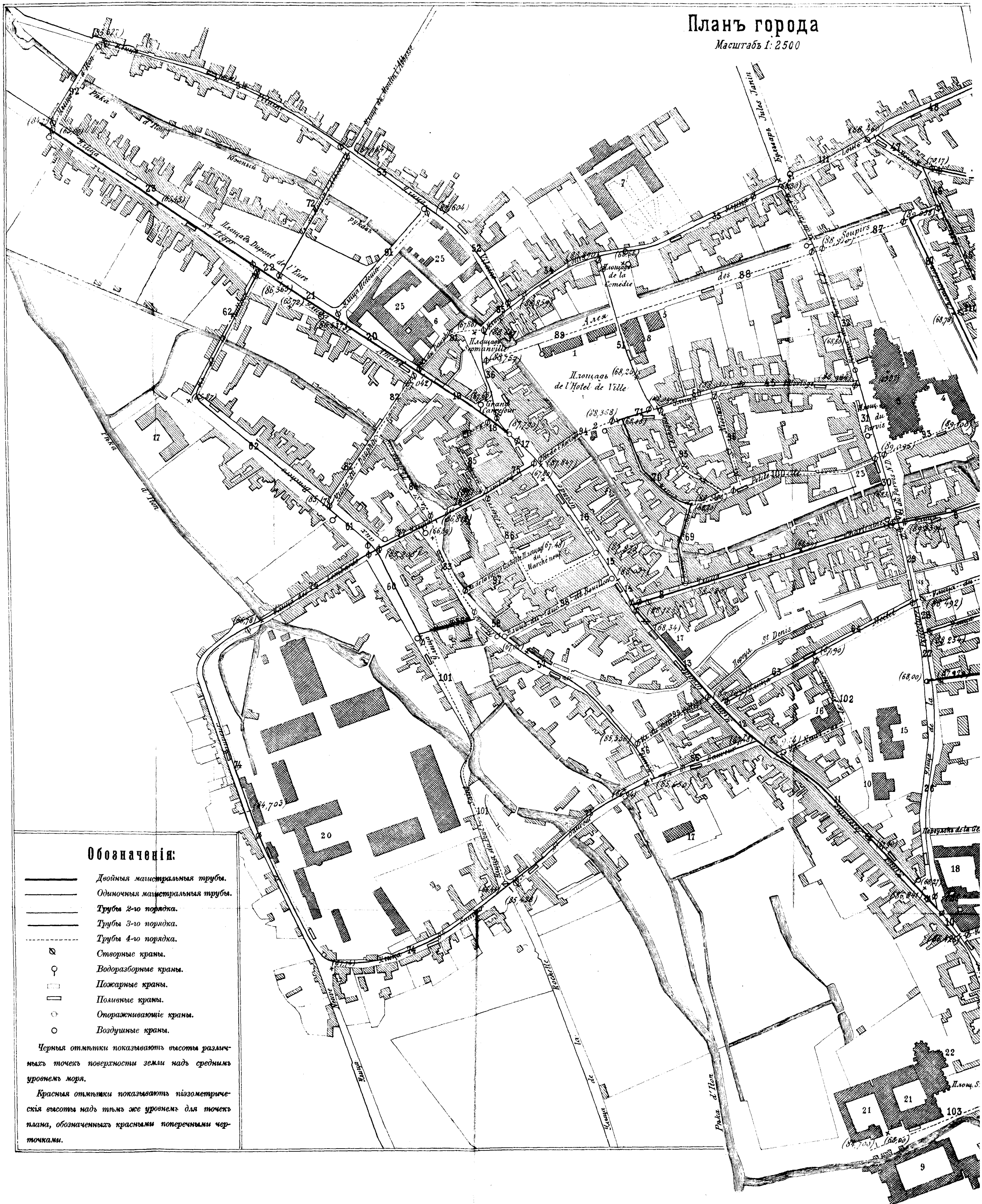
Игрекъ. Дополнительные статьи по алгебрѣ по повѣйшимъ требованіямъ и программамъ конкурсныхъ экзаменовъ для поступленія въ институты: Инженеровъ Путей Сообщенія, Горный, Технологическій и другіе. Съ приложеніемъ сборника типическихъ задачъ. Спб. 1901 г. Ц. 2 р.

Собраніе формулъ по геометріи, алгебрѣ и тригонометріи. Необходимое пособие гимназістамъ и реалистамъ съ III—VIII кл. и держащимъ конкурсные экзамены въ спеціальныя учебныя заведенія. Составилъ по прогр. Мин. Нар. Просв. А. Козакъ. Спб. 1902 г. Ц. 25 к.

С. Р. М. Сборникъ сочиненій на темы по русскому языку для конкурсн. экз. Спб. 1900 г. Ц. 1 р.

Планъ города

Масштабъ 1:2500



Обозначенія:

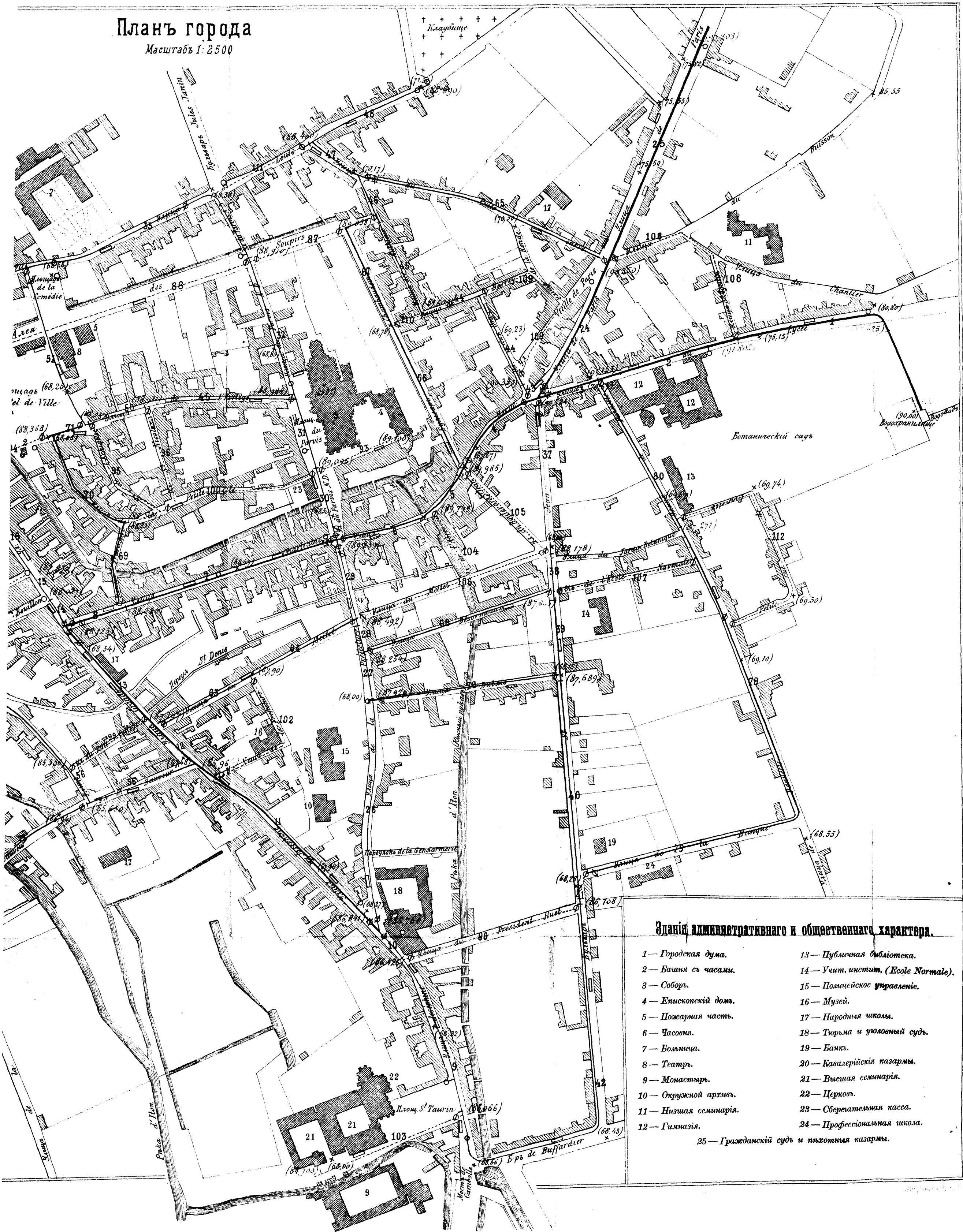
- Двойная магистральная труба.
- Однoчная магистральная труба.
- Трубы 2-го порядка.
- Трубы 3-го порядка.
- Трубы 4-го порядка.
- ⊗ Створные краны.
- Водоразборные краны.
- Пожарные краны.
- Поливные краны.
- Опоражнивающие краны.
- Воздушные краны.

Черныя отмытки показываютъ высоты различныхъ точекъ поверхности земли надъ среднимъ уровнемъ моря.

Красныя отмытки показываютъ пизометрическія высоты надъ тѣмъ же уровнемъ для точекъ плана, обозначенныя красными поперечными черточками.

Планъ города

Масштабъ 1:2500

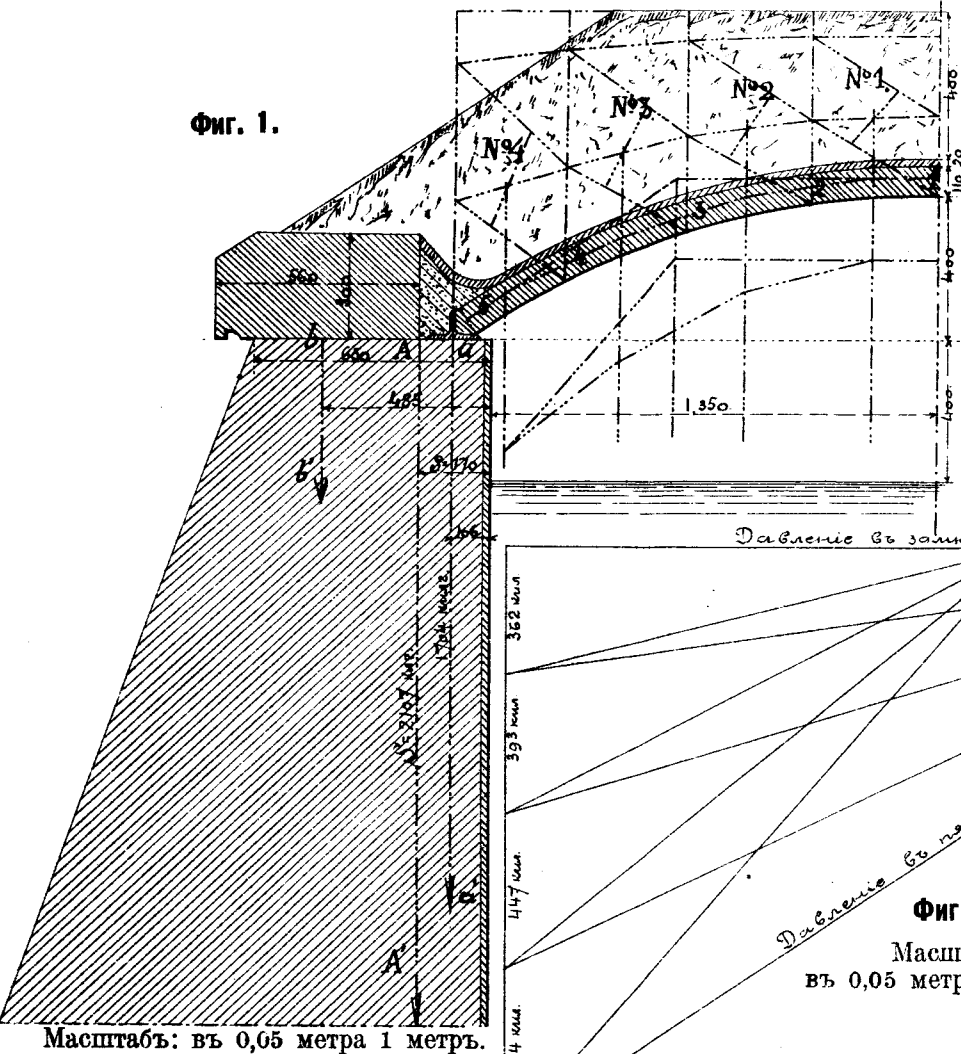


Зданія административнаго и общественнаго характера.

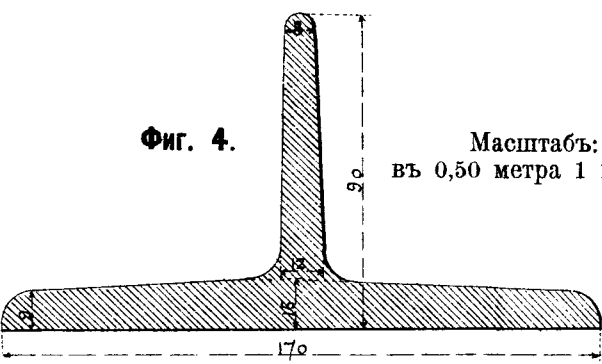
- | | |
|--|------------------------------------|
| 1— Городская дума. | 13— Публичная библиотека. |
| 2— Башня съ часами. | 14— Учит. инстит. (Ecole Normale). |
| 3— Соборъ. | 15— Полицейское управленіе. |
| 4— Епископскій домъ. | 16— Музей. |
| 5— Пожарная часть. | 17— Народныя школы. |
| 6— Часовня. | 18— Тюрьма и уголовный судъ. |
| 7— Больница. | 19— Банкъ. |
| 8— Театръ. | 20— Кавалерійскія казармы. |
| 9— Монастырь. | 21— Высшая семинарія. |
| 10— Окружной архивъ. | 22— Церковь. |
| 11— Низшая семинарія. | 23— Сберегательная касса. |
| 12— Гимназія. | 24— Профессиональная школа. |
| 25— Гражданскій судъ и пѣхотныя казармы. | |

Проект водохранилища (резервуара).

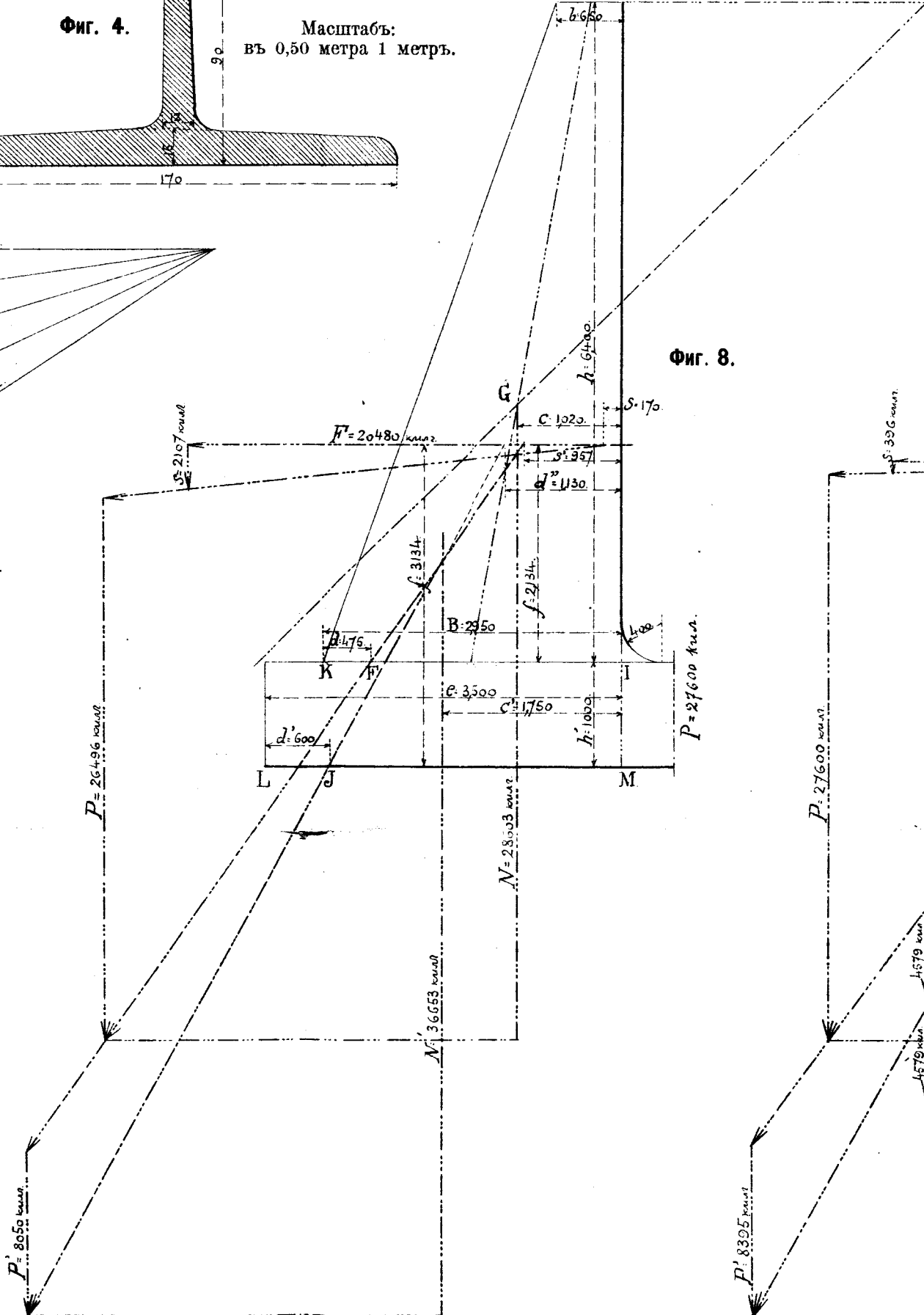
Фиг. 1.



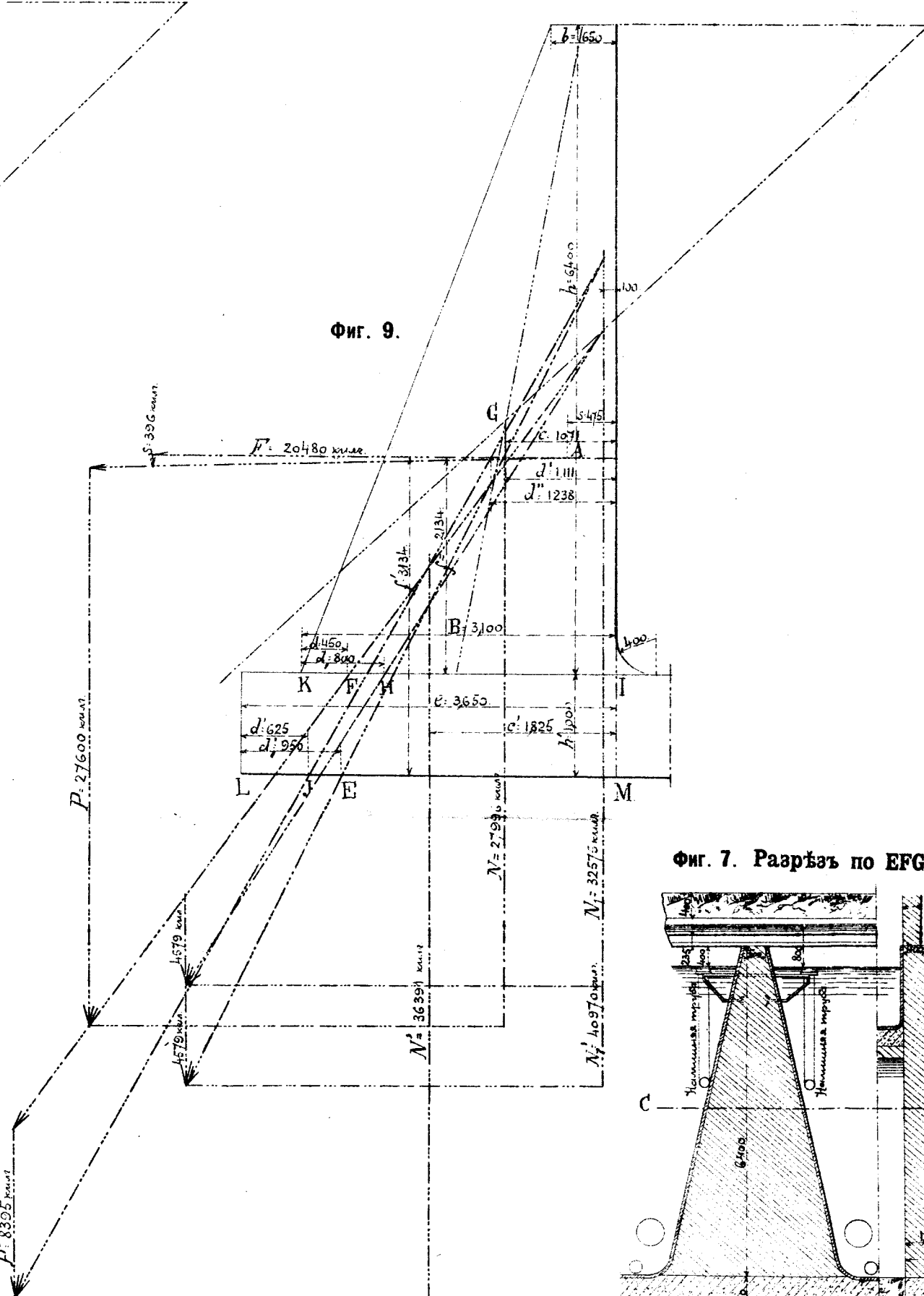
Фиг. 4.



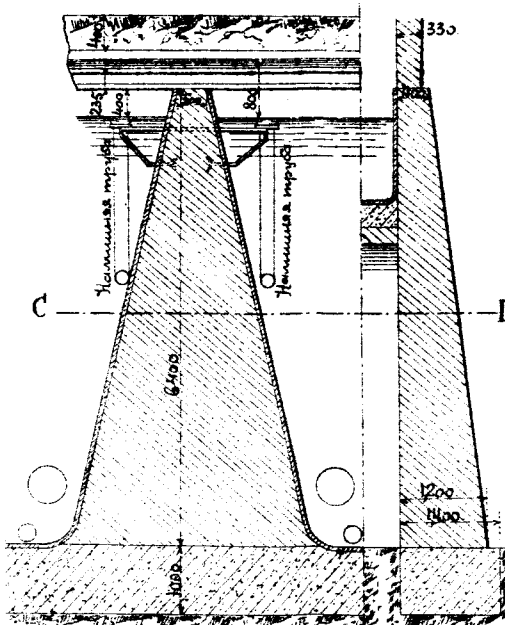
Фиг. 8.



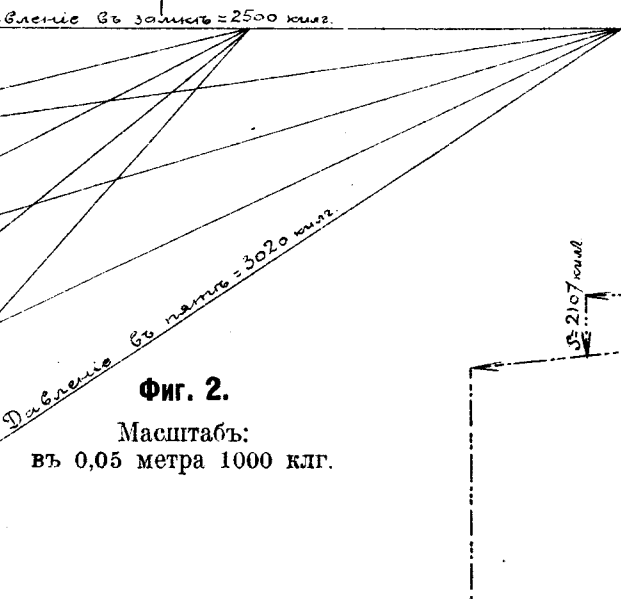
Фиг. 9.



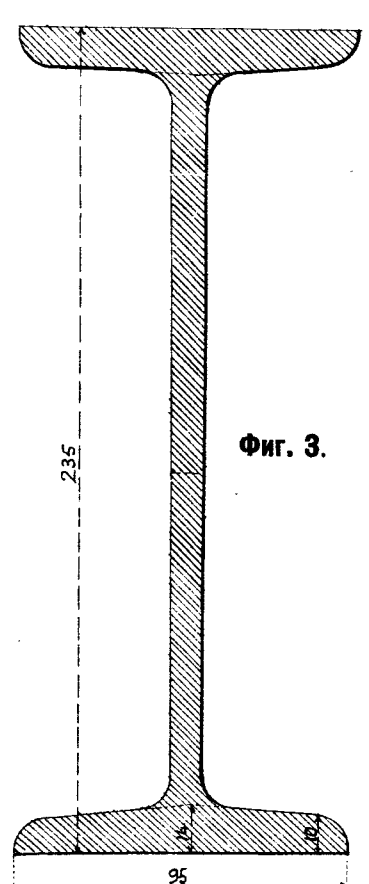
Фиг. 7. Разрѣзъ по EFGH.



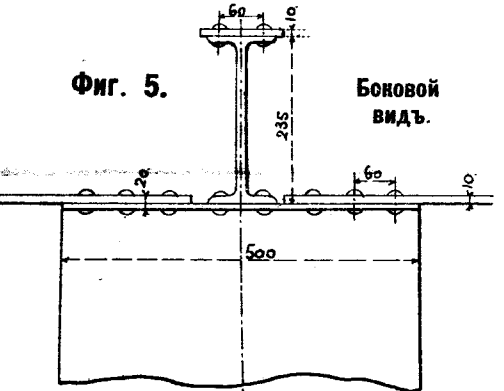
Фиг. 2.



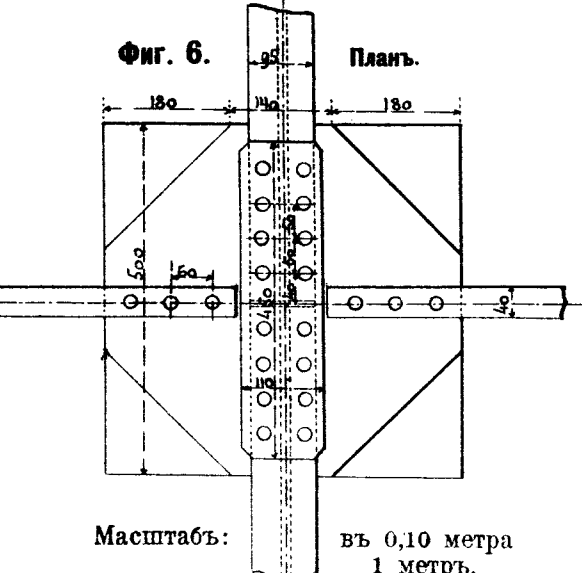
Фиг. 3.



Фиг. 5.

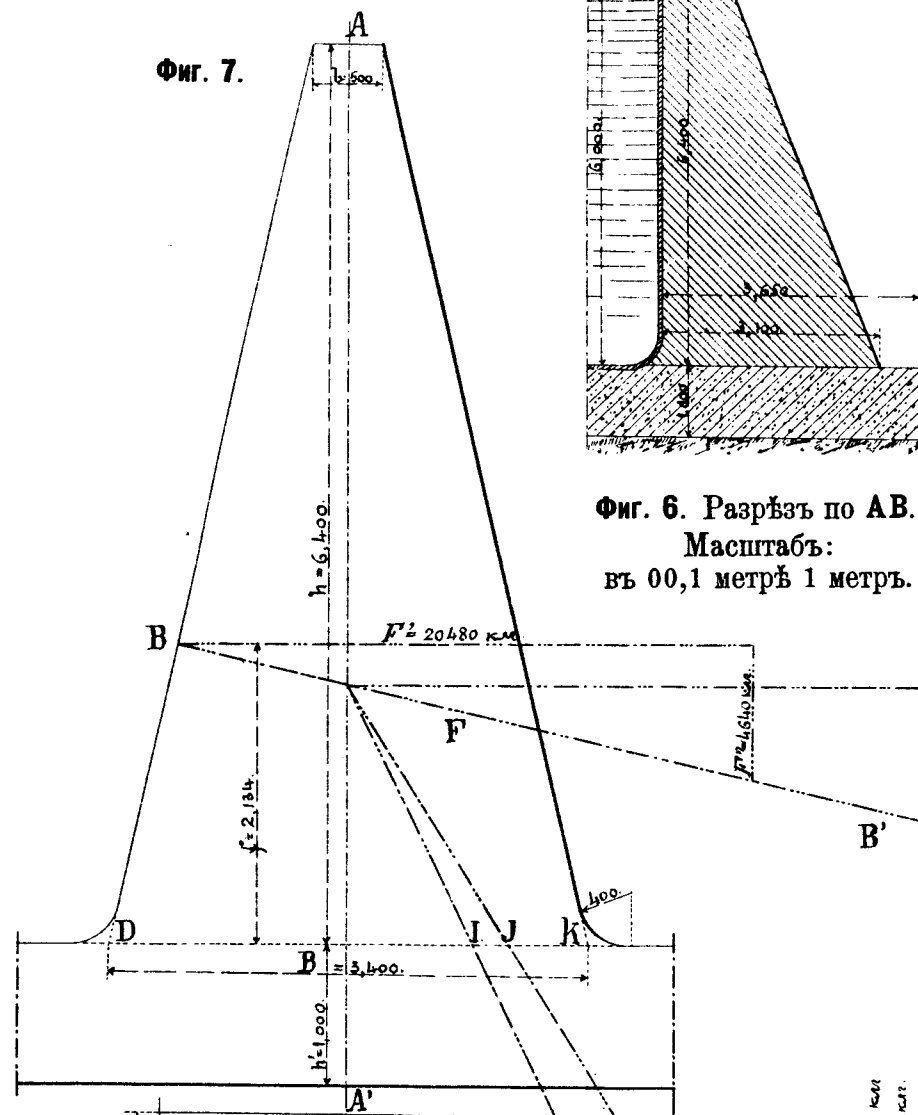


Фиг. 6.

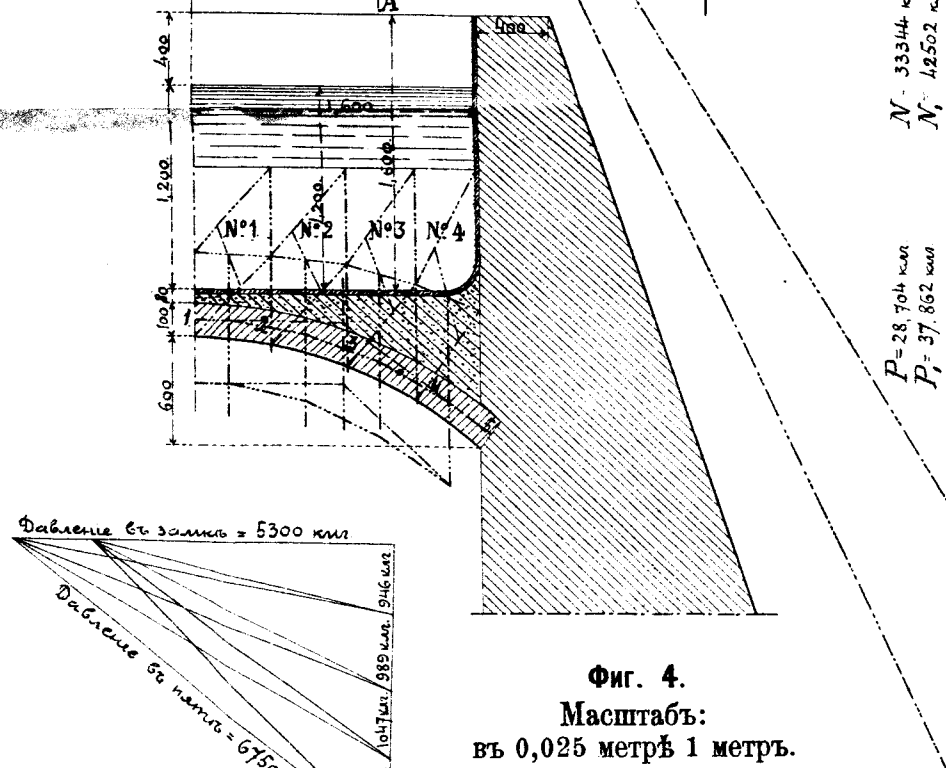


Фиг. 2. Планъ и разрѣзъ по MN
Масштабъ: въ 0,01 метрѣ 1 метръ.

Фиг. 7.

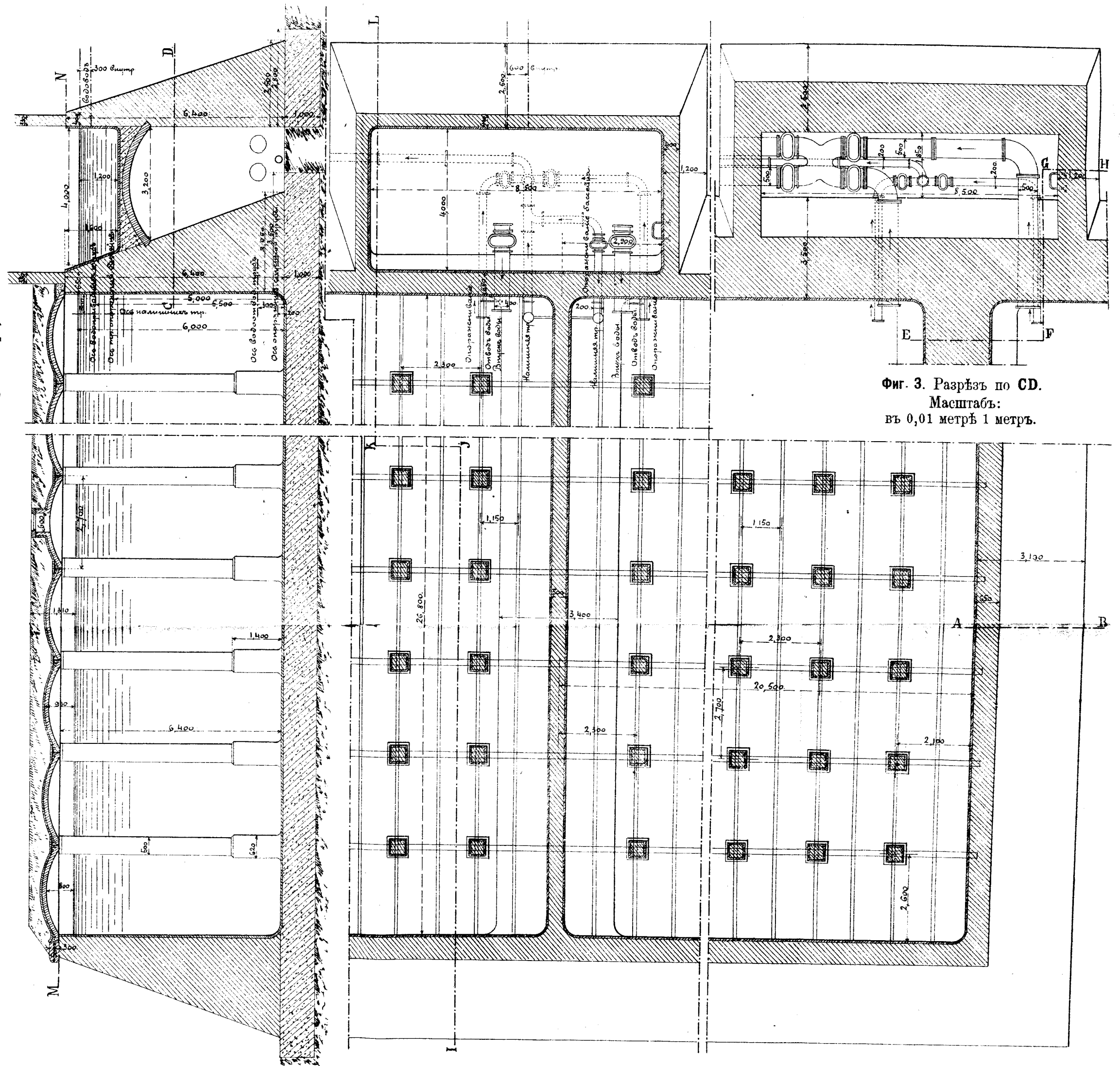


Фиг. 6. Разрѣзъ по АВ.
Масштабъ:
 въ 00,1 метрѣ 1 метръ.



Фиг. 4.
Масштабъ:
въ 0,025 метрѣ 1 метръ.

Фиг. 5.
Масштабъ:
въ 0,01 метрѣ 1000 килогр.



Фиг. 1. Разрѣзъ по IJKL. (Масштабъ: въ 0,01 метръ 1 метръ).

Фиг. 3. Разрѣзъ по СД.
Масштабъ:
въ 0,01 метрѣ 1 метръ.

Детали водопроводной сети трубъ
(Масштабъ 1/10).

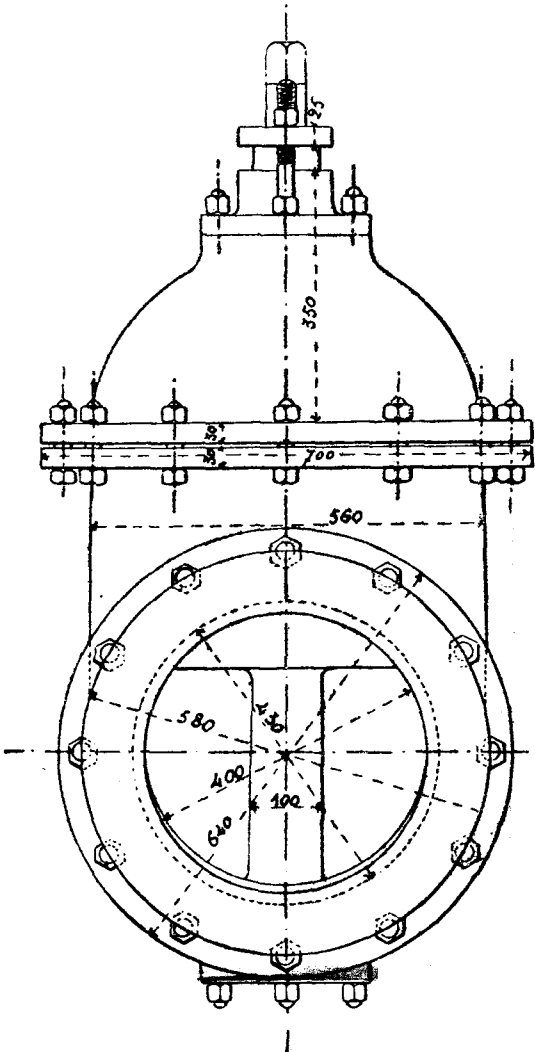
СТВОРНЫЙ ЩИТОВОЙ КРАНЪ.

Къ трубъ въ 0,400 метр. діаметромъ.

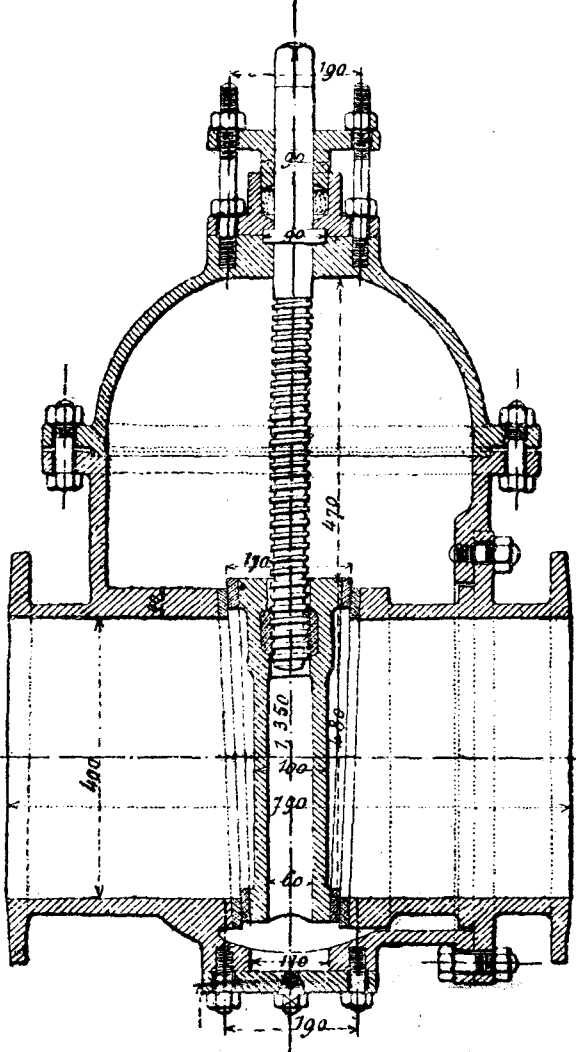
Система Sinson St. Albin'a.

Типъ города Парижа.

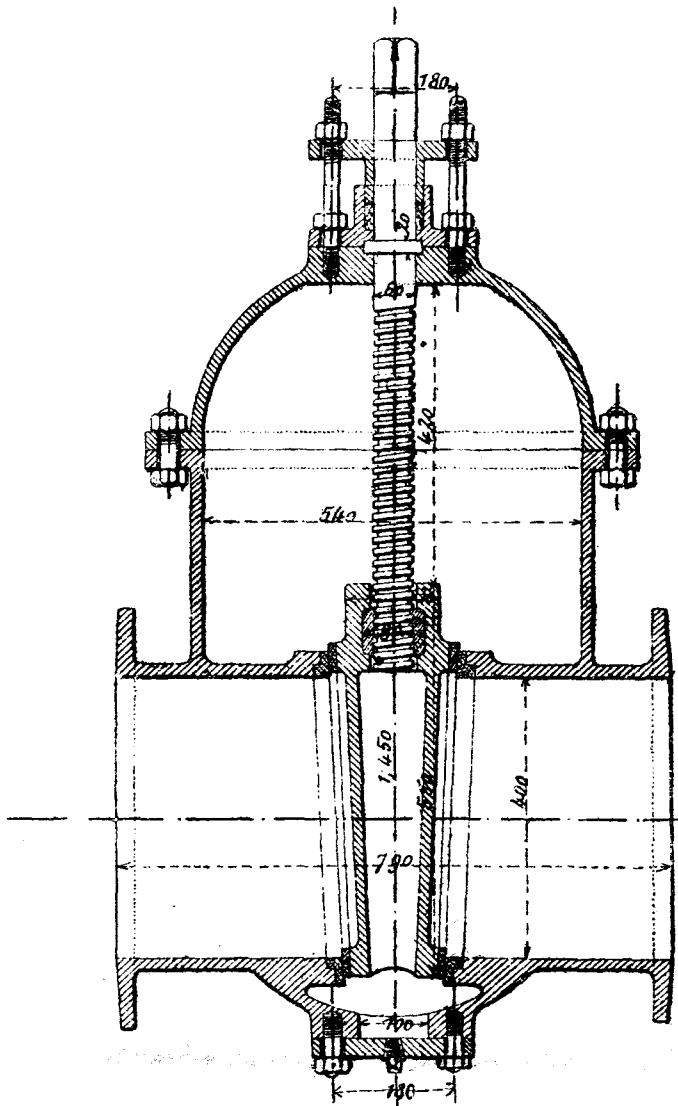
Фиг. 1. Боковой видъ.



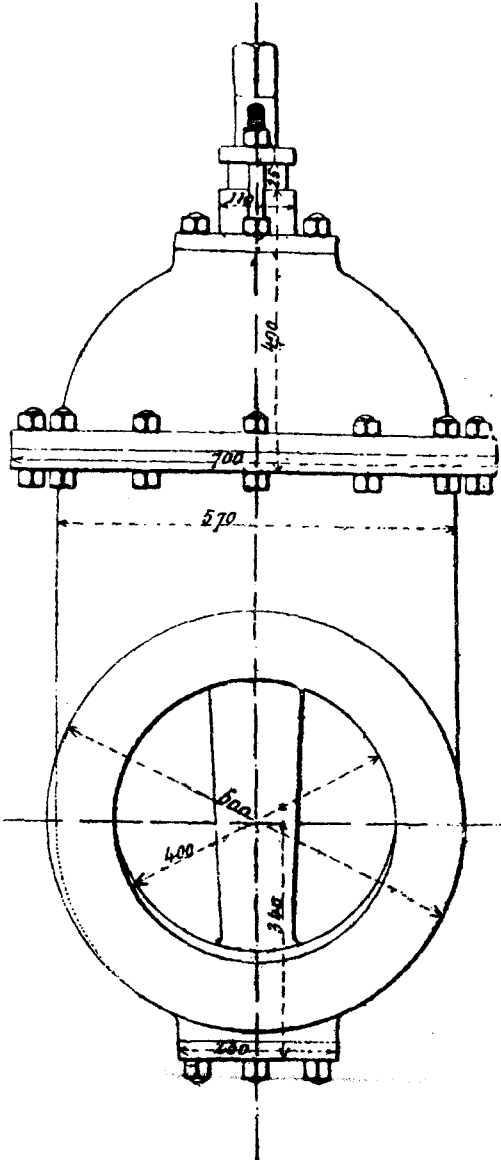
Фиг. 2. Вертикальный разрьъ.



Фиг. 3. Вертикальный разрьъ.



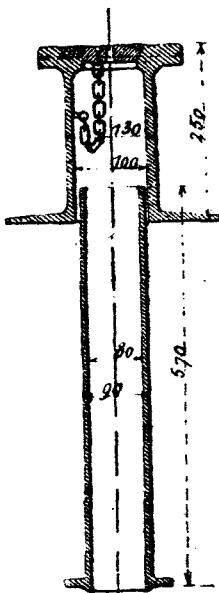
Фиг. 4. Боковой видъ.



Трубчатый каналъ для ключа.

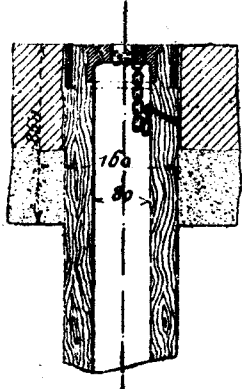
Чугунный.

Фиг. 5. Вертикальный разрьъ.



Деревянный.

Фиг. 7. Вертикальный разрьъ.



Фиг. 6. Горизонтальный разрьъ.



Фиг. 8. Планъ.



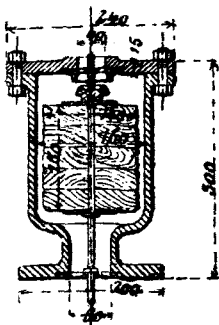
Фиг. 9. Горизонтальный разрьъ.



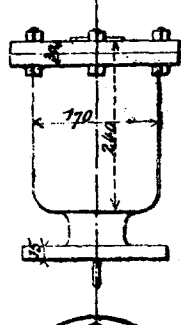
Воздушный кранъ (вантузъ)
съ діаметромъ отверстія въ 0,060 метр.

Система Sinson St. Albin.

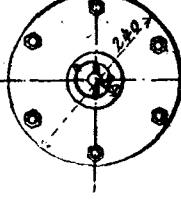
Фиг. 10. Вертикальный разрьъ.



Фиг. 11. Боковой видъ.

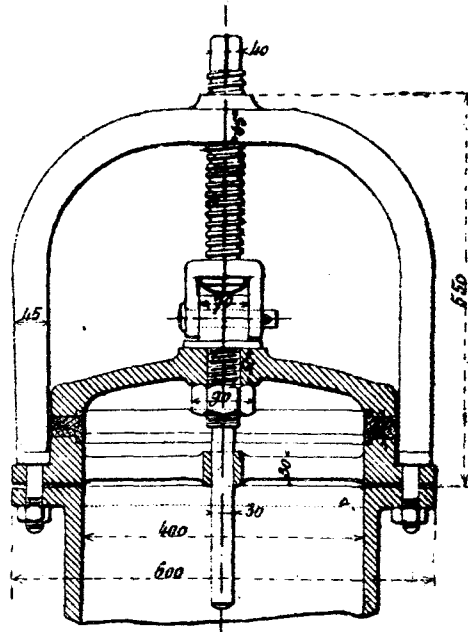


Фиг. 12. Планъ.

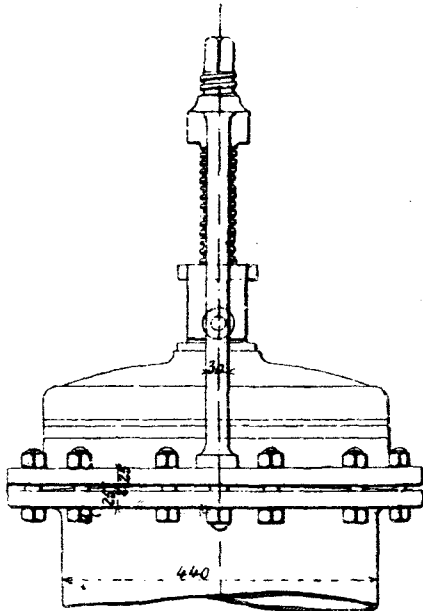


Донная крышка для трубы въ 0,400 метр. діаметромъ.

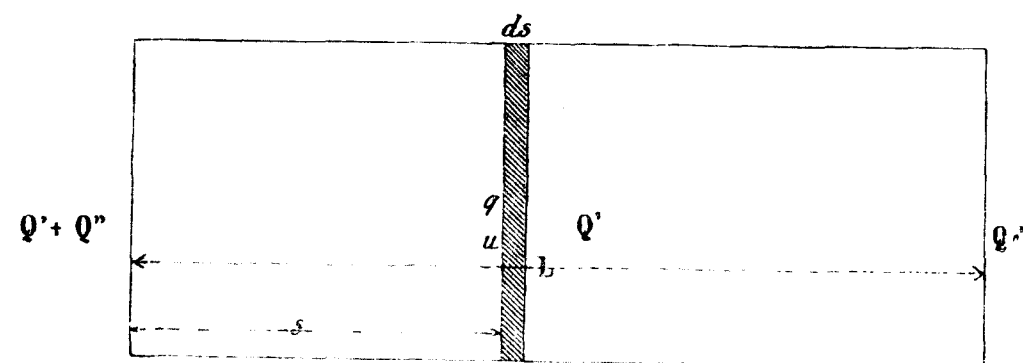
Фиг. 13. Вертикальный разрьъ.



Фиг. 14. Боковой видъ.



Фиг. 1.

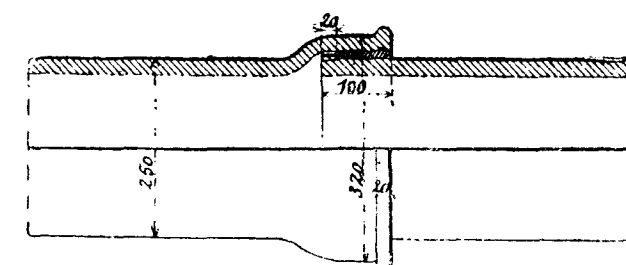


Детали водопроводной сети трубъ

Масштабъ 1/10.

Соединеніе раструбомъ.

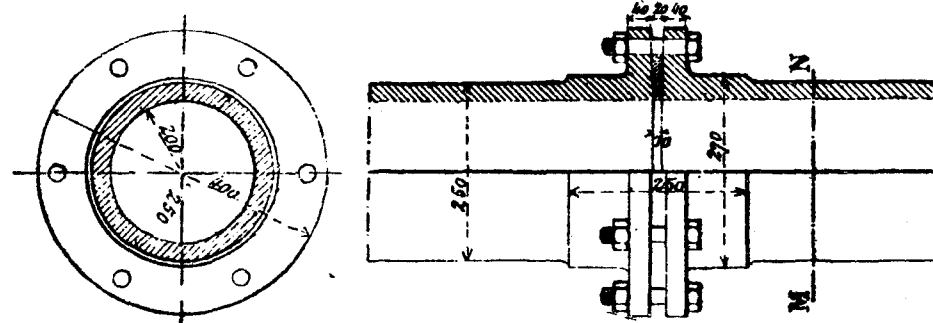
Фиг. 2. Разрѣзъ и горизонтальная проекція.



Трубы съ фланцами (со свинцовой прокладкой).

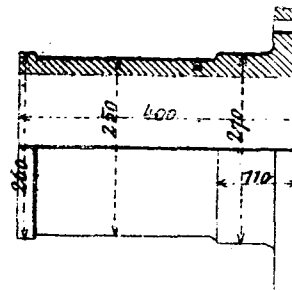
Фиг. 3. Разрѣзъ по MN.

Фиг. 4. Разрѣзъ и горизонтальная проекція.



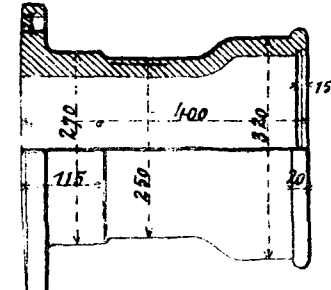
Труба съ фланцемъ и заплекомъ.

Фиг. 5. Разрѣзъ и горизонтальная проекція.



Труба съ фланцемъ и раструбомъ.

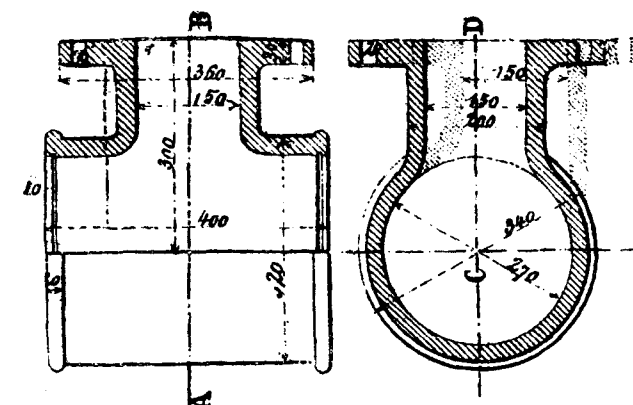
Фиг. 6. Разрѣзъ и горизонтальная проекція.



Муфта для присоединенія отвлѣтленія.

Фиг. 7. Разрѣзъ по ED.

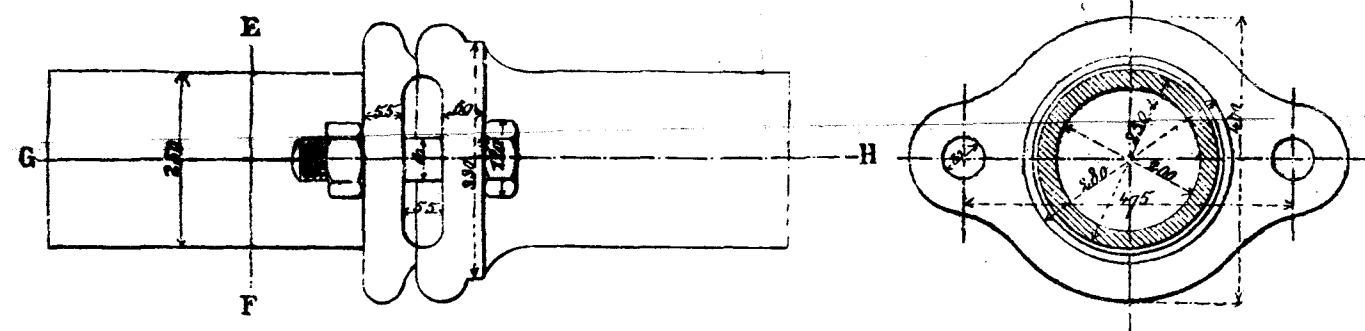
Фиг. 8. Разрѣзъ по AB.



Трубы системы Lavril'я (съ каучуковой прокладкой).

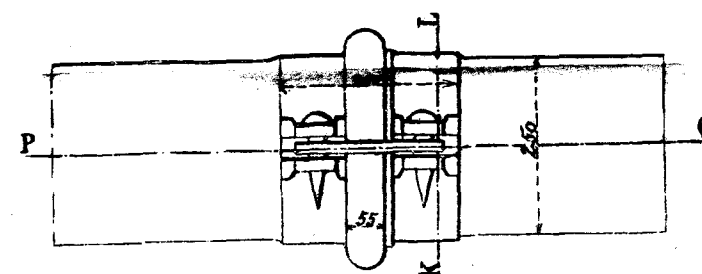
Фиг. 9. Внѣшній видъ.

Фиг. 10. Поперечный разрѣзъ по EF.

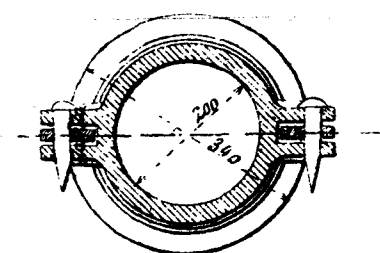


Трубы системы Petit'a (съ каучуковой прокладкой).

Фиг. 13. Видъ сверху.

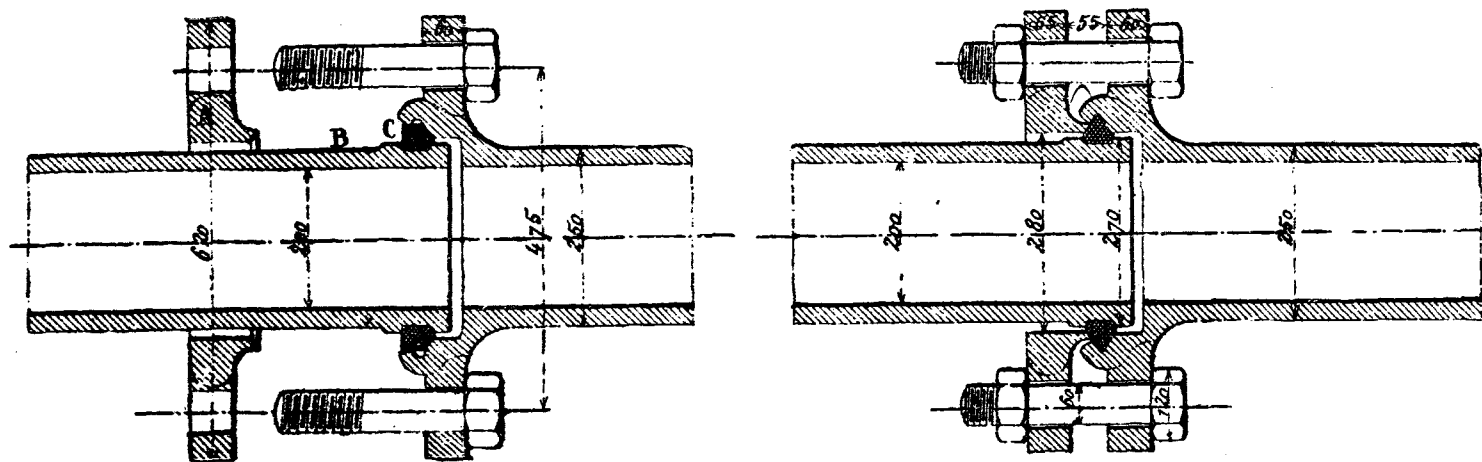


Фиг. 14. Разрѣзъ по KL.

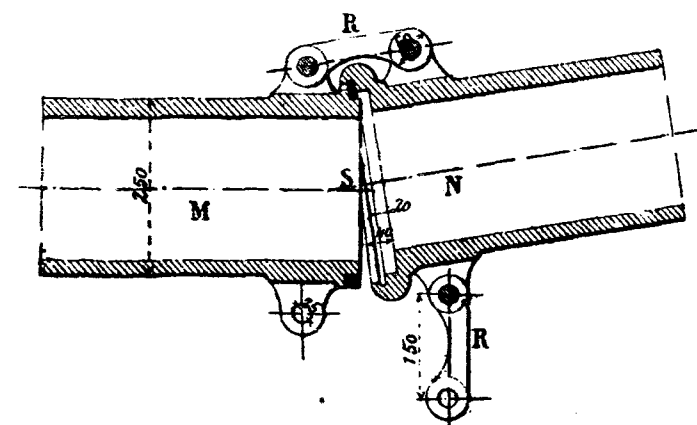


Фиг. 11. Разрѣзъ по GH (въ моментъ сборки).

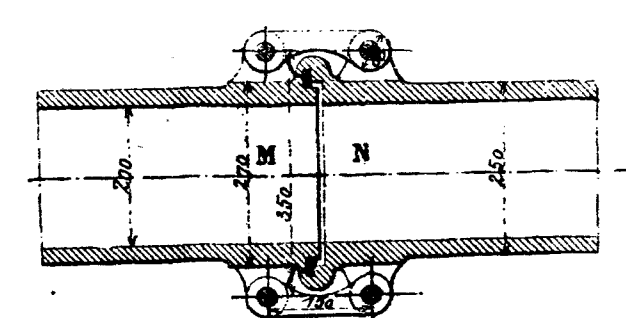
Фиг. 12. Горизонтальный разрѣзъ по GH.



Фиг. 15. Разрѣзъ по PQ (въ моментъ сборки).

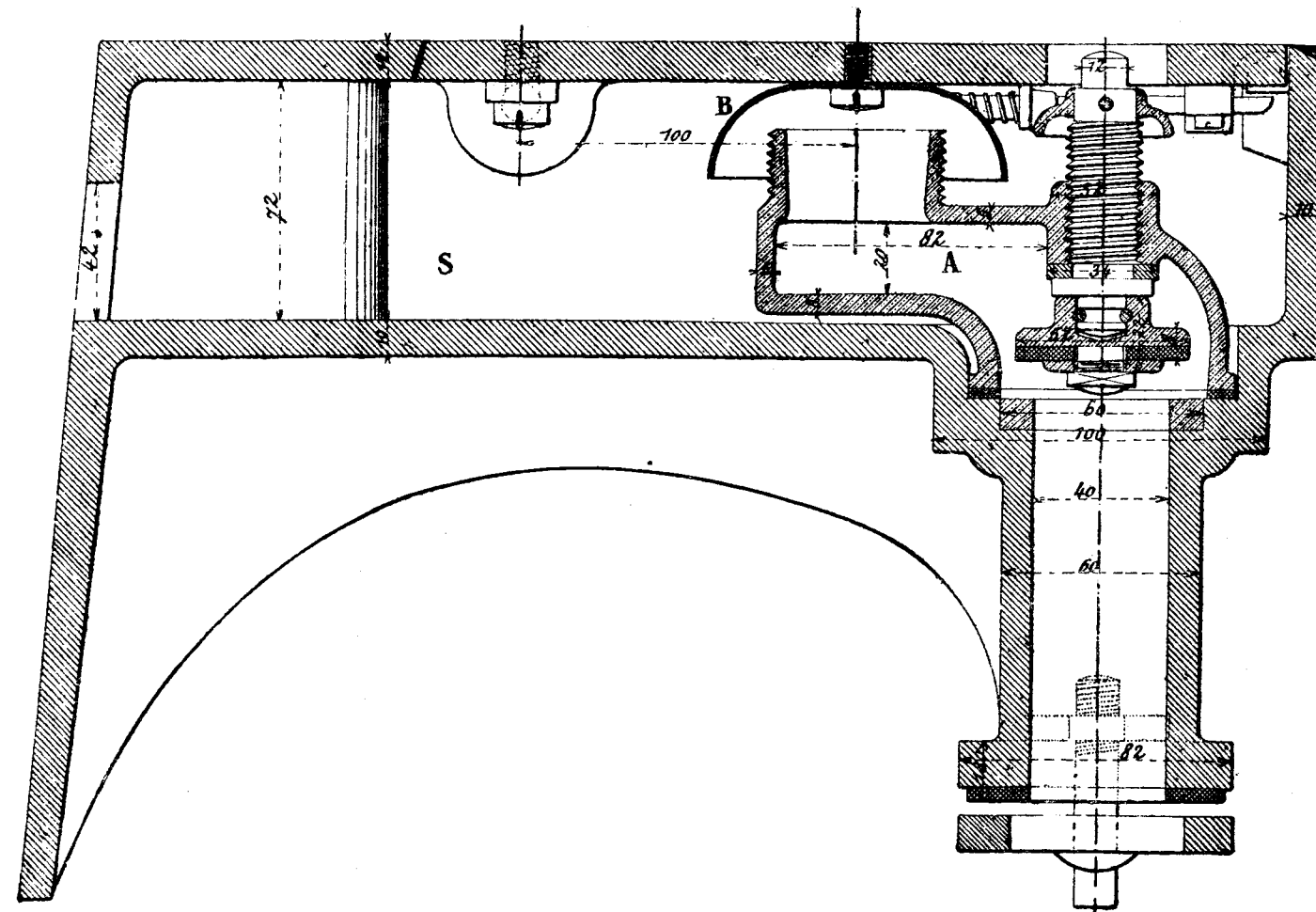


Фиг. 16. Разрѣзъ по PQ.

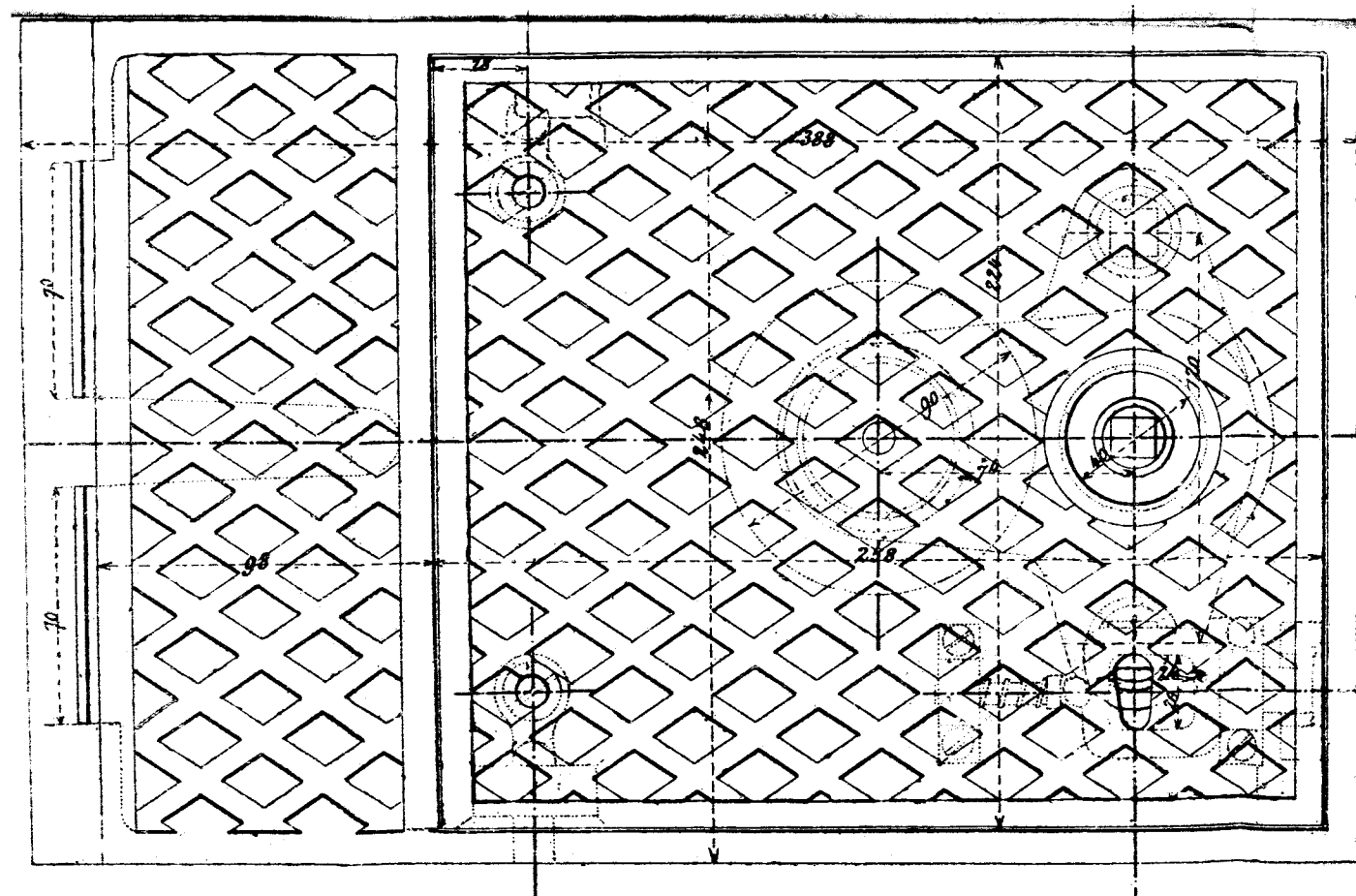


Фидрантъ при троттуаръ. Система Жерма.

Фиг. 1. Вертикальный разрезъ.

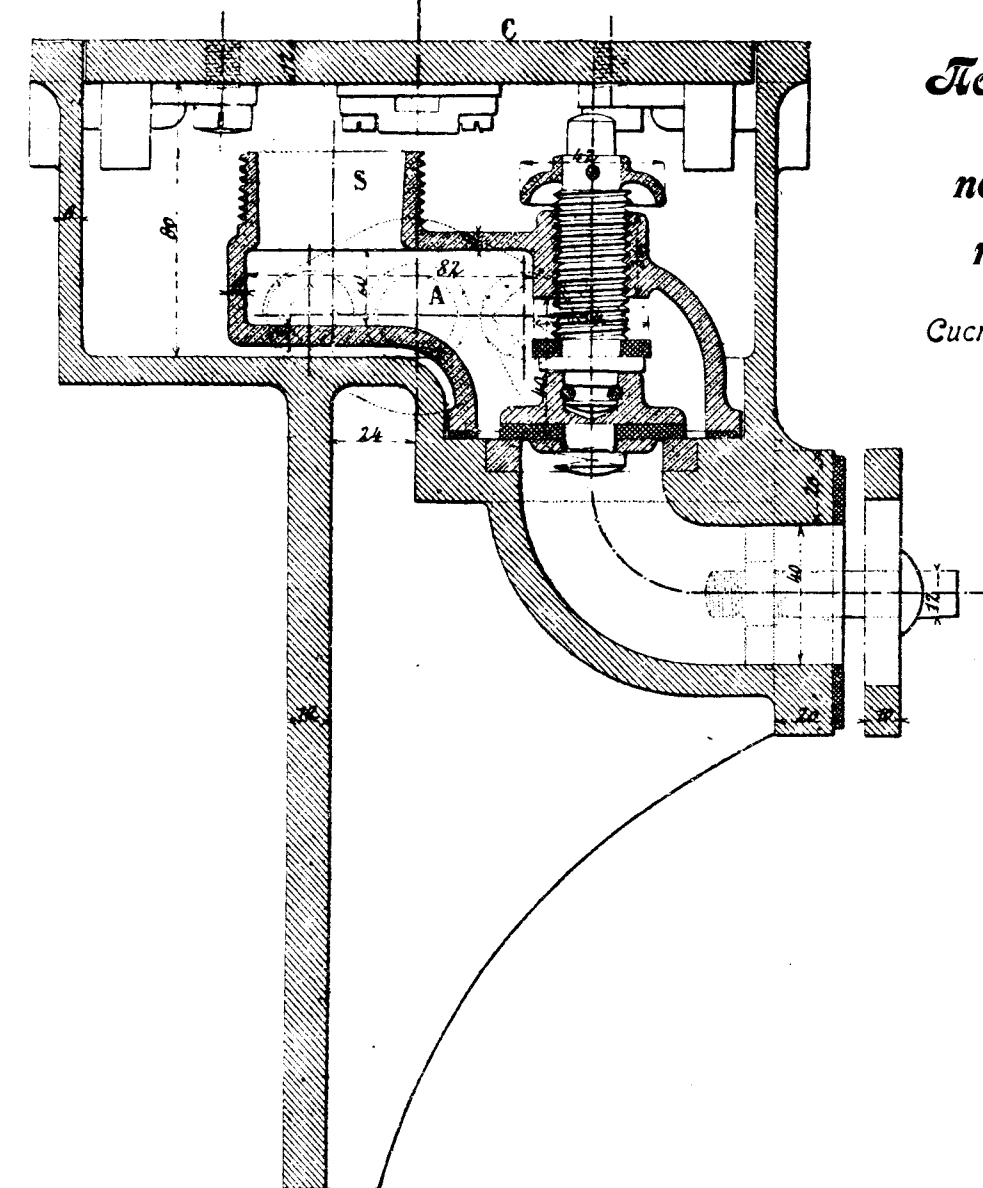


Фиг. 2. Планъ.

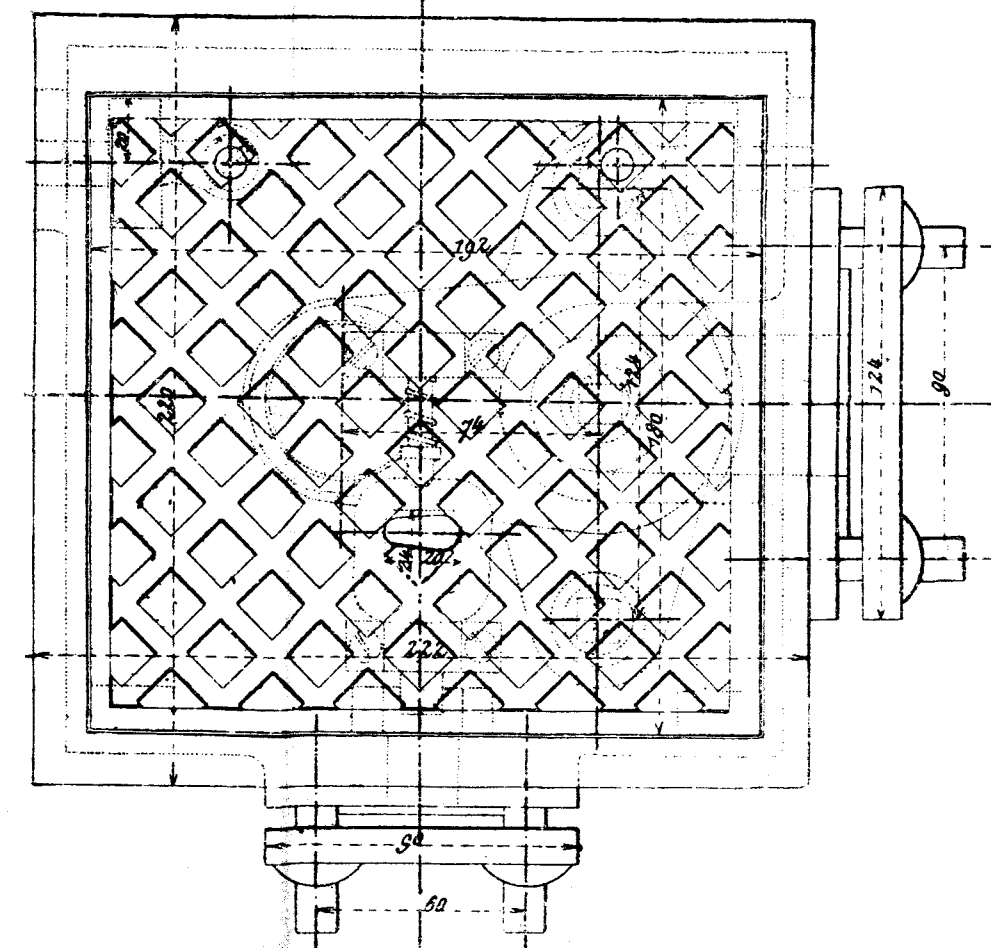


Масштабъ: въ 0,50 метр. 1 метръ.

Фиг. 3. Вертикальный разрезъ.



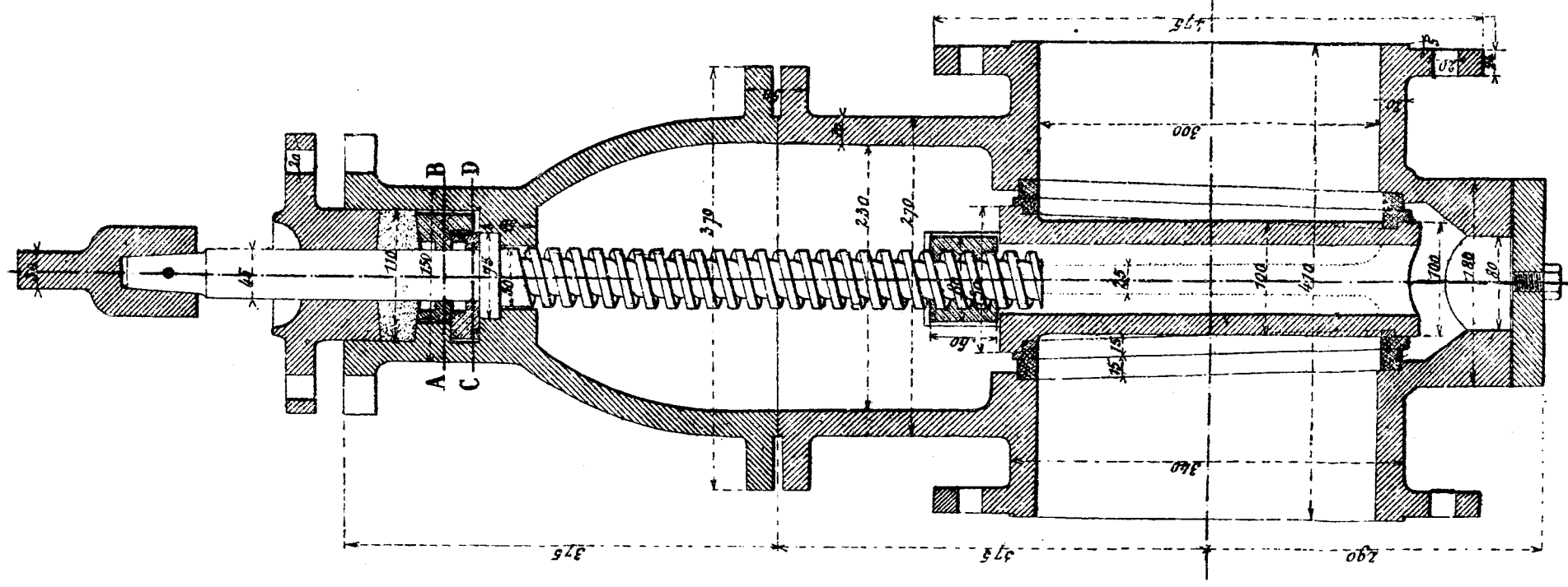
Фиг. 4. Планъ.



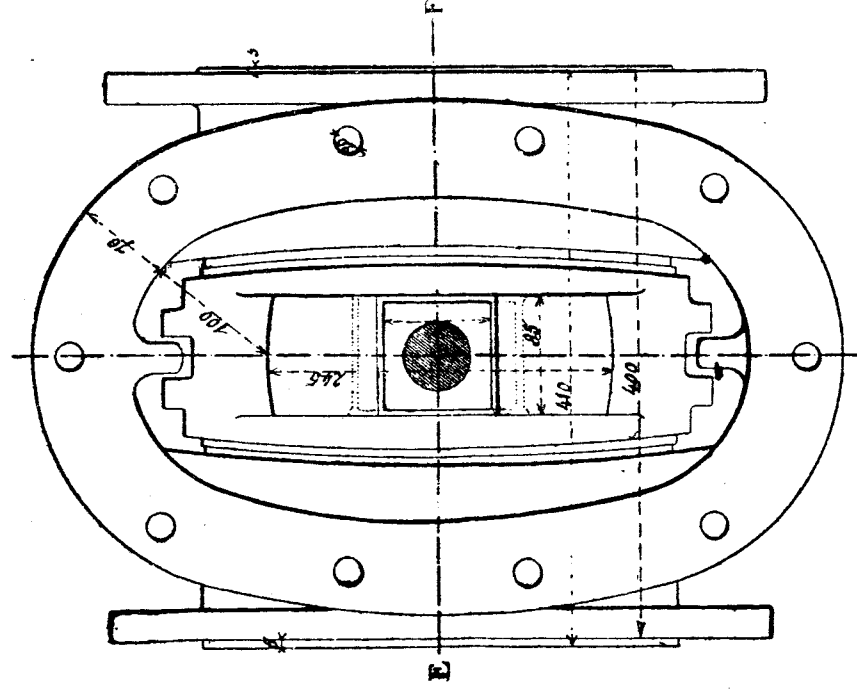
**Пожарный
и
поливной
кранъ.**
Система Керка.

Стеворный щитовой кранъ къ трубе въ 300 мм. діам. Система Керка.

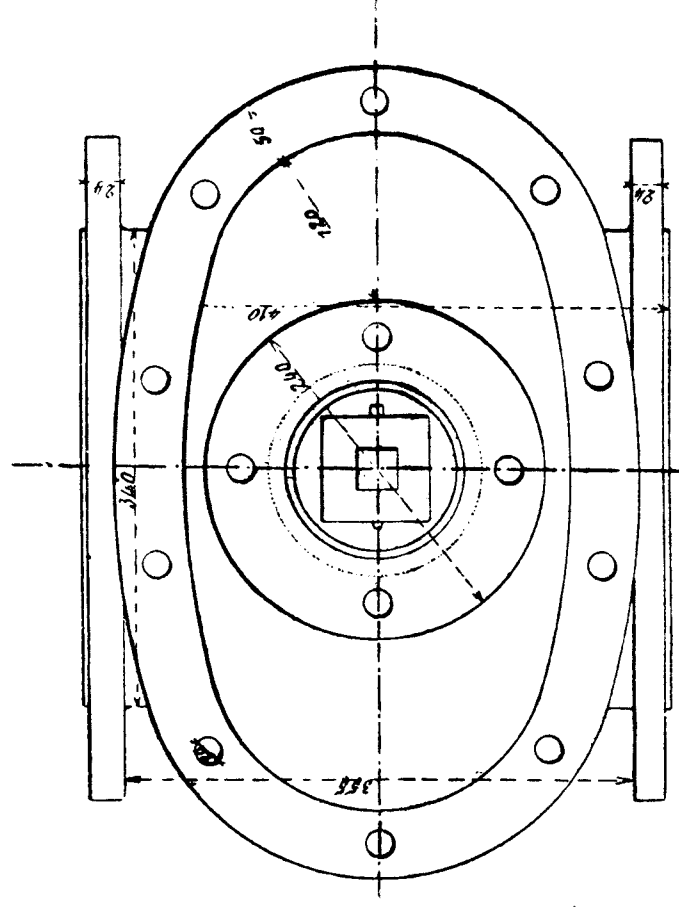
Фиг. 1. Разрѣзъ по ЕЕ.



Фиг. 3. Видъ сверху безъ нажимной втулки.



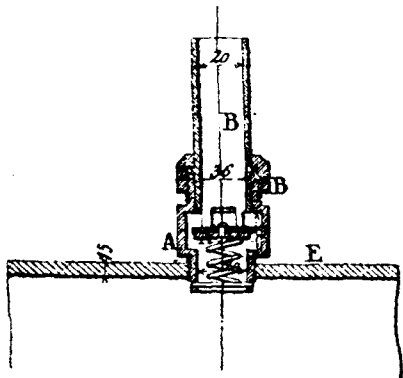
Фиг. 4. Планъ.



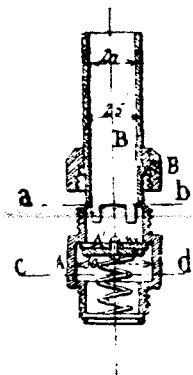
Масштабъ: въ 0,20 метр. 1 метръ.

ПРИБОРЪ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНІЯ ОТВѢТВЛЕНІЙ КЪ ВОДОПРОВОДНЫМЪ ТРУБАМЪ.

Фиг. 1.
Вертикальный разръзъ отвлѣтленія
(вмѣстѣ съ главной трубой).



Фиг. 2.
Вертикальный разръзъ отвлѣтленія
(отдѣльно отъ главной трубы).



Фиг. 3. Разръзъ по *ab*.



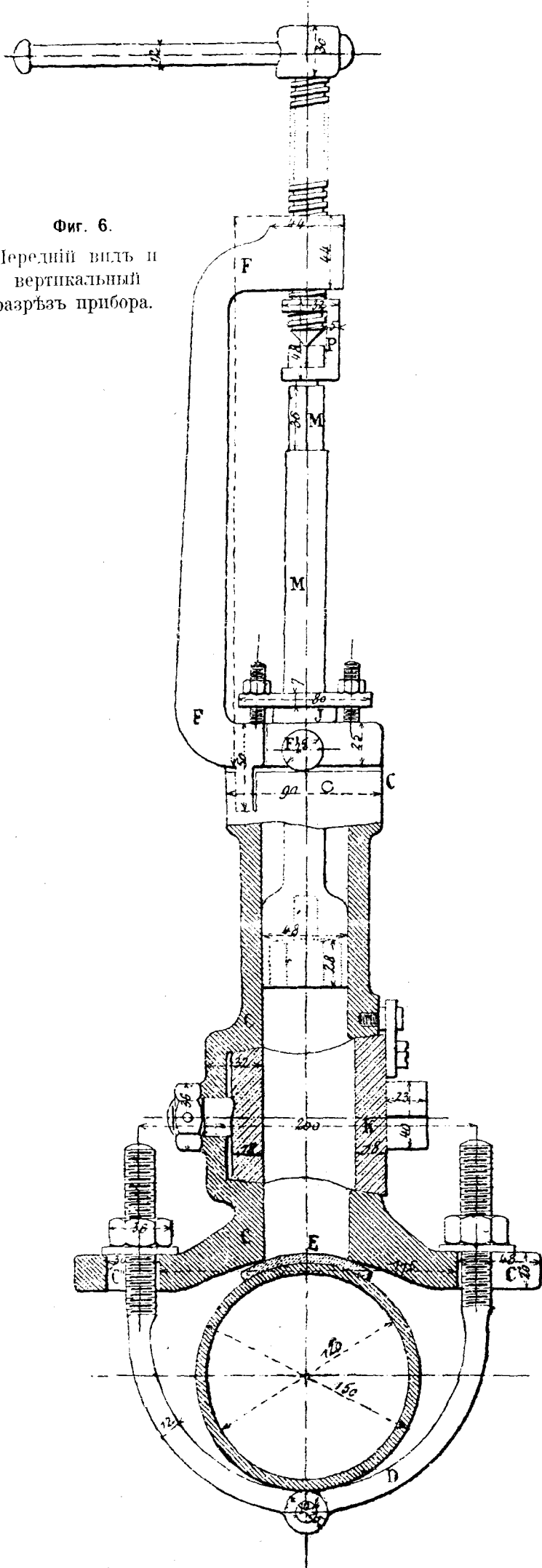
Фиг. 4. Наружный видъ.



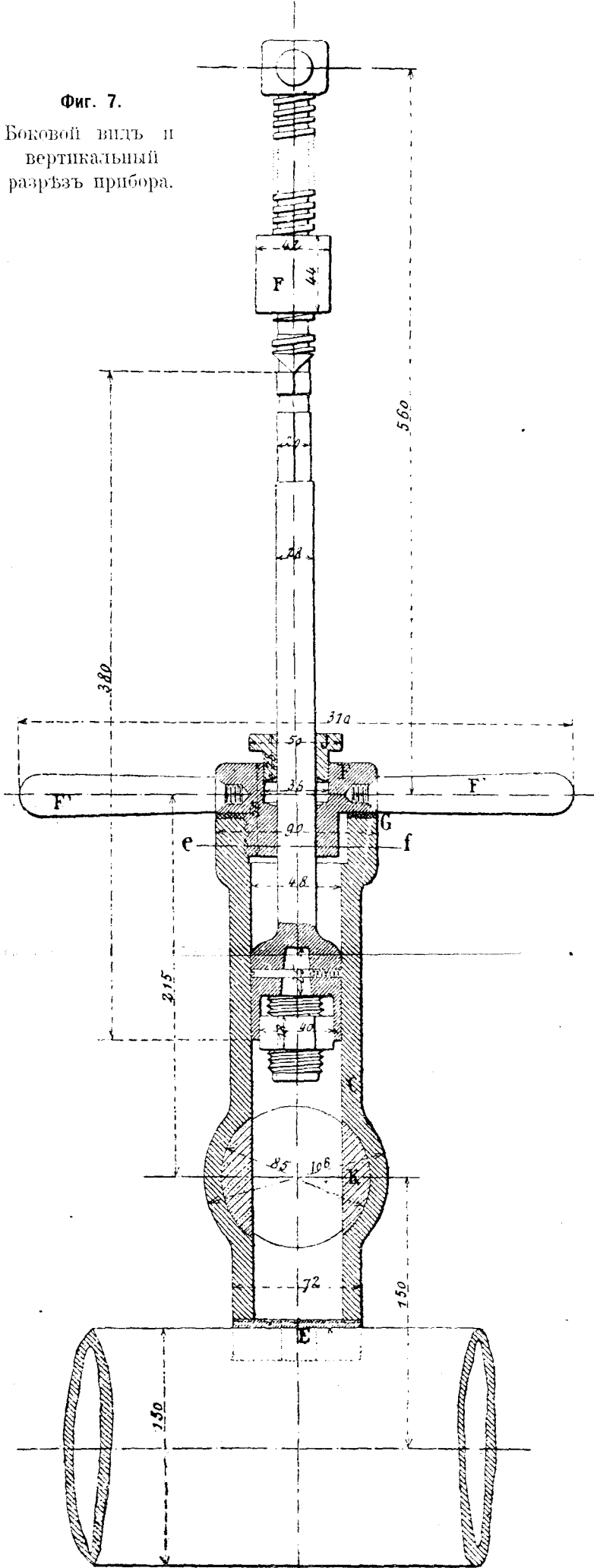
Фиг. 5. Разръзъ по *cd*.



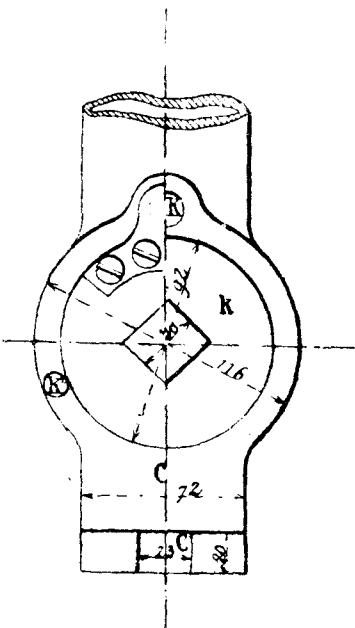
Фиг. 6.
Передній видъ и
вертикальный
разръзъ прибора.



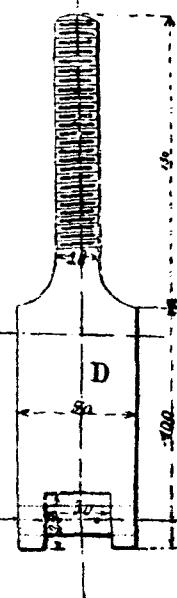
Фиг. 7.
Боковой видъ и
вертикальный
разръзъ прибора.



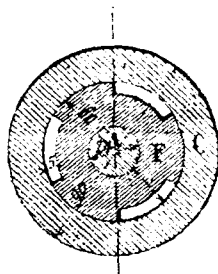
Фиг. 8.
Кранъ.



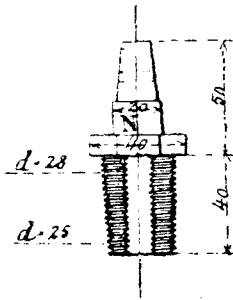
Фиг. 10.
Боковой видъ
хомута.



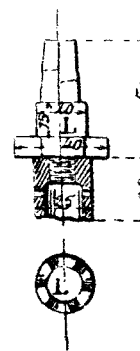
Фиг. 9.
Разръзъ по *ef*.



Фиг. 11.
Мѣтчикъ.



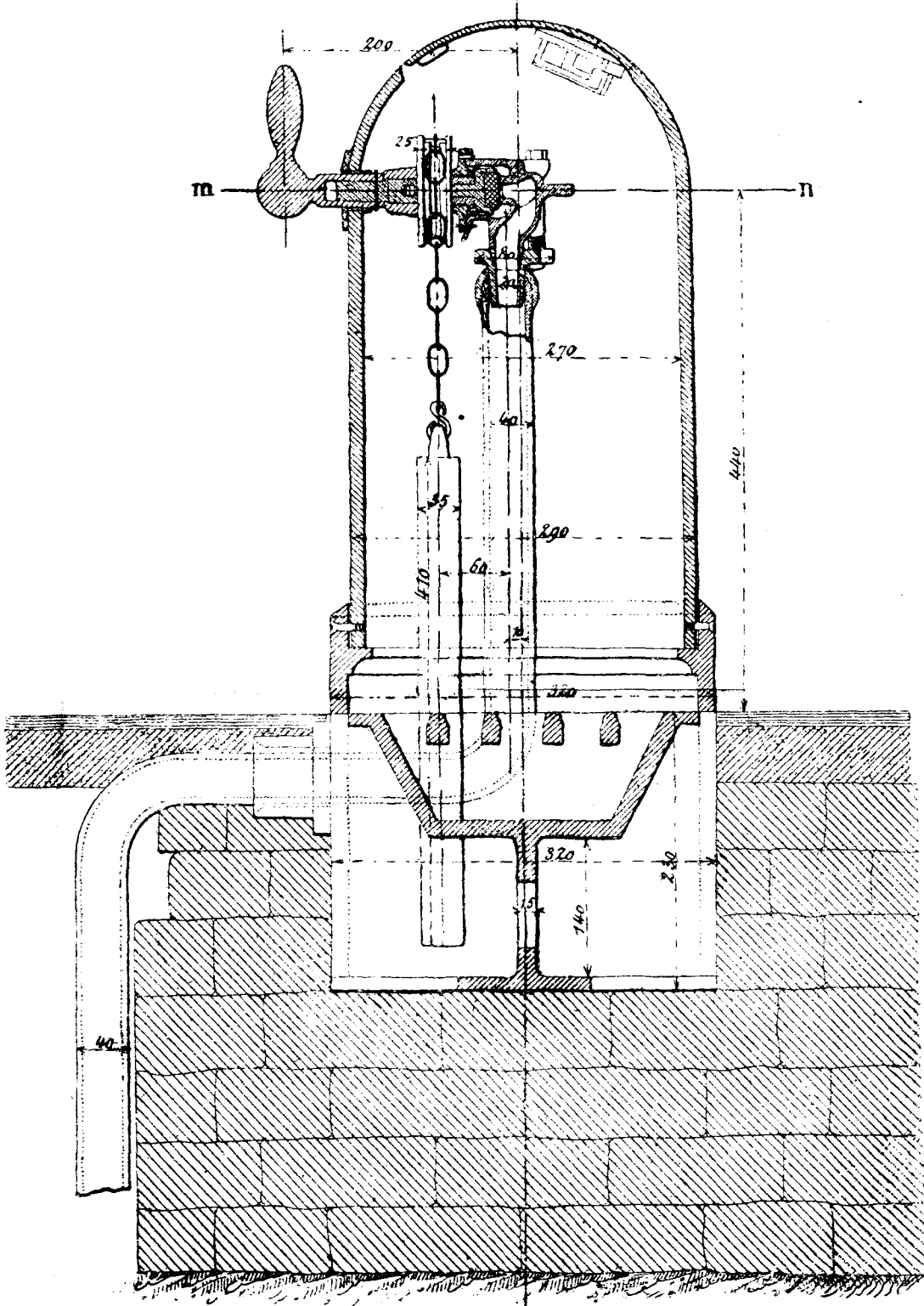
Фиг. 12.
Фреза.



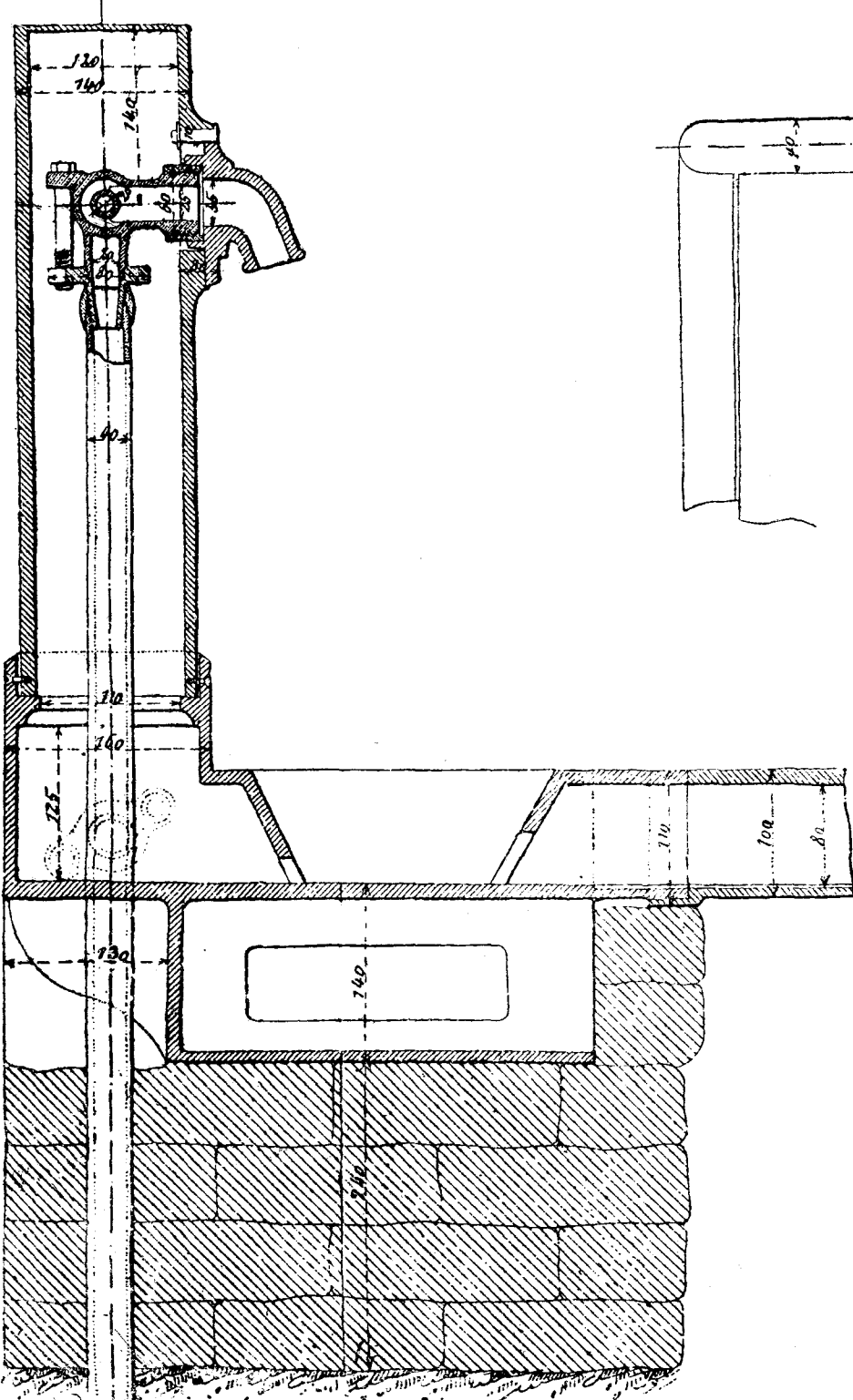
Масштабъ въ 0,333 метр. въ 1 метръ.

Водоразборный кранъ въ троттуарной тумбѣ (съ ключемъ).
Система Керна. Типъ города Парижа.

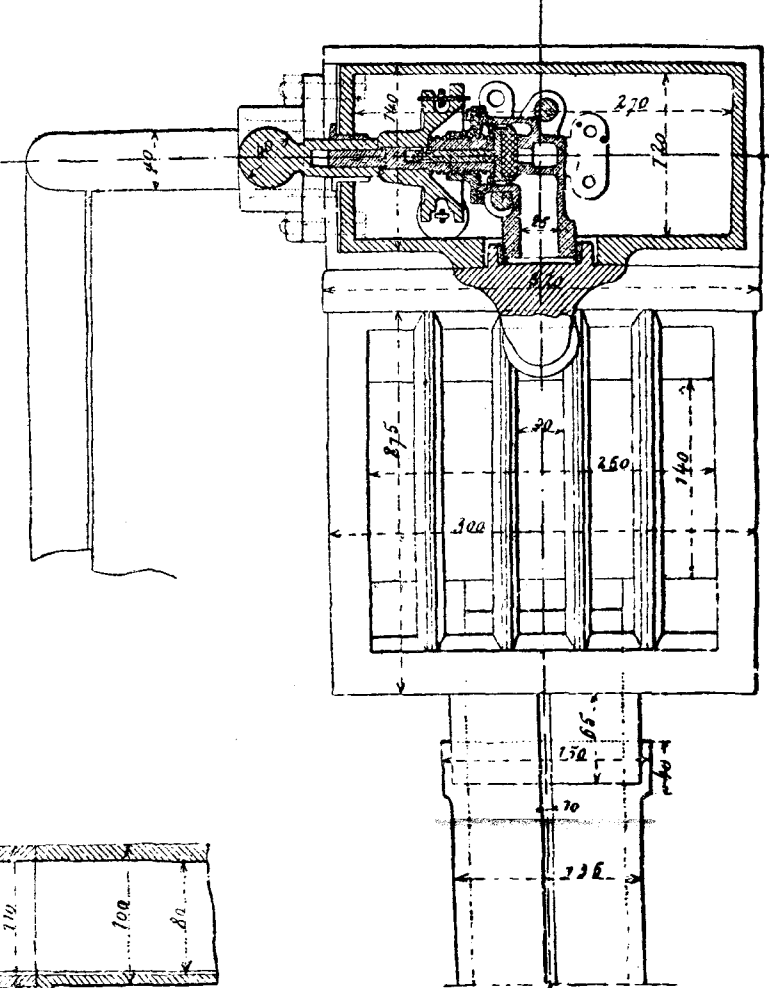
Фиг. 1. Продольный разрѣзъ.



Фиг. 2. Поперечный разрѣзъ.

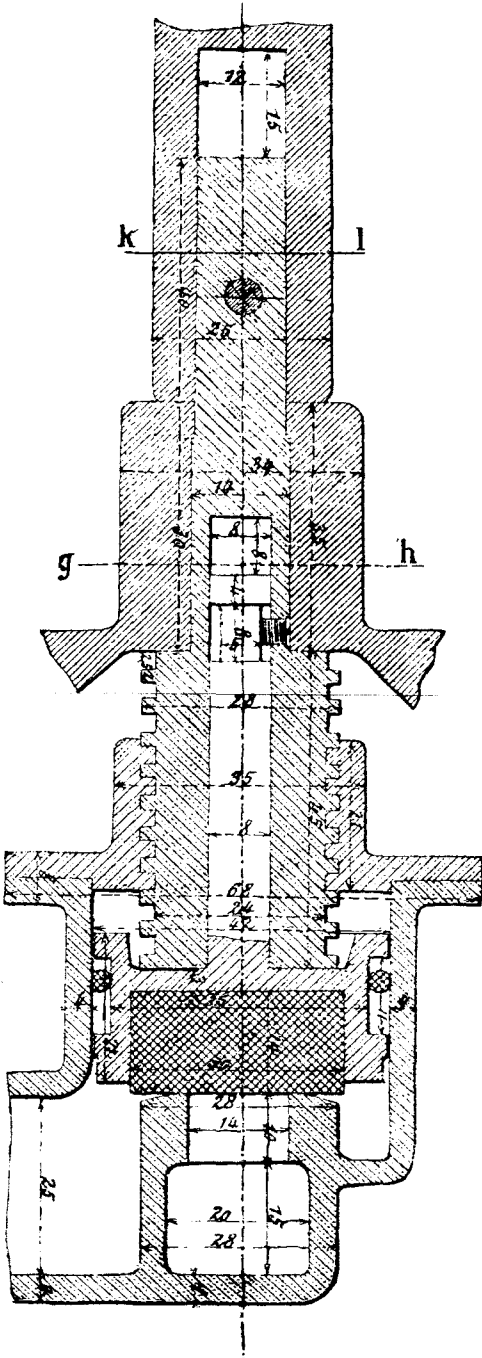


Фиг. 3. Планъ и разрѣзъ по *mn*.



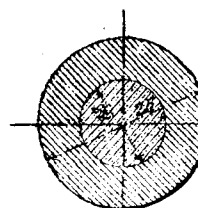
Детали крана.

Фиг. 4. Разрѣзъ по *mn*
(въ натуральную величину).

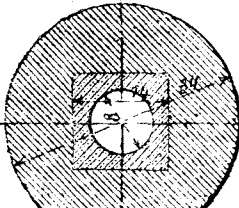


Винтъ съ квадратной напѣзкой.

Фиг. 5.
Разрѣзъ по *kl*.



Фиг. 6.
Разрѣзъ по *gh*.

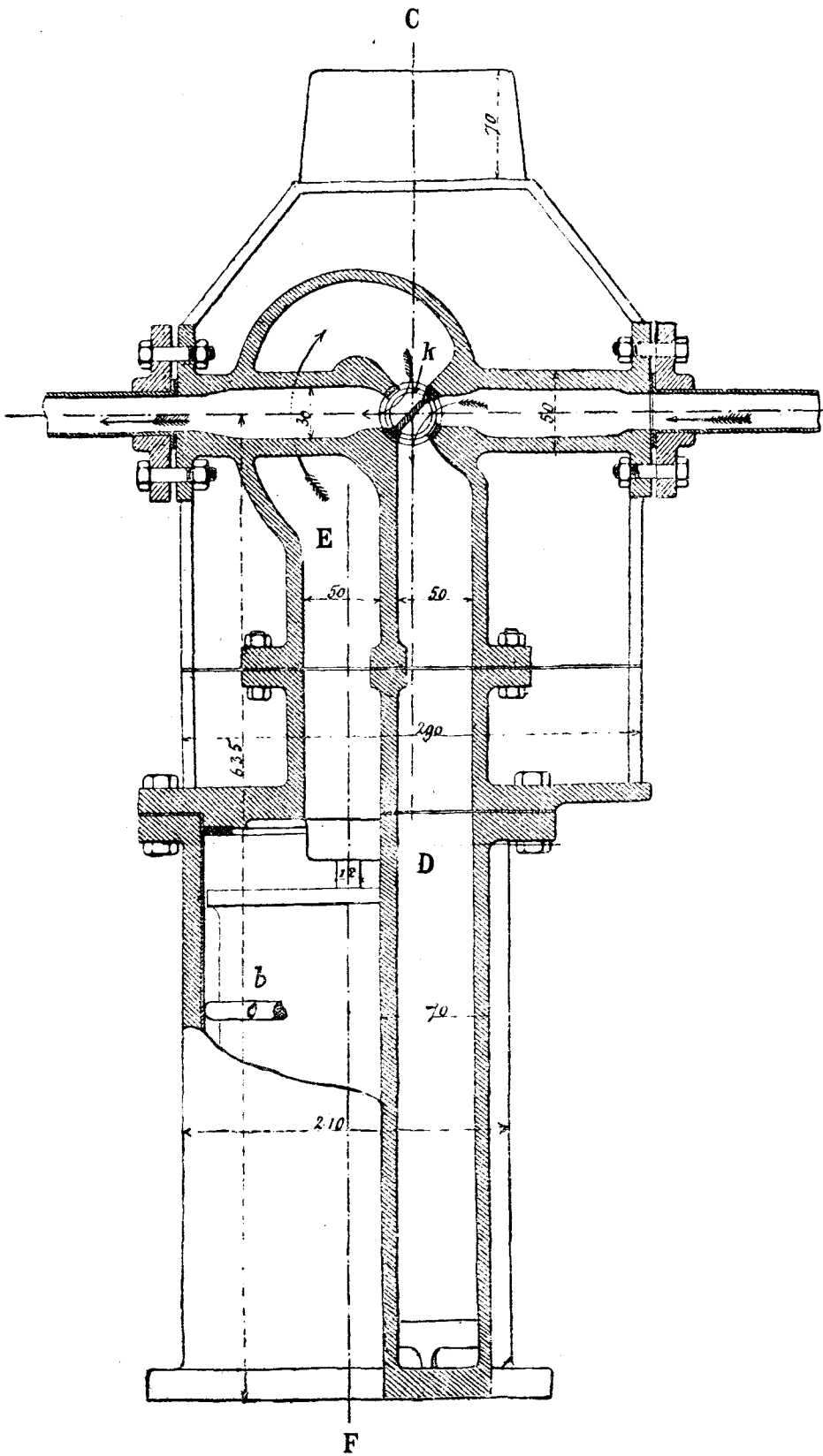


Масштабъ къ фиг. 1, 2 и 3 въ 0,200 метр. 1 метр. ($\frac{1}{5}$).

ВОДОМЪРЪ КЕРНА
(Системы Кеннеди).

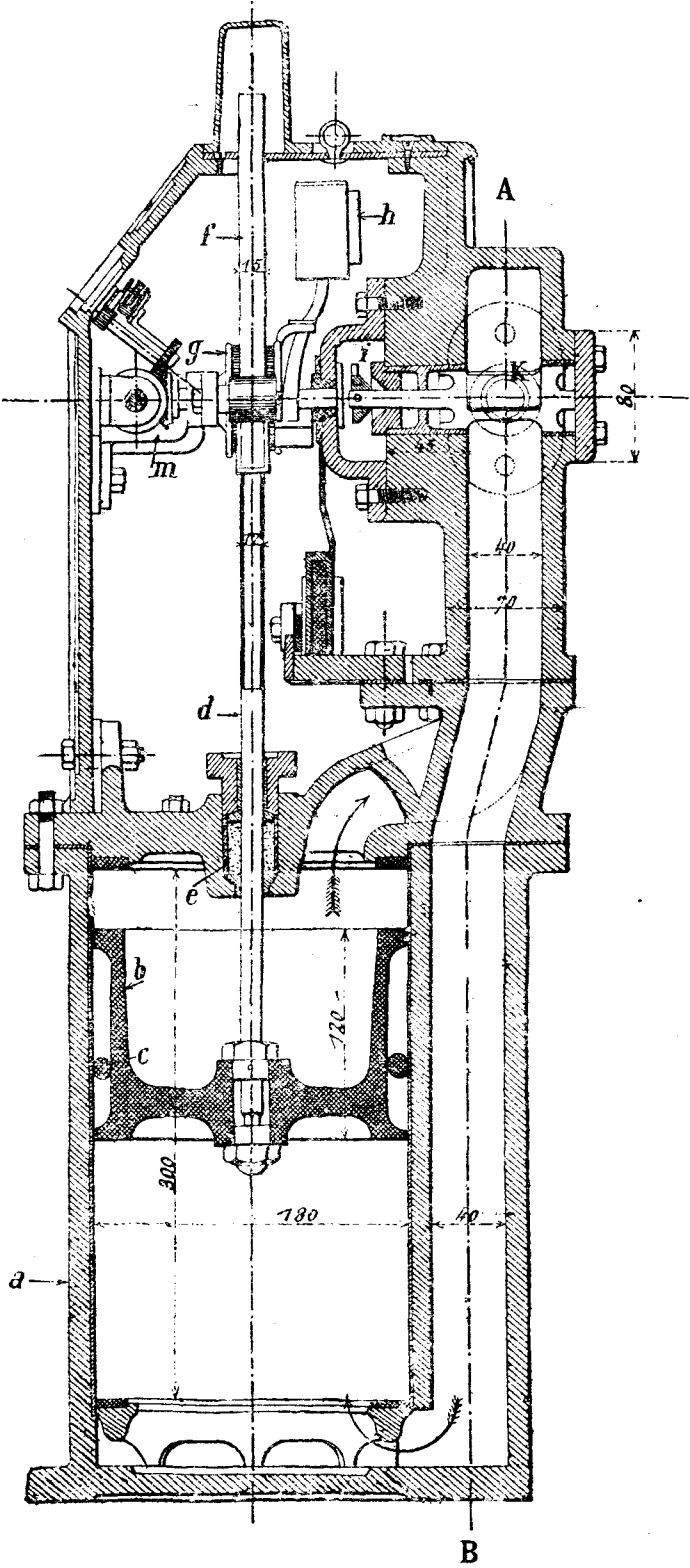
Масштабъ: въ 0,25 метра 1 метръ (1/4).

Фиг. 1. Разрѣзъ по АВ.



- а) Цилиндръ.
- б) Поршень изъ эбонита.
- с) Перекачивающееся кольцо.
- д) Поршневой стержень.

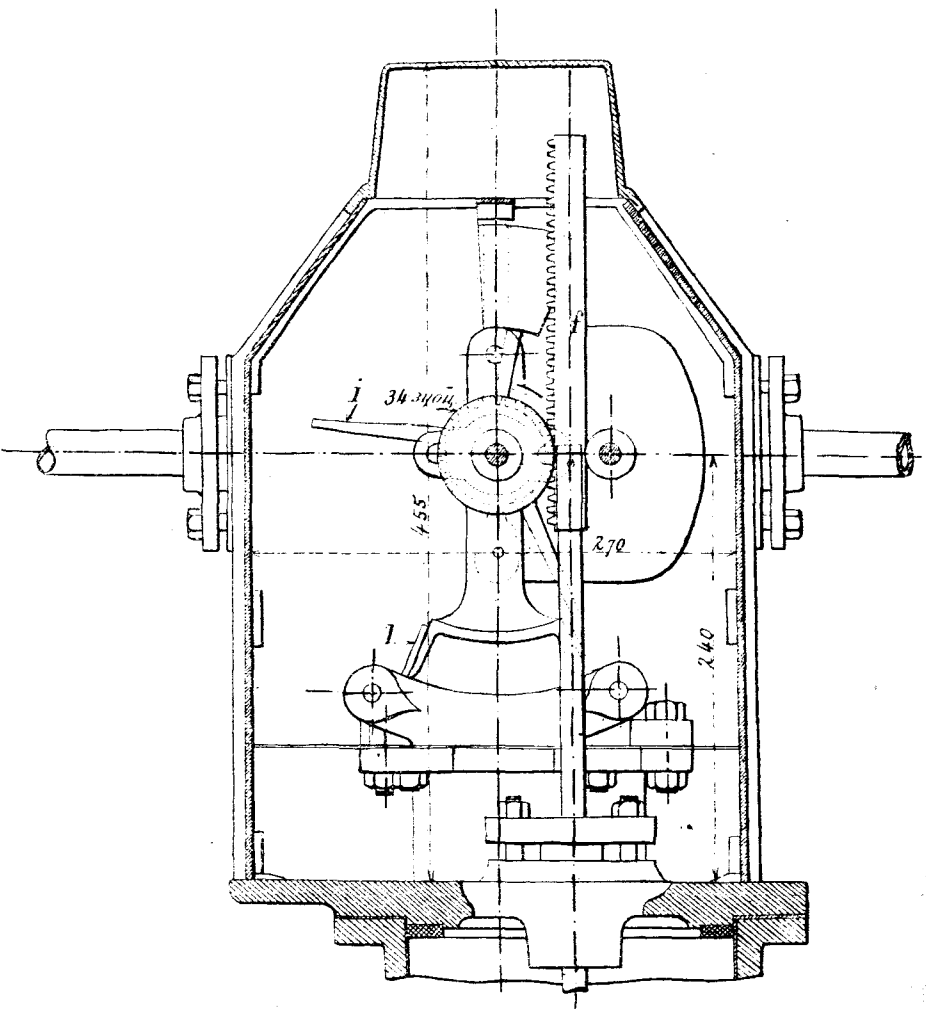
Фиг. 2. Разрѣзъ по СDEF.



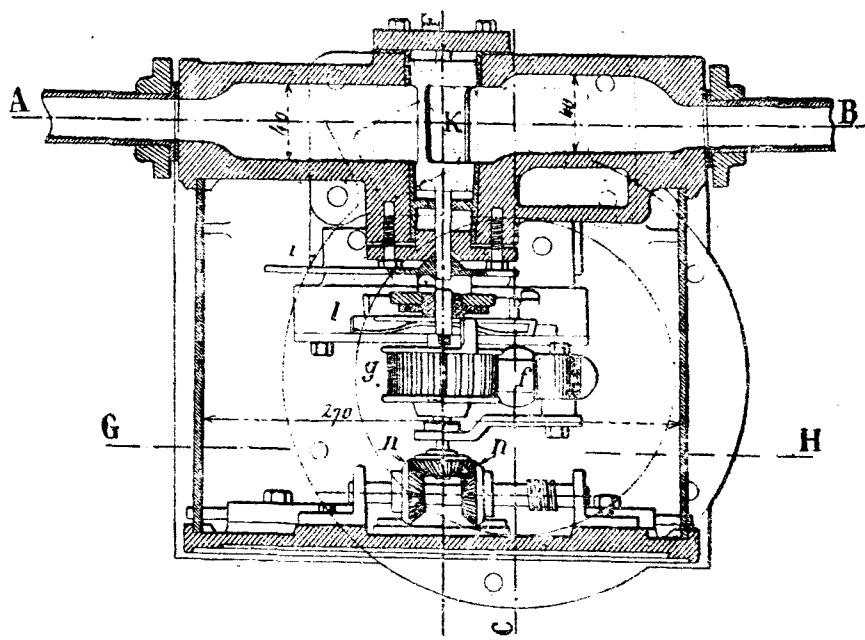
- е) Сальникъ.
- ф) Зубчатая рейка.
- г) Зубчатое колесо.
- h) Противовѣсъ.

- и) Рычагъ, вращающій распре-
лительный кранъ.
- к) Распределительный четырех-
проходный кранъ.

Фиг. 3. Разрѣзъ по GH.



Фиг. 4. Планъ.

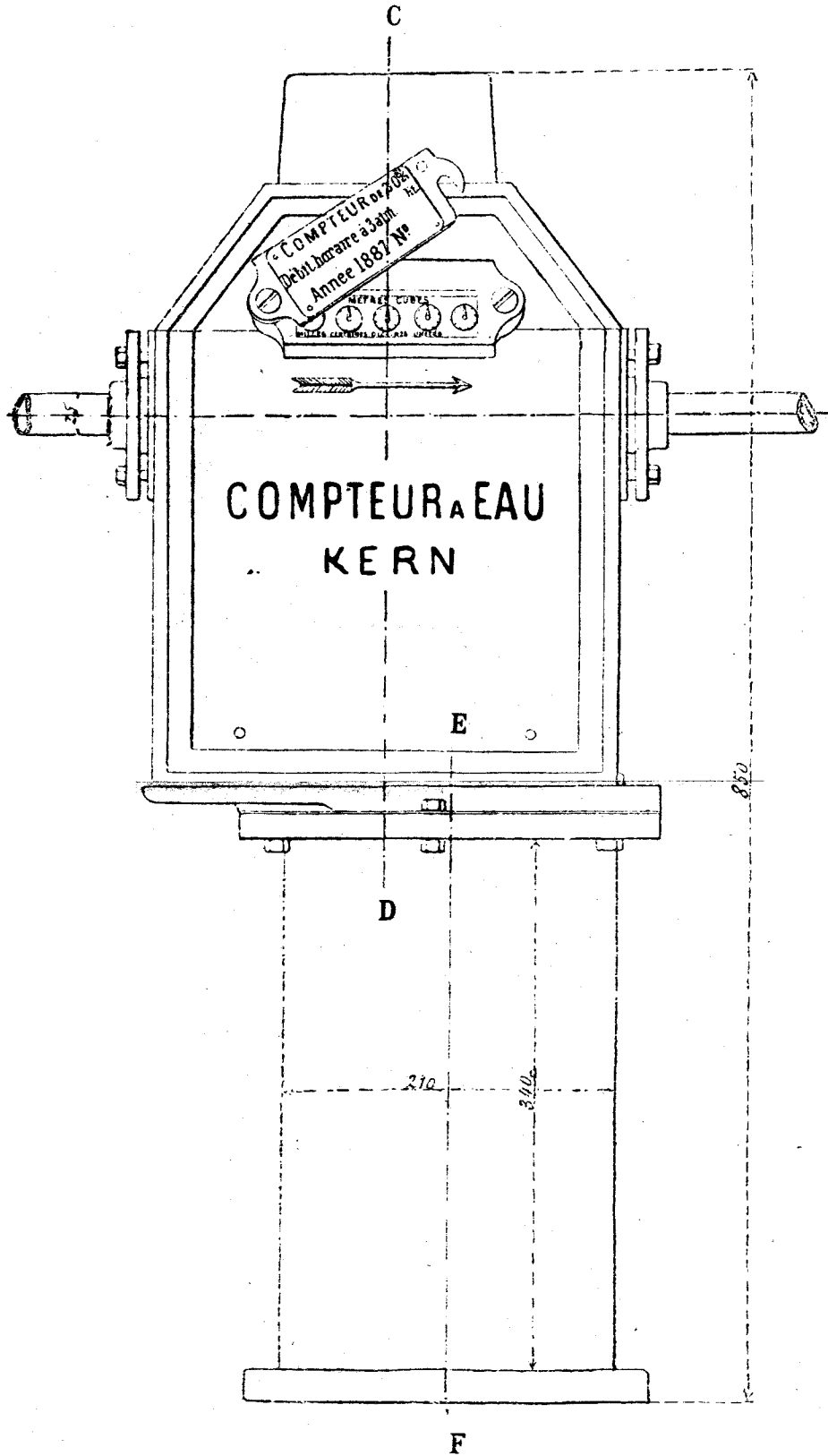


- л) Буферъ.
- м) Коническое колесо, управляющее
счетчикомъ.
- н) Передаточныя коническія колеса.

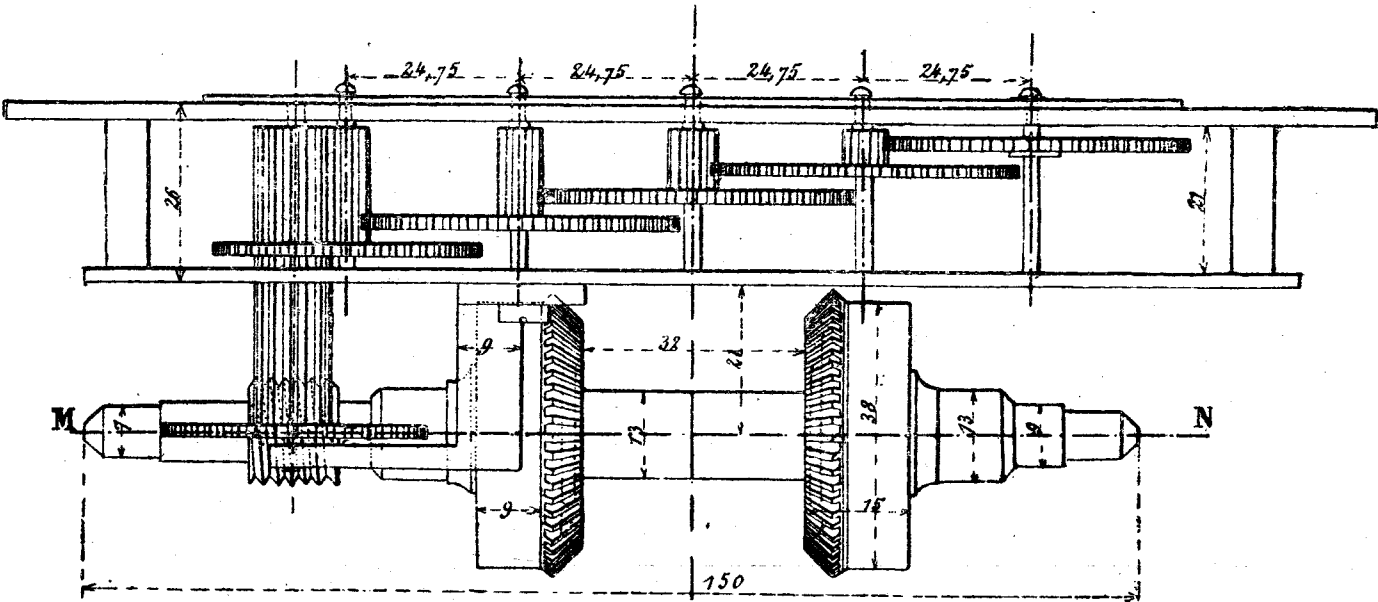
ВОДОМѢРЪ КЕРНА
(Системы Кеннеди).

ДЕТАЛИ СЧЕТЧИКА (въ натуральную величину).

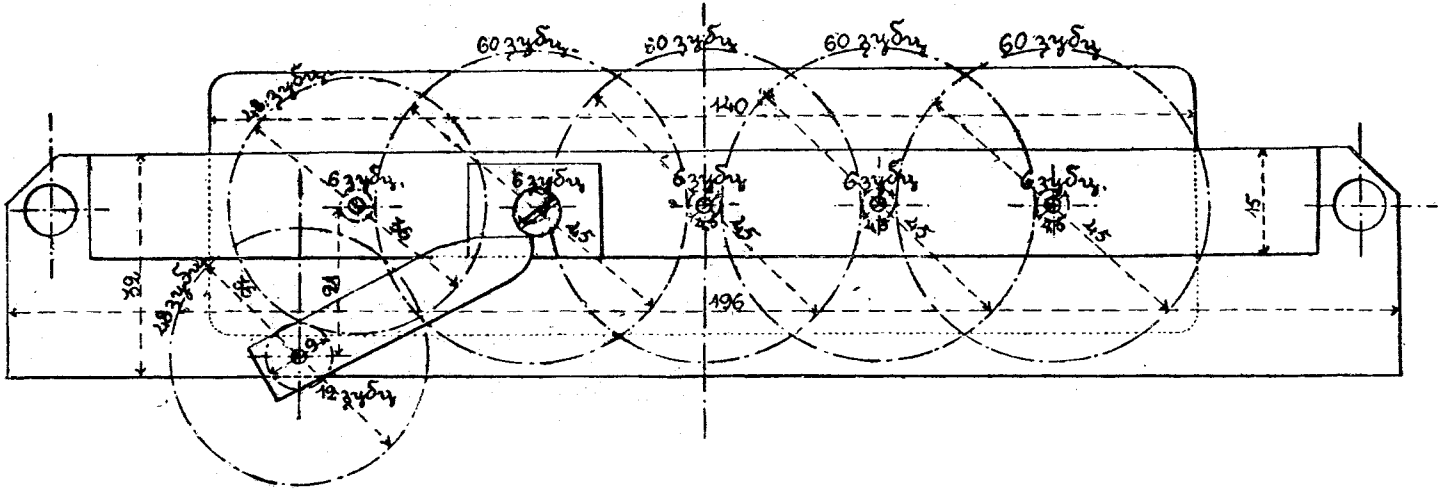
Фиг. 1. Передній видъ.



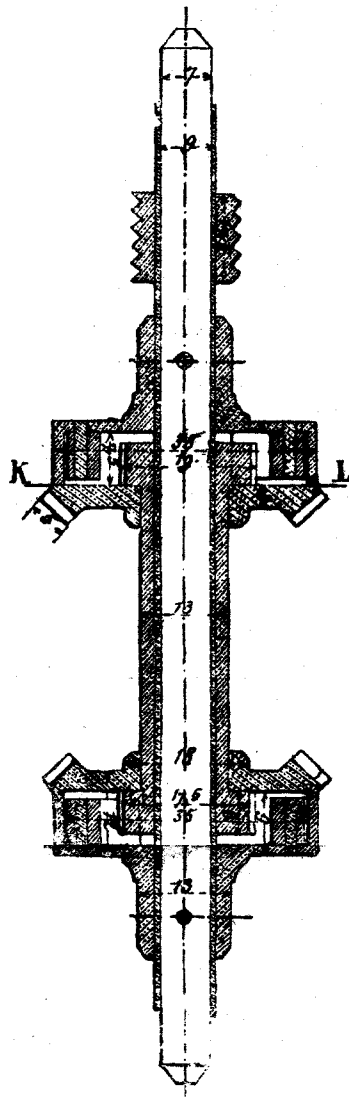
Фиг. 2. Общій планъ счетчика.



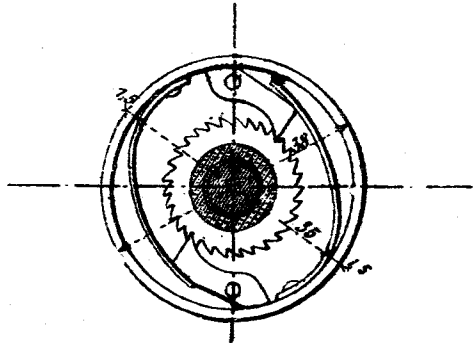
Фиг. 3. Видъ сзади на счетныя колеса.



Фиг. 4.
Разрѣзъ по MN (безъ счетныхъ колесъ).



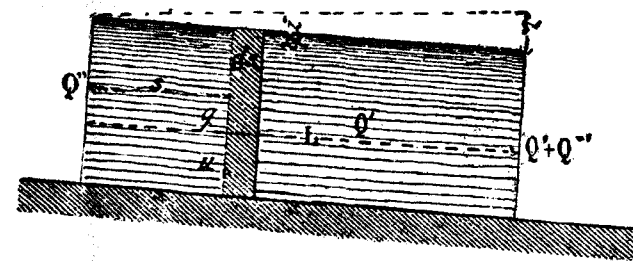
Фиг. 5. Вертикальный разрѣзъ по KL.



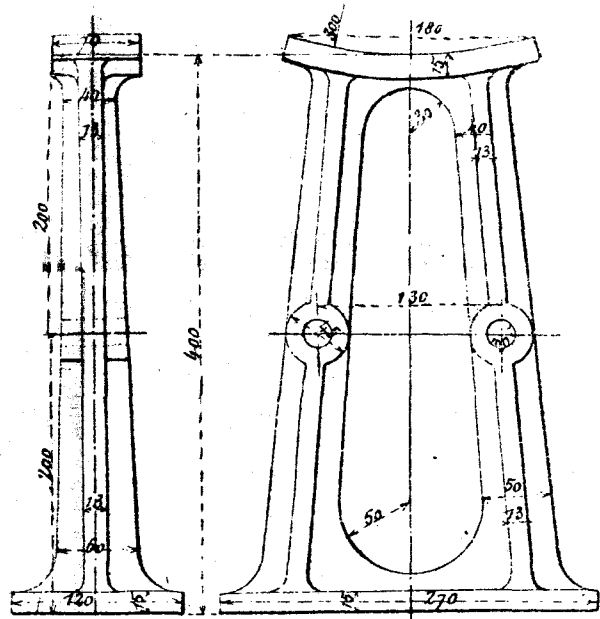
Масштабъ: въ 0,25 метра 1 метръ (1/4).

Детали къ проекту водостокѣвъ.

Фиг. 1.

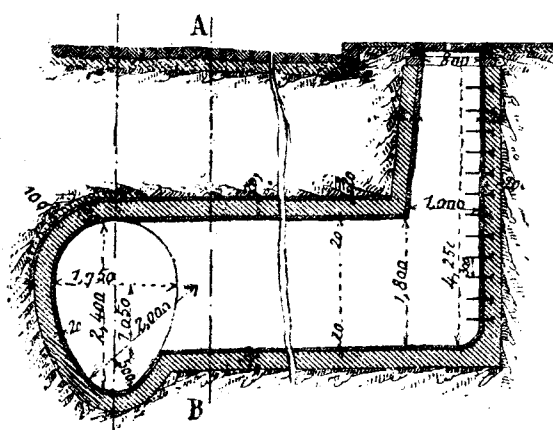


Подставка для створнаго крана отъ 0,12—0,30 метра.
Фиг. 6. Боковой видъ. Фиг. 7. Передній видъ.



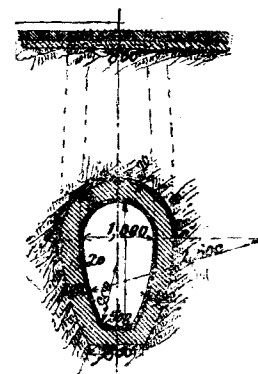
Фиг. 2.

Поперечный разръзъ канала № 3 и
смотроваго колодца.



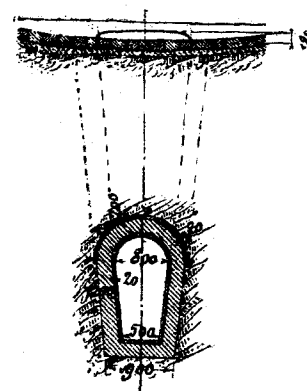
Фиг. 3.

Вертикальный разръзъ
по АВ.



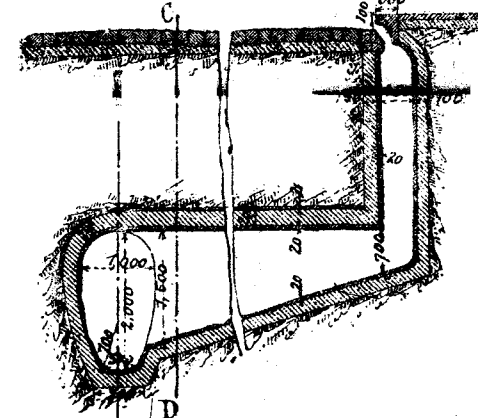
Фиг. 4.

Вертикальный разръзъ по CD



Фиг. 5.

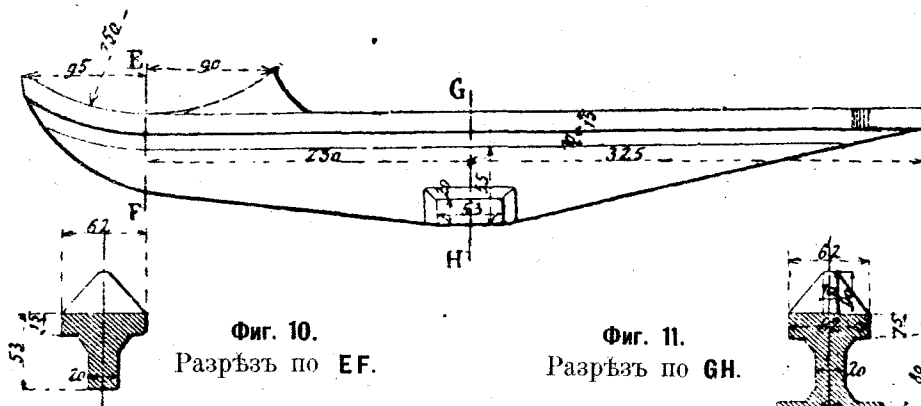
Поперечный разръзъ канала № 6 и
уличнаго водоспуска.



Масштабъ фиг. 2, 3, 4, 5 : 1/100.

Кронштейнъ для трубы въ 0,200 метр. діам.

Фиг. 8. Боковой видъ.



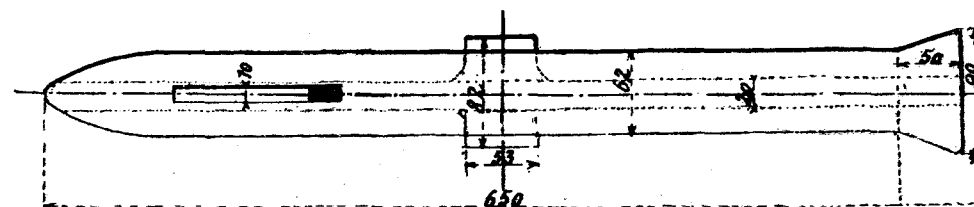
Фиг. 10.

Разръзъ по EF.

Фиг. 11.

Разръзъ по GH.

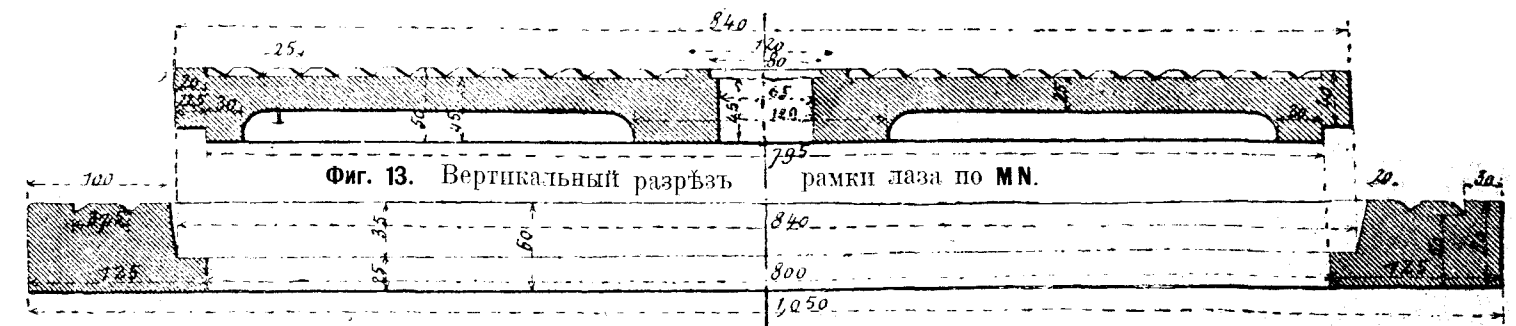
Фиг. 9. Планъ.



Масштабъ фиг. 6—15 (включительно): въ 0,200 метра 1 метръ (1/5).

Лазъ у троттуара со сплошной крышной.

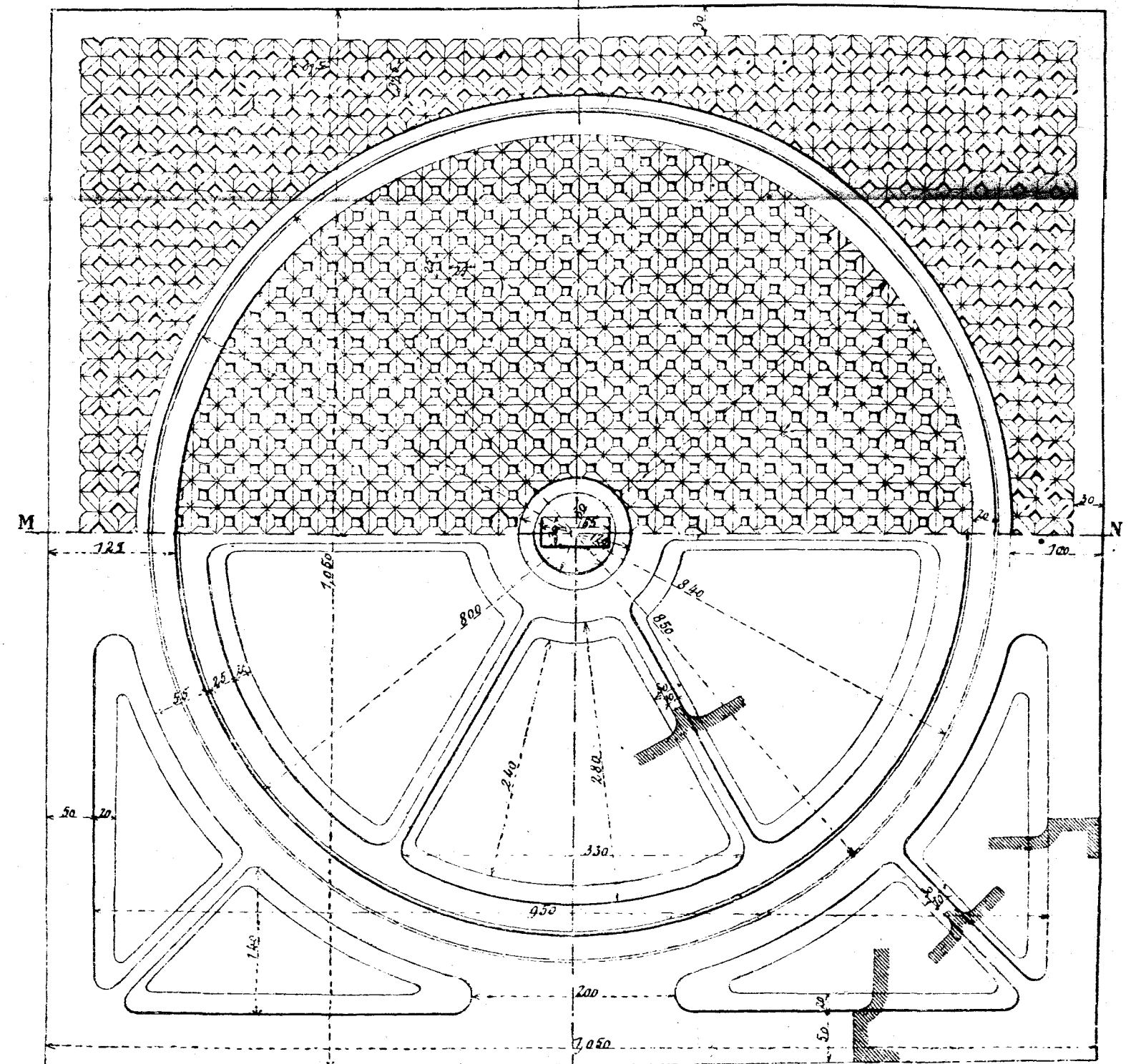
Фиг. 12. Вертикальный разръзъ крышки по MN.



Фиг. 13. Вертикальный разръзъ
рамки лаза по MN.

Общій планъ.

Фиг. 14. Видъ сверху.



Фиг. 15. Видъ снизу.