

В. О. Ивановъ,
ПРОФЕССОРЪ КІЕВСКАГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА II

САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА.

КАНАЛИЗАЦІЯ НАСЕЛЕННЫХЪ МѢСТЪ

СЪ 471 ЧЕРТЕЖАМИ И 50 ТАБЛИЦАМИ ВЪ ТЕКСТѢ:



Пособіе для Г.г. студентовъ, инженеровъ, санитарныхъ врачей, техниковъ,
Городскихъ и Земскихъ Управъ.

ПРОДАЖА ВО ВСѢХЪ КНИЖНЫХЪ МАГАЗИНАХЪ.

Главный складъ изданій у автора:
Кіевскій Политехническій Институтъ.

КІЕВЪ,

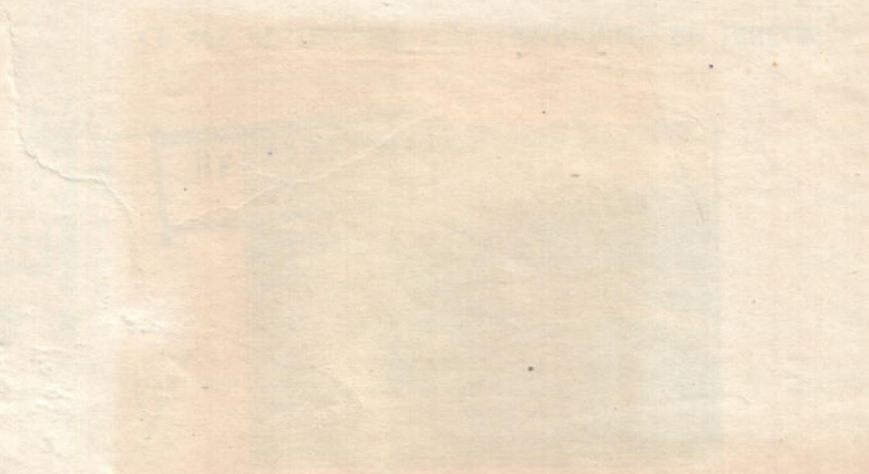
Типографія А. М. Пономарева п. у. И. И. Врублевскаго уг. Крещ. и Б.-Бульв., № 58-2.
1911.

Цена 6 р.

2103

✓
Вопросы к 13

КАНАЛИЗАЦИЯ
НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «СТРОИТЕЛЬСТВО»



Wacław Głogowski,
stud. inżyn.

628.2
U-20

В. О. ИВАНОВЪ,

ПРОФЕССОРЪ КІЕВСКАГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА II

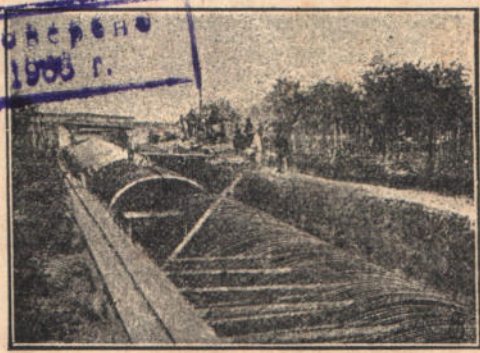
САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА.

КАНАЛИЗАЦІЯ НАСЕЛЕННЫХЪ МѢСТЪ

СЪ 468 ЧЕРТЕЖАМИ И 50 ТАБЛИЦАМИ ВЪ ТЕКСТѢ:

2103
Институтъ
в Кіевѣ

Проверено
1908 г.



Пособіе для Г.г. студентовъ, инженеровъ, санитарныхъ врачей, техникувъ,
Городскихъ и Земскихъ Управъ.

КІЕВЪ,

Типографія А. М. Пономарева п. у. И. И. Врублевскаго уг. Крещ. и Б.-Бульв., № 58-2.
1911.

Venceslas Ivanoff,
Professeur de l'Institut Polytechnique
d'Empereur Alexandre II à Kiew.

LA TECHNIQUE SANITAIRE.

LA KANALISATION DES VILLES

avec 468 figures et 50 tables en texte.



KIEW,
Ponomareff s. d. Vroublevsky, imprimeurs, coin Kreschatik et Bibikowsky boulevard.
1911.

„Circulation, no stagnation“
Lord Chadwick, 1838.

Введение.

Среди отдѣловъ санитарной техники одно изъ видныхъ мѣстъ слѣдуетъ отвести *канализаціи населенныхъ мѣстъ*, наукѣ, которая занимается изложеніемъ приемовъ по устройству сѣти водостоковъ и очисткѣ сточныхъ водъ предъ выпускомъ ихъ въ водныя пространства. Канализація, освобождая населенные пункты отъ отработавшихъ водъ водоснабженія, отъ экскрементовъ людей и животныхъ и отъ атмосферныхъ водъ, приноситъ человечеству огромную пользу, сокращая какъ смертность, такъ и заболѣваемость населенія отъ инфекціонныхъ болѣзней. Не смотря на столь важное значеніе канализаціи многіе города Россіи, не исключая и столицы—С.-Петербурга, десятки лѣтъ проводятъ лишь въ составленіи всевозможныхъ проектовъ, не приступая къ реальному ихъ осуществленію. Иначе говоря, положеніе общественной гигиены и санитарной техники въ Россіи напоминаетъ намъ то положеніе, въ которомъ находилась Западная Европа въ срединѣ прошлаго столѣтія. Но со времени произнесенія въ Англіи председателемъ парламентской комиссіи (1838 г.), лордомъ Чадвикъ (Chadwick) ¹⁾ его знаменитыхъ словъ, приведенныхъ нами въ качествѣ эпиграфа, оздоровленіе Европы пошло гигантскими шагами, и смертность отъ заразныхъ болѣзней сократилась до 1—2%. Надо надѣяться, что и Россія, переживающая періодъ перестроенія государственной жизни, въ ближайшемъ будущемъ подъ давленіемъ серьезныхъ эпидемій холеры и брюшного тифа энергично займется осуществленіемъ водоснабженія, канализаціи и др. санитарно-инженерныхъ сооружений. Настоящее сочиненіе „Канализація населенныхъ мѣстъ“ входитъ, какъ часть задуманнаго нами обширнаго труда ~~подъ~~ общимъ заглавіемъ „Санитарная техника“. Все наше сочиненіе предложено въ слѣдующемъ видѣ:

Томъ I. Устройство водопроводовъ и водостоковъ въ домахъ и общественныхъ зданіяхъ

Томъ II. Водоснабженіе населенныхъ мѣстъ.

Томъ III. Канализація населенныхъ мѣстъ.

Томъ IV. Удаленіе и обезвреживаніе мусора.

Томъ V. Санитарно-инженерныя сооружения (бани, больницы, бойни etc).

¹⁾ Report on the Sanitary Conditions of the labouring population of Great Britain.

Желая дать нашимъ слушателямъ тѣ отдѣлы, которые или вовсе не изложены въ сочиненіяхъ на русскомъ языкѣ или изложены съ неудовлетворяющей насъ полнотой, мы вынуждены отступать при изданіи нашего труда отъ намѣченнаго выше порядка и для ускоренія изданія подраздѣлять тома на части и выпуски. Но подраздѣляя такимъ образомъ курсы санитарной техники, мы имѣемъ въ виду придать каждой выпускаемой нами книгѣ вполне самостоятельный характеръ. Только послѣ окончанія всего труда мы были бы въ состояніи пересоставить его въ болѣе систематическомъ видѣ.

Г Л А В А I.

§ 1. Процессы гніенія и окисленія. Скопленіе огромныхъ массъ людей въ нашихъ современныхъ городахъ на сравнительно незначительной площади не можетъ не вызывать сильнаго загрязненія почвы различными хозяйственными и промышленными отбросами.

Въ отбросахъ городской жизни содержатся какъ минеральныя вещества, такъ и органическія. Минеральныя вещества, если они не ядовиты, не представляютъ собой большой опасности съ гигиенической точки зрѣнія.

Органическія же вещества обладаютъ способностью разлагаться при содѣйствіи воздуха, теплоты и влажнѣности, а происходящіе при этомъ процессы остаются, какъ мы увидимъ ниже, не безразличными для нашего здоровья.

Процессы разложенія происходятъ или въ отсутствіи воздуха, и тогда они называются гніеніемъ, или въ присутствіи воздуха и называются окисленіемъ (тлѣніемъ).

Разница между процессами гніенія и окисленія заключается главнымъ образомъ въ томъ, что гніеніе протекаетъ гораздо медленнѣе окисленія, и что при гніеніи изъ органическихъ веществъ выдѣляется всегда амміакъ (NH_3), а при окисленіи — азотная (HNO_3) и азотистая кислоты (HNO_2). Вслѣдствіе этого въ одномъ и томъ же предметѣ могутъ происходить одновременно оба процесса: на виѣшней поверхности — окисленіе, а внутри гніеніе.

Конечные продукты процессовъ разложенія протекающихъ въ органическихъ веществахъ многочисленны.

Самыми важнѣйшими для гніенія являются амміакъ (NH_3), сѣроводородъ (H_2S) и углеводородные газы, а для окисленія — углекислота, вода, сѣрная (H_2SO_4) азотистая (HNO_2) и азотная (HNO_3) кислоты.

Причины, вызывающія процессы гніенія и окисленія, долго оставались неясными химикамъ, и только въ 70-хъ годахъ прошлаго столѣтія великій бактериологъ Пастеръ (*Pasteur*) доказалъ, что эти процессы происходятъ благодаря работѣ микроорганизмовъ (бактерій): ему же принадлежитъ раздѣленіе бактерій на 2 основныя группы: *аэробныхъ*, т. е. живущихъ только въ присутствіи воздуха и *анаэробныхъ*, т. е. живущихъ въ отсут-

ствіи воздуха. Впрочемъ, впоследствии были найдены факультативныя формы, живущія и въ присутствіи воздуха, и безъ него.

Къ процессамъ гніенія челоуѣчество давно уже относилось подозрительно благодаря тѣмъ дурнымъ запахамъ, которые получались изъ-за выдѣленія NH_3 , H_2S и т. п.; этимъ пахучимъ газамъ приписывалась возможность непосредственнаго распространенія *заразныхъ* (*инфекціонныхъ*) болѣзней.

На этомъ предположеніи въ Англіи была основана теорія клоачныхъ газовъ (*sewer-gas-theory*), по которой въ городскомъ воздухѣ носились „*зародыши*“; они, попадая изъ выгребовъ и водосточковъ, вызывали различныя инфекціонныя болѣзни (холеру, тифъ, дифтеритъ и т. д.). Въ 70—80-хъ годахъ въ Германіи полагали, что при процессахъ гніенія выдѣляются какіе-то „*міазмы*“, также могущіе причинять непосредственно болѣзни.

Первые шаги Бактеріологіи вызвали страхъ предъ микроорганизмами; сначала полагали, что во всякомъ грибокѣ, бактеріи кроется непосредственная опасность зараженія.

Послѣдующіе ея успѣхи показали, что главнымъ образомъ опредѣленные роды низшихъ грибовъ (шизомицеты) являются возбудителями различныхъ болѣзней, и что число такихъ болѣзнетворныхъ (патогенныхъ) бактерій сравнительно съ общимъ числомъ микроорганизмовъ невелико.

И до настоящаго времени многіе виды микроорганизмовъ имѣютъ съ точки зрѣнія гигиены промежуточный интересъ; и если при изслѣдованіяхъ почвы, воды и воздуха опредѣляютъ ихъ количество и считаются съ такимъ, то это дѣлаютъ потому простому предположенію, что въ бѣльшемъ количествѣ бактерій существуетъ и бѣльшая вѣроятность встрѣтить болѣзнетворные микроорганизмы.

§ 2. **Гигіеническое значеніе почвы.** Дальнѣйшія научныя изслѣдованія установили, что въ челоуѣческихъ и животныхъ отбросахъ находятся болѣзнетворные микробы; результатомъ этихъ работъ явилось у гигиенистовъ стремленіе изучить роль почвы въ дѣлѣ распространенія различныхъ болѣзней, такъ какъ она сильно загрязнялась отбросами городской жизни.

Само собой разумѣется, что роль почвы, какъ средства для распространенія болѣзней, не могла быть изучена быстро и потребовалось не мало времени гигиенистамъ, чтобы придти къ современнымъ взглядамъ на ея значеніе. Сначала образовались двѣ школы гигиенистовъ: *локалистическая* и *контагіонистическая*. Основателемъ школы локалистовъ явился знаменитый гигиенистъ *Петтенкоферъ* (*Pettenkofer*), взявшійся за разработку вопроса о гигиеническомъ значеніи почвы до появленія Бактеріологіи.

Основное положеніе *локалистовъ* заключается въ томъ, что почвѣ приписывается исключительная роль въ распространеніи двухъ главнѣйшихъ инфекціонныхъ болѣзней (холеры и брюшного тифа). По основному тезису этой школы „*заразное начало*“, пріобрѣтаетъ свои заразные качества—свою *вирулентность*—въ почвѣ, и каждый случай заболѣванія холерой или

брюшнымъ тифомъ происходитъ непосредственно изъ почвы. Въ неподходящей почвѣ „заразное начало“ не приобретаетъ опасныхъ свойствъ. Слѣдовательно, по этому ученію, въ распространеніи болѣзней почва играетъ первую роль, а „заразное начало“—вторую. Поэтому нужно при изученіи роли почвы разсматривать ее не только съ химической, но и съ физической и геологической точки зрѣнія; далѣе на ея свойства оказываютъ вліяніе и высота ея надъ уровнемъ моря и вышній видъ поверхности. Эта локалистическая теорія выросла изъ наблюденій Pettenkofer'a надъ колебаніями уровня почвенныхъ водъ и распространеніемъ холеры въ Мюнхенѣ (1854 г.); тамъ же были сдѣланы и изслѣдованія надъ почвой Buhl'емъ, который приписалъ ей исключительное вліяніе по распространенію брюшного тифа.

Основателемъ *контагіенистической* школы является нѣмецкій бактериологъ *Кохъ (Koch)*. Контагіонисты въ противоположность локалистамъ не признали за почвой первенствующей роли. По ихъ ученію главнымъ агентомъ при зараженіи была бактерія, которая для своего развитія не нуждалась въ почвѣ. Почва же, какъ и всякая другая среда (вода, воздухъ, пища) можетъ служить питательной средой и содѣйствовать попаданію болѣзнетворной бактеріи въ организмъ. Самымъ главнымъ посредникомъ въ дѣлѣ распространенія болѣзней контагіонисты считали питьевую воду.

Впрочемъ почвѣ они приписывали свойство создавать предрасположеніе человѣческаго организма къ инфекціи, понижая его сопротивляемость къ заболѣваніямъ. Бактерія же по ихъ ученію могла попадать въ человѣчeskій организмъ благодаря простому прикосновенію, отчего и самая школа получила названіе контагіенистической.

Здѣсь слѣдуетъ прибавить, что распространеніе холеры и тифа чрезъ питьевую воду было доказано для многихъ городовъ; также имѣются нѣкоторыя указанія на распространеніе тифа пищевыми средствами. Что же касается распространенія брюшного тифа чрезъ воздухъ, то до послѣдняго времени этого еще не удалось доказать. Подъ вліяніемъ указанныхъ примѣровъ воззрѣнія контагіонистовъ получили перевѣсъ у гигиенистовъ.

Эти положенія школъ могутъ быть представлены по предложенію Pettenkofer'a въ видѣ простого математическаго выраженія

$$F = f(x, y, z) \dots (1)$$

гдѣ F — сила эпидеміи, x — „заразное начало“, y — мѣстное предрасположеніе (вліяніе почвы), z — временное предрасположеніе (вліяніе температуры, влажности и вообще климатическихъ факторовъ). Зависимость между отдѣльными переменными можетъ быть установлена только отчасти; y можетъ давать силу x , и обратно y можетъ предрасполагать индивидуума къ воспріятію x . Если всѣ три величины равны нулю, то эпидеміи нѣтъ, и возможны только отдѣльные случаи инфекціи; для эпидеміи же достаточно, чтобы только два изъ переменныхъ имѣли значеніе больше нуля; если же всѣ три переменныя больше нуля, то проявится сильная эпидемія.

Контагіонистическая теорія также укладывается въ рамки приведеннаго выраженія; только y и z должны имѣть инныя значенія. Главная же разница заключается въ значеніи x , которое при существованіи эпидеміи по контагіонистическимъ воззрѣніямъ не можетъ быть равно нулю.

Но не смотря на различія въ ученіяхъ обоихъ школъ можно вывести одно общее заключеніе, что *почва играетъ существенную роль въ распространеніи инфекціонныхъ болѣзней.*

§ 3. Свойства почвы. Поэтому намъ прежде всего слѣдуетъ вкратцѣ познакомиться съ свойствами чистой, не загрязненной почвы, чтобы лучше оцѣнить тѣ измѣненія, которыя вызываютъ въ ней городскія нечистоты.

Факторами, представляющими интересъ при гигиенической оцѣнкѣ почвъ, являются:

- 1) физическія свойства (величина зеренъ, объемъ поръ, проницаемость, влагоемкость, поглощаемость, температура);
- 2) химическія свойства;
- 3) почвенныя воды;
- 4) микроорганизмы.

Строеніе почвъ весьма разнообразно; о немъ до извѣстной степени можно судить по объему пустотъ, отдѣляющихъ другъ отъ друга зерна почвы. Въ различныхъ грунтахъ процентное содержаніе поръ колеблется между 23,1 и 56,8 проц. Данныя о пористости грунта по изслѣдованіямъ Флюгге (*Flügge*), Шварца (*Schwarz*), Ренка (*Renk*) сведены въ нижеслѣдующую таблицу.

ТАБЛИЦА I.

НАЗВАНІЕ ПОЧВЪ.	Объемъ поръ въ процентахъ.
Гравій	38,3—40,1
Гравій изъ зеренъ < 7 мм.	36,7
Гравій изъ зеренъ < 4 мм.	36
Гравій изъ зеренъ < 2 мм.	36
Песокъ	35,6—40,8
Грубый песокъ изъ зеренъ 1—2 мм.	39,4
Смѣси изъ одинаковаго количества песку и гравія	23,1—28,8
Глина	36,2—42,5
Глина съ частью органическихъ веществъ	52,7
Бѣдная гумусами, песчано-глинистая почва	55,3
Гумусовая, известковая глинисто-песчаная почва	56,8

Изъ этой таблицы можно заключить, что въ объемѣ поръ оказываетъ главное вліяніе величина зеренъ грунта; почвы, имѣющія самыя маленькія зерна, имѣютъ наибольшую пористость.

Благодаря пористости грунтовъ и колебаніямъ атмосфернаго давленія воздухъ можетъ проходить въ почву. На успѣшность проникновенія воздуха оказываетъ вліяніе не столько сама пористость, сколько величина и форма зеренъ грунта; для воздуха будетъ труднѣе пройти по болѣе узкимъ извилистымъ каналамъ, образуемымъ мелкими порами, такъ какъ въ этомъ случаѣ сильнѣе будетъ треніе воздуха о стѣнки этихъ каналовъ.

Теоритически проницаемость почвы для воздуха можетъ быть представлена слѣдующимъ выраженіемъ

$$M = \frac{mpV\sqrt{h}}{nd} \dots (2), \text{ гдѣ}$$

M —количество воздуха, проходящаго въ почву въ единицу времени, h —величина атмосфернаго давленія, p —объемъ поръ, d —толщина почвеннаго слоя, m и n , коэффициенты, меньшіе единицы, которые характеризуютъ собой физическія свойства почвы; эти коэффициенты остаются намъ неизвѣстными.

Renk ¹⁾ сдѣлалъ весьма интересныя наблюденія надъ прохожденіемъ воздуха чрезъ различныя почвы, для чего онъ пропускалъ его подъ определеннымъ давленіемъ чрезъ одинаковой величины почвенные столбики. Данныя опытовъ Renk помѣщены въ таблицѣ II.

ТАБЛИЦА II.

РОДЪ ПОЧВЫ.	Объемъ поръ въ процентахъ	Давленіе въ миллим. столба воды.	Величина зеренъ въ миллиметрахъ.	Количество воздуха, прошедшаго въ минуту въ метрахъ.	
				абсолют.	относит.
Мелкій песокъ .	55,5	20	<0,3 мм.	0,00233	1
Средній песокъ .	55,5	20	0,3—1 мм.	0,112	48
Крупный песокъ.	37,9	20	1—2 мм.	1,280	549
Мелкій гравій .	37,9	20	2—4 мм.	6,910	2966
Средній гравій .	37,9	20	4—7 мм.	15,540	6670

Далѣе, на проницаемость почвы для воздуха оказываетъ вліяніе количество воды, содержащейся въ почвѣ. Влажность почвы ведетъ естественно къ уменьшенію пористости, такъ какъ при этомъ поры частью суживаются, частью же совсѣмъ закрываются. Замерзаніе мокрыхъ почвъ также

¹⁾ Prausnitz, Grundzüge der Hygiene.

способствует сокращению пористости, при чемъ еще и ледъ съ своей стороны оказываетъ больше сопротивленія движенію воздуха, чѣмъ вода. Особенно значительно понижается пористость отъ присутствія въ почвахъ глинистыхъ, илистыхъ и вообще колоидальныхъ частицъ; поэтому глинистыя почвы вообще мало проницаемы для воздуха.

Далѣе отъ строенія почвы зависитъ ея водоемкость или влагоемкость, подъ которой разумѣется способность почвы задерживать въ себѣ извѣстное количество воды.

Влагоемкость почвъ является равнодѣйствующей двухъ силъ: силы прилипанія воды къ частицамъ грунта и силы волосности, которая способствуетъ задержанію воды въ порахъ грунта.

Наибольшія количества воды, впитываемыя различными почвами, по опытамъ Мейстера, приводятся въ таблицѣ III.

ТАБЛИЦА III.

НАЗВАНІЕ ПОЧВЫ.	Влагоемкость по объему въ процентахъ.
Песчаная	45—46,4 ⁰ / ₀
Мѣловая	49,5
Глинистая	50,0
Известковая	54,9
Суглинистая	60,1
Торфянистая	63,7
Садовая	69,0
Черноземъ	70,3

Какъ можно видѣть изъ этой таблицы болѣе сухими почвами являются крупнозернистыя почвы; такъ какъ съ другой стороны органическія вещества увеличиваютъ влагоемкость почвъ, то сухость почвы является до извѣстной степени мѣриломъ ея чистоты.

Обладая способностью удерживать воду, почвы обнаруживаютъ и поглотельную способность по отношенію къ водянымъ парамъ и газамъ. Въ поглощательной способности почвы нужно искать причину того, что свѣтильный газъ, проходя при разрывахъ газопроводныхъ трубъ черезъ слои почвы, совершенно теряетъ свой запахъ и такимъ образомъ получаетъ возможность нерѣдко проникать въ жилы помѣщенія и вызывать отравленія.

Температура почвъ зависитъ отъ трехъ факторовъ: 1) отъ способности поглощать и испускать лучистую теплоту, 2) отъ теплоемкости почвы и

3) от теплопроводности ея. Источниками теплоты почвы служат: теплота солнца, теплота воздуха, теплота внутренности земли и часть та теплота, которой сопровождаются физическіе (токи почвеннаго воздуха, испареніе воды) и химическіе процессы (разложеніе органическихъ веществъ) въ почвахъ.

Но эти факторы вліяютъ только на болѣе поверхностные слои почвы, болѣе же глубокіе слои почвы получаютъ тепло отъ верхнихъ слоевъ и отъ внутренности земли.

Въ отношеніи нагрѣванія почвы лучами солнца большое значеніе имѣетъ направленіе ската ея поверхности. Лучи солнца дѣйствуютъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше уголъ, составляемый ими съ освѣщаемой поверхностью. Поэтому южные скаты нагрѣваются сильнѣе сѣверныхъ, и разница въ температурахъ скатовъ доходитъ до 3 и болѣе градусовъ.

Теплоемкость почвы сильно зависитъ отъ того, содержится ли въ послѣдней вода или нѣтъ. Мокрая почва въ теплое время холоднѣе сухой, въ холодное теплѣе; испареніемъ и быстрой передачей тепла нижнимъ слоямъ въ мокрой почвѣ еще болѣе уменьшается колебанія температуры, что способствуетъ созданію болѣе жизненныхъ условій для микроорганизмовъ.

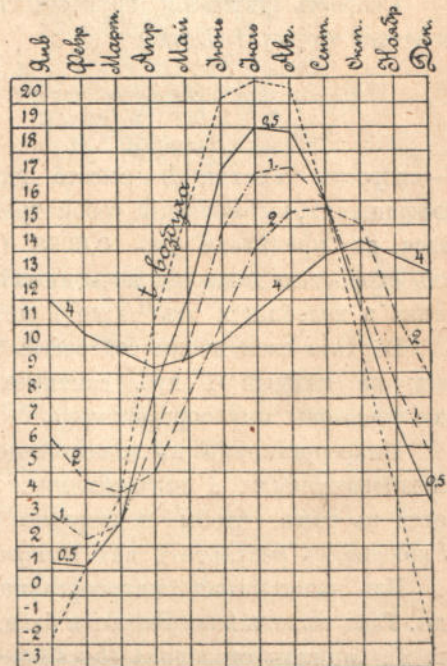
Отношеніе температуры почвы на различныхъ глубинахъ, (0,5 1, 2 и 4 метра ниже поверхности) видно изъ графика, составленнаго *Fodor'омъ* для Будапешта (чер. 1).

Изъ этого графика видно, что максимальная температура въ верхнихъ слояхъ почвы падаетъ на Іюнь, т. е. совпадаетъ съ максимальной температурой наружнаго воздуха; въ болѣе же глубокихъ слояхъ почвы замѣчается запаздываніе максимумовъ и минимумовъ температуры.

Далѣе амплитуды колебанія температуры уменьшаются по мѣрѣ углубленія въ почву, и уже на глубинѣ 4 метровъ они составляютъ всего едва 5°; это показываетъ, что на этой глубинѣ вліяніе внѣшнихъ факторовъ сказывается лишь въ ничтожной степени.

Химическій составъ почвы въ ея естественномъ состояніи имѣетъ гигиеническое значеніе только въ извѣстныхъ случаяхъ, когда почва содержитъ жидкія и газообразныя соединенія, растворимыя въ водѣ, которые могутъ служить источникомъ водоснабженія. Для насъ же гораздо важнѣе знать, какъ будутъ протекать

чер. 1.



въ данной почвѣ тѣ процессы гніенія и окисленія органическихъ веществъ, о чемъ мы говорили выше.

Атмосферные осадки, падая на земную поверхность, частью испаряются и въ формѣ водяныхъ паровъ переходятъ въ атмосферу, частью стекаютъ по уклонамъ поверхности земли въ пониженныя мѣста, частью же просачиваются въ почву. Весьма трудно точно учесть, какая часть осадковъ идетъ на тѣ или иныя потребности, но принято считать, что количество просачивающейся воды колеблется отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$. Вода, просачиваясь въ почву, встрѣчаетъ на пути своемъ водонепроницаемые пласты, на которыхъ задерживается, и, заполняя всѣ поры грунта, образуетъ такимъ образомъ почвенныя воды. Надъ слоями почвенной воды находятся послѣдовательно три слоя: *слой волоснаго стоянія воды*, простирающійся настолько, насколько почвенная вода можетъ подняться въ силу волосности, *слой прохожденія воды* т. е. слой, смачиваемый водой, заполняющей всѣ поры грунта, и самый верхній—*слой испаренія воды*, т. е. слой, изъ котораго вода отдается атмосферному воздуху путемъ испаренія; въ этомъ слой содержаніе воды представляется крайне измѣчивымъ и зависитъ отъ времени выпаденія атмосферныхъ осадковъ.

Почвенныя воды могутъ образовать или подземныя озера (если водонепроницаемый пластъ образуетъ углубленіе) или подземныя рѣчки, (если онъ образуетъ паденіе).

Скорость движенія грунтовыхъ водъ теоретически опредѣляется по извѣстной формулѣ *Darcy*

$$V = K \frac{h}{l} \dots \dots \dots (3), \text{ гдѣ}$$

V —скорость теченія, h —высота напора, l —длина пути и k —численный коэффициентъ, выражающій собой треніе воды о частицы грунта и колеблющійся въ предѣлахъ отъ 0,0008 (песокъ)—до 0,05 (гравій). Наблюденія надъ скоростью движенія почвенныхъ водъ показываютъ, что она очень невелика и колеблется отъ $\frac{1}{2}$ до 1 метра въ сутки.

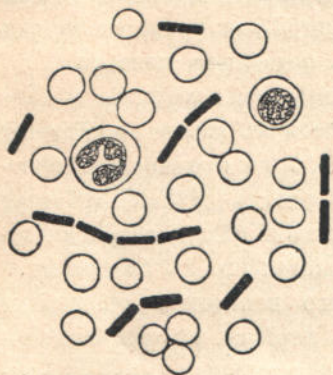
Верхніе слои почвы содержатъ безчисленное множество микроорганизмовъ; на каждый 1 куб. сантиметръ почвы приходится сотни тысячъ и даже миллионы микроорганизмовъ.

Микроорганизмы въ подавляющемъ большинствѣ принадлежатъ не къ *болъзнетворнымъ*, а *сапрофитнымъ*, главное назначеніе которыхъ заключается въ томъ, чтобы подвергать распаденію органическія вещества и въ конечномъ результатѣ ихъ *нитрифицировать*.

Изъ патогенныхъ микроорганизмовъ встрѣчаются въ почвѣ немногіе виды. Такъ въ почвѣ встрѣчаются бациллы сибирской язвы (*bacillus anthracis*, чер. 2), бациллы столбняка (*bacillus tetanus*, чер. 3), встрѣчающейся часто въ садовой землѣ, въ пыли, мусорѣ и навозѣ, бациллы злокачественнаго отека (*bacillus oedoematis maligni*, чер. 4). Наконецъ, какъ мы уже объ этомъ упоминали раньше, въ почвѣ могутъ имѣть мѣстопребываніе свое

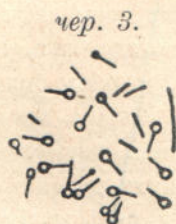
спириллы азиатской холеры (*vibrio cholerae asiaticae*, чер. 5) и бациллы брюшного тифа (*bacillus Eberth'a*, чер. 6). При этомъ слѣдуетъ указать, что по новѣйшимъ изслѣдованіямъ условия для размноженія въ почвѣ бациллъ брюшного тифа и спириллъ холеры весьма неблагопріятны, такъ какъ онѣ

чер. 2.



Увеличеніе въ 1000 разъ.

чер. 5.



чер. 3.

Увеличеніе въ 1000 разъ.



чер. 4.

Увеличеніе въ 1000 разъ.

чер. 6.



Увеличеніе въ 1000 разъ.



Увеличеніе въ 1000 разъ.

вынуждены вступить въ борьбу съ многочисленными сапрофитными бактеріями, которыя побѣждаютъ ихъ въ сравнительно короткое время. Кромѣ того температура верхнихъ слоевъ почвы за исключеніемъ нѣсколькихъ лѣтнихъ мѣсяцевъ чрезчуръ низка, а это обстоятельство также мѣшаетъ развитію этихъ бактерій. Но все же нужно имѣть въ виду, что бациллы брюшного тифа (по опытамъ Карлинскаго и Граншера) могутъ сохраняться въ почвѣ въ теченіе $5\frac{1}{2}$ мѣсяцевъ; также весьма стойкими оказываются бациллы сибирской язвы, сохраняющіе жизнеспособность въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Такимъ образомъ можно заключить, что *поверхностные слои почвы должны считаться весьма опасными съ гигиенической точки зрѣнія.*

§ 4. Загрязненіе почвы. Познакомившись вкратцѣ съ свойствами чистой почвы и грунтовыхъ водъ, мы теперь можемъ перейти къ гигиенической оцѣнкѣ тѣхъ измѣненій, которые производятъ въ нихъ городскіе отбросы. Если почва чиста и суха, и количество попадающихъ въ нее отбросовъ невелико, то она обладаетъ способностью нитрифицировать органиче-

скія вещества, содержащіеся въ отбросахъ. Но подобныя условія обыкновенно отсутствуютъ въ современныхъ городахъ, гдѣ высокая стоимость земли заставляетъ сильно застраивать городскіе участки. Въ этихъ случаяхъ происходятъ лишь гнилостные процессы, заражающіе выдѣленіемъ пахучихъ газовъ городской воздухъ.

Весьма важнымъ факторомъ, увеличивающимъ продолжительность процессовъ гніенія, является влажность почвы; иногда эти процессы могутъ не выходить изъ своей первоначальной стадіи въ подобныхъ почвахъ.

Пахучіе газы (амміакъ, сѣководородъ) поднимаются вслѣдствіе обмѣна воздуха въ атмосферу и оттуда легко всасываются въ жилища помѣщенія черезъ стѣны домовъ. Если эти газы сами по себѣ не причиняютъ непосредственнаго вреда для нашего здоровья, то во всякомъ случаѣ, дѣйствуя на слизистыя оболочки нашихъ органовъ, они понижаютъ общую сопротивляемость нашего организма, тѣмъ самымъ предрасполагая его къ болѣзнямъ.

Разложившіеся органическія вещества легко попадаютъ въ первые слои почвенныхъ водъ, служащихъ до сихъ поръ нерѣдко источниками водоснабженія, въ особенности у насъ въ Россіи, а вслѣдствіе ихъ сообщенія съ открытыми водными протоками могутъ вносить эти вещества и въ нихъ. Если же къ этому прибавить, что въ отбросахъ легко могутъ находиться и болѣзнетворные микроорганизмы, которые могутъ смываться атмосферными осадками, то опасность зараженія инфекціонными болѣзнями чрезъ питьевую воду станетъ ясной, что впрочемъ и подтверждается многочисленными примѣрами изслѣдованія заболѣваній.

Къ этому нужно еще прибавить, что содержащіеся въ отбросахъ минеральныя вещества могутъ, попадая въ почвенныя воды и открытые протоки, причинять нѣкоторый вредъ съ гигиенической точки зрѣнія. Соединенія кали, натра, сѣры, хлора, безвредныя въ незначительныхъ количествахъ, могутъ причинять вредъ питьевой водѣ; такъ напр. сѣрнокислыя и углекислыя соединенія повышаютъ жесткость воды.

Чтобы представить себѣ ясно возможную картину загрязненія почвы городскими отбросами достаточно привести указаніе, что въ городѣ съ населеніемъ въ 100000 человекъ выдѣляется ежедневно 2,1 куб. с. мочи, 2 куб. с. уличнаго мусора и 1250 куб. с. помоевъ; изверженія же людей и животныхъ въ общей массѣ городскихъ нечистотъ составляютъ отъ 2 до 5⁰/₀-овъ.

Само собой разумѣется, что съ развитіемъ гигиеническихъ знаній человечество, изучивъ роль почвы въ дѣлѣ распространенія инфекціонныхъ болѣзней, не захотѣло мириться съ этимъ положеніемъ вещей и постепенно выработало рядъ мѣръ, предохраняющихъ почву отъ загрязненія.

§ 5. Мѣропріятія для предохраненія почвы отъ загрязненія. Мѣропріятія для предохраненія почвы отъ загрязненія отбросами городской жизни заключаются въ непосредственной защитѣ почвы непроницаемыми одеждами (мостовыми) и въ быстромъ удаленіи всѣхъ городскихъ нечистотъ за предѣлы населенныхъ мѣстъ раньше, чѣмъ начнутся въ нечистотахъ процессы разложенія органическихъ веществъ.

Мощеніе городскихъ улицъ обыкновенно устраивается не изъ санитарныхъ соображеній, а изъ желанія получить удобные пути сообщенія, столь необходимые для жизни городовъ.

Въ дѣйствительности же мостовыя выполняютъ важную санитарную службу: онѣ предохраняютъ почву отъ просачиванія въ нее нечистотъ, а вмѣстѣ съ ними и различныхъ болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ, облегчаютъ очистку улицъ и дворовъ, способствуютъ улучшенію городского воздуха, если они регулярно для уничтоженія пыли поливаются водой, и наконецъ разрѣшаютъ задачу о правильномъ отводѣ атмосферныхъ водъ съ поверхности улицъ.

Съ санитарной точки зрѣнія мостовыя должны удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ: *онѣ должны быть по возможности непроницаемы для воды, прочны, удобны для движенія, не должны давать пыли, грязи и дурныхъ запаховъ и не производить сильныхъ сотрясеній и грохота при ѣздѣ; кромѣ того онѣ должны быть удобны для чистки, быстро просыхать и не нагреваться сильно солнечными лучами.*

Современная техника выработала много различныхъ типовъ мостовыхъ, описаніе устройства каковыхъ выходитъ за рамки нашего курса¹⁾; но не встрѣчается до настоящаго времени типовъ мостовыхъ, которыя бы удовлетворяли вѣсьмъ выставленнымъ требованіямъ заразъ.

Главными матеріалами, идущимъ на устройство мостовыхъ, слѣдуетъ признать *асфальтъ, дерево и камень*; кромѣ того за послѣднее время стали для устройства мостовыхъ употреблять *бетонъ*²⁾, *керамитъ* и др. искусственные камни.

Съ санитарной точки зрѣнія на первое мѣсто слѣдуетъ поставить асфальтовыя мостовыя на бетонномъ основаніи; они непроницаемы, даютъ мало шума и сотрясеній, удобны для чистки и мытья. Къ дурнымъ качествамъ этихъ мостовыхъ слѣдуетъ отнести способность трескаться отъ холодовъ, размягчаться отъ жаровъ и приобрѣтать во время гололедицы скользкость способствующую сильному увеличенію числа несчастныхъ случаевъ съ людьми и лошадьми; послѣднее свойство дѣлаетъ ее весьма непригодной для устройства на крутыхъ улицахъ.

Деревянныя мостовыя дѣлаются или изъ шестиугольныхъ призмъ или прямоугольныхъ брусковъ; они безшумны, довольно удобны для чистки, но сравнительно быстро изнашиваются въ особенности на улицахъ съ большимъ движеніемъ.

Пропитываніе этихъ мостовыхъ противогнилостными и бактерицидными средствами необходимо, такъ какъ въ противномъ случаѣ онѣ весьма быстро вбираютъ въ себя уличныя нечистоты и начинаютъ

1) Описаніе мостовыхъ входитъ въ читаемый на инженерномъ отдѣленіи Кіевского политехническаго института Курсъ мѣстныхъ путей сообщенія.

2) См. Изв. Собр. Инж. Пут. Сообц., 1909 г., № 5, статья инженера П. Подольскаго „Бетонныя мостовыя“.

вслѣдствіе разложенія органическихъ веществъ издавать дурной запахъ (испаренія амміака, сѣроводорода и пр.). Къ этимъ пахучимъ газамъ присоединяется мягкая древесная пыль, легко получающаяся отъ изнашиванія деревянныхъ мостовыхъ, и образуемая такимъ образомъ смѣсь можетъ способствовать раздраженію слизистыхъ оболочекъ нашихъ органовъ, а слѣдовательно располагать людей къ различнымъ заболѣваніямъ.

Съ точки зрѣнія непроницаемости прямоугольно-брусчатые мостовыя даютъ возможность образовать болѣе плотныя соединенія между отдѣльными брусками, чѣмъ мостовыя изъ шестиугольныхъ призмъ. Каменные мостовыя дѣлаются или изъ обдѣланныхъ прямоугольныхъ брусковъ, или же изъ булыжнаго камня. Первый типъ заслуживаетъ большаго вниманія, чѣмъ второй, такъ какъ онъ при заливкѣ стыковъ асфальтомъ обезпечиваетъ большую непроницаемость и даетъ возможность лучшей чистки, обмыванія и меньшей тряски; на очень крутыхъ улицахъ каменную брусчатую мостовую обыкновенно замѣняютъ такъ называемой мозаичной мостовой изъ мелкаго камня (базальта)¹⁾.

Булыжныя мостовыя—этотъ излюбленный типъ мостовой въ русскихъ городахъ—плохо защищаютъ почву отъ загрязненія, такъ какъ нечистоты легко могутъ попадать въ промежутки между камнями. Кромѣ того эта мостовая очень шумна, плохо чистится и обмывается, и во всякомъ случаѣ съ санитарной точки зрѣнія ее слѣдуетъ признать никуда негодной; широкое же распространеніе ея можно объяснить невысокой стоимостью ея постройки.

Весьма серьезнымъ элементомъ въ типахъ мостовыхъ является правильное устройство основанія. Основаніе это чаще всего дѣлается или изъ песку (булыжныя мостовыя) или изъ бетона.

Наилучшимъ съ санитарной точки зрѣнія слѣдуетъ признать бетонное основаніе, такъ какъ только оно благодаря устраиваемымъ на немъ поперечнымъ канавкамъ обезпечиваетъ правильный отводъ поверхностныхъ водъ и кромѣ этого обладаетъ достаточной прочностью.

Бетонныя мостовыя, устраиваемыя за послѣднія годы въ Америкѣ, также вполне удовлетворяютъ санитарнымъ требованіямъ. Они состоятъ изъ двухъ слоевъ: нижняго тощаго бетона толщ. $1\frac{3}{4}$ д. (основаніе) и верхняго жирнаго (толщ. $5\frac{1}{4}$ "); чрезъ промежутки не выше 50 фут. устраиваются стыки, заполняемые асфальтомъ. Для приданія верхней поверхности мостовыхъ шероховатости онѣ дѣлаются особыми катками бороздчатыми или рифлеными. По стоимости бетонныя мостовыя дешевле всѣхъ указанныхъ мостовыхъ, кромѣ булыжныхъ.

Затѣмъ слѣдуетъ упомянуть, что въ нѣкоторыхъ частяхъ города, преимущественно на окраинахъ или паркахъ, устраиваются шоссе и шоссированныя дороги, дающія весьма много пыли и плохо защищаемыя отъ прониканія въ нихъ нечистоты.

¹⁾ Въ Россіи мозаичныя мостовыя примѣнены въ 1909—1910 г.г. на нѣкоторыхъ улицахъ Кіева.

Для борьбы съ этимъ стали въ Западной Европѣ примѣнять покрытие поверхностей шоссированныхъ дорогъ нагрѣтымъ до 70°—90° С⁰ гудрономъ или нефтью (гудронажъ дорогъ, смоляные шоссе), чѣмъ достигаются хорошіе съ санитарной точки зрѣнія результаты. Въ прошломъ году подобные смоляные шоссе были устроены и у насъ, въ Одессѣ и Ялтѣ, хотя при этомъ нужно отмѣтить, что этотъ опытъ не далъ у насъ нужныхъ результатовъ ¹⁾.

Не менѣе важнымъ и направленнымъ главнымъ образомъ, для защиты почвы отъ загрязненія являются мѣропріятія по удаленію за предѣлы населенныхъ мѣстъ. Отбросы, подлежащіе удаленію, могутъ быть разбиты на нѣсколько категорій по своему происхожденію.

1) твердые отбросы изъ домовъ, боевъ, фабрикъ и промышленныхъ заведеній; уличный мусоръ, навозъ, трупы палыхъ животныхъ и т. п.

2) отработавшія въ домахъ воды городского водопровода т. е. воды клозетовъ, кухонь, умывальниковъ, ваннъ и пр.—домовыя воды.

3) жидкія и твердыя изверженія людей.

4) фабричныя и заводскія воды; воды бань, скотобоенъ, общественныхъ прачешенъ, больницъ и пр. называемыя промышленными водами.

5) общественныя отработавшія воды т. е. воды отъ мытья улицъ, фонтановъ и пожаровъ.

6) атмосферныя осадки (дождь и снѣгъ), выпадающіе на территоріи городовъ.

7) грунтовыя воды.

Приемы, которыми пользуются для удаленія различныхъ отбросовъ, зависятъ отъ рода, состава и количества отбросовъ. Они заключаются или въ вывозъ отбросовъ за предѣлы населенныхъ мѣстъ, или въ удаленіи ихъ по систематически связаннымъ между собой подземнымъ трубамъ.

Вывозъ долженъ примѣняться только къ твердымъ отбросамъ, во всѣхъ же остальныхъ случаяхъ слѣдуетъ стремиться къ сплаву ихъ въ подземныхъ каналахъ, къ ихъ канализаціи.

Твердые отбросы или вывозятся на свалки, или по вывозѣ утилизируются для сельскохозяйственныхъ цѣлей, или сжигаются въ особыхъ мусоросожигательныхъ печахъ (деструкторахъ); снѣгъ также или вывозится на свалки, или сбрасывается въ ближайшіе рѣки и каналы, или сплавляется въ канализаціонную сѣть (какъ объ этомъ подробнѣе будетъ сказано ниже), или наконецъ подвергается таянію въ центральныхъ или мѣстныхъ снѣготаялкахъ.

Твердые экскременты людей и животныхъ до сихъ поръ, въ особенности у насъ въ Россіи, удаляются въ городахъ вывозомъ на свалки почти повсемѣстно ²⁾; но такъ какъ всякаго рода свалки (твердаго мусора, снѣга,

¹⁾ См. Городское Дѣло, 1909 г.

²⁾ Въ Россіи мусоросожигательныя станціи устроены въ СпБургѣ, Варшавѣ, Ц. Селѣ и Одессѣ.

эксcrementовъ) давно уже признаны гигиенистами могучими очагами заразы, то въ культурныхъ государствахъ вывозъ эксcrementовъ примѣняется еще лишь тамъ, гдѣ они могутъ быть непосредственно использованы для удобренія полей.

Кромѣ того твердые эксcrementы при сравнительно небольшомъ разжиженіи ихъ водой (употребленіе водяныхъ клозетовъ) легко стекаютъ по подземнымъ каналамъ и трубамъ канализаціонной сѣти и поэтому они отводятся обыкновенно вмѣстѣ съ жидкими отбросами.

Атмосферныя воды сами по себѣ сравнительно чисты, но, пересѣкая на пути своемъ слои городского воздуха и смѣшиваясь по выпаденіи на городскую почву съ различными уличными отбросами, становятся не безопасными по своему составу съ гигиенической точки зрѣнія и потому также подлежатъ отводу сѣтями канализаціонныхъ трубъ.

Грунтовыя воды только въ видѣ исключенія отводятся въ канализаціонныя сѣти; обыкновенно же для ихъ отвода, а главнымъ образомъ для пониженія и закрѣпленія уровня на опредѣленной высотѣ устраиваютъ отдѣльную сѣть дренажныхъ трубъ.

Кромѣ различныхъ приѣмовъ удаленія нечистотъ еще слѣдуетъ различать и приѣмы, которымъ подвергаются нечистоты по удаленіи изъ населенныхъ мѣстъ. Такъ напр. твердые домовые и уличные отбросы иногда перерабатываются на специальныхъ заводахъ (дигестированіе) на удобриельные продукты, тоже иногда дѣлается и съ человѣческими эксcrementами (пудретныя фабрики). Въ особенности часто возникаетъ цѣлый рядъ заводовъ (альбуминные, салотопенные, мыловаренные и др.) для переработки отбросовъ скотобоенъ.

Далѣе слѣдуетъ указать, что сточныя воды обыкновенно спускаются въ ближайшіе водные протоки. Чтобы защитить эти протоки, могущіе быть въ тоже время источниками водоснабженія для населенныхъ мѣстъ, отъ загрязненій обыкновенно прибѣгаютъ къ предварительной очисткѣ механическими, химическими или біологическими способами. Кромѣ того нѣкоторыя воды, опасныя вслѣдствіе находящихъ въ нихъ болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ какъ напр. воды заразныхъ отдѣленій больницъ и воды скотобоенъ подвергаютъ обеззараживанію до выпуска ихъ въ городскую сѣть.

Совокупность приѣмовъ по удаленію нечистотъ и ихъ очисткѣ и составляетъ предметъ отдѣла санитарной техники—*Канализаціи населенныхъ мѣстъ*. Въ настоящемъ сочиненіи мы будемъ излагать только свѣдѣнія объ устройствѣ и эксплуатаціи канализаціонной сѣти.

Г Л А В А II.

§ 1. Краткій историческій очеркъ развитія канализации. Хотя развитие канализационныхъ устройствъ пошло гигантскими шагами во вторую половину XIX столѣтїя, а нѣкоторые способы очистки сточныхъ водъ получили право гражданства въ настоящее десятилѣтїе, тѣмъ не менѣе канализационныя сооруженія существовали еще въ глубокой древности.

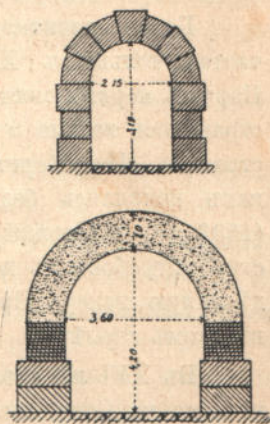
Уже Вавилонъ, Ниневїя и другіе азіатскіе города имѣли особыя сѣти подземныхъ водостоковъ, которыя отводили сточныя воды частью въ водные протоки, частью же на поля, гдѣ они были использованы для сельскохозяйственныхъ цѣлей. Также Соломоновъ храмъ былъ снабженъ большимъ каналомъ для отвода крови жертвенныхъ животныхъ и др. сточныхъ водъ въ оврагъ Кидрона. Въ Афинахъ же не только существовала канализационная сѣть, но сточныя воды были использованы для орошенія садовъ. Далѣе можно упомянуть о канализационныхъ устройствахъ и другихъ греческихъ городовъ: Олимпїи, Агригента и Самоса.

Но по справедливости однимъ изъ самыхъ замѣчательныхъ сооруженій древности слѣдуетъ признать сооруженіе Римлянъ—Слоаса махіма, построенное этрусскимъ инженеромъ при Тарквинїи Прискѣ и игравшее роль главнаго коллектора общесплавной системы (чер. 7).

При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что Слоаса махіма недавно перестроена инженеромъ Бони и включена въ современную Римскую канализационную сѣть. Въ Римскихъ колонїяхъ (Парижъ, Кельнъ, Триръ) также имѣлись водостоки.

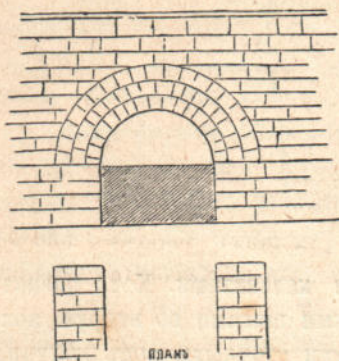
Конечно, эти древніе каналы могли считаться только первичными формами современныхъ водостоковъ. Каналы имѣли плоское дно, уклоны чередовались безъ всякой системы (такъ напр. Слоаса махіма придавались уклоны въ предѣлахъ отъ 1 : 36 до 1 : 1100). Эти обстоятельства вызывали постоян-

чер. 7.



ныя отложенія дурно пахнувшей грязи, сильно стѣснявшей сѣченіе каналовъ (чер. 8).

чер. 8.



Часть сѣченія, занесенная грязью, заштрихована.

стѣ съ кухнею.

Не смотря на указанные недостатки все же слѣдуетъ признать римскія сооруженія произведеніями культуры.

Нашествіе варваровъ и въ особенности распространеніе христіанства сильно подорвали значеніе санитарно-инженерныхъ сооруженій. По всюду царилъ аскетизмъ, и распространялось презрѣніе къ чистотѣ тѣла и къ работамъ о здоровьѣ.

Вслѣдствіе подобнаго отношенія къ гигиенѣ и общественной санитаріи въ Европѣ появились грозныя эпидеміи чумы, проказы, и „черной смерти“, нашедшія для своего развитія благоприятную почву.

Болѣе значительный интересъ къ санитарнымъ мѣропріятіямъ замѣчается только съ XII столѣтія. Въ концѣ этого столѣтія появились въ Парижѣ первыя мостовыя изъ каменныхъ плитъ (1182 г.). Мощеніе распространялось весьма медленно и появилось лишь въ Германіи только въ XV столѣтіи (Нюрнбергъ). Въ средніе же вѣка (IX ст.) въ феодальныхъ замкахъ появились бездонные или поглощающіе выгреба. Въ XVI столѣтіи (1533 г.) въ Парижѣ было издано предписаніе объ обязательномъ устройствѣ выгребовъ въ домахъ и о періодическомъ ихъ опорожненіи за определенную таксу. Простѣйшія отхожія мѣста также появились въ Европѣ въ этомъ столѣтіи.

Въ XVI же столѣтіи ручей Менильмонтанъ въ Парижѣ, впадавшій нѣкогда въ Сену, былъ перекрытъ сводомъ и превращенъ въ водосточный каналъ.

Въ XVII столѣтіи протяженіе Парижской водосточной сѣти уже возросло до 3 километровъ. Къ этой же эпохѣ нужно отнести употребленіе воды для промывки отхожихъ мѣстъ.

По Roeschling'y¹⁾ первый водной клозетъ появился въ Англии, въ концѣ XVII столѣтія (1775 г.); за изобрѣтеніемъ послѣдовало много конструкцій клозетовъ, распространеніе которыхъ было весьма ограничено еще въ первой четверти прошлаго столѣтія. Сильный толчокъ для развитія канализаціонныхъ устройствъ дала эпидемія холеры въ Англии въ 1831 году. Другимъ весьма важнымъ поводомъ къ постановкѣ этихъ вопросовъ явился, какъ послѣдствіе развитія путей сообщенія и промышленности, громадный приростъ населенія въ большихъ центрахъ. Громадное количество смертей среди рабочаго населенія Англии во время холерной эпидеміи заставило въ 1838 г. Англійскій парламентъ образовать анкетную комиссію подъ предѣтельствомъ Chadwick, результаты работъ которой были опубликованы въ особомъ сочиненіи „Докладъ о санитарныхъ условіяхъ рабочаго населенія Великобританіи“ (Report of the sanitary conditions of the labouring population of Great Britain). Въ этомъ сочиненіи было указано, что канализаціонныя устройства въ рабочихъ кварталахъ въ 42 городахъ отвратительны, въ 7 сносны и въ одномъ удовлетворительны. За этой анкетой парламентомъ былъ изданъ Town Improvement Act (Законъ объ улучшеніи городского хозяйства) и въ 1848 г. Public Health Act (Законъ о народномъ здравіи), по которому создавался центральный органъ по дѣламъ народнаго здравія, (General Board of Health) и предписывалось городскимъ муниципалитетамъ принятіе такихъ санитарныхъ мѣръ, чтобы общая смертность не была выше 23‰²⁾.

Канализаціонныя устройства на континентѣ появились позднѣе въ теченіе послѣдней трети прошлаго столѣтія. Первымъ городомъ въ Германіи устроившимъ систематическую канализацію, былъ г. Гамбургъ, пригласившій въ 1842 г. Линдлея отца—(Lindley) для постройки водоснабженія и канализаціи.

Въ 1857 году Бельгранъ (Belgrand) устроилъ знаменитую канализаціонную сѣть въ Парижѣ, построенную по принципу tout à l'égout (все въ водостокъ).

Въ концѣ шестидесятихъ годовъ была построена канализація въ Франкфуртѣ на Майнѣ Линдлеемъ.

Сначала послѣ устройства канализаціи въ Гамбургѣ и Франкфуртѣ на Майнѣ развитіе канализаціонныхъ устройствъ въ Западной Европѣ шло весьма медленно. Появились многочисленные противники канализаціи, доказывавшіе вредъ отъ ея устройства, такъ какъ, по ихъ мнѣнію, канализація только способствовала развитію болѣзней (теорія клоачныхъ газовъ, миазмы). Они требовали запрещенія спускать человѣческіе экскременты въ канализаціонную сѣть и утверждали, что сплавляя отбросы, населеніе городовъ лишается тѣхъ выгодъ, которыя бы могли быть извлечены при эксплуатаціи

1) Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1895 г.

2) Въ настоящее время въ Англии средняя смертность городского населенія ниже 20‰, смертность въ Лондонѣ въ 1907 году была всего 14,6‰. Авторъ.

ихъ какъ удобренія. Однако изслѣдованіями было доказано, что составъ сточныхъ водъ городовъ, спускающихъ свои экскременты и не спускающихъ, оказался почти тождествененъ, и что наоборотъ послѣ введенія канализаціи всюду понижалась смертность.

Въ это же время (семидесятыхъ годахъ) взамѣнъ канализаціи выдвигались торфяные и земляные клозеты; къ этой же эпохѣ слѣдуетъ отнести появленіе пневматическихъ системъ Лирнура (1867) и Берліе (1881). Вслѣдъ за системой Лирнура въ 1870 г. появилась система Веринга, представляющая собой простой вариантъ раздѣльной системы.

Въ это время въ Европѣ имѣли еще большое распространеніе постоянные и подвижные выгреба (бочечная система), но постепенно города бросали эту систему и переходили на канализацію.

Въ теченіе борьбы за канализацію противниками ея были указаны нѣкоторыя упущенія. Стало яснымъ, что необходимо ограничить попаданіе въ сѣтъ тяжелыхъ минеральныхъ частицъ и стремиться сплавлять только жидкія или разжиженные нечистоты.

За признаніемъ выгоды принципа сплава нечистотъ послѣдовали конструкціи дождеприемниковъ съ осадочными ведрами, смотровыхъ колодцевъ, песколовокъ и пр. Сначала существовалъ одинъ только терминъ для системъ канализаціи—сплавная система, затѣмъ послѣдовательно появились термины: общесплавная, раздѣльная, дифференціальная (пневматическія). Одновременно съ борьбой противъ канализаціи велась ожесточенная борьба между сторонниками общесплавной и раздѣльной системами, хотя первая раздѣльная канализація была устроена въ Англіи уже въ 40-годахъ. Побѣда въ тѣ времена осталась за первыми, но современныя воззрѣнія специалистовъ не отдають явнаго предпочтенія той или другой системѣ, признавая за ними одинаковое гигиеническое значеніе ¹⁾ и рѣшая вопросъ о выборѣ той или иной системы путемъ сопоставленія вариантовъ съ экономической точки зрѣнія.

Въ настоящее время по раздѣльной системѣ въ Германіи канализировано до 80 городовъ ²⁾, въ Австро—Венгріи—Карлсбадъ, Баденъ и др., въ Италиі—Палермо, Катація, въ Франціи—Руанъ, въ Россіи—Москва, Кіевъ, Ростовъ-на-Дону, Ялта, Ц. Село и пр.

Въ 1873 году инженеромъ Nobrecht была построена канализація Берлина по такъ называемой радіальной системѣ. Затѣмъ послѣдовали канализаціи и въ другихъ городахъ Западной Европы, число которыхъ растетъ съ каждымъ днемъ; 1893—95 годы ознаменовались примѣненіемъ полураздѣльной системы въ г. Буэносъ Айресъ ³⁾.

Въ Германіи въ настоящее время по даннымъ д-ра Саломона болѣе 400 городовъ имѣють канализаціи, въ Англіи болѣе 100 городовъ и т. под.

¹⁾ См. труды VII Водопровод. съѣзда, докладъ Е. В. Контковскаго, О сравненіи сплавной и раздѣльной системы канализаціи.

²⁾ Salomon, Die Staedtische Abwaesserbeseitigung in der Deutschland

³⁾ Genie Civil 1896. № 24—25.

Параллельно съ вопросомъ о канализаціи былъ постепенно выдвинутъ и другой вопросъ—о загрязненіи водныхъ протоковъ, служившимъ съ самыхъ незапамятныхъ временъ естественными коллекторами для сплава нечистотъ.

Но въ этомъ вопросѣ, какъ и во многихъ другихъ вопросахъ санитарнаго благоустройства, впереди другихъ государствъ оказалась Англія, гдѣ подъ давленіемъ общественнаго мнѣнія былъ образованъ въ періодъ 1866—1876 г. рядъ комиссій по изслѣдованію вопроса о загрязненіи сточными водами англійскихъ рѣкъ (Rivers Pollution Commissions). Примѣру Англіи послѣдовали на континентѣ, и уже въ 1884 г. Hulva изслѣдовалъ загрязненіе р. Одры у г. Бреслава. Почти въ то же время (1885 г.) Durand—Claye изслѣдовалъ загрязненіе р. Сены у Парижа. Затѣмъ Frank¹⁾ (1886 г.) Prausnitz (1890 г.), Niedner, Uffelmann, Ohlmuller изслѣдовали рѣки Германіи, Celli u Scala—Италіи, Schlatter и Thomann — Швейцаріи и т. под. Въ настоящее время подобныя изслѣдованія въ Европѣ уже составляютъ заурядныя явленія.

По выясненіи загрязненія рѣкъ постепенно вырабатывались и методы предварительной очистки сточныхъ водъ. Правда, нѣкоторые методы очистки, какъ поля орошенія, были использованы еще въ XVI вѣкѣ, (поля въ Бунцлау, близъ Лондона), но болѣе серьезное примѣненіе они себѣ нашли лишь въ послѣдней половинѣ прошлаго столѣтія. Способъ перемежающейся фильтраціи былъ разработанъ Фрэнклэндомъ въ 1868 году, а уже въ 1876 г. въ Англіи 64 города примѣняли поля орошенія. Механическіе и механико-химическіе способы очистки возникли въ 70—80 годахъ и широко распространились въ Англіи и Германіи. Но вскорѣ наступило разочарованіе въ примѣненіи химико-механическихъ способовъ, какъ дающихъ въ результатѣ много ила, удаленіе или переработка котораго была весьма затруднительна. На смѣну имъ были опять выдвинуты чисто механическіе способы, смѣнившіе кое-гдѣ бывшую ранѣе химическую очистку (Висбаденъ) и способы естественно-биологическіе (перемежающаяся фильтрація и поля орошенія). Но необходимость имѣть большія площади для эксплуатаціи этихъ способовъ весьма затрудняло примѣненіе этихъ методовъ и съ экономической точки зрѣнія. Поэтому кажется естественнымъ, что человѣчество стремилось найти способъ, ведущій къ тѣмъ же цѣлямъ, что и поля орошенія.

Такимъ способомъ оказался методъ биологической фильтраціи, называемый въ наукѣ обыкновенно искусственнымъ биологическимъ методомъ. Примитивный типъ гниlostнаго резервуара (septic-tank) можно видѣть въ изобрѣтенномъ въ 1881 г. выгребѣ, извѣстномъ въ Россіи подъ именемъ выгребовъ *Шамбо-Муаньо*. Собственно же биологическій методъ вылился изъ поставленныхъ опытовъ въ Америкѣ въ г. Лауренсъ (Массачузетсъ), гдѣ изучалась въ 1889—1891 г.г. перемежающаяся фильтрація сточныхъ водъ

¹⁾ В. Ф. Ивановъ, Труды VIII Водопроводнаго Съезда, О спускѣ сточныхъ водъ въ водные протоки.

съ различными матеріалами. Послѣдующія устройства въ Англии окислителей Дибдиномъ въ г. Sutton и септиковъ Камерономъ въ г. Exeter произвели переворотъ въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ. Но слѣдующіе развитіе этихъ способовъ привело къ тому, что десятки городовъ въ Англии уже перешли на биологическую очистку. Въ Германіи энергичнымъ изслѣдователемъ въ этой области явился проф. Dunbar, (1901—1902 г.), устроившій опытную станцію въ Гамбургѣ, затѣмъ нужно еще указать во Франціи проф. Calmette (1904 г.), имѣющаго опытную станцію въ г. Лилль, и у насъ въ Россіи С. К. Дзержговскаго, устроившаго опытную станцію въ Ц. Селѣ.

Исторія развитія канализаціонныхъ устройствъ въ Россіи не велика. Можно прямо сказать, что они находятся въ младенческомъ періодѣ своего развитія. Достаточно сказать, что столица Россіи—С.П.-Бургъ—около 40 лѣтъ занимается составленіемъ проекта канализаціи, и до сихъ поръ еще не выработала такового!

Въ Россіи имѣютъ канализацію только 6 большихъ городовъ: Одесса, Варшава, Рига, Ростовъ на Дону, Кіевъ и Москва (центральный районъ).

Къ старѣйшимъ канализаціямъ слѣдуетъ отнести канализацію по общесплавной системѣ въ Одессѣ (1878) и Варшавѣ (1879). Затѣмъ канализаціи по раздѣльной системѣ идутъ въ Кіевѣ (1894 г.), въ Ригѣ (1895 г.), въ Москвѣ (1898 г.) и въ Ростовѣ на Дону (1906 г.).

Кромѣ того нужно еще упомянуть о канализаціи Гатчины, Ялты, Царскаго Села (1905 г.) и начавшейся постройки канализаціи г. Самары (1908) и Саратова (1910 г.).

Часть городовъ имѣетъ разработанные проекты, но не приступаетъ къ постройкѣ по финансовымъ соображеніямъ. Къ такимъ городамъ относятся Астрахань, Нижній Новгородъ, Харьковъ, Тифлисъ, Екатеринославъ, Радомъ, Лодзь и др. Г. Кіевъ въ настоящее время заканчиваетъ работы по перестройкѣ существовавшей тамъ системы Шона на неполную раздѣльную систему и по распространенію канализаціи на весь городъ.

Вопросъ объ очисткѣ сточныхъ водъ стоитъ въ Россіи также не высоко. Ялта спускаетъ свои отбросы въ море, также поступаетъ и Варшава и Ростовъ на Дону, спуская въ Вислу и Донъ воды безъ всякой предварительной очистки. При этомъ слѣдуетъ упомянуть, что оба эти города предполагаютъ въ ближайшемъ будущемъ приступить къ постройкѣ осадочныхъ бассейновъ для механической очистки. Одесса, Москва и Кіевъ примѣняютъ поля орошенія, Царское Село (1902 г.) и Москва (въ видѣ вспомогательной станціи на 5000000 ведеръ) эксплуатируютъ биологическую очистку.

Говоря о биологической очисткѣ слѣдуетъ упомянуть, что этотъ методъ сравнительно широко распространенъ въ Россіи для очистки сточныхъ водъ отдѣльныхъ учреждений: высшихъ учебныхъ заведеній, больницъ, фабрикъ и заводовъ.

Далѣе слѣдуетъ упомянуть, что въ Россіи опытами и научными изслѣдованіями по очисткѣ сточныхъ водъ занимаются Институтъ Эксперименталь-

ной медицины (С. К. Держговскій) и опытная станція на Московскихъ поляхъ орошенія (инж. М. И. Биманъ).

На этомъ можно закончить краткую исторію развитія канализаціи въ Россіи.

§ 2. Вліяніе канализаціи на пониженіе смертности населенія. Послѣ ознакомленія съ краткой исторіей развитія канализаціонныхъ устройствъ предъ нами естественно стоитъ вопросъ, какое же вліяніе оказала канализація на пониженіе смертности населенія.

Для того, что бы дать полный отвѣтъ на этотъ вопросъ намъ необходимо имѣть въ рукахъ точныя статистическія данныя о заболѣваемости и смертности городского населенія. Само собой разумѣется, что мы въ сущности не располагаемъ точными данными о полной заболѣваемости населенія; у насъ лишь могли быть только данныя о заболѣваемости, полученные изъ городскихъ больницъ, Но такъ какъ эти данныя далеко не могутъ охватить всѣ случаи заболѣванія, то въ сущности мы должны свои выводы строить только на цифрахъ общей смертности и изучить вліяніе устройства канализаціи на ихъ пониженіе.

Правда, за послѣднее время въ нѣкоторыхъ городахъ Западной Европы (Парижъ, Гавръ) стали устраивать такъ называемыя санитарныя бюро домовъ, которые регистрируютъ и заболѣванія, но эти примѣры еще очень немногочисленны.

Изучая данныя о смертности населенія, слѣдуетъ указать, что за послѣднія десятилѣтія смертность имѣетъ опредѣленную тенденцію къ пониженію. Это можно видѣть изъ слѣдующихъ цифръ. Такъ напр. смертность въ г. Одессѣ въ 1874 г. была 40,3⁰/₀₀, въ 1898 г.—21⁰/₀₀, въ Стокгольмѣ во второй половинѣ XVIII столѣтія 47,5⁰/₀₀, а въ 1907 г.—14,3⁰/₀₀, въ Берлинѣ въ 1868 г.—34,69⁰/₀₀, а въ 1907 г.—15,4⁰/₀₀. Такую эволюцію въ пониженіи общей смертности испытали, почти всѣ крупныя города, въ которыхъ смертность съ 35—40⁰/₀₀ упала до 13—20⁰/₀₀.

Смертность въ различныхъ городахъ на 1000 жителей въ 1907 году приведена въ таблицѣ IV.

Въ этой таблицѣ можно къ стыду нашему видѣть, что С.-Петербургъ занимаетъ послѣднее мѣсто, превышая норму въ 23⁰/₀₀, установленную, какъ минимумъ въ Англіи въ 1848 году: ниже его стоитъ только индійскіе города, населенные некультурнымъ народомъ.

Оцѣнивая цифры пониженія смертности населенія, нельзя разумѣется приписать это пониженіе исключительно дѣйствию канализаціи. Результаты пониженія смертности—функция многихъ переменныхъ: устройства водоснабженія со здоровой водой, устройства канализаціи, мостовыхъ, бань, сжиганія твердыхъ отбросовъ, скотобоенъ, больницъ, улучшенія жилищъ, пониженія дѣтской смертности и т. п.

Поэтому въ дальнѣйшемъ слѣдуетъ расчленять значеніе этихъ факторовъ, къ чему можно подойти только съ извѣстной вѣроятностью, съ извѣстнымъ приближеніемъ.

ТАБЛИЦА 1) IV.

НАЗВАНИЕ ГОРОДА.	Смертность въ ‰.	НАЗВАНИЕ ГОРОДА.	Смертность въ ‰.
Амстердамъ	13,5	Римъ	18,2
Христіанія	13,5	Парижъ	18,5
Брюссель	13,7	Нью-Йоркъ	18,5
Стокгольмъ	14,3	Будапештъ	20,2
Лондонъ	14,6	СПБургъ	24,2
Копенгагенъ	15,2	Калькута	33,0
Берлинъ	15,4	Каиръ	38,4
Вѣна	17,3	Бомбей	39,5

Не слѣдуетъ также при выводахъ брать небольшіе промежутки времени, такъ какъ на нихъ могутъ оказывать сильное вліяніе случайные факторы-эпидеміи. Но, если бы кромѣ устройствъ водоснабженія и канализаціи почти не было бы никакихъ другихъ факторовъ, могущихъ оказать вліяніе на пониженіе смертности, то съ такими заключеніями уже слѣдовало бы считаться.

Теперь посмотримъ, какъ наши предположенія будутъ оправдываться на частныхъ примѣрахъ.

Въ Берлинѣ цифры средней смертности въ ‰ за пятидесятилѣтній періодъ отъ 1840 г. до 1891 г. будутъ таковы. 2).

I.		1849 34,26		II.	
1840	28,04	1850	26,89	1856	26,30
1841	25,28	1851	24,70	1857	30,16
1842	25,96	1852	27,04	1858	28,03
1843	24,30	1853	29,25	1859	27,78
1844	24,19	1854	25,60	1860	24,34
1845	23,09	1855	29,99	1861	28,18
1846	23,89	Въ среднемъ за 16 л.		1862	26,94
1847	23,97	26,6		1863	30,21
1848	29,28			1864	30,99

1) См. Городское Дѣло, 1909 г., № 19.

2) См. Büsing, Die Staedtereinigung, 1897 г.

1865 . . . 33,80	1875 . . . 32,29	1883 . . . 28,92
1866 . . . 41,62	Въ среднемъ за 8 л.	1884 . . . 26,33
1867 . . . 28,96	31,31	1885 . . . 24,39
Въ среднемъ за 12 л.	IV.	1886 . . . 25,65
29,78	1876 . . . 29,32	Въ среднемъ за 5 л.
III.	1877 . . . 29,66	26,24
1868 . . . 34,69	1878 . . . 29,47	VI.
1869 . . . 26,48	1879 . . . 27,62	1887 . . . 21,88
1870 . . . 30,24	1880 . . . 29,25	1888 . . . 20,35
1871 . . . 37,24	1881 . . . 27,27	1889 . . . 19,76
1872 . . . 30,82	Въ среднемъ за 6 л.	1890 . . . 21,19
1873 . . . 29,34	28,77	1891 . . . 20,7
1874 . . . 29,39	V.	Въ среднемъ за 5 л.
	1882 . . . 25,92	20,77

Числа первой группы обнимаетъ собой 16 лѣтній промежутокъ времени, когда еще не существовало въ Берлинѣ ни центрального водопровода, ни канализаціи. Хотя въ теченіе 6 лѣтъ (1848—1856 и 1852—1855) свирѣпствовала холера, тѣмъ не менѣе среднія цифры смертности ниже цифръ трехъ послѣдующихъ періодовъ.

Числа II-ой группы обнимаютъ собой 12-лѣтній промежутокъ времени, знаменуютъ собой періодъ присоединенія домовъ къ водопроводу (1856—1862); среднія цифры смертности еще высоки, и въ ней нельзя подмѣтить вліяніе устройства водопровода. Въ теченіе этого періода холера появлялась 4 раза въ 1855, 1857, 1859 и 1866 г.

III-ій періодъ (8 лѣтній промежутокъ) также имѣетъ еще высокую цифру смертности, но на нее уже должно было имѣть вліяніе водопровода и устройства боенъ (1870 г.). На высоту цифры оказала вліяніе еще эпидемія оспы (1871 г.).

Четвертый періодъ знаменуетъ собой уже присоединеніе домовъ къ только что устроенной въ 1873 году канализаціи. Въ этотъ шестилѣтній періодъ присоединилось до половины всѣхъ домовъ. Цифры смертности понизились, хотя на ее пониженіе могъ оказать вліяніе и новый водопроводъ на Тегельскомъ озерѣ (1872 г.).

Въ пятомъ періодѣ (пятилѣтній) также продолжается пониженіе смертности; число присоединеній домовъ къ канализаціи доходитъ уже до 80%. Но всецѣло отнести этого за счетъ канализаціи нельзя, такъ какъ на пониженіе смертности оказало вліяніе постройка новой бойни (1881 г.) и одновременное уничтоженіе всѣхъ старыхъ примитивныхъ боенъ въ городѣ.

Въ теченіе шестого періода число присоединеній домовъ доходитъ уже до 96%; пониженіе впрочемъ, объясняется общимъ улучшеніемъ санитарныхъ условій (устройствомъ центральныхъ рынковъ, улучшеніемъ больницъ и т. п.

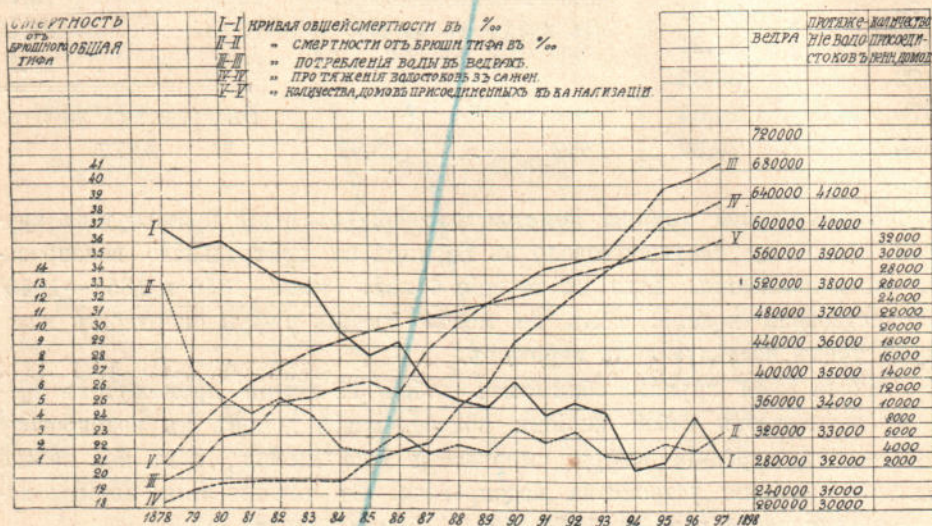
Въ 1907 году смертность Берлина понизилась еще на 5⁰/₀₀ (см. таблицу IV).

Изъ разсмотрѣнія этихъ цифръ все же должно признать, что *сильное пониженіе смертности произошло только съ окончаніемъ присоединенія домовъ къ городской канализаціи.*

У насъ въ Россіи интересныя санитарно-статистическія изслѣдованія были сдѣланы д-ромъ Василевскимъ ¹⁾ для г. Одессы за 20-лѣтній періодъ (1878—1892 г.).

Полученныя имъ данныя нами для ясности изображены на нижеслѣдующей діаграммѣ (черт. 9).

чер. 9.



На этой діаграммѣ нанесены 5 кривыхъ:

I-I—кривая общей смертности,

II-II—кривая смертности отъ брюшного тифа,

III-III—кривая потребленія воды въ ведрахъ,

IV-IV—кривая длины канализаціонной сѣти и

V-V—кривая количества домовъ, присоединенныхъ къ канализаціи.

Сила смертности г. Одессы въ 1874 году равнялись 40,3⁰/₀₀—въ 1898 г. она равнялась только 21⁰/₀₀, т. е. уменьшилась почти вдвое. Уменьшеніе смертности шло съ извѣстнымъ постоянствомъ, какъ это можно видѣть изъ кривой I-I: при сравненіи же данныхъ смертности по десятилѣтіямъ мы получаемъ для 1-го десятилѣтія—31,7, для второго 23,8 уменьшеніе достигаетъ почти 7⁰/₀₀. Потребленіе же воды возросло съ годового количества съ 256.920.000 ведеръ до 708.906.800 ведеръ т. е. увеличилось

¹⁾ Труды IV Водопроводнаго Съезда, докладъ д-ра Василевскаго, Санитарно-статистическія данныя о вліяніи канализаціи и водопровода на уменьшеніе смертности въ г. Одессѣ.

почти втрое, длина городской сѣти увеличилось съ 30871 пог. саж. до 40928 пог. саж. т. е. свыше 30⁰/₀ и наконецъ количество присоединенныхъ домовъ возросло съ 34,2⁰/₀ всего количества до 65,8⁰/₀.

Мы уже выше указывали, что почва играетъ роль въ распространеніи брюшного тифа, поэтому уменьшеніе смертности отъ брюшного тифа въ связи съ возрастаніемъ количества присоединенныхъ домовъ должно имѣть мѣсто, что и подтверждается кривой II-II (черт. 9), показывающей уменьшеніе смертности отъ брюшного тифа на 41,3⁰/₀₀.

Эти же изслѣдованія пополнены д-ромъ Василевскимъ изученіемъ смертности по отдѣльнымъ участкамъ города, такъ какъ не всѣ участки въ равной степени снабжены водопроводомъ и канализаціей. Къ сожалѣнію послѣднія данныя относятся только къ небольшимъ періодамъ времени отъ (1888—1892 г. и 1893—1897 г.). Приведемъ діаграммы за оба пятилѣтія (см. черт. 10 и 11).

Изъ этихъ діаграммъ ясно видно, что участки съ наибольшимъ потребленіемъ воды и наибольшимъ количествомъ домовъ, присоединившихся къ канализаціи, имѣютъ наименьшую общую смертность и смертность отъ брюшного тифа, и что наоборотъ окраинные участки (Пересыпскій, Романовскій и отчасти Петропавловскій) находятся въ плохихъ санитарныхъ условіяхъ.

Кромѣ этихъ работъ слѣдуетъ еще указать на изслѣдованіе смертности отъ тифа, сдѣланныхъ Soyka¹⁾, Baron²⁾, Hueppe³⁾, Weyl⁴⁾, Корчакъ-Чепурковскимъ⁵⁾ и пр.

Всѣ эти изслѣдованія подтверждаютъ положеніе, что съ увеличеніемъ количества присоединенныхъ домовъ падаетъ общая смертность и понижается смертность отъ брюшного тифа.

Если же взять холерныя эпидеміи послѣднихъ лѣтъ, то можно также указать, что холера не развивалась въ тѣхъ городахъ, гдѣ были на подлежащей высотѣ водопроводные и канализаціонные устройства (Варшава, Ц. Село).

§ 3. Экономическія выгоды отъ устройства канализаціи. Уменьшеніе смертности въ городахъ приноситъ имъ непосредственную выгоду. Такъ какъ съ сокращеніемъ смертности сокращается заболѣваемость населенія, то городскія управленія естественно затрачиваютъ меньше денегъ на содержаніе городскихъ врачей и больницъ и получаютъ больше налоговъ. Городское же населеніе съ своей стороны тратитъ меньшія суммы на леченіе

1) Soyka. Untersuchungen zur Kanalisation, Munchen, 1886.

2) Baron. Der Einfluss von Wasserleitungen und Tiefkanalisation auf die Typhuserregung in deutschen Staedten, 1886.

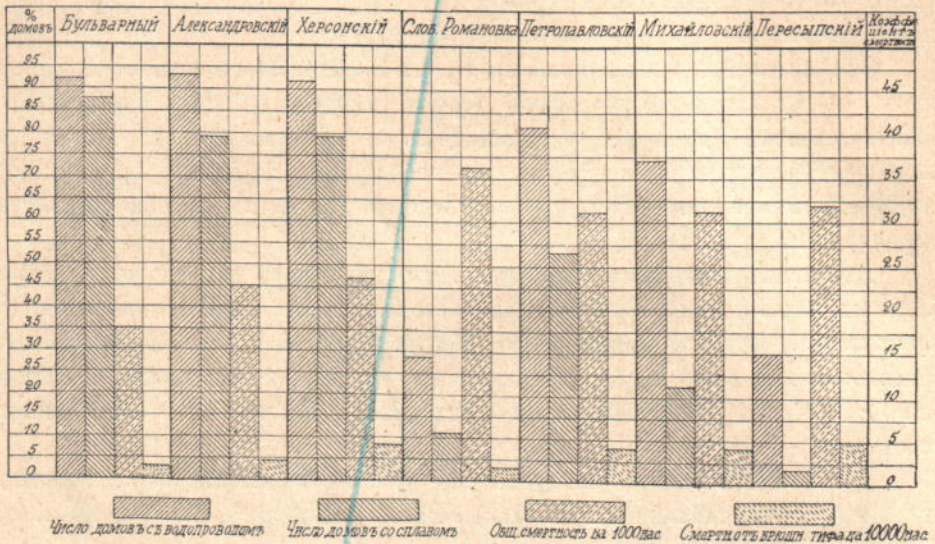
3) Hueppe. Ueber Typhus und Kanalisation, Jour. f. Gasbel. und Wasserversor., 1888.

4) Weil. Die Einwirkung hygienisches Werke auf die Gesundheit der Staedte, 1893.

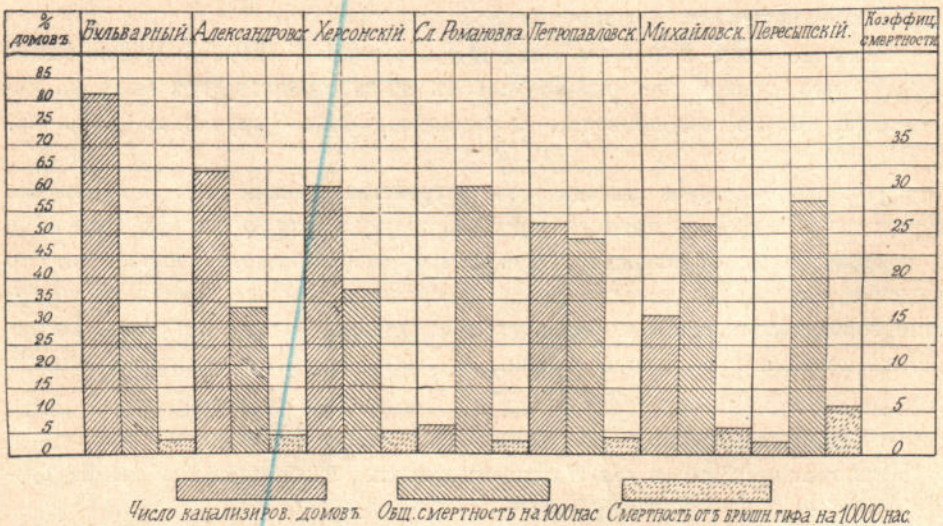
5) Корчакъ-Чепурковскій. Измѣненіе смертности въ Кіевѣ со времени введенія въ немъ канализаціи, 1901 г.

отъ болѣзней и выигрываетъ въ количествѣ потерянныхъ трудовыхъ дней. Отъ увеличенія же количества рабочихъ дней выигрываетъ и государство, такъ какъ взаменъ опытныхъ работниковъ оно иногда вынуждено пользоваться работой новичковъ. Само собой разумеется, что точно подсчитать

чер. 10.



чер. 11.



выгоды отъ сокращенія заболѣваемости и смертности нельзя за трудностью полученія соответственныхъ данныхъ; но подойти къ этому вопросу съ достаточнымъ для практики приближеніемъ мы можемъ.

По даннымъ Петтенкофера, выработаннымъ для города Мюнхена, на каждый смертный случай въ среднемъ приходится до 30 заболѣваній со средней продолжительностью каждаго заболѣванія въ 20 дней. Такимъ образомъ каждому смертному случаю соответствуетъ потеря $30 \times 20 = 600$ рабочихъ дней.

Для того, чтобы какъ-нибудь подойти къ вопросу о средней стоимости человѣческой жизни, необходимо знать стоимость жизни различныхъ общественныхъ классовъ.

Энгель ¹⁾ (Engel) дѣлитъ жизнь человѣка на три періода: первый, когда человѣкъ воспитывается и готовится къ будущему труду, второй, когда человѣкъ совершаетъ извѣстную работу, и третій, когда человѣкъ, утративъ свою трудоспособность, доживаетъ свой вѣкъ.

Съ экономической точки зрѣнія имѣетъ значеніе только второй періодъ. Въ теченіе этого періода на человѣкѣ лежитъ обязанность своимъ трудомъ выполнить три задачи: 1) возмѣстить расходы, затраченные на его воспитаніе, 2) затрачивать заработанныя деньги на жизнь и на поддержаніе своей трудоспособности и 3) приобрести извѣстную сумму денегъ, чтобы прожить остатки дней своихъ безъ повседневнаго труда.

Границей между первымъ и вторымъ періодомъ Энгель считаетъ 20 лѣтъ, между вторымъ и третьимъ 50 лѣтъ.

Далѣе намъ остается рѣшить вопросъ о величинѣ годового заработка въ Россіи.

Эти цифры, разумѣется, различны въ разныхъ государствахъ. Ромеръ считаетъ, что каждый французъ зарабатываетъ до 75 коп. въ сутки, Энгель даетъ для нѣмца заработокъ въ 90 коп. и проф. Эрисманъ разчитываетъ заработокъ для русскаго въ 20 коп. Если принять въ настоящее время заработокъ въ Россіи въ 30 коп. въ день, то годовой заработокъ будетъ приблизительно равенъ 100 рублямъ.

Далѣе, принимая, что расходъ по содержанію и уходу за больными равняется 20 коп. въ сутки, получимъ, что съ каждымъ смертнымъ случаемъ теряется сумма $600 \times 20 = 120$ рублей; если къ этому прибавить расходы по погребенію въ размѣрѣ 20 рублей и потерю отъ заболѣванія самого умершаго $30 \times 30 = 9$ руб., то общая потеря отъ одной смерти будетъ равна $100 + 120 + 20 + 9 = 249$ или $\infty 250$ руб. Возьмемъ теперь городъ съ населеніемъ въ 100000 человѣкъ и посмотримъ, какая экономія получилась бы при сокращеніи смертности хотя бы на 5⁰/₀₀. Общее сокращеніе въ годъ составитъ $500 \times 250 = 125000$ руб., а въ теченіе 20 лѣтъ (средняго расчетнаго времени дѣйствія канализаціи безъ расширенія) 2500000, сумму вполне достаточную для сооруженія канализаціи.

Кромѣ экономическихъ выгодъ отъ непосредственной охраны здоровья и жизни населенія, канализація приноситъ выгоды и съ другихъ точекъ зрѣнія. Мы уже упоминали выше, что мостовыя на городскихъ улицахъ

1) Engel, Preis der Arbeit und derselbe, Wert des Menschen.

устраиваются главнымъ образомъ, чтобы служить удобными путями сообщенія между отдѣльными частями города. Для того, чтобы улицы могли бы удовлетворять своему назначенію, необходимо одновременно заботиться о правильной организаціи на нихъ уличнаго движенія. Для этой цѣли слѣдуетъ принимать мѣры, чтобы сокращать по возможности число экипажей и телѣгъ на улицахъ и равномернѣе распредѣлять ихъ по отдѣльнымъ улицамъ.

Поэтому, если бы въ городѣ не существовало канализаціи и примѣнялся бы вывозъ отбросовъ, то ассенизаціонные обозы, естественно, въ особенности въ городахъ съ большимъ уличнымъ движеніемъ могли бы ему очень мѣшать.

Пояснимъ вышесказанное конкретнымъ примѣромъ. Среднее потребление на человѣка въ сутки въ русскихъ городахъ мы примемъ въ 60 литровъ. Отсюда для городовъ съ населеніемъ въ 100000 человѣкъ въ сутки потребление воды будетъ равно $60 \times 100000 = 6000000$ литровъ.

Для перевозки этого количества воды по городскимъ улицамъ потребовалось бы при средней ёмкости ассенизаціонной бочки въ 500 литровъ 12000 бочекъ, а при послѣдующей отвозкѣ изъ города не менѣе 600 вагоновъ въ сутки,—цифра, достаточно внушительная для такого города.

Если же къ этому прибавить, что правильно устроенныя канализаціонныя сѣти должны отводить и атмосферныя воды, то значеніе канализаціонныхъ устройствъ, какъ способа быстрого транспорта сточныхъ водъ, еще усиливается.

Удаленіе же атмосферныхъ водъ съ поверхности улицъ имѣетъ важное значеніе для уличнаго движенія, такъ какъ дожди, а въ особенности ливни *быстро образуютъ лужи* и могутъ при благопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ вызывать даже затопленія улицъ и подвальныхъ этажей домовъ и поврежденія мостовыхъ.

Въ заключеніе мы должны еще упомянуть, что за послѣднее время развивается въ Германіи пользованіе водосточными каналами для таянія снѣга, чѣмъ также можетъ сократиться количество фуръ, служащихъ для его вывоза.

Вышеприведенными соображеніями мною доказывается вся выгодность канализаціонныхъ устройствъ для городовъ, и только косностью нашихъ думъ, медлящихъ въ заключеніи столь производительныхъ займовъ, можно объяснить столь малое количество канализированныхъ городовъ у насъ въ Россіи.

Г Л А В А III.

§ 1. Способы удаления нечистотъ: индивидуальные и коллективные. Удаленіе нечистотъ изъ домовъ можетъ быть организовано двумя методами: первый методъ заключается въ томъ, что нечистоты скопляются въ домовыхъ резервуарахъ и черезъ извѣстные промежутки времени вывозятся за предѣлы населенныхъ мѣстъ.

Второй же методъ заключается въ томъ, что всѣ домовыя нечистоты (иногда съ атмосферными водами) поступаютъ въ сѣть подземныхъ водостоконъ, которые отводятъ ихъ такъ же за предѣлы населенныхъ мѣстъ съ примѣненіемъ предъ спускомъ ихъ въ водные протоки соответственной обработки сточныхъ жидкостей.

Способы, построенныя на примѣненіи перваго метода, можно назвать индивидуальными, способы 2-ой категоріи—коллективными.

Индивидуальные способы обуславливаютъ собою примѣненіе выгребовъ, а коллективные—постройку сѣти водостоконъ—канализацію.

Среднее положеніе между канализаціей и выгребами занимаютъ такія устройства, когда въ канализаціонныя сѣти запрещается впускъ человѣческихъ экскрементовъ, которые удаляются вывозомъ. 15

16 § 2. Значеніе выгребовъ. Индивидуальные способы не удовлетворяютъ современнымъ требованіямъ гигиены, такъ какъ они, обладая мѣстами скопленія нечистотъ—выгребами, не могутъ дать никакой гарантіи, что вывозъ нечистотъ будетъ произведенъ раньше начала процессовъ разложенія, если вывозъ будетъ предоставленъ заинтересованной сторонѣ—домовладѣльцамъ.

Нѣкоторую поправку къ этимъ способамъ можно видѣть въ правильной организаціи ассенизаціонныхъ обозовъ, организуемыхъ самими Городскими Управленіями.

Выдѣляющіеся въ выгребахъ гнилостные газы по вытяжнымъ трубамъ легко попадаютъ въ клозетныя помѣщенія и заражаютъ квартирный воздухъ.

Также для чистоты воздуха опасны моменты опорожненія выгребовъ какимы бы то ни было усовершенствованными способами.

Непроницаемость выгребовъ также иллюзорна такъ какъ нерѣдко въ стѣнкахъ ихъ появляются трещины и нечистоты легко заражаютъ почву;

вентиляція выгребовъ несовершенна, такъ какъ легко опрокидывается тяга въ теплое время года. Кромѣ того наличность выгребовъ вызываетъ у домо-владѣльцевъ естественное желаніе сократить расходы по вывозу нечистотъ уменьшеніемъ числа водоразборныхъ приѣмниковъ (раковинъ, умывальниковъ, клозетовъ) въ домахъ что ведетъ къ пониженію чистоты населенія— фактора весьма важнаго для общественнаго здоровья.

Всѣ эти вышеприведенныя соображенія заставляютъ насъ смотреть на выгребъ, какъ на известное едва терпимое зло, и допускать ихъ примѣненіе только въ крайнихъ случаяхъ, когда почему либо примѣненіе канализаціи было бы очень невыгоднымъ съ экономической точки зрѣнія. Къ подобнымъ случаямъ слѣдуетъ причислить постройку выгребовъ для одиноко стоящихъ зданій: фермъ, домовъ въ имѣніяхъ, казармъ для рабочихъ на линияхъ ж. д. и т. под.

Поэтому въ дальнѣйшемъ при описаніи конструкціи выгребовъ мы будемъ стремиться только къ указанію возможности нѣсколько ослабить вредныя послѣдствія ихъ примѣненія, такъ какъ выгребъ къ сожалѣнію еще очень распространенъ у насъ въ Россіи.

§ 3 **Приемы по устройству выгребовъ.** Обыкновенные выгребъ можно подраздѣлить на двѣ основныя категоріи: постоянные и подвижные.

Ёмкость выгребовъ. Полезная ёмкость выгребовъ опредѣляется тремя факторами: количествомъ лицъ, спускающихъ свои экскременты въ выгребъ, промежутками времени между двумя послѣдовательными опорожненіями и количествомъ другихъ отработавшихъ водъ городского водоснабженія (кухонныхъ, умывальныхъ, ваннхъ и пр.).

Количество экскрементовъ по Schmidt'у составляетъ на жителя въ сутки до 1,20 литра, изъ коихъ на долю жидкихъ нечистотъ приходится 1,14 литра, а твердыхъ 0,16 литра.

Высота выгребовъ дѣлается отъ 1,80 метр. до 2 метр.: это обезпечиваетъ возможность помѣститься человѣку при опорожненіи. Въ этомъ случаѣ высота выгребъ, занятая нечистотами, будетъ не болѣе 1 метр.—1,5 метр.

Расположеніе выгребовъ. Выгребъ помѣщаются на высотѣ подваловъ или ниже ихъ, если подвалы служатъ жилыми помѣщеніями; ихъ стараются располагать въ затѣненныхъ мѣстахъ, чтобы задерживать процессы разложенія нечистотъ. Кромѣ того ихъ пониженіе зависитъ отъ расположенія ступлячковъ въ домахъ, такъ какъ послѣдніе должны быть соединены съ выгребами по возможности кратчайшимъ путемъ. Также крайне желательно располагать выгребъ внѣ зданій и независимо отъ домовыхъ стѣнъ, закладывая образующіеся такимъ образомъ промежуточные пространства мягкой утрамбованной глиной. Если выгребъ почему либо и располагается подъ зданіемъ то все-таки часть его должна быть выдвинута наружу и снабжена отверстіемъ.

Если выгребъ устраивается для 10 человѣкъ и опорожняется разъ въ годъ, то его ёмкость должна быть не менѣе 5 куб. мет.; если бы выгребъ устраивался только для твердыхъ экскрементовъ, то при тѣхъ же усло-

віяхъ достаточна была бы ёмкость въ $\frac{1}{20}$ прежней т. е. 0,25 куб. метр. Въ случаѣ же спуска всѣхъ домовыхъ водъ его ёмкость возрастаетъ отъ прибавленія этихъ водъ въ количествѣ 60—80 литровъ на человѣка въ сутки уже до 30 куб. метровъ; въ этомъ случаѣ необходимо устраивать вывозъ значительно чаще.

Въ нѣкоторыхъ городахъ ёмкость выгребовъ нормируется полицейскими постановленіями. Такъ напр. въ Штутгартѣ и Лейпцигѣ полагается на одну семью ёмкость въ $\frac{1}{4}$ куб. метра.

Только въ случаѣ устройства отхожихъ мѣсть или особыхъ мѣстныхъ условій разрѣшается устройство выгребовъ подъ зданіями.

Конструкція выгребовъ. Выгребамъ обыкновенно придаютъ прямоугольную или квадратную форму; иногда выгребы дѣлаются и круглаго сѣченія для увеличенія сопротивленія стѣнокъ давленію грунта. Дно выгребовъ должно лежать ниже пола подвальныхъ помѣщеній во избѣжаніе возможности подтопленія послѣднихъ. Въ случаѣ отсутствія подваловъ выгребы могутъ быть установлены надъ поверхностью дворовыхъ участковъ и поэтому называются надземными (воздушными).

Для удобства опорожненія и очистки выгребовъ желательно избѣгать при ихъ устройствѣ острыхъ или прямыхъ угловъ: всѣ углы должны быть закруглены. Также необходимо придавать дну выгребовъ для удобства опорожненія нѣкоторый уклонъ къ тому пункту, надъ которымъ будетъ опущена всасывающая труба.

Каждый выгребъ обыкновенно имѣетъ отверстія для присоединенія къ нему фановыхъ трубъ и отверстіе, закрываемое крышкой и служащее для опорожненія выгребовъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ выгребы бываютъ снабжены еще переливными (холостыми) отверстіями, предохраняющими выгребы отъ переполненія. Если фановыя трубы не входятъ непосредственно въ выгребъ, то устраивается наклонный каналъ подъ угломъ 35° — 45° для ихъ соединенія съ выгребомъ, называемый сливомъ или спускомъ. Этотъ спускъ при проходѣ чрезъ фундаментъ для предохраненія послѣдняго отъ сырости обыкновенно обмазывается асфальтомъ. Для непроницаемости стѣнки и подошва выгребовъ обкладываются слоемъ мятой утрамбованной глины, толщиной не менѣе 20 см.—25 см.

Перекрытія выгребовъ должно дѣлать непроницаемыми какъ для воздуха, такъ и для воды. Наилучшимъ является устройство свода толщиной въ 1 кирпичъ съ земляной насыпкой надъ ними въ 50—75 см.

Матеріалъ для выгребовъ. Матеріалъ для выгребовъ долженъ выбираться непроницаемый для воды; иначе выгребы будутъ непременно заражать почву и превратятся въ сущности въ бездонные выгребы (поглощающіе колодцы), устройство которыхъ должно быть запрещено и можетъ быть разрѣшаемо въ рѣдкихъ случаяхъ въ сельскихъ раіонахъ. Этими основными требованіями уже опредѣляются матеріалы, пригодные для устройства выгребовъ.

Къ такимъ матеріаламъ слѣдуетъ отнести: камень, кирпичъ, бетонъ, желѣзо-бетонъ, керамику, желѣзо и т. п.

Дерево не должно выбираться ни въ какомъ случаѣ для устройства выгребовъ, такъ какъ при его примѣненіи нельзя рассчитывать на непроницаемость выгребовъ.

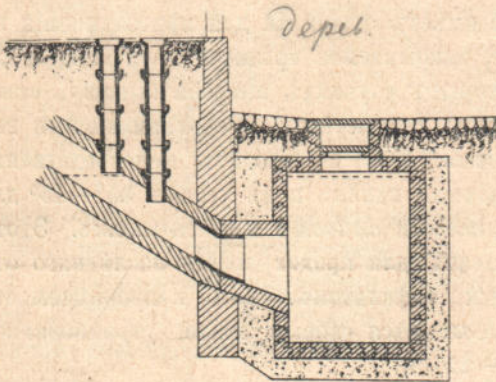
Тѣмъ не менѣе, деревянные выгребы вслѣдствіе дешевизны дерева съ одной стороны и невѣжества населенія съ другой распространены въ Россіи повсемѣстно, не только въ деревняхъ, но и въ большихъ городахъ и даже въ столицахъ¹⁾; поэтому мы считаемъ нужнымъ сказать нѣсколько словъ о нихъ въ нашемъ сочиненіи.

§ 4. **Постоянные выгребы.** Деревянные выгребы дѣлаются прямоугольной или квадратной формы; они могутъ быть сдѣланы или изъ пластинъ и брусевъ или же изъ толстыхъ досокъ бочарной работы. Стѣнки выгребовъ изъ 5 верш. пластинъ дѣлаются въ четверть, толщиной 2 верш., вслѣдствіе чего совершенно не обезпечиваютъ непроницаемости выгребовъ.

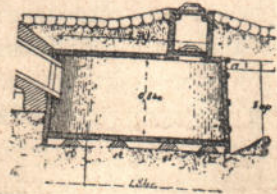
Поэтому деревянные пластинчатые выгребы не должны совершенно примѣняться.

Болѣе плотныя соединенія стѣвъ даютъ выгребы изъ брусевъ (сѣчен. 4×4 вер.) съ прямоугольными шпунтами и гребнями (черт. 12); прокладка по швамъ соединяемыхъ брусевъ пакли со смолой, а затѣмъ и осмолка брусевъ со всѣхъ сторонъ даютъ нѣкоторую возможность предохраненія выгребовъ отъ его быстрого разрушенія; но вслѣдствіи, когда нечистоты добе-

чер. 12.



чер. 13.



дутся до волоконъ брусевъ, то они начинаютъ гнить въ особенности въ угловыхъ соединеніяхъ. Во избѣжаніе образованія фильтраціи выгребы онѣ обкладываются слоемъ мятой жирной утрамбованной глины. Въ этотъ выгребъ нечистоты попадаютъ по наклонному спуску.

Выгребъ въ видѣ кадей бочарной работы (черт. 13) устраивается изъ 4 дюймовыхъ досокъ, тщательно приправленныхъ для полученія эллиптической формы. Выгребъ имѣетъ размѣры: высоту въ 1 саж., оси эллип-

¹⁾ Подъщукъ, Водопроводы и водостоки.

тического основанія—1,84×1,16, оси крышки—1,79×1,11 с. Швы досок проконопачиваются наклею на жидкомъ гудронитѣ, а для стягиванія стѣнныхъ досокъ употребляются обручи изъ полосового желѣза (8"× $\frac{1}{2}$ "). Подъ дномъ выгребѣ для его правильной установки укладываются горбыли. Слой изолирующей глины рекомендуется и въ настоящемъ случаѣ.

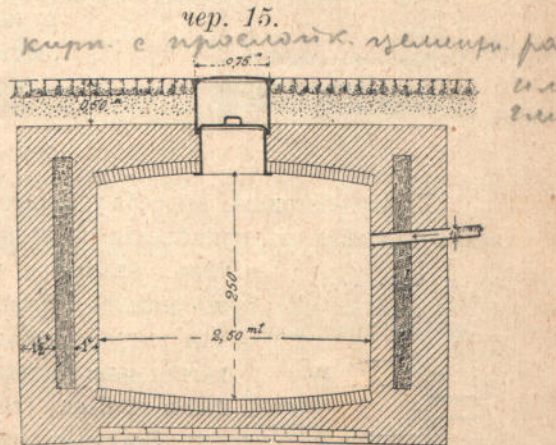
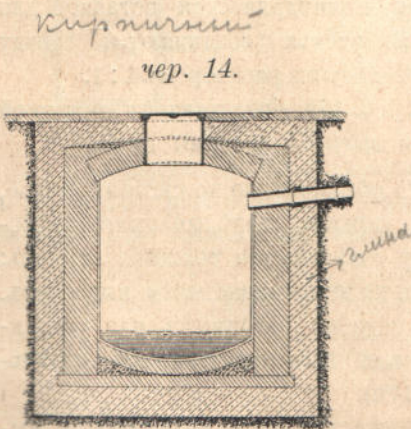
Каменные выгребѣ должны сооружаться изъ естественныхъ плотныхъ камней: гранита, базальта, шифера, песчаника и т. п.

Для уменьшенія фильтраціи стѣнки каменныхъ выгребовъ дѣлаются на цементномъ растворѣ (1 : 3); кромѣ того обмазываются какъ наружныя, такъ и внутреннія поверхности стѣнокъ цементнымъ растворомъ. Такъ какъ опытъ показываетъ, что внутренняя цементная штукатурка плохо держится, то въ последнее время для этой же цѣли употребляютъ обмазку асфальтомъ, но при условіи пропитки самихъ камней смолой. Заграницей для достиженія полной непроницаемости обкладываютъ поверхности выгребовъ метлахскими плитками.

Конечно, подобныя породы камней рѣдко встрѣчаются въ природѣ, и это обстоятельство заставляетъ строителей прибѣгать по экономическимъ соображеніямъ къ замѣнѣ камней кирпичомъ.

Выгребѣ изъ хорошо обожженного кирпича по своей конструкціи (черт. 14) и по способу обдѣлки близки къ конструкціи каменныхъ выгребовъ. Они также должны непременно вестись на цементномъ растворѣ 1 : 3; толщина стѣнокъ и дна должна быть не менѣе $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ кирпичей для достиженія лучшей непроницаемости (чер. 14).

Для послѣдней же цѣли стѣнки выгребовъ подраздѣляются на двѣ части, между которыми прокладывается слой цементнаго раствора толщиной въ 1,5—3 сант. Далѣе въ тѣхъ же видахъ раздвигаютъ стѣнки и промежутокъ между ними заполняютъ мятой утрамбованной глиной (чер. 15).



Изображенный на черт. 14 каменный выгребъ перекрытъ сводомъ (толщиною въ 1 кирпичъ), въ которомъ сдѣлано отверстіе (разм. 0,33×0,33)

для опорожнения, запираемое двойной чугунной крышкой. Промежуток между крышками заполняется землей или соломой. Дно выгребов сделано в видѣ обратнаго свода толщ. в $\frac{1}{2}$ кирпича. Выгребъ обложенъ изоляціоннымъ слоемъ глины и снабженъ боковымъ отверстіемъ, въ которое ввучена фановая труба. ✕

Бетонные выгребы являются въ настоящее время весьма распространенными, что легко объяснить достоинствами самого матеріала. Дѣйствительно, этотъ матеріалъ даетъ возможность придавать выгребамъ любую форму и давать экономію въ матеріалѣ, не ухудшая этимъ ихъ проницаемость.

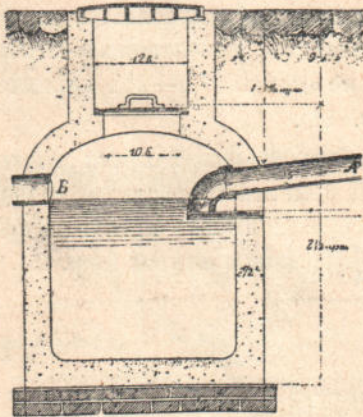
Бетонные выгребы могутъ устраиваться или набивными или заготовляться на специальныхъ заводахъ и только собираться на мѣстахъ.

Для набивныхъ выгребовъ берутъ бетонъ 1 : 3 : 4 или 1 : 3 : 3.

Примѣромъ бетоннаго набивнаго выгребовъ можетъ служить выгребъ, изображенный на черт. 16.

Выгребъ, представляетъ собой цилиндръ, перекрытый куполообразнымъ сводомъ. Основаніе его сдѣлано в видѣ 2 рядовъ бутовой плиты на цементномъ растворѣ; последнее при

Бетонный набивной
чер. 16.



плотномъ грунтѣ можетъ быть замѣнено щебнемъ. Люкъ выгребовъ при внутреннемъ диаметрѣ 50 сант. (12 верш.) снабженъ внутренней желѣзной и наружной чугунной крышкой. Внутренняя поверхность затерта цементнымъ растворомъ (1 : 1) весьма тщательно.

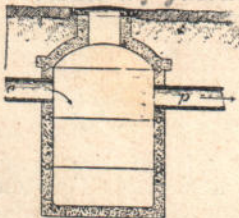
Выгребы заводскаго изготовленія состоятъ изъ отдѣльныхъ звеньевъ: нижнее звено съ дномъ, верхнее в видѣ купола и цилиндрической вставкой для люка; всѣ звенья соединяются между собой цементнымъ растворомъ 1 : 1.

На чер. 17а представленъ составной бетонный выгребъ системы Гюртлера.

Желѣзо-бетонные выгребы устраиваются обыкновенно по системѣ Монье, заключающейся въ примѣненіи желѣзнаго каркаса, заливнаго въ бетонъ, благодаря чему сокращается толщина стѣнокъ;

чер. 17а.

Бетонный из звеньевъ

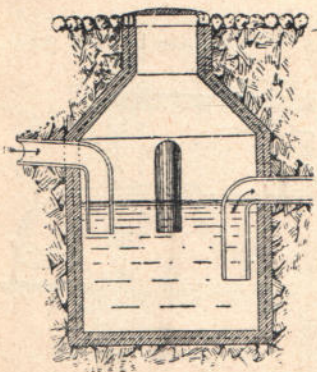


это можетъ отразиться на непроницаемости выгребовъ. Эти выгребы могутъ подобно бетоннымъ или устраиваться или на мѣстѣ или изготовляться изъ отдѣльныхъ звеньевъ (чер. 17b),

Заслуживаютъ также вниманія керамиковые выгребы, составленные изъ отдѣльныхъ звеньевъ (трубъ). Они устанавливаются или вертикально (чер. 18) или съ небольшимъ наклономъ къ горизонту (чер. 19).

Диаметръ трубъ, идущихъ на выгребъ, 28"—32". Лазы закрываются двойными чугунными крышками. Соединеніе трубъ между собой дѣлается такъ же какъ и обыкновенныхъ керамиковыхъ трубъ; сначала въ стыкъ плотно забивается конопатка изъ просмоленной пеньки, а затѣмъ стыкъ заливается асфальтовымъ гудрономъ (3—4 части сызранскаго асфальта и 1 часть гудрона).

Железо-бетон
чер. 17b.

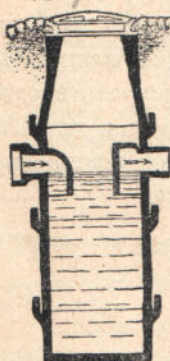


Выгреба эти отличаются своею непроницаемостью и вслѣдствіе примѣненія въ нихъ соляно-глазурованныхъ трубъ отлично сопротивляются разѣданію нечистотами и выдѣляющимися при ихъ разложеніи газами.

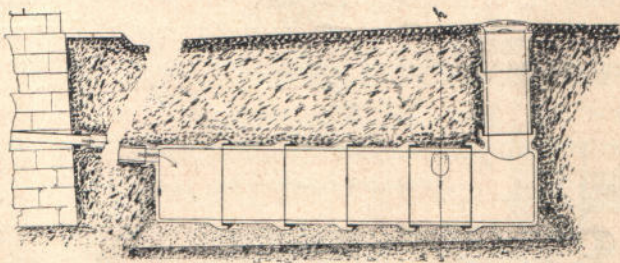
Железные выгреба (чер. 20) дѣлаются изъ оцинкованнаго желѣза, толщ. не менѣе $\frac{1}{4}$ д.; эта оцинковка защищаетъ ихъ отъ разѣданія нечистотами.

Они предоставляютъ собой обыкновенно цилиндръ, установленный наклонно къ люку для опорожненія.

чер. 18.
Керамиковый
(вертикаль)



Керамиковый (наклонный)
чер. 19.



Они могутъ быть устроены подземными, на глубинѣ 0,66 саж. отъ поверхности, или надземными въ нежилыхъ подвалахъ (чер. 21); послѣднее расположеніе очень облегчаетъ ихъ опорожненіе. Длина выгребовъ—отъ 2 до 6 мет. (1—3 саж.), діаметръ 1,15—1,50 мет. (4—5 футовъ). Люкъ закрывается чугунной крышкой; надъ ними въ Россіи въ подземныхъ выгребахъ устанавливается деревянный срубъ съ двойной крышкой. За границей же обыкновенный срубъ замѣняется желѣзнымъ небольшимъ цилиндромъ¹⁾.

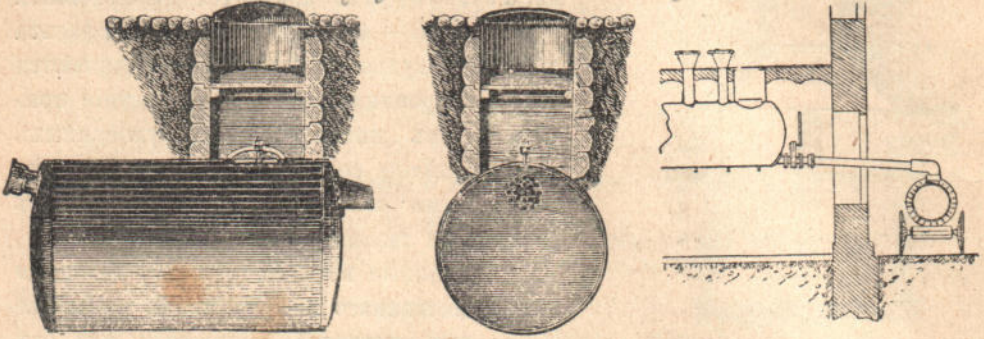
Къ категоріи постоянныхъ выгребовъ слѣдуетъ причислить такіе выгреба, гдѣ проводится принципъ отдѣленія жидкихъ отъ твердыхъ не-

¹⁾ Schmiedt, Entwaesserung und Reinigung der Gebäude.

чистотѣ. Принципъ этотъ построенъ на предположеніи, что моча является безопасной въ гигиеническомъ отношеніи, но онъ имѣетъ и практическое значеніе, такъ какъ при примѣненіи выгребовъ съ раздѣлителемъ нечистотъ сокращается количество вывозимыхъ нечистотъ вслѣдствіе выпуска жидкихъ

чер. 20.
металлическій (изъ оцинкован. жел.)

чер. 21.



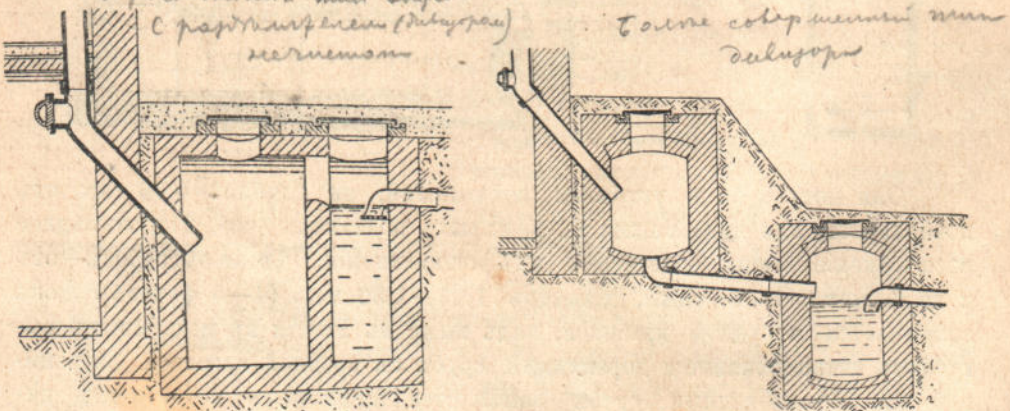
нечистотъ изъ выгребовъ. Основной принципъ совершенно ошибоченъ; такъ какъ моча можетъ обладать скорее большимъ количествомъ болезнетворныхъ микроорганизмовъ, чѣмъ твердые экскременты.

Простѣйшій типъ выгребовъ съ раздѣлителемъ нечистотъ (дивизоровъ) изображенъ на чер. 22.

Выгребъ перегораживается стѣнкой, не доходящей до его потолка; чрезъ получающееся такимъ образомъ отверстіе со скосомъ жидкія нечистоты стекаютъ во второе отдѣленіе, откуда могутъ быть спущены чрезъ входящую въ крайнюю стѣнку выгреба трубу. Твердые экскременты подѣйствіемъ силы тяжести осаждаются на дно перваго отдѣленія и постепенно

чер. 22.
Простѣйшій типъ выгребовъ с раздѣлителемъ (дивизоромъ) изъ металла

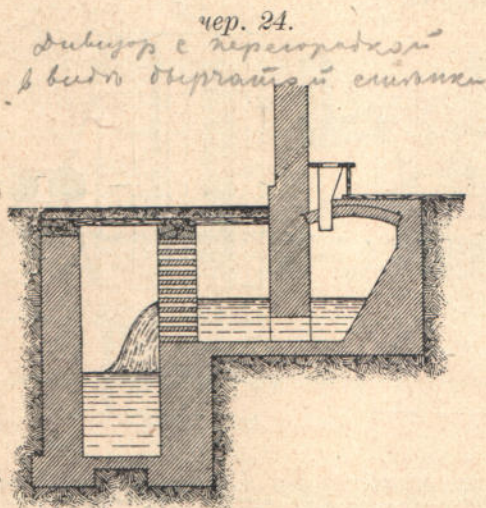
чер. 23.



заполняютъ его, послѣ чего извлекаются обычными способами. Это устройство не удовлетворяетъ своему назначенію, такъ какъ твердые экскременты, находящіеся въ разжиженномъ состояніи могутъ попадать во второе отдѣленіе, а оттуда и въ сливную трубу, что и подтверждается наблюденіями. Болѣе рациональный типъ дивизора представленъ на чертѣжѣ 23.

Въ этомъ типѣ примѣняются два отдѣльные выгреба, расположенные одинъ выше другого и соединенные между собой трубой; одинъ конецъ этой трубы, входящій въ верхній выгребъ, прикрытъ сѣткой, а другой конецъ впущенъ въ боковую стѣнку нижняго выгреба. Значительная глубина, на которую приходится опускать второй выгребъ въ плоскихъ мѣстностяхъ, затрудняетъ примѣненіе этого типа; кромѣ того сѣтка соединительной трубы забивается твердыми экскрементами, въ силу чего они могутъ легко пронестись во второй выгребъ. Этимъ конечно, нарушается принципъ отдѣленія твердыхъ отъ жидкихъ нечистотъ.

Дальнѣйшую эволюцію типа дивизоровъ представляетъ собой чер. 24. Здѣсь перегородка сдѣлана въ видѣ дырчатой стѣнки, которая можетъ быть



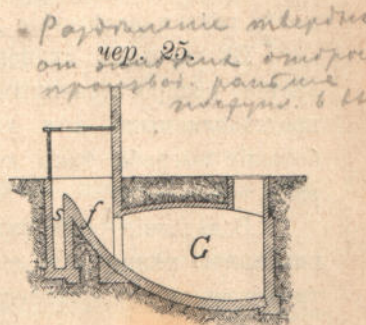
устроена изъ кладки съ отверстиями или пористаго камня или замѣнена металлической рѣшеткой. Способъ этотъ также несовершененъ, такъ какъ и здѣсь возможно попаданіе твердыхъ нечистотъ во второе отдѣленіе, хотя и въ меньшей степени, чѣмъ въ ранѣе описанныхъ типахъ.

Кромѣ этихъ типовъ имѣются еще типы, гдѣ раздѣленіе твердыхъ отъ жидкихъ нечистотъ производится раньше поступления въ выгребъ (чер. 25). По принципу, положенному въ устройствѣ этого выгреба жидкія нечистоты попадаютъ въ коло-

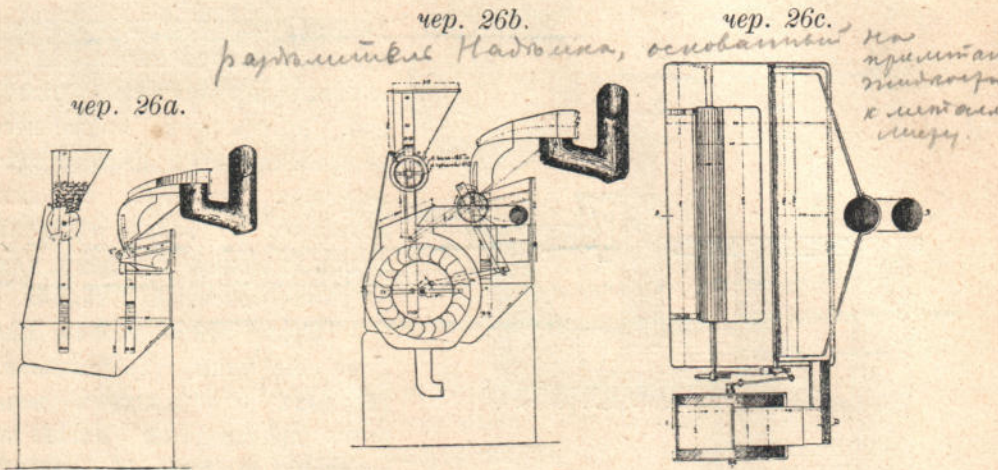
дезь *s*, а твердые по криволинейному сливу *f* въ выгребъ *C*. Въ дѣйствительности такого раздѣленія нечистотъ не наблюдается.

Къ этой же категоріи приборовъ слѣдуетъ отнести и раздѣлитель сист. Надфина, въ которомъ использовано свойство прилипанія жидкостей (чер. 26а-с).

Самое устройство раздѣлителя слѣдующее: къ затвору фановой трубы прикрѣпляется оцинкованный желѣзный листъ, изогнутый въ вертикальномъ сѣченіи по параболической кривой; сточныя воды, вытекая изъ фановой трубы, разливаются тонкимъ слоемъ по широкой поверхности листа, при чемъ размѣры листа и кривая параболы такъ рассчитана, что живая сила частицъ воды меньше силы прилипанія ихъ къ поверхности листа. Вслѣдствіе этого жидкость свободно скользитъ по листу внизъ и падаетъ въ устроенный въ концѣ листа желобъ, съ другой же



стороны экскременты и др. твердые вещества, дойдя до опредѣленнаго мѣста параболическаго листа, падаютъ внизъ въ особый ящикъ и такимъ образомъ *отдѣляются* отъ воды. Собираемая въ этомъ ящикѣ фекальная массы автоматически съ цѣлью дезодораціи засыпаются мелкимъ торфомъ при помощи особаго приспособленія, приводимаго въ движеніе наливнымъ колесомъ, которое въ свою очередь вращается подъ влияніемъ силы жидкости, отдѣленной раздѣлителемъ и отведенной по особой трубѣ въ наливное колесо. Жидкость послѣ прохожденія чрезъ наливное колесо проходитъ въ канализаціонную сѣть чрезъ ящикъ съ булжникомъ, который за послѣднее время замѣненъ изобрѣтателемъ коксомъ или шлакомъ.



Не смотря на остроуміе этого прибора его слѣдуетъ наравнѣ съ другими дивизорами признавать въ сущности бесполезнымъ, такъ какъ моча не можетъ считаться безразличной съ гигиенической точки зрѣнія; сельскохозяйственная утилизація твердыхъ экскрементовъ также невыгодна какъ вслѣдствіе большаго содержанія азотистыхъ веществъ въ мочѣ, такъ и вслѣдствіе дорогой перевозки на мѣста ихъ потребленія.

Въ городахъ съ неправильной примитивной канализаціей все же является распространеннымъ употребленіе водяныхъ клозетовъ вслѣдствіе представляемыхъ ими удобствъ. Вслѣдствіе этого приходится устраивать большіе выгреба, такъ какъ наполненіе ихъ происходитъ скорѣе въ 9—10 разъ.

Вслѣдствіе разжиженія экскрементовъ водой они теряютъ свою удобную цѣнность и должны вывозиться на городскія свалки. Вывозъ же такого огромнаго количества экскрементовъ поневолѣ становится обременительнымъ для домовладѣльцевъ, и поэтому являются вполнѣ понятными ихъ стремленія облегчить это бремя.

Для этой цѣли они прибѣгаютъ или къ устройству въ стѣнкахъ выгребовъ трубъ, соединяющихся съ существующими въ городѣ каналами, или прибѣгаютъ къ устройству проницаемыхъ бездонныхъ выгребовъ (погло-

щающихъ колодцевъ)—этого бича многихъ русскихъ городовъ,—заражающихъ почву и водные протоки.

Чтобы бороться съ этими вредными для общественнаго здоровья устройствами, городскія управления стали требовать отъ домовладѣльцевъ, чтобы они при присоединеніи своихъ выгребовъ къ городской канализаціи примѣняли дезодоризацію и дезинфекцію экскрементовъ въ выгребяхъ.

Дезодорирующія (абсорбирующія) вещества предназначаются для всасыванія жидкихъ экскрементовъ и для поглощенія образующихся при гніеніи нечистотъ газовъ; кромѣ того они окисляютъ твердые экскременты за счетъ содержащагося въ нихъ кислорода.

Къ нимъ относятся: сухая растительная земля (гумусъ), торфъ, древесный уголь, зола и т. п.

Дезинфецирующія вещества предназначаются для полнаго уничтоженія заразныхъ бактерій или для превращенія экскрементовъ, въ безвредныя соединенія; при ихъ употребленіи твердые вещества осаждаются въ выгребяхъ, а жидкія дѣлаются безвредными.

Къ нимъ относятся: известковое молоко, карболовая кислота, сулема, хлористая известь, сѣрнистыя и хлористыя соединенія мѣди, желѣза, цинка и свинца, соляная кислота, нефть, сѣрная кислота, феноловая кислота, крезолъ, лизоль, сапроль и т. п.

Абсорбирующія вещества не убиваютъ патогенныхъ микроорганизмовъ, и поэтому сточныя воды послѣ обработки ими также вредны съ гигиенической точки зрѣнія.

Большого вниманія заслуживаютъ дезинфецирующія вещества, хотя и они нерѣдко не въ состояніи уничтожить всѣхъ болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ.

Главнымъ препятствіемъ для дѣйствія дезинфектантовъ является то обстоятельство, что микробы, защищаемые мельчайшими частицами матеріи, не могутъ подвергнуться ихъ бактерицидному дѣйствию.

Кромѣ того нѣкоторые изъ дезинфектантовъ (какъ напр. хлористая известь, карболовая кислота) издають отвратительный запахъ и раздражаетъ органы обонянія и дыханія.

Выгода же въ примѣненіи дезинфецирующихъ веществъ заключается въ томъ, что освѣтленныя воды стекаютъ въ городскіе каналы, а для вывоза остается въ выгребяхъ сравнительно незначительная часть.

Также дезинфекція содержимаго выгребовъ является необходимой во время эпидемій; наиболѣе распространенными вслѣдствіе своей дешевизны у насъ въ Россіи является известковое молоко и хлорная известь.

Въ качествѣ типовъ выгребовъ, пригодныхъ для дезинфекціи, слѣдуетъ считать вышеописанные выгребъ съ раздѣленіемъ нечистотъ. Въ первомъ отдѣленіи производится осажденіе, а во второе вливаютъ дезинфекціонную жидкость, оказывая лучшее дѣйствіе на освѣтленныя жидкости.

Но кромѣ такихъ типовъ выгребовъ имѣются еще довольно много специальныхъ типовъ, въ которыхъ устанавливаются постоянные сосуды съ дезодорирующей или дезинфекціонной жидкостью.

Опишемъ одинъ изъ нихъ, предложенный извѣстнымъ инженеромъ Врих (чер. 27).

Выгребъ состоитъ изъ 2 отдѣленій; въ первомъ осаждаются грубыя и тяжелыя вещества; освѣтленная воды при переходѣ во второе отдѣленіе должны пройти чрезъ маленькій резервуаръ, въ которомъ помѣщается ведро съ дезодорирующимъ веществомъ (съ запасомъ на недѣлю).

Это желѣзное оцинкованное ведро, подвѣшенное на цѣпочкѣ, имѣетъ продырявленное дно, откуда вытекаютъ реактивы. Изъ второго отдѣленія сточныя воды предъ поступленіемъ въ каналъ протекаютъ въ колодезь *B*, гдѣ проходятъ уже черезъ слой дезинфецирующей жидкости толщ. 2 см. Изъ колодца *B*, уровень котораго ниже уровня выгребовъ *A* на 6 см., дезодорированныя и дезинфецированныя воды стекаютъ въ городскіе каналы.

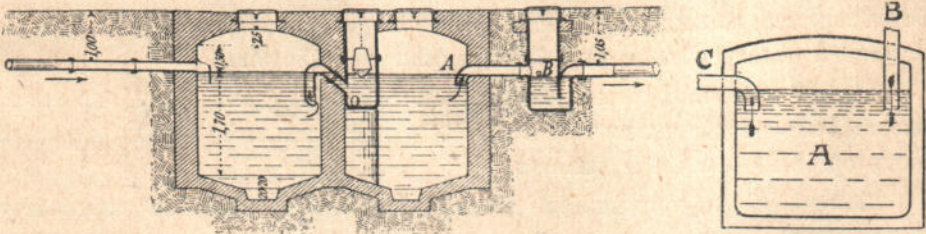
§ 5. Септичекіе выгребовъ. Стремленіе уменьшить объемъ вывозимыхъ изъ выгребовъ экскрементовъ при условіи спуска жидкихъ нечистотъ привело къ изобрѣтенію особаго рода выгребовъ, которыхъ мы будемъ называть въ дальнѣйшемъ изложеніи *септичекими*, такъ какъ ихъ работа основана на дѣятельности бактерій, разлагающихъ органическіе вещества.

Первый „септичекій выгребъ“ былъ изобрѣтенъ *Мура* (Mouras) еще въ 1881 г. (чер. 28).

Въ этотъ выгребъ, герметически закрытый двойной крышкой, сверху входитъ фановая труба, а сбоку выходитъ сливная труба. Въ верхней части выгребовъ образуется толстая и черноватая корка изъ плавающихъ веществъ,

Выгребъ Мура. Въ видѣ приспособленія къ дезинфецированію при дезодорированіи и дезинфецированіи
чер. 27.

Септичекій выгребъ
чер. 28. *Мура*



а на днѣ осаждаются тяжелыя вещества. Между коркой и осадкомъ находится освѣтленная жидкость, въ которой плаваютъ фановая и сливная трубы. Образованіе этой корки способствуетъ развитію дѣятельности анаэробныхъ бактерій, разлагающихъ органическія вещества.

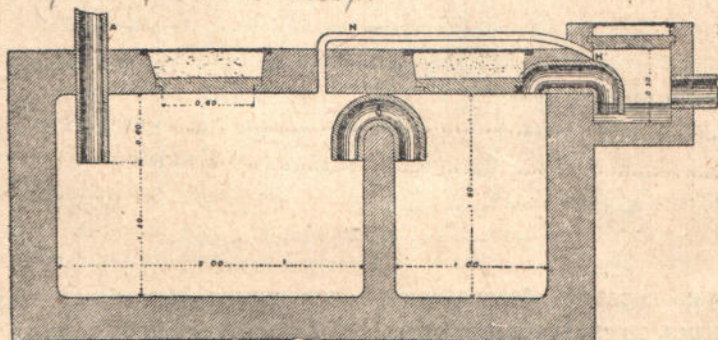
Въ сущности въ выгребѣ *Мура* слѣдуетъ видѣть первичный типъ гниlostнаго резервуара (septic-tank), изобрѣтеннаго позднѣе въ 1885 г. Камерономъ (Cameron) и служащаго весьма часто первымъ этапомъ біологической очистки.

Эти выгребы Мура были описаны аббатом Муаньо и стали устраиваться во всѣхъ странахъ. Въ Россіи эти выгребы известны по имени представителя подъ названіемъ выгребовъ Шамбо. Въ описанномъ выгребѣ Мура или Шамбо давленіе образующихся въ немъ газовъ часто настолько понижало уровень воды въ немъ, что обнажалось отверстіе сливной трубы, и твердые экскременты появлялись въ сточныхъ водахъ.

Поэтому съ 1882 г. въ Бордо стали примѣнять выгребы Мура, но уже видоизмѣненной конструкціи (чер. 29).

Прежде всего этотъ выгребъ раздѣлили перегородкой на двѣ части, соединяемыя изогнутой трубой *S*, концы которой помѣщались на $\frac{1}{3}$ высоты выгребовъ. Сточные воды поступали по трубѣ *A*, и осаждались въ первой части, гдѣ главнымъ образомъ и развивались анаэробные процессы; переливаясь по трубѣ *S*, во второе отдѣленіе, онѣ стекали по трубѣ *H*, погруженной на 3 дюйма въ жидкость въ колодезѣ, а черезъ колодезь въ каналъ;

Сейчасъ выгребъ увеличенъ въ диаметръ. чер. 29. Мура (Муаньо - Шамбо)



свинцовая трубка *N* служитъ для отвода развивающихся въ первомъ отдѣленіи газовъ. Оба отдѣленія выгребовъ закрыты герметическими крышками. Емкость Бордоскихъ выгребовъ опредѣляется по нормѣ 1 куб. метръ на 3 человѣка.

Изъ новыхъ установокъ септическихъ выгребовъ заслуживаютъ вниманія и выгребы системы Безо (*Bezault*),¹⁾ которые являются весьма распространенными на югѣ Франціи (чер. 30).

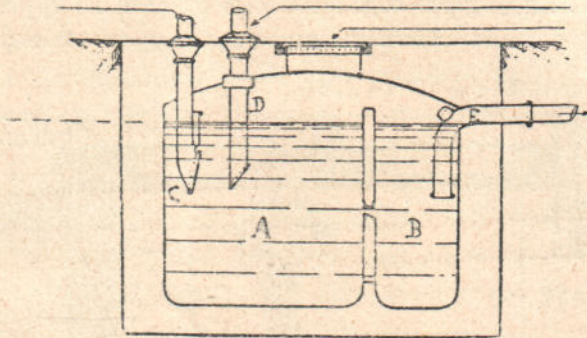
Эти выгребы также раздѣлены на два отдѣленія перегородкой съ продольнымъ отверстіемъ высотой 25 миллиметровъ на половинѣ высоты выгребовъ. Въ первое отдѣленіе входят двѣ трубы: *C*, приводящая kloзетныя воды и *D*, приводящая хозяйственныя и дождевыя воды. Труба *C* имѣетъ загнутый почти вертикально конецъ, чтобы препятствовать входу въ нее гнилостныхъ газовъ. Всѣ трубы *C*, *D* и выходная *E* погружены въ жидкость на 0,5 метра. Размѣры выгребовъ опредѣляются по нормѣ 1 куб. мет. на 10 человѣкъ.

Этимъ септическимъ выгребамъ представители фирмъ приписывали слѣдующія преимущества. Во первыхъ, по ихъ мнѣнію, эти выгребы почти не требовали никакого или весьма рѣдкаго (1—2 раза въ годъ) вывоза,

¹⁾ La Technique Sanitaire, 1909 г. Au sujet des fosses septiques par *Laveran*.

такъ какъ количество получаемаго въ нихъ осадка ничтожно, а во вторыхъ очищенные въ нихъ воды могли спускаться, какъ совершенно безвредныя, въ открытые водные протоки. Оба эти свойства оказались по изслѣдованіямъ совершенно невѣрными. По опытамъ С. К. Держговскаго ¹⁾ оказалось, что эти выгреба потому даютъ сравнительно мало осадковъ, что имъ придается излишне большой объемъ и осадокъ располагается тонкимъ слоемъ по дну выгреба; видимому-же уменьшенію осадка, по даннымъ проф. Проскауэра, способствуетъ еще его уплотненіе вслѣдствіе разрушенія слизистыхъ массъ, имѣющихся въ нечистотахъ. Самый же распадъ въ нихъ органическихъ веществъ происходитъ слишкомъ слабо и медленно.

Смѣтл. выгреб септ. Бего (напр. в. Франкф.)
чер. 30.



Что уже касается безвредности очищенныхъ выгребами Шамбо, Безо и т. подобными, то слѣдуетъ замѣтить, что здѣсь имѣется полная возможность развиваться болѣзнетворнымъ микробамъ во всемъ громадномъ количествѣ застаивающейся воды, и потому освѣтленныя септическими выгребами воды должны считаться такими же опасными, какъ и свѣжіе экскременты.

§ 6. **Подвижные выгреба.** Подвижные выгреба могли бы быть еще признаны Гигіеной, если бы ихъ было ~~бы~~ можно герметически закупоривать, и ежедневно увозить нечистоты до начала процессовъ разложенія.

Они устраиваются въ видѣ бочекъ или чановъ различной ёмкости, устанавливаемыхъ непосредственно подъ фановыми трубами и соединяемыхъ съ ними специальными патрубками.

Такъ какъ при примѣненіи этого способа загрязненіе почвы совершенно устранено и возможно быстрое удаленіе нечистотъ (на практикѣ 2 раза въ недѣлю), то вполне понятно, что бочечная система получила широкое распространеніе во многихъ городахъ Западной Европы (Гейдельбергъ, Грацъ, Дортрехтъ, Копенгагенъ, Цюрихъ, Веймаръ, Рохдаль, Манчестеръ и пр.).

¹⁾ Труды VIII Водопроводнаго Съезда, докладъ С. К. Держговскаго, О значеніи септическихъ приспособленій для очистки сточныхъ водъ.

Бочки устраиваются вертикальными или горизонтальными; онѣ переносятся или вручную за придѣланныя къ нимъ ручки или, будучи установлены на двухъ или четырехъ-колесной тельжкѣ, отвозятся лошадьми.

Бочки должны удовлетворять слѣдующимъ основнымъ условіямъ:

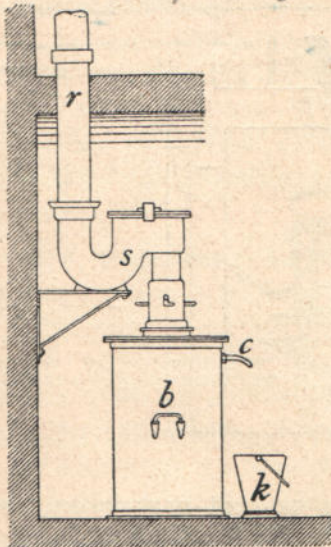
- a) бочки должны быть устроены изъ матеріала, допускающаго тщательную пригонку отдѣльных частей;
- b) соединеніе бочекъ съ фановыми трубами должно быть тщательно сдѣлано;
- c) отверстіе бочекъ должно быть заперто крышкой, не пропускающей воздуха;
- d) бочки должны допускать изъ тщательную очистку послѣ опорожненія.

Величина бочекъ и чановъ, какъ и постоянныхъ выгребовъ, зависитъ отъ числа жителей, отъ промежутка между двумя смѣнами бочекъ и отъ впуска въ нихъ кромѣ экскрементовъ и другихъ домовыхъ сточныхъ водъ.

При обыкновенныхъ устройствахъ размѣръ бочекъ выбираютъ такимъ образомъ, чтобы два рабочихъ могли бы оттянуть ихъ отъ фановой трубы и перенести за ручки на повозку. Размѣры небольшихъ бочекъ: діам. 40 - 45 см. (8 - 9 вер.) и высота—80 - 90 см. (около 1¹/₄ арш.); ёмкость 100—110 лит. (8 - 9 ведеръ); вѣсъ netto—35 - 45 клгр. и brutto—135 - 150 клгр.

Въ большихъ же зданіяхъ примѣняются большія бочки, ёмкостью отъ 200 до 1000 литровъ при употребленіи дерева и до 1500 литровъ—при употребленіи желѣза. Въ общественныхъ же сооруженіяхъ (школахъ, фабрикахъ, казармахъ и т. д.) употребляются бочки ёмкостью до 2000 литровъ устанавливаемые на четырехъ-колесныхъ повозкахъ и имѣющія нѣсколько впускныхъ отверстій.

*переносимые чаны
ганты чер. 31. (оцинков.
или окрашенн.)*



Бочки обыкновенно устраиваются изъ дерева или желѣза.

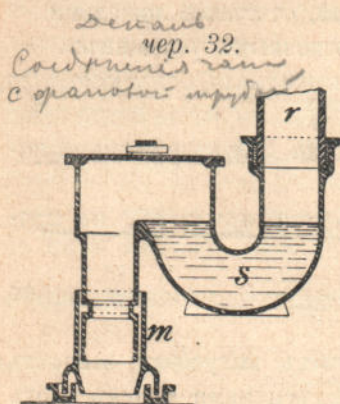
Деревянные бочки слѣдуетъ дѣлать изъ дуба, скрѣплять ихъ отдѣльныя части желѣзными обручами и непременно окрашивать.

Въ верхней части бочекъ дѣлается мѣдная или цинковая воронка для приѣма нечистотъ изъ фановой трубы. Очистка деревянныхъ бочекъ весьма затруднительна.

Гораздо чаще употребляются желѣзные переносные чаны небольшой ёмкости (чер. 31), устраиваемые въ видѣ небольшихъ цилиндрическихъ сосудовъ. Для пре-

дохраненія отъ ржавленія чаны или ежегодно окрашиваются или же дѣлаются изъ оцинкованнаго желѣза.

Затворъ, которымъ этотъ чанъ присоединяется къ фановой трубѣ, изображенъ детально на чертежѣ 32.



Фановая труба r заканчивается сифономъ s , который защищаетъ клозетныя помѣщенія отъ вторженія зловонныхъ газовъ; спускное колѣно сифона соединяется съ чаномъ посредствомъ муфты m , которая нижнимъ концомъ своимъ входитъ въ желобъ, засыпаемый землей или пескомъ. Сифонъ снабженъ прочистнымъ отверстіемъ (ревизіей), запертымъ крышкой.

Если чанъ наполненъ, то его закрываютъ крышкой, изображенной на черт. 33.

На случай переполненія чана сточныя воды чрезъ трубку c стекаютъ въ ведро k (черт. 31); эта трубка при перемѣнѣ чановъ закрывается навинчиваемой крышкой.

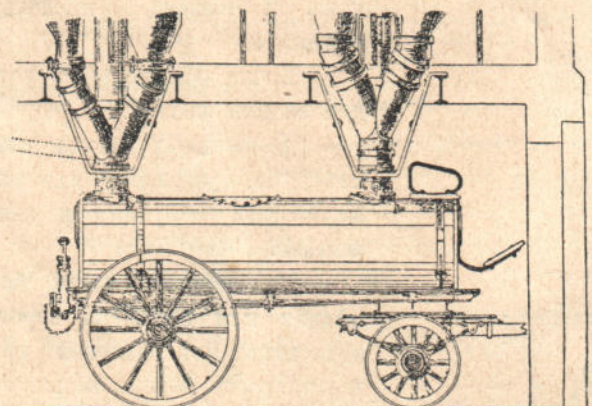
Крышка для закрыванія камеръ чана



Для того, чтобы не было перерыва при пользованіи бочками, необходимо, чтобы имѣлись всегда запасныя вычищенные бочки. Описанная на чертежахъ 31—33 система бочекъ называется по имени города Гейдельбергской.

Для большихъ установокъ употребляются подвижныя бочки на повозкахъ (черт. 34); онѣ соединяются посредствомъ подвижныхъ патрубковъ съ

Подвижныя бочки для большихъ чановъ чер. 34.

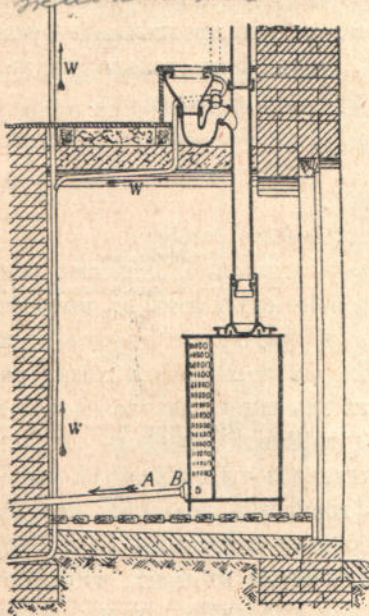


фановыми трубами. Труба, показанная на этомъ чертежѣ пунктиромъ, служитъ для вентиляціи выгребовъ.

Вмѣсто простыхъ бочекъ и чановъ въ городахъ, въ которыхъ имѣлись каналы, стали примѣнять чаны съ раздѣленіемъ нечистотъ, называемые

дивизорами или сепараторами (черт. 35). Бочка раздѣлена дырчатой перегородкой на двѣ неравныя части, изъ которыхъ бѣльшая служитъ для осажденія твердыхъ веществъ, а меньшая соединена съ отводной трубой

Бочка дивизоромъ сепараторомъ для предварительнаго очищенія канализационныхъ стоковъ.



А гайкой В. Труба W приводитъ воду для обмыванія клозета. Подобныя устройства, сокращая расходы по вывозу, уступаютъ простымъ бочкамъ съ санитарной точки зрѣнія, такъ какъ при примѣненіи ихъ значительно возрастаетъ время между двумя смѣнами бочекъ.

Для дезодоризаціи и дезинфекціи содержимаго бочекъ и чановъ, пользуются тѣмъ же абсорбирующими и дезинфицирующими веществами, какъ и для постоянныхъ выгребовъ.

Бочки должны устанавливаться въ сухихъ сводчатыхъ подвалахъ съ асфальтовымъ или цементнымъ поломъ со свободнымъ доступомъ въ нихъ со стороны двора. Далѣ помещеніе для бочекъ должно быть совершенно изолированнымъ отъ жилыхъ помещеній стѣнами толщиной не менѣе 1 кирпича.

Кромѣ того необходимо требовать, чтобы помещеніе для бочекъ было бы хорошо защищено отъ мороза; въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится прибѣгать къ его обогрѣванію. Необходимыя размѣры помещенія для одной бочки съ переливнымъ ведромъ: толщ. 1 кв. мет. и высота 1,80—2,00 мет. Иногда помещенія для бочекъ устраиваютъ въ нишахъ, помѣщаемыхъ въ стѣнахъ лѣстничной кѣтки. Для обезпеченія чистоты воздуха въ помещеніи для бочекъ необходимо ихъ вентилировать, не говоря уже о вентиляціи самихъ бочекъ.

§ 7. Опорожненіе выгребовъ. Опорожненіе выгребовъ, какъ мы уже объ этомъ говорили выше, должно совершаться по возможности чаще, во избѣжаніе появленія опасныхъ для здоровья гнилостныхъ процессовъ въ нечистотахъ. Далѣ рѣдкое опорожненіе выгребовъ ведетъ къ значительному увеличенію ихъ ёмкости; кромѣ того содержащаяся въ нихъ нечистота уплотняются и весьма трудно удаляются насосами. Самое опорожненіе выгребовъ въ большинствѣ случаевъ производится въ ночное время.

При опорожненіи постоянныхъ выгребовъ слѣдуетъ руководствоваться слѣдующими основными правилами:

1) вывозъ долженъ совершаться въ непроницаемыхъ для газовъ сосудахъ къ мѣстамъ назначенія безъ задержки уличнаго движенія;

2) удаленіе содержимаго выгребовъ и нагрузка его въ бочки должна совершаться безъ отравленія воздуха газами, загрязненія двора и стѣнъ зданія.

Вывозъ нечистотъ можетъ производиться какъ самими домовладѣльцами, такъ и городскими управленіями въ особыхъ ассенизаціонныхъ бочкахъ ёмкостью отъ 1200 до 2000 литровъ.

Съ гигиенической точки зрѣнія слѣдуетъ отдать предпочтеніе организаціи городскихъ ассенизаціонныхъ обозовъ, такъ какъ только въ этомъ случаѣ можно обезпечить систематическое опорожненіе выгребовъ. Постоянные выгребы можно опорожнять:

- a) вручную,
- b) высасывая ихъ содержимое насосами,
- c) высасывая ихъ содержимое разръженіемъ воздуха.

Опорожненіе вручную является весьма антигигиеничнымъ способомъ. Онъ осуществляется двояко: одни рабочіе спускаютъ въ выгребъ и оттуда наполняютъ поставленные у выгребовъ ведра, другіе опорожняютъ эти ведра въ бочки. Примѣненіе этого приѣма небезопасно для жизни рабочихъ, такъ какъ они могутъ задохнуться отъ вдыханія развивающейся при гніеніи нечистотъ углекислоты. Чтобы предотвратить подобныя печальныя явленія необходимо провѣрить нахожденіе углекислоты въ воздухѣ выгребы опусканіемъ горячей свѣчи или сосуда съ горящими угольями; потуханіе свѣчи или углей покажетъ на опасное для жизни содержаніе CO_2 . Второй приѣмъ опорожненія выгребовъ вручную заключается въ томъ, что рабочіе, стоя у выгребы, погружаютъ въ него черпаки и наполняютъ ведра, которые опорожняются въ бочки. Нечего говорить, что эти способы не удовлетворяютъ вышеприведеннымъ правиламъ, такъ какъ здѣсь имѣется на лицо и отравленіе воздуха газами и загрязненіе двора и стѣнъ зданія. Поэтому эти приѣмы ни въ какомъ случаѣ не должны примѣняться въ населенныхъ мѣстахъ.

При опорожненіи выгребовъ подвижными насосами поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Къ выгребу подвозится насосъ на 4-колесномъ ходу; всасывающій рукавъ насоса (діам. 8—10 см.) опускается въ выгребъ, а напорный въ ассенизаціонную бочку; отдѣльные шланги обоихъ рукавовъ между собой свинчиваются. Для нагнетанія содержимаго выгребы требуется два рабочихъ. Выдѣляющіеся въ бочкахъ газы пропускаются по отводной трубѣ чрезъ сосудъ съ горящими угольями.

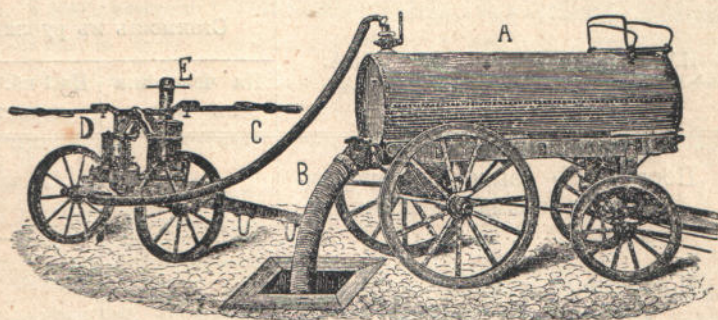
Все таки способъ выкачиванія нечистотъ насосами оставляетъ желать много лучшаго. Прежде всего при его примѣненіи требуется извѣстное время для установки насоса и размѣщенія шланговъ, въ теченіе котораго уже можетъ начаться выходъ газовъ изъ выгребы. Затѣмъ сгораніе газовъ на воздухѣ происходитъ неполное; далѣе клапаны насосовъ часто закупориваются, что вызываетъ необходимость ихъ немедленной очистки на мѣстѣ и сопровождается также выдѣленіемъ газовъ.

Наконецъ твердые плотные осадки не могутъ быть высосаны со дна выгребовъ, такъ что ихъ по временамъ приходится удалять вручную.

Такимъ образомъ и этотъ способъ не можетъ считаться удовлетворяющимъ поставленнымъ нами требованіямъ. Если выгребъ требуетъ частаго опорожненія, то при нихъ устанавливаются неподвижные насосы. Наилучшимъ же съ гигиенической точки зрѣнія является третій приемъ, заключающійся въ слѣдующемъ.

Основной принципъ, положенный въ его основу, заключается въ использовании разности давленій атмосфернаго и разрѣженнаго воздуха (пневматическая система); для этой цѣли (чер. 36) насосъ *D* соединяется посред-

чер. 36.



ствомъ 40 мм. ($1\frac{1}{2}''$) спиральнаго резинового рукава *C* съ ассенизаціонной бочкой *A*, въ низъ которой входитъ всасывающій спиральный рукавъ *B* (отъ 85 мм.—125 мм. или отъ $3\frac{1}{2}''$ до $5''$ въ діаметрѣ), опущенный въ очищаемый выгребъ. Затѣмъ насосъ приводится въ дѣйствіе и выкачиваетъ изъ бочки воздухъ до тѣхъ поръ, пока содержимое выгребѣ не поднимется въ бочку. Смѣсь зловонныхъ газовъ и воздуха, выкачиваемая насосомъ, проводится непосредственно изъ насоса въ печку *E*, гдѣ и сгораетъ. Эти пневматическія ассенизаціонныя насосы мало подвержены порчѣ, такъ какъ они непосредственно не прикасаются къ жидкости.

Иногда прибѣгаютъ къ разрѣженію бочекъ на центральной станціи, но этотъ приемъ ведетъ ко входу воздуха въ бочки на пути отъ станціи къ дворовому участку, и поэтому онъ не рекомендуется,

Все опорожненіе выгребѣ пневматическимъ способомъ занимаетъ не болѣе 3 минутъ при участіи 4 рабочихъ.

Примѣненіе пневматическаго способа даетъ удаленіе содержимаго выгребовъ безъ всякаго запаха, и поэтому въ нѣкоторыхъ городахъ Западной Европы пневматическая очистка производится днемъ (Маннгеймъ).

Эксплоатація подвижныхъ выгребовъ сводится къ замѣнѣ наполненной бочки очищенной, но это возможно при пользованіи системой смѣнныхъ бочекъ.

При пользованіи смѣнными бочками существуетъ опасность передачи заразныхъ болѣзней изъ одного дома въ другой. Для устраненія этого при- бѣгаютъ къ обмыванію бочекъ послѣ ихъ очистки дезинфицирующимъ растворомъ.

Примѣромъ подобныхъ установокъ служить Гамбургская станція для очистки и обмыванія кадей ¹⁾.

На стоимость вывоза при примѣненіи различныхъ выгребовъ вліяетъ выборъ извѣстной системы домовыхъ отхожихъ мѣстъ.

Кönig ²⁾ даетъ интересную таблицу стоимости вывоза при примѣненіи постоянныхъ и подвижныхъ выгребовъ въ нѣмецкихъ городахъ.

ТАБЛИЦА V.

№№ по по- рядку.	НАЗВАНІЕ СИСТЕМЫ ВЫГРЕБА.	Стоимость въ рубляхъ.	
		На человѣка въ годъ.	На 1 кв. метръ нечистотъ.
1	Постоянные выгребъ, опораж- няемые пневматическимъ спо- собомъ	0,35—0,80	0,75—1,60
2	Постоянные выгребъ при при- мѣненіи торфяныхъ клозе- товъ	0,80—1,25	1,50—2,50
3	Подвижные выгребъ (смѣнные бочки)	0,60—1,00	1,10—2,00
4	Тоже, но съ примѣненіемъ тор- фяныхъ клозетовъ	0,8 —1,10	1,55—2,40

Изъ этой таблицы мы видимъ, что примѣненіе торфа увеличиваетъ стоимость вывоза нечистотъ въ среднемъ въ 1,5 раза сравнительно съ вывозомъ безъ его примѣненія.

¹⁾ Gesundheits - Ingenieur, 1906, Fäkalienbeseitigung durch Kübelabfuhr mit besonderer Berücksichtigung der Kübelreinigung von Caspersohn.

²⁾ König, Die Verunreinigung der Gewässer.

Г Л А В А IV.

§ 1. **Классификація системъ канализаціи.** Единственно правильнымъ рѣшеніемъ вопроса объ удаленіи нечистотъ слѣдуетъ признать канализацію т. е. постройку сѣти каналовъ, отводящихъ сточныя воды за предѣлы городовъ до начала въ нихъ процессовъ разложенія.

Но при этомъ слѣдуетъ имѣть ввиду, что постройка канализаціи возможна только при *вполнѣ опредѣленныхъ условіяхъ*. Для этой цѣли необходимо прежде всего существованіе въ городѣ водопровода, дающаго возможность населенію потреблять не менѣе 50 литровъ на человека и достаточная и равномерно распределенная по кварталамъ города плотность населенія. Этими соображеніями легко объяснить, почему городъ приступаетъ сначала къ канализаціи центральныхъ частей города, а спустя уже нѣкоторое время и окраинныхъ. Къ этимъ условіямъ слѣдуетъ присоединить еще и существованіе уклоновъ, достаточныхъ для самосплава нечистотъ. Правда, въ случаѣ отсутствія уклоновъ техника располагаетъ для этой цѣли особыми канализаціонными системами, въ которыхъ примѣняется перекачка сточныхъ водъ, но все же отсутствіе уклоновъ нельзя не признать факторомъ, увеличивающимъ стоимость канализаціи.

Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что построенная канализація вызываетъ увеличеніе работы водопровода, такъ какъ при ея существованіи является возможность замѣнить отхожія мѣста водяными клозетами, установить въ домахъ кухонныя раковины, ванны и умывальники, что было бы неэкономичнымъ при вывозной системѣ

Системъ канализацій существуетъ нѣсколько, и выборъ той или иной системы зависитъ отъ мѣстныхъ и экономическихъ условій города.

Системы канализаціи можно подраздѣлять на три группы:

- 1) общесплавныя (système unitaire, mischsystem, combined system).
- 2) раздѣльныя (système séparatif, trennsystem, separate system).
- 3) полураздѣльныя (système du deversoir - intercepteur, system of intercepting).

Въ общесплавныхъ системахъ всѣ городскія сточныя воды отводятся въ одной сѣти каналовъ.

Въ раздѣльныхъ системахъ домовыя, промышленныя и общественныя воды отводятся въ одной сѣти каналовъ, а воды атмосферныя въ другой; такимъ образомъ въ этой системѣ строятся двѣ независимыя сѣти водосточныхъ каналовъ.

Системы съ двумя сѣтями каналовъ слѣдуетъ называть полными раздѣльными сплавными системами.

Если же устраивается только одна сѣть для домовыхъ и промышленныхъ водъ, то такая система канализаціи называется неполной раздѣльной сплавной системой.

Если же удаленіе нечистотъ не можетъ осуществиться посредствомъ простаго сплава, то примѣняютъ различныя системы канализаціи, обыкновенно носящія имя ихъ изобрѣтателя; онѣ могутъ быть названы также неполными раздѣльными системами.

Ближе всего стоитъ къ неполной раздѣльной сплавной системѣ система Веринга, отличающаяся отъ нея, главнымъ образомъ, установкой въ начальныхъ точкахъ сѣти особыхъ промывныхъ сифоновъ и нѣкоторыми деталями въ устройствѣ сѣти.

Далѣе идутъ пневматическія (дифференціальныя) системы, гдѣ для удаленія нечистотъ используютъ дѣйствіе разрѣженнаго или сжатаго воздуха или силу напорной воды. Къ системамъ, дѣйствующимъ разрѣженнымъ воздухомъ, относятся системы Лирнура, Берліе, Леваллуа-Перрэ и Бурова.

Утилизація же сжатаго воздуха для подъема нечистотъ осуществляется системой Шона. Весьма близко къ системѣ Шона стоитъ система Гриббодова, заключающаяся въ замѣнѣ пневматическихъ подъемниковъ Шона изобрѣтенными имъ гидравлическими подъемниками.

За послѣднее время подъемники Шона стали замѣнять электрическими насосами, что можетъ также считаться особой системой неполной раздѣльной канализаціи.

Если къ каналамъ неполныхъ раздѣльныхъ системъ присоединить еще и сѣть каналовъ, отводящихъ атмосферныя воды, то эти системы превращаются въ полныя раздѣльныя системы.

Полураздѣльныя системы также отводятъ всѣ сточныя воды, какъ общесплавныя и полныя раздѣльныя системы, но только раздѣленіе домовыхъ, промышленныхъ и атмосферныхъ водъ производится иначе. Здѣсь также устраиваются двѣ сѣти каналовъ: по одной сѣти идутъ всѣ воды, кромѣ атмосферныхъ, а по другой атмосферныя; по крайямъ же городскихъ рѣкъ и каналовъ устраиваются особые каналы, называемые интерцепторами, которые пересекаются съ каналами двухъ независимыхъ сѣтей въ особыхъ камерахъ. Въ этихъ камерахъ происходитъ непосредственное соединеніе къ интерцепторамъ нижнихъ домовыхъ каналовъ, а атмосферные каналы или соединяются съ интерцепторами или же отводятъ свои воды въ рѣки и каналы. Соединеніе ихъ съ интерцепторами происходитъ при помощи особыхъ устройствъ, если въ нихъ протекаютъ малые количества дождевыхъ, водъ наиболѣе загрязненные уличными и дворовыми нечистотами; во время же сильныхъ

дождей и ливней атмосферныя воды сливаются въ городскіе водные протоки. Такимъ образомъ при этой системѣ за предѣлы города отводятся всё грязныя воды и наиболѣе загрязненная часть атмосферныхъ.

Заканчивая классификацію системъ канализации, слѣдуетъ указать, что не всегда въ городѣ примѣняется одна и та же система; наоборотъ очень часто встрѣчается комбинація общесплавныхъ и раздѣльныхъ системъ. (Дрезденъ, Неаполь, Кельнъ).

§ 2. Изысканія для устройства канализации. При составленіи проекта канализации необходимо произвести весьма тщательныя и разнородныя изысканія для полученія всѣхъ необходимыхъ данныхъ.

Прежде всего слѣдуетъ произвести *топографическія изысканія* т. е. составить планы въ горизонталяхъ какъ самого канализируемаго района, такъ и близлежащихъ мѣстностей, если онѣ имѣютъ общій уклонъ къ городу; на это слѣдуетъ обратить особенное вниманіе, если городъ расположенъ въ котловинѣ, окруженной горами (Тифлисъ), такъ какъ во время дождей и ливней въ городъ могутъ стекать огромные количества воды и причинять серьезные убытки.

Кромѣ того необходимо произвести какъ топографическую съемку мѣстности, гдѣ предполагается построить сооруженія для очистки сточныхъ водъ города, такъ и съемку той полосы, по которой долженъ пройти главный коллекторъ, отводящій всё воды города на очистныя сооруженія. Если же къ городу примѣненъ принципъ децентрализаціи (Берлинъ) т. е. очистка сточныхъ водъ будетъ производиться въ нѣсколькихъ пунктахъ, то необходимо составить планы въ горизонталяхъ всѣхъ этихъ мѣстностей. При составленіи плановъ въ горизонталяхъ нужно обратить особое вниманіе на точность работы, такъ какъ здѣсь малѣйшія ошибки при нивелировкѣ могутъ сильно вліять на отводоспособность водостоковъ, которые укладываются съ небольшими уклонами. Самую нивелировочную съемку слѣдуетъ организовать такъ, чтобы ошибки въ нивелировкѣ не накоплялись: для этой цѣли слѣдуетъ организовать послѣдовательную съемку контуровъ (площадями въ 2—4 кв. версты) и нивелировку входящихъ въ эти контуры городскихъ улицъ связывать съ нивелировкой контуровъ. Способъ этотъ былъ нами испытанъ при нивелировкѣ СШБ. для проекта его канализации и далъ весьма удовлетворительные результаты. Далѣе слѣдуетъ указать на непремѣнную установку при нивелировкѣ реперовъ (въ среднемъ 4 штуки на версту), которые должны быть между собой связаны точной нивелировкой; эти репера въ видѣ чугунныхъ дисковъ обыкновенно задылаются въ стѣны домовъ и должны быть подробно описаны въ особомъ журналѣ и нанесены на планы.

Репера имѣютъ громадное значеніе для производства канализационныхъ работъ, требующихъ, какъ мы уже упоминали выше, большой точности.

При составленіи плановъ въ горизонталяхъ желательно проводить ихъ чрезъ 1 метръ (0,5 саж.) въ плоскихъ мѣстностяхъ и чрезъ 2 метра (1 саж.)

въ крутыхъ; впрочемъ имѣются примѣры, когда пришлось въ виду почти полной плоскости, представляемой городомъ, проводить горизонтали чрезъ 0,5 мет. (0,20 сажени). Далѣе слѣдуетъ упомянуть, что для составленія плановъ городовъ является вполне примѣнимымъ стереоскопическій методъ съемки¹⁾, который, впрочемъ, пока еще ни разу не примѣнялся для этой цѣли въ Россіи.

Результатомъ съемокъ должны явиться планы мѣстности, продольные и поперечные профили улицъ и направленій, по которымъ пройдутъ главные отводные коллектора.

Обыкновенно составляется нѣсколько плановъ мѣстности въ различныхъ масштабахъ, при чемъ они используются для различныхъ цѣлей.

Прежде всего составляютъ генеральный планъ канализуемаго района, примыкающихъ къ нему мѣстностей и мѣста для очистки сточныхъ водъ въ масштабѣ отъ 1:5000 до 1:10000; на этомъ планѣ обыкновенно показываются границы города, главные коллектора, ливнеспуски, насосныя станціи, сооруженія для очистки сточныхъ водъ и вообще всѣ сооруженія, могущіе дать наглядное представленіе о рѣшеніи принятой на себя составителемъ задачи.

Затѣмъ составляютъ такой же планъ, но въ меньшемъ масштабѣ отъ 1:1000 до 1:5000, на которомъ уже обозначаются болѣе точныя границы города, всѣ общественныя зданія, фабрики и заводы, всѣ главные и второстепенные коллектора съ показаніемъ ихъ длинъ, размѣровъ, уклоновъ и отмѣтокъ подошвъ, отмѣтокъ горизонтовъ воды въ каналахъ и вообще всѣ сооруженія, входящія въ составъ сѣти и служащія для очистки сточныхъ водъ съ надлежащими нивелировочными отмѣтками для ихъ ориентировки. У насъ, въ Россіи для подобныхъ плановъ употребителенъ масштабъ 1:4200 (50 саж. = 1 дюйму).

Если масштабъ для этого плана будетъ избранъ, близкій къ крайнему предѣлу 1:5000, то приходится составлять еще и третій детальный планъ въ масштабѣ 1:500 — 1:2000 для того, чтобы на немъ было можно нанести какъ границы частныхъ владѣній, такъ и оси воротъ домовъ; это является нужнымъ для опредѣленія мѣстъ заложения и количества патрубковъ для присоединенія домовъ къ канализационной сѣти.

Для продольныхъ профилей улицъ употребляютъ слѣдующіе масштабы: для длины 1:2000 до 1:4000 (у насъ въ Россіи 1:4200), при чемъ этотъ масштаб удобнѣе согласовать съ масштабомъ второго плана; для высотъ 1:100 до 1:200; для наносимыхъ на этихъ профиляхъ трубъ и каналовъ употребляется иной масштабъ 1:25 до 1:75.

Для плановъ мѣстностей отдѣльныхъ сооруженій (подъемныхъ, очистныхъ и пр.) принимаютъ масштабъ отъ 1:500 до 1:1000 и наконецъ для нѣкоторыхъ деталей 1:25 до 1:100.

¹⁾ Подробнѣе см. И. Левицкій, Начала примѣненія стереоскопическаго зрѣнія къ опредѣленію разстояній до неприступныхъ точекъ и ихъ высотъ.

При примѣненіи полныхъ раздѣльныхъ или полураздѣльныхъ системъ приходится увеличивать число плановъ, такъ какъ нанесеніе двухъ сѣтей каналовъ на одномъ планѣ затемняло бы его чтеніе; для сокращенія чертежной работы въ этомъ случаѣ можно пользоваться накладными планами на калькѣ.

Затѣмъ слѣдуетъ произвести *гидротехническія изысканія* т. е. изучить какъ режимъ того воднаго протока, въ который предполагается послѣ ихъ очистки спускать сточныя воды, такъ и другіе второстепенныя рѣки, ручьи и каналы, прорѣзывающіе изслѣдуемый городъ.

Этими изысканіями мы должны установить горизонты самыхъ низкихъ, меженныхъ и самыхъ высокихъ водъ, скорости и направленіе теченія и расходы при этихъ горизонтахъ, горизонты ледостава и ледохода, толщину льда и продолжительность періода замерзанія. Само собой разумѣется, что для полученія этихъ данныхъ намъ придется снять рядъ поперечныхъ профилей водныхъ протоковъ. Кромѣ того намъ важно выяснитъ соотношеніе между выпадающими въ данной мѣстности осадками и горизонтами стоянія воды въ протокахъ.

Эти свѣдѣнія мы можемъ получить или самостоятельными изысканіями или же получить изъ гидрометрическихъ станцій округовъ путей сообщенія.

Гидротехническія данныя являются необходимыми для проектированія ливнеспусковъ (общесплавная система), дождевыхъ каналовъ (раздѣльная система), устья сѣтей и т. под.

Если же городъ лежитъ на берегу моря, и выпускъ сточныхъ водъ предположенъ въ море безъ всякой очистки, то необходимо тщательно изслѣдовать ту часть моря для помѣщенія устья канализаціонной сѣти, гдѣ уже замѣчаются теченія воды, относяція морскую воду отъ города. Такія изысканія иногда приходится дѣлать на нѣсколько километровъ отъ берега (Бостонъ)¹⁾.

Далѣе слѣдуетъ собрать *метеорологическія* данныя, т. е. свѣдѣнія о количествѣ и интенсивности атмосферныхъ осадковъ и о распредѣленіи ихъ по днямъ года. Свѣдѣнія эти, получаемыя обыкновенно изъ ближайшихъ метеорологическихъ станцій, желательно имѣть за возможно большій періодъ времени 20—40 лѣтъ, такъ какъ осадки выпадаютъ весьма неравномѣрно въ различные годы. Если нѣтъ вблизи города метеорологической станціи, то приходится брать данныя объ осадкахъ по аналогіи съ сосѣдними мѣстностями. Само собой разумѣется, что подобный пріемъ не можетъ претендовать на особенную точность. Метеорологическія данныя сопоставляются съ горизонтами воды въ протокахъ, что имѣетъ значеніе для проектированія всѣхъ канализаціонныхъ сооружений, связанныхъ съ водными протоками. Сами же данныя объ осадкахъ даютъ намъ возможность выяснитъ, какое количество осадковъ должно быть отведено водосточными каналами. Въ слу-

¹⁾ Le bulletin de la Société d'Encouragement, 1896, Ronna, De l'assainissement des Villes et des Cours d'eau aux Etats-Unis.

чаѣ же примѣненія неполныхъ раздѣльныхъ системъ въ метеорологическихъ данныхъ нѣтъ надобности. Весьма серьезное экономическое значеніе имѣютъ геологическія изысканія, которыя должны намъ дать свѣдѣнія о родѣ грунтовъ, уровняхъ и направленіяхъ теченія грунтовыхъ водъ какъ на городскихъ улицахъ, такъ и по линіямъ отводныхъ коллекторовъ и на мѣстности для очистныхъ сооружений. Геологическія данныя, получаемые закладкой ряда развѣдочныхъ скважинъ на среднемъ разстояніи 200 мет. (а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и чаще), оказываютъ непосредственное вліяніе на расположеніе водосточныхъ каналовъ, такъ какъ стоимость земляныхъ работъ по рытью рововъ для каналовъ настолько возрастаетъ при работѣ въ слабыхъ грунтахъ и въ грунтахъ, пропитанныхъ водой, что превышаетъ стоимость работъ по постройкѣ самихъ каналовъ въ нѣсколько разъ. Ясно, что безъ такихъ свѣдѣній составленіе смѣтъ будетъ ошибочно.

Кромѣ того установленіе уровней грунтовыхъ водъ имѣетъ важное значеніе для ихъ пониженія дренажными работами, которые въ культурныхъ странахъ предпринимаются одновременно съ постройкой канализаціи.

Затѣмъ составителю проекта необходимо собрать санитарно-статистическія свѣдѣнія о количествѣ населенія въ городѣ, о распредѣленіи его по разнымъ кварталамъ города и объ его приростѣ.

Эти данныя трудно получить въ точномъ видѣ въ Россіи, такъ какъ у насъ была произведена только одна всероссійская перепись населенія въ 1907 г., и только въ нѣкоторыхъ городахъ были сдѣланы переписи населенія по собственной инициативѣ (Москва, С.-Петербургъ). Поэтому приходится или пользоваться неточными свѣдѣніями, собираемыми адресными столами, полицейскими учрежденіями, губернскими учрежденіями или еще лучше произвести новую перепись населенія. Санитарно-статистическія свѣдѣнія важны намъ для опредѣленія количества хозяйственныхъ водъ, протекающихъ по каналамъ сѣти и подлежащимъ очисткѣ за предѣлами города.

Далѣе слѣдуетъ произвести обширныя химическія, бактериологическія и біологическія изслѣдованія.

Для этой цѣли нужно сдѣлать химическіе, бактериологическіе и біологическіе анализы воды того протока, въ который предполагается спускать сточныя воды. Эти анализы надо сдѣлать въ рядѣ живыхъ сѣченій протока, чтобы имѣть ясное представленіе объ его естественномъ состояніи и возможность оцѣнить самоочистительную дѣятельность протока т. е. его способность возстановлять свой первоначальный химическій, бактериологическій и біологическій составъ на извѣстномъ разстояніи отъ тѣхъ пунктовъ, куда вливаются загрязненныя воды. Кромѣ того нужно тщательно изучить, какіе изъ притекающихъ въ водные протоки воды являются постояннымъ источникомъ ихъ загрязненія. Эти данныя являются цѣнными для рѣшенія вопроса объ очисткѣ сточныхъ водъ, такъ какъ только подобными изслѣдованіями можно правильно избрать одинъ изъ существующихъ методовъ ихъ очистки.

На выборъ метода очистки вліяетъ находженіе рыбъ въ протоки и его значеніе, какъ воднаго пути сообщенія; необходимо имѣть въ виду, что ни рыболовство, ни судоходство не должны потерпѣть какой-либо ущербъ отъ впуска неочищенныхъ или недостаточно очищенныхъ сточныхъ водъ въ рѣку.

Кромѣ того передъ составленіемъ проекта весьма важно выяснитъ количество и составъ фабричныхъ и заводскихъ водъ. Эти данныя обыкновенно получаютъ путемъ опроса всѣхъ фабрикъ города. Эти воды могутъ весьма часто дѣйствовать разрушительно на матеріалъ водосточныхъ каналовъ; въ этихъ случаяхъ такія воды должны быть до впуска въ канализационную сѣть обезврежены.

Также является нужнымъ изучитъ городскіе овраги и ручьи, чтобы было бы можно ихъ превратить въ водосточные каналы; такіе каналы являются цѣнными съ санитарной точки зрѣнія, такъ какъ они уничтожаютъ мѣста скопленія городскихъ отбросовъ. Необходимо сдѣлать еще изслѣдованія въ мѣстахъ пересѣченія канализационной сѣти съ желѣзными дорогами и рѣками; для этой цѣли нужно заранѣе войти въ сношенія съ желѣзно-дорожными управленіями и округами путей сообщенія, чтобы избѣжать задержки при работахъ.

Также слѣдуетъ войти въ сношеніе съ частными владельцами до приступа къ работамъ, если какія-либо сооруженія будутъ расположены на ихъ землѣ.

Далѣе для расположенія канализационныхъ каналовъ необходимо знать глубины подваловъ, положеніе дворовыхъ участковъ съ обратными уклонами и наконецъ положеніе другихъ трубъ и каналовъ, ранѣе уложенныхъ (водопроводныхъ и газовыхъ трубъ, электрическихъ кабелей и т. п.). Безъ этихъ данныхъ нельзя правильно трассировать сѣть водостоковъ города. Кромѣ того необходимо собрать справочныя цѣны на рабочія руки и матеріалы, какъ и для всякихъ крупныхъ работъ.

Изъ обозрѣнія вышеприведенныхъ данныхъ ясно видно, что для полнаго производства канализационныхъ изысканій требуется довольно много времени въ особенности, если требуется составить проектъ для большого города. Канализационныя изысканія должны вестись подъ общимъ руководствомъ инженера-спеціалиста (санитарнаго инженера), но при непременномъ содѣйствіи и другихъ спеціалистовъ: врача-гигіениста, химика, бактериолога, біолога и статистика; кромѣ этого нерѣдко отдѣльныя части канализаціи могутъ быть правильно разработаны при участіи инженера-механика (подъемныя устройства), агронома (поля орошенія) и архитектора (гражданскія зданія).

Г Л А В А V.

§ 1. **Опредѣленіе количества домовыхъ водъ.** При производствѣ изысканій необходимо полученныя ими свѣдѣнія подвергнуть подробной разработкѣ, чтобы имѣть тѣ основныя данныя, безъ которыхъ не можетъ быть составленъ проектъ канализаціи.

Прежде всего намъ необходимо имѣть свѣдѣнія о количествѣ сточныхъ водъ канализируемаго района.

Домовыми водами мы выше называли всѣ отработавшія въ домахъ воды городского водопровода т. е. воды клозетовъ, кухонь, ваннъ, умывальниковъ и пр. Для опредѣленія общаго количества домовыхъ водъ прежде всего необходимо знать величину городского населенія въ данный моментъ— e . Но такъ какъ канализація должна служить нѣкоторое время безъ расширенія, то намъ будетъ необходимо знать народонаселеніе, которое будетъ въ городѣ черезъ нѣкоторое время— n , при извѣстномъ среднемъ годовомъ приростѣ населенія въ 0/0-ахъ.

Отсюда легко получить величину будущаго народонаселенія во всемъ городѣ— E .

$$E = e(1 + 0,01 p)^n \dots \dots \dots (3)$$

Величина e должна быть дана изысканіями; значительно труднѣе опредѣленіе въ Россіи величины p , какъ мы уже упоминали выше. Самымъ простымъ приѣмомъ для ея опредѣленія было бы построеніе кривой измѣненія населенія въ городѣ за истекшіе годы и вычисленіе средней величины p . Но этимъ приѣмомъ слѣдуетъ пользоваться съ большою осторожностью, такъ какъ p является функціей многихъ жизненныхъ факторовъ. Такъ, на p вліяютъ увеличеніе фабрикъ и заводовъ, проведеніе желѣзныхъ дорогъ, открытіе въ немъ высшихъ учебныхъ заведеній, присоединеній предмѣстій къ городу, войны, эпидеміи и пр. Конечно, учесть эти явленія напередъ составителю проекта очень трудно, но несомнѣнно, что съ этими факторами нужно въ извѣстной степени считаться.

Подобный примѣръ предоставляетъ собою канализація центральной части г. Кіева; при сооруженіи въ 1893—94 г.г. было принято время дѣйствія канализаціи безъ расширенія $n = 30$ лѣтъ; въ дѣйствительности уже

въ 1898 году она оказалась перегруженной, а въ настоящее время пере-
страивается и распространяется на весь городъ.

Вообще замѣчается, что сильнѣе всего растутъ средніе города (съ на-
селеніемъ отъ 20000 до 100000), затѣмъ большіе города (100000—
1000000 челов.) и менѣе всего маленькіе города (2000—20000 челов.).
Такъ напр. Проф. Фрюлингъ (*Frühling*) указываетъ на средній приростъ
въ городахъ Германіи съ населеніемъ отъ 20000 до 100000 человѣкъ въ
2,5⁰/₀, для маленькихъ же городовъ всего около 1⁰/₀.

Приведемъ въ таблицѣ VI нѣкоторыя значенія p для русскихъ го-
родовъ.

ТАБЛИЦА VI.

Названіе города.	p въ ⁰ / ₀ -хъ
С.-Петербургъ	3,39
Москва	2,89
Кіевъ	4,00
Самара	2,21
Саратовъ	1,8
Тифлисъ	2,00

Въ общемъ слѣдуетъ указать, что для крупныхъ и среднихъ горо-
довъ Россіи для p можно принимать 2—3⁰/₀.

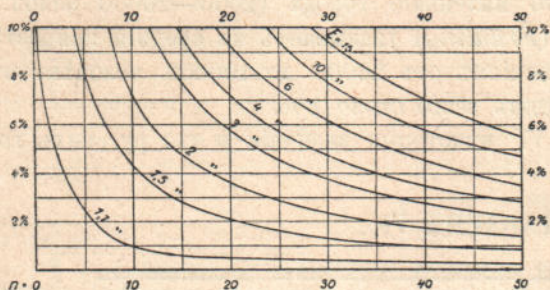
Величина n берется обыкновенно въ 15—25 лѣтъ; въ такомъ рѣшеніи
кроется принципъ справедливости, что за постройку канализаціи распла-
чивается то поколѣніе, которое ее соорудило. Кромѣ того большая бы
цифра n могла бы привести къ значительному ухудшенію движенія воды
въ водосточныхъ каналахъ въ первые десятки лѣтъ существованія канали-
заціи вслѣдствіе отсутствія необходимой скорости движенія воды, вслѣдствіе
чего эксплуатація такой канализаціи могла бы быть невозможной.

Принявъ для p и n извѣстныя величины, мы легко изъ формулы (3)
можемъ получить величину E ; для упрощенія логарифмическихъ вычисле-
ній мы можемъ пользоваться слѣдующимъ графикомъ (чер. 37).

Ось абсциссъ служить—осью лѣтъ n , ось ординатъ—осью p , кривыя
выражаютъ собой величину E . Величина E обозначаетъ собой величину го-

родского населенія чрезъ n лѣтъ во всемъ городѣ, но для составленія проекта намъ необходимо знать величину населенія въ каждомъ городскомъ кварталѣ.

чер. 37.



очень дорого, дома растутъ больше въ высоту, чѣмъ въ ширину, плотность населенія больше, чѣмъ въ среднихъ городахъ. Вообще же слѣдуетъ замѣтить, что въ центральныхъ частяхъ, имѣющихъ торговый характеръ, земля стоитъ дороже, чѣмъ на окраинахъ, и поэтому при составленіи проекта составляются планы города съ показаніемъ частей его съ различной плотностью населенія.

Обыкновенно плотность населенія выражаютъ въ количествѣ людей приходящихъ на 1 гектаръ (или 1000 кв. саж.) городскихъ кварталовъ.

Городъ считается плотно населеннымъ, если въ немъ приходится 250 и выше человекъ на 1 га, средне населеннымъ при 125—200 человекъ на 1 га и мало населеннымъ при количествѣ, меньшемъ 125 ч. на 1 га. Впрочемъ, въ нѣкоторыхъ крупныхъ городахъ (Берлинъ, Петербургъ) плотность доходитъ и до 600—800 человекъ на 1 га.

Чаще всего въ среднихъ городахъ принимаютъ двѣ плотности населенія f : центральныхъ частей f_1 и окраинныхъ f_2 ; между f_1 и f_2 часто на практикѣ встрѣчается соотношеніе $f:f_2 = 1:2 — 1:3$.

Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ зависимости отъ величины города и другихъ мѣстныхъ условій приходится вводить въ проектъ рядъ плотностей $f_1, f_2 \dots f_n$ (проектъ канализаціи С-П-Бурга¹⁾ составленный обществомъ Брянскихъ заводовъ).

Инженеръ Линдлей въ проектѣ канализаціи г. Самары²⁾ также принимаетъ 4 различныя плотности на 1 гектаръ: 300 человекъ въ центральныхъ частяхъ города, 200 — на окраинахъ, 150 — въ предмѣстьяхъ и 100 на поймѣ р. Самарки. Когда уже плотности населенія въ различныхъ частяхъ города установлены, то намъ будетъ можно подсчитать отдѣльныя площади городскихъ кварталовъ и опредѣлить въ каждомъ изъ нихъ

¹⁾ См. Пояснительную записку къ проекту канализаціи С-П-Бурга, составленную обществомъ Брянскихъ заводовъ.

²⁾ Пояснительная записка къ канализаціи г. Самары.

Само собой разумѣется, что населеніе даже въ среднихъ городахъ распределяется весьма неравномерно. На плотность населенія оказываетъ сильное влияние характеръ городской части и родъ ихъ застройки. Такъ въ крупныхъ городахъ, гдѣ земля стоитъ

литрамъ на человѣка, а по даннымъ Грана (Grahn) оно колеблется отъ 30 литровъ (Solingen) до 250 лит. (Dortmund); въ Англии ¹⁾ оно колеблется отъ 68,1 (Galifax) до 254,4 (Glasgow) и въ Америкѣ ²⁾—отъ 131,8 (Fall river) до 1226,4 л. (Buffalo).

Приведенныя нормы r не достаточны для расчета сѣченій водостокъ, такъ какъ потребление воды никогда не бываетъ равномернымъ, а колеблется по временамъ года, днямъ недѣли и даже часамъ.

Такъ, лѣтомъ въ жаркую погоду расходъ воды бываетъ больше, чѣмъ зимою, въ банные дни и въ кануны большихъ праздниковъ также усиливается потребление воды и наконецъ въ теченіе дня наибольшее потребление воды бываетъ въ дневные часы, падая ночью до нуля. Размѣры колебаній зависятъ отъ климатическихъ условій и отъ привычекъ мѣстныхъ жителей.

Въ среднемъ слѣдуетъ принять, что наибольшій суточный расходъ превышаетъ средній суточный въ 1,5—2 раза; такое же соотношеніе замѣчается между наибольшимъ часовымъ и среднимъ часовымъ расходомъ. Такимъ образомъ максимумъ часового расхода составляетъ отъ

$\frac{1,5 \times 1,5}{24} = \infty \frac{1}{10}$ до $\frac{2 \times 2}{24} = \frac{1}{6}$ средняго часового расхода. Также для

опредѣленія наибольшаго часового расхода иногда принимаютъ, что половина суточнаго расхода отводится въ извѣстное количество дневныхъ часовъ: 6 (Ростовъ-на-Дону)—9 (Москва, Кіевъ, Казань); тогда принимая наибольшій суточный расходъ въ 1,5 раза болѣе средняго суточнаго, получимъ предѣлы для наибольшаго часового расхода домовыхъ водъ $\frac{1,5}{2 \times 6} = \frac{1}{8}$ —

$— \frac{1,5}{2 \times 9} = \frac{1}{12}$ Изъ этихъ нормъ для русскихъ условій можно рекомендовать норму въ $\frac{1}{12}$, какъ весьма удобную для вычисленія, такъ какъ при

ея примѣненіи слѣдуетъ средніе расходы помножить на два.

Выборъ такой болѣе низкой нормы имѣетъ за собой слѣдующія основанія. Вода, взятая изъ водопровода въ часы наибольшаго разбора, не тотчасъ же поступаетъ обратно въ канализаціонную сѣть въ полномъ своемъ объемѣ; далѣе невозможно допустить равномерное поступленіе сточныхъ водъ изъ всѣхъ домовъ города, и слѣдовательно эти колебанія нѣсколько сглаживаются; кромѣ того въ каналахъ общесплавной системы имѣется всегда огромный запасъ для пропуска ливневыхъ водъ.

Для характеристики нормъ потребленія воды на человѣка въ сутки приведемъ таблицу VII подобныхъ нормъ для русскихъ и заграничныхъ городовъ.

1) The Waterworks Directory and Statistics, 1903.

2) The Municipal year book 1902 for M. N. Baker.

ТАБЛИЦА VII.

Название города.	Части города.	Число жителей на 1 гектарь.		Г въ вед.
		сущест- вующее	разсче- ное.	
С.-Петербургъ	Плотно населен. части Средне населенныя . . Слабо населенныя . .	792	} 880	18,5
		528		
		420		
Москва	Центральныя Вѣшныя	—	440	7
		—	220	
Варшава	—	—	375	8
Казань	Центральныя Окраинныя	180	360	6
		90	180	
Одесса	—	—	220	6
Кіевъ	—	110	220	7
Саратовъ	а) Центральныя б) Окраинныя	} 165	265	7
			120	
Ростовъ-на-Дону	—	155	336	7
Самара	а) центральныя б) окраинныя в) предместья г) пойма Самарки . . .	250	300	10
		175	250	
		125	150	
		—	100	
Астрахань	а) центральныя б) окраинныя	130	220	10
		80	145	
Тифлисъ	а) центральныя аа) старыя кварталы бб) новыя кварталы б) окраинныя	—	—	—
		311	350	6 ¹ / ₂
		264	250	10
		171	200	12
Берлинъ	—	200-600	400-800	10,4
Кельнъ	а) старыя б) новыя	400	—	11,4
		230	—	11,4
Мюнхенъ	—	55-485	80-700	12,2
Франкф. н.-М.	—	—	220	12,2
Лондонъ	—	100-400	—	11,4

Изъ предшествующаго ясно, что наибольшій часовой расходъ домо-выхъ сточныхъ водъ въ начальномъ водосточномъ каналѣ можно опредѣ-лить по слѣдующей формулѣ:

$$q = \frac{1,2 \times 2 \text{ } rf\omega (1 + 0,01 \text{ } p)^n}{24} \dots \dots \dots (4)$$

гдѣ буквы имѣютъ вышеуказанныя значенія, коэффициентъ 1,2 введенъ на увеличеніе потребленія воды въ городѣ послѣ постройки канализаціи, 2 — коэффициентъ, оцѣнивающий колебанія часовыхъ расходовъ воды. Секунд-ный расходъ при $\omega = 1$ гект. = 10000 кв. мет.

$$m_1 = \frac{rf (1 + 0,01 \text{ } p)^n}{36000}, \dots \dots \dots (5)$$

гдѣ плотность f установлена на 1 гект., или $m_2 = \infty 0,28 \text{ } rf (1 + 0,01) \text{ } p^n$, гдѣ $\omega = 10000$ кв. м. и f дано на 1 кв. метрѣ.

Подобный расходъ q — мы будемъ называть попутнымъ, который для начальныхъ водостоковъ *ad, be...* (см. черт. 38) будетъ совпадать съ расчет-нымъ; для водосточныхъ же нижнихъ каналовъ *de, dg...*, принимающихъ въ себя воды верхнихъ каналовъ, при полученіи ихъ расчетныхъ секундныхъ расходовъ q_i , необходимо сложить всѣ расчетные расходы вливающихся въ ихъ каналовъ съ попутными расходами самихъ каналовъ.

Для опредѣленія расчетныхъ расходовъ сначала мы вычисляемъ раз-счетный коэффициентъ m_1 или m_2 , а затѣмъ отдѣльныя площади 1, 2, 3.... (черт. 38), и наконецъ площади стока, относящіяся къ данному каналу и, перемноживъ ихъ на m , получаемъ искомыя расчетные расходы.

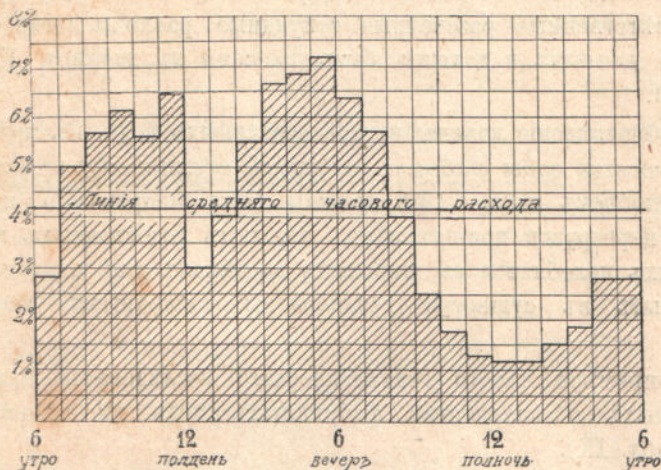
Всѣ эти данныя съ удобствомъ могутъ быть представлены въ видѣ слѣдующей таблицы.

ТАБЛИЦА VIII.

№№ по по-рядку.	Площади стока въ гектарахъ или кв. мет.		Расходы въ литрахъ или куб. метрахъ			Примѣчанія.
	№№ площа-дей.	кв. содержа-ніе.	попутн.	расчетн.	транзит.	

Вышеприведенный способ определения расчетных домовых расходов является наиболее употребительным, если в городѣ отсутствуют фабрики и заводы. Въ противномъ случаѣ слѣдуетъ построить болѣе подробный графикъ часовыхъ колебаній воды въ день наибольшаго потребленія, пользуясь данными существующаго водопровода. Изображеніемъ подобныхъ колебаній можетъ служить слѣдующій графикъ (черт. 39).

чер. 39.



Подобные графики, какъ мы увидимъ дальше, имѣютъ значеніе для нѣкоторыхъ канализационныхъ сооружений (насосныхъ станцій, сборныхъ резервуаровъ и т. под.).

§ 2. **Опредѣленіе количества общественныхъ водъ.** Общественныя воды т. е. воды, затрачиваемыя на поливку улицъ и общественныхъ садовъ, на общественные клозеты и писсуары, фонтаны, водоразборные краны, водопойныя колоды, пожары и т. под. не имѣютъ большаго значенія для расчета водостоковъ.

Воды на поливку улицъ обыкновенно входятъ, какъ мы уже выше говорили, въ количество домовыхъ водъ и отдѣльно не исчисляются.

Воды на поливку садовъ (сточныя воды водоразборныхъ крановъ, водопоевъ) только незначительной частью попадаютъ въ водосточную сѣть и также не учитываются. Воды же общественныхъ клозетовъ, писсуаровъ и большихъ фонтановъ должны быть исчислены, такъ какъ они могутъ оказывать вліяніе на проводимость прилегающихъ къ нимъ водосточныхъ каналовъ.

Количества воды, затрачиваемыя на главныя общественныя надобности, опредѣляются по слѣдующимъ нормамъ:

1. На 1 кв. мет. политой площади улицъ и садовъ—1,5 литра
2. На общественные писсуары
 - а) при періодической промывкѣ на каждое мѣсто въ 1 часъ—60 лит.

б) при непрерывной промывкѣ на 1 пог. метр. промываемой трубы
въ часъ 200 лит.

3. На общественные клозеты

а) при устройствѣ отдѣльных промывныхъ баковъ
на очко 9,5—13,5 лит.

б) при общемъ промывномъ бакѣ и периодической
промывкѣ въ часъ 80—100 лит.

4. На общественные фонтаны смотря по величинѣ въ секунду . 1—400 лит.

Соотвѣтственные расчетные секундные расходы легко опредѣляются изъ этихъ данныхъ и должны быть внесены въ таблицу VIII въ графу примѣчаній.

§ 3. **Опредѣленіе количества промышленныхъ водъ.** Къ промышленнымъ водамъ относятся воды фабрикъ, заводовъ, желѣзнодорожныхъ станцій, бань, скотобоенъ и пр. Онѣ должны быть непременно исчислены во избѣжаніе перегрузки прилегающихъ къ нимъ водосточныхъ каналовъ. Количества ихъ колеблются въ широкихъ предѣлахъ для каждаго заведенія и должны быть въ сущности установлены собираніемъ статистическихъ свѣдѣній.

Для примѣра такого статистическаго изслѣдованія приведемъ таблицу данныхъ о количествѣ фабричныхъ водъ въ нѣмецкомъ городѣ Gera ¹⁾ (Табл. IX).

ТАБЛИЦА IX.

№№ по порядку.	Названіе фабрики.	Количество рабочихъ.	Количество расходуемой воды въ кв. метрахъ.				Темп. коид. воды въ град. Ц.
			Домовыя.	Фабричныя.	Конденсационныя.	Общес.	
1	Красильная и ашретурн.	1200	30	2400	7200	9630	30
2	" "	350	—	1200	900	2100	30
3	Красильная, ткацкая и ашретурная фабрика	800	30	1000	650	1650	23—27
4	Красильная и ашретурн.	120	0,5	300	900	1200,5	30
5	" "	140	—	400	600	1000	—
6	Прядильная	344	—	40	560	601	25
7	Механическая ткацкая	460	—	25	215	240	15—25
8	" "	220	—	1	134	135	27—28
9	Ткацкая	900	1	2	130	133	20—24
10	Механическая ткацкая.	420	0,5	—	40	40,5	—

1) Gesundheits-Ingenieur, 1907 № 44, Häusliche Abwässer, Fabrikwässer und Regenwässer in Gera von Geissler.

Тѣмъ не менѣе приходится очень часто за спѣшностью работы прибѣгать къ принятымъ на этотъ случай нормамъ, которыя сведены нами въ таблицу X.

ТАБЛИЦА X.

Название заведенія.	Потребленіе воды въ литрахъ въ сутки.
Бани на 1 человѣка	125—180
Больницы и богадѣльни—на 1 человѣка	100—150
Скотобойни на 1 голову скота:	
а) крупнаго	300—400
б) мелкаго	150—200
Общественныя прачешныя на 100 клр. сухого бѣлья	400
Школы на 1 ученика въ день	2
Казармы на 1 солдата	20
„ на 1 лошадь	40
Рынки на 1 кв. мет. застроенной площади	5
Гостиницы на 1 постояльца	100
Желѣзнодорожныя станціи въ зависимости отъ класса станціи въ сутки:	
для I класса	1000000-2000000
для II класса	500000-1000000
для III класса	200000-250000
Пивоварни на 1 гектолитръ свареннаго пива	500
Суконныя фабрики на 1 клгр. шерсти	1000
Чугунно-плавильные заводы—на каждую домну	2000000
или рабочаго въ сутки	10000
прод. табл. см. на оборотѣ.	

Название заведения.	Потребление воды въ литрахъ въ сутки.
Жельзодблательные заводы:	
на каждую пудлинговую печь въ часъ . . .	750—1000
или рабочаго въ сутки	1000—2000
Сталелитейные заводы—на рабочаго въ сутки . .	1000—2000
Механическія мастерскія—на рабочаго въ часъ . .	10
Для орошенія полей на 1 гект.	3300—3600
Для орошенія садовъ и луговъ на 1 гектаръ . .	6500—7000
Паровые котлы на 1 индикаторную лошади. сил. въ 1 ч.	
а) для машинъ безъ холодильника:	
аа) малыхъ (дав. пара р. не > 6 ат)	25—35
бб) среднихъ („ „ „ > 7 „)	14—17
вв) compound („ „ „ 6—8 ат)	13—16
б) для машинъ съ холодильниками:	
аа) среднихъ ($p=7$ ат)	12—14
бб) compound ($p=7—8$ ат)	7—10
вв) тройного расширенія ($p=10—11$ ат)	6—7
<i>Примѣчаніе.</i> Для холодильника требуется 25—30 кратное количество воды для машины при не использованіи обратной воды; въ противномъ случаѣ 8—15 кратное количество.	
Газовые двигатели:	
а) на 1 куб. мет. потребляем. газа	40—60
б) на дѣйств. лошади. силу въ часъ	40—50
Керосиновые двигатели на 1 одну дѣйствительную лошадиную силу въ часъ	40—50

Зная нормы и величину въ данномъ производствѣ или работу общественнаго учрежденія и время, въ которое эти заводы и учрежденія работаютъ интенсивнѣе, мы можемъ получить расчетные секундныя расходы.

Приведемъ въ видѣ примѣра нѣкоторыя приблизительныя величины наибольшихъ расчетныхъ расходовъ въ секунду (табл. XI).

ТАБЛИЦА XI.

№ №	Названіе учрежденій	Наибольшій общій расходъ въ сутки. въ лит.	Время работы учрежденія въ часахъ.	Расчетный секундны расходъ. въ лит.
1	Городскія бани съ общей пропускной способностью отъ 150 до 300ч.	5000000—1000000	12 часовъ	11—22
2	Больницы рассчитанныя на 50—100 человекъ.	7500—60000	16 часовъ	0,12—1
3	Скотобойни на 100—250 головъ	50000—100000	7 часовъ	∞ 2—4
4	Станціи желѣз. дорогъ	250000—2000000	въ зависимости отъ графика движенія поѣздовъ; въ большихъ городахъ 16 часовъ.	—
5	Казармы: а) на 2000 пѣхотныхъ солдатъ . .	40000	16	0,7
	б) на 1200 артилерійскихъ солдатъ и и 600 лошадей .	48000	16	0,83

Изъ этой таблицы видно, что секундныя расходы общественныхъ водъ сравнительно невелики.

Количество промышленныхъ водъ можно вычислить на одного человека. Это количество также будетъ весьма различно, какъ можно видѣть изъ слѣдующей таблицы XII (стр. 70).

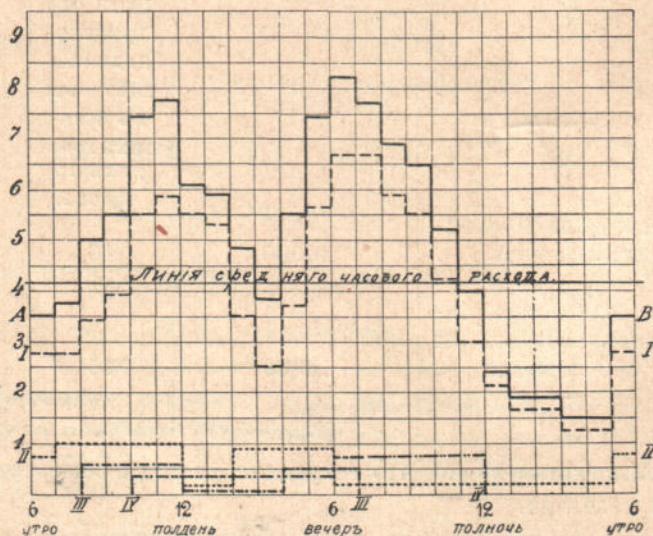
Эти концентрированные расходы въ различныхъ учрежденіяхъ распределяются неравномѣрно и въ небольшихъ и среднихъ городахъ могутъ сильно вліять на видоизмѣненіе приведеннаго выше графика (черт. 39).

ТАБЛИЦА XII.

Название города.	На голову населения приходится литровъ.	Название города.	На голову населения приходится литровъ.
Галле	30	Бохумъ	103
Цюрихъ	49	Бирмингамъ	222
Эльберфельдъ	65	Реймсъ	406
Дюнсбергъ	94	Гласго	363

Напримѣръ известно, что расходъ воды производится въ скотобойняхъ нѣкоторыхъ городовъ между 5-8 ч. утра и 7-11 вечера, а въ баняхъ между 10 утра и 12 ночи; фабрики и заводы, прекращая свою работу отъ 12 до 2 часовъ, работаютъ въ теченіе 8—10 часовъ и т. п. Если бы можно было бы собрать свѣдѣнія о всѣхъ учрежденіяхъ и, рассчитавъ часовые расходы, нанести ихъ на графикъ въ день наибольшаго потребленія, то мы получили бы графикъ, на которомъ максимальная ордината намъ показала бы максимумъ максимумъ (черт. 40), но на практикѣ этотъ методъ за недостаткомъ статистическихъ данныхъ примѣняется рѣдко.

черт. 40.



Кривая I — I обозначаетъ собой потребл. воды въ теченіе дня въ городѣ.
 „ II — II „ „ „ „ „ „ „ на фабрикахъ.
 „ III — III „ „ „ „ „ „ „ на скотобойн.
 „ IV — IV „ „ „ „ „ „ „ въ баняхъ.
 Ординаты кривой AB представляютъ собой сумму ординатъ кривыхъ I-I—IV-IV.

Г Л А В А VI.

§ 1. Основанія для выбора расчетнаго дождя. Количество атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ въ данной мѣстности, зависитъ отъ климатическихъ и мѣстныхъ условій. Къ атмосфернымъ осадкамъ относятся: дождь, снѣгъ, иней и градъ. Для цѣлей канализаціи имѣютъ значеніе преимущественно дождевыя воды, такъ какъ только тающій или сбрасываемый въ снѣговыя шахты для таянія снѣгъ попадаетъ въ канализаціонную сѣть. Иней и градъ вслѣдствіе рѣдкаго выпаденія не имѣютъ значенія для канализаціонной сѣти.

Дожди можно подраздѣлить на дожди малой силы и на дожди большой силы—*ливни*. Такъ какъ каналы общесплавной системы должны пропускать наибольшія количества дождевыхъ водъ, то станетъ яснымъ, что для расчета сѣченій каналовъ въ большинствѣ случаевъ имѣютъ большее значеніе—ливни, дающіе огромныя количества воды въ теченіе весьма незначительнаго промежутка времени, выражающагося обыкновенно въ минутахъ. Но намъ при составленіи проекта будутъ нужны и свѣдѣнія о дождяхъ для различныхъ промежуточныхъ цѣлей напр. для выясненія вопроса о промывкѣ каналовъ общесплавной системы, для расчета каналовъ и интерцепторовъ полураздѣльной системы, для опредѣленія работы ливнесусковъ въ году и т. под.

Свѣдѣнія о распредѣленіи дождей и ливней составитель проекта можетъ получить только на мѣстныхъ метеорологическихъ станціяхъ, при чемъ желательно имѣть подобныя свѣдѣнія за 15—20 и болѣе лѣтъ, такъ какъ только долготѣннѣя наблюденія могутъ намъ дать увѣренность, что избранный нами за основной для проекта ливень будетъ въ дѣйствительности самымъ невыгоднымъ.

Если же въ данномъ мѣстѣ не имѣется метеорологической станціи, приходится пользоваться данными ближайшихъ метеорологическихъ станцій. У насъ въ Россіи въ виду громадной площади государства и малаго количества метеорологическихъ станцій полученіе данныхъ объ атмосферныхъ осадкахъ представляется весьма затруднительнымъ.

Прежде при выборѣ расчетнаго дождя мы пользовались общимъ наибольшимъ количествомъ осадковъ, выпадающихъ въ единицу времени и

опредѣляемыхъ простыми дождемѣрами; раздѣленіемъ максимальнаго слоя ливневой воды на время его выпаденія, мы бы въ данномъ случаѣ получили норму расчетнаго дождя въ единицу времени.

Основаніемъ для подобнаго незатѣливаго расчета служило отсутствіе наблюдений, характеризующихъ все явленіе выпаденія дождя отъ самаго его начала до его прекращенія.

Подобныя наблюденія могли только дать *самопишущіе дождемѣры*, впервые, насколько намъ извѣстно, примѣненные въ Цюрихѣ. Эти дождемѣры даютъ кривыя, указывающія количество выпавшихъ осадковъ въ равныя промежутки времени (обыкновенно минуту) за все время выпаденія наблюдаемаго дождя.

Только такими наблюденіями удалось установить нѣкоторые факторы, имѣющіе существенное вліяніе на расчетъ водосточныхъ каналовъ.

Еще до употребленія самопишущихъ дождемѣровъ было замѣчено, что *выпадающіе дожди въ сосѣднихъ мѣстностяхъ весьма часто отличаются другъ отъ друга, какъ по общему годовому количеству воды (измѣряемому обыкновенно въ миллиметрахъ), такъ и по отдѣльнымъ дождямъ.* Далѣе же удалось установить, что *сильные ливни выпадаютъ по преимуществу въ жаркіе дни и отличаются небольшою продолжительностью и малою областью распространенія.*

Для того, чтобы классифицировать дожди и ливни необходимо установить между ними опредѣленные границы. Такимъ наименьшимъ предѣломъ для ливней является выпаденіе такого слоя ливня, который даетъ 50 литровъ въ секунду съ гектара. Риггенбахъ (Riggenbach) для этого предѣла даетъ слой ливня въ 20 мм. (55 литровъ въ секунду на 1 *ha*) при наименьшей продолжительности въ 5 минутъ. Слѣдующая таблица XIII даетъ намъ свѣдѣнія о ливняхъ, выпавшихъ въ нѣкоторыхъ городахъ.

ТАБЛИЦА XIII ¹⁾.

№ по порядку.	Названіе города.	Число, мѣсяць и годъ.	Продолжительность въ минутахъ.	Интенсивность въ sec-lit на гект.	Источникъ.
1	Лондонъ . . .	1 Авг. 1846	60	277	König.
2	Цюрихъ . . .	9 Сент. 1876	10	353	Knauff.
3	Марсель . . .	15 Сент. 1872	120	333	Bürkli-Ziegler.
4	Штуттгартъ .	21 Юня 1877	60	200	{ Dobel.
5	„	23 „ 1883	3	417	

¹⁾ Подробнѣе см. *Bürkli-Ziegler*, Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugskanälen, Zürich, 1880; *Knauff*, Stadregen und ihre Beseitigung Gesundheits-Ingen. 1894; *Dobel*, Kanalisation, 1896; *Hann*, Lehrbuch der Meteorologie; *Baumeister*, Städtisches Strassenwesen und Strassenbeseitigung Berlin 1890.

№ по порядку.	Названіе города.	Число, мѣсяць и годъ.	Продолжительность въ минутахъ.	Интенсивность въ sec. lit на гект.	Источникъ.
6	Франкфуртъ на Майнѣ . .	23 Сент. 1890	7	332	Städtische Tiefbauwesen.
7	Урфельдъ (Баварія) . .	12 Авг. 1901	180	110	Frankfurt am Main 1903
8	Парижъ. . .	9 Сент. 1865	20	290	Beschmann.
9	Миланъ . .	20 Юня 1890	25	175	idem.
10	Буэнос-Айресъ . . .	Декабрь 1867	45	145	idem.

Вообще ливни съ большой интенсивностью выпадаютъ сравнительно рѣдко; вѣроятность ихъ выпаденія возрастаетъ съ увеличеніемъ годового слоя осадковъ. Подобныя наблюденія были сдѣланы различными учеными: Cramer ¹⁾, Knauff ²⁾, Dobel ³⁾, Hellmann ⁴⁾ Frühling ⁵⁾ и др.

Такъ напр. Frühling указываетъ, что средняя интенсивность всѣхъ дождей съ интенсивностью ниже 55 sec-lit/ha

для Берлина при годов. слѣ осадковъ въ 594 мм. была въ 44,6 sec.lit/ha;

„ Базеля „ „ „ „ „ 647 „ „ „ 111,6 sec.lit/ha.

Кнаuff для сѣверной Германіи далъ по наблюденіямъ 1891 и 1892 гг. слѣдующія процентныя соотношенія:

49⁰/₁₀₀ — 33—65 sec. lit на гект.

18⁰/₁₀₀ — 67—82 sec. lit „ „

14⁰/₁₀₀ — 83—115 sec. lit „ „ ;

но во всякомъ случаѣ слѣдуетъ признать, что до настоящаго времени не установили никакихъ вышшихъ предѣловъ для ливней, которые слѣдовало бы принимать для расчета водостоковъ.

Далѣе наблюденія за ливнями, произведенныя Frühling, Bock и др., выяснили, что ливни во время своего выпаденія обнаруживаютъ сильныя колебанія въ своей интенсивности.

Характерными примѣрами подобныхъ ливней является извѣстный ливень 3 Юня 1878 г. въ Цюрихѣ, который въ продолженіе 7 час. 40 мин.

¹⁾ Cramer. Die grösten Abflussmengen in Flüssen, Bächen und staedtischen Abflusskanalen, Zentralblatt der Bauernwalt. 1893.

²⁾ Knauff. Stadregen und ihre Beseitigung, Gesund. Ing. 1894.

³⁾ Dobel. Kanalisation. 1896.

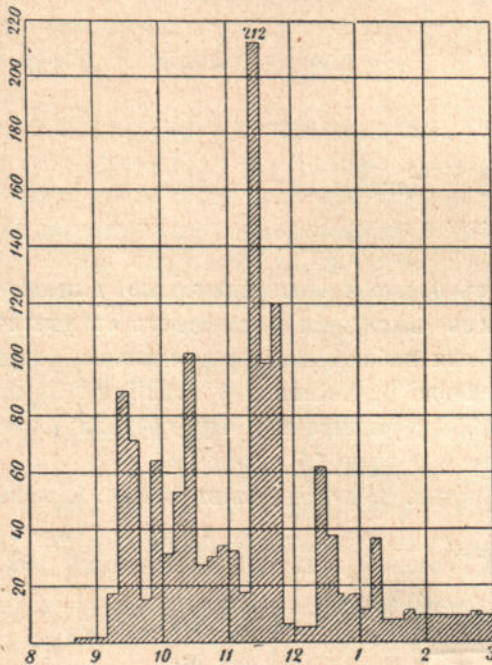
⁴⁾ Hellman. Gröste Niederschlagsmengen in Deutschland, Zeit der Kön. Preus. Stat. Bureaus 1884.

⁵⁾ Frühling. Ueber Regen und Alflussmengen für städtische Entwaesserungskänäle, Ziv-Ing. 1904.

давалъ колебанія интенсивности между 18,1 и 143,3 sec-lit, достигнувъ въ серединѣ дождя 212 лит. въ сек. (см. черт. 41).

Подобно интенсивности мѣняется въ широкихъ предѣлахъ и продолжительность дождя, что можно видѣть изъ таблицы XIII. Приведенный въ ней ливень въ Урфельдѣ нужно считать явленіемъ рѣдкимъ и не при-

чер. 41.



мать его ни въ какомъ случаѣ за расчетный дождь при расчетѣ сѣченій, такъ какъ каналы окажутся очень дорогими и не будутъ въ состояніи правильно работать въ обыкновенныхъ условіяхъ.

Riggenbach даетъ для Базеля среднюю продолжительность ливня въ 15 минутъ для всѣхъ дождей ниже 167 sl. (89% всѣхъ наблюденій).

Кнаuff даетъ, что въ 58% изученныхъ имъ ливней ихъ продолжительность колебалась отъ 14 до 42 минутъ.

На эти данныя слѣдуетъ смотрѣть, какъ на простые примѣры, но изъ большинства наблюденій можно придти къ заключенію, что за среднюю продолжительность ливней слѣдуетъ считать 30 минутъ.

Далѣе, намъ для яснаго представленія о характерѣ ливней является интереснымъ изучить зависимость между количествомъ дней, въ которые выпадаютъ ливни, продолжительностью и интенсивностью ливней. Оказывается, что въ большинствѣ случаевъ количество и продолжительность ливней обратно пропорціональны ихъ интенсивности.

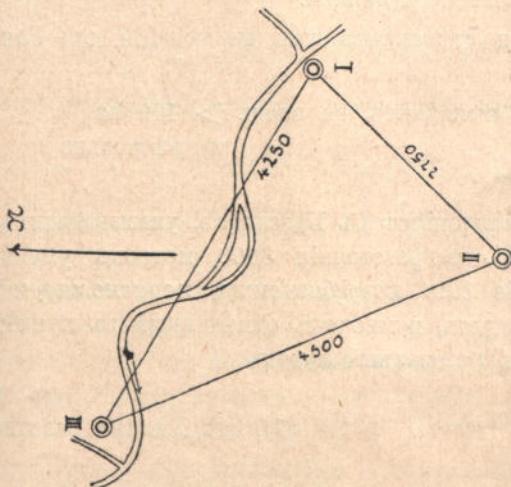
Это ясно можно подмѣтить по даннымъ Прусскаго метеорологическаго Института въ 1891—1893 гг. обработаннымъ проф. Бюзингомъ (Büsing, таблица XIV).

ТАБЛИЦА XIV.

Продолжительность дождя въ минутахъ.	интенсивность дождя въ минутахъ.	Вѣроятность выпаденія въ теченіе года.
1—5	582	0,01
6—15	352	0,05
16—30	253	0,10
31—45	153	0,35
46—60	138	0,46
61—120	133	0,56
121—180	78	1,40
181 и болѣе	57	2,4

Теперь намъ остается выяснитъ область распространенія ливней; къ сожалѣнію въ нашихъ рукахъ имѣется еще мало данныхъ, такъ какъ для

чер. 42.



этой цѣли необходима установка въ нѣсколькихъ пунктахъ города самопишущихъ дождемѣровъ.

Наибольшую площадь, какъ извѣстно обхватываютъ, такъ называемые областные дожди; имѣются въ литературѣ указанія, что область ихъ распространенія доходила почти до 40000 кв. кил., но подобные дожди даютъ въ секунду меньшій расходъ для водостоковъ, чѣмъ ливни, а потому сравнительно должны насъ мало интересовать.

Проф. Frühling сдѣлалъ наблюденія надъ изученіемъ области распространенія въ Бреславлѣ при р. Одерѣ, гдѣ имѣлись на разстояніи нѣсколькихъ километровъ три дождемѣрныхъ станціи (черт. 42); площадь, заклю-

ченная въ этомъ треугольникѣ, равнялась почти 700 гектарамъ. Сторона треугольника II III направлена съ сѣвера на югъ, а Одеръ течетъ въ направленіи I III, въ этомъ же направленіи приблизительно идетъ и общій уклонъ мѣстности.

Наблюденія, сдѣланныя въ пунктахъ I, II и III, сведены въ слѣдующую таблицу XV.

ТАБЛИЦА XV.

Обозначеніе дождей.	Станція I.			Станція II.			Станція III.		
	Начало.	Продолж.	sc-lit на гект.	Начало.	Продолж.	sc-lit на гект.	Начало.	Продолж.	sc-lit на гект.
дождь А. . .	8.50	6	175	7.55	55	88	8.50	34	66
	9.05	6	175						
дождь Б. . .	4.15	15	98	4.30	60	34	4.15	30	33
дождь С. . .	4.48	7	400	4.30	25	120	4.45	20	66

Къ этимъ наблюденіямъ было бы желательно присоединить еще и наблюденія надъ направленіемъ движенія облаковъ, чтобы можно было бы съ ними сопоставить измѣненія интенсивности ливней.

Воск указываетъ на основаніи сдѣланныхъ имъ наблюденій для Ганновера, что ливни, дающіе:

125—150 sl на гектаръ выпадаютъ на площ. > 400 ha
 80—150 " " " " " " въ нѣсколько
 тысячъ гектаровъ.

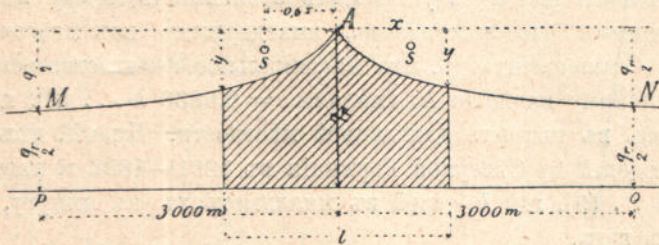
Frühling, основываясь на наблюденіяхъ въ Бреславлѣ, указывающихъ, что интенсивность дождя въ 177 sl. на разстояніи 3000 метровъ уменьшается до 89 sl, даетъ выраженіе для коэффициента *неравномерной интенсивности* φ , на который слѣдуетъ помножить отмѣченный въ пунктѣ наблюденія ливень, чтобы получить расчетный ливень

$$q = \varphi Q = (1 - 0,05\sqrt{l}) Q \quad . \quad . \quad . \quad (7), \text{ гдѣ } l \text{ длина разчи-}$$

тываемаго канала.

Для вывода этого выражения авторъ дѣлаетъ слѣдующія предположе-
нія (черт. 43)

чер. 43.



$$177 sl = q_r;$$

$$89 sl = \frac{q_r}{2}$$

измѣненіе q_r до $\frac{q_r}{2}$
происходитъ по пара-
болическому закону.

Такимъ образомъ все количество воды, выпавшее на площади круга
съ радіусомъ 3000 метровъ, можетъ быть представлено въ видѣ тѣла вра-
щенія, описаннаго по кругу площадью $MANOP$; исходя изъ этого онъ подѣ
 φ разумѣетъ отношеніе этого тѣла къ объему цилиндра съ радіусомъ основа-
нія 3000 мет. и высотой q_r .

Принимая A за вершину параболы, мы опредѣлимъ параметръ ея p
изъ уравненія $3000 p = \left(\frac{q_r}{2}\right)^2$; $p = \frac{q_r^2}{12000}$; уравненіе параболы $y^2 = \frac{q_r^2 x}{12000}$;
путь, описываемый центромъ тяжести S при вращеніи фигуры будетъ
 $2 \cdot 0,6 x\pi$; отсюда объемъ $MANOP$

$$x^2 \pi q_r - \frac{2}{3} xy \cdot 1,2 x\pi = x^2 \pi (q_r - 0,8 y) \text{ и}$$

$$\varphi = \frac{x^2 \pi (q_r - 0,8 y)}{x^2 \pi q_r} = 1 - 0,8 \frac{y}{q_r}; \text{ такъ какъ}$$

$$\frac{y}{q_r} = \sqrt{\frac{x}{12000}}, \text{ то } \varphi = 1 - \frac{0,8\sqrt{x}}{\sqrt{12000}}$$

Самое невыгодное положеніе для помѣщенія центра ливня будетъ въ
точкѣ A ; поэтому замѣняя x чрезъ половину длины канала $\frac{l}{2}$, получимъ

$$\varphi = 1 - 0,005 \sqrt{l} \dots \dots \dots (7)$$

На подобное выраженіе Frühling'a слѣдуетъ смотрѣть какъ на *весьма
схематичное рѣшеніе, пригодное только для одного дождя A* (табл. XV).
На самомъ же дѣлѣ колебанія въ интенсивности на изслѣдуемыхъ площа-
дяхъ совершенно не отличались закономѣрностью. Такъ напр. Кнауфъ при-
водитъ колебанія интенсивности ливня, бывшаго въ Берлинѣ 13 іюля 1892 г.
Въ различныхъ окрестностяхъ Берлина, находящихся на разстояніи отъ 2,6
до 4,7 км., были осадки въ 19, 20, 65, 63 и 37 мм..

Всѣ вышеприведенныя соображенія о характерѣ ливней не даютъ
намъ еще возможности установить расчетное количество атмосферныхъ
водъ.

Намъ же необходимо знать лишь, какіе существуютъ въ данной мѣстности ливни, выпадающіе съ извѣстной закономѣрностью.

Эту задачу пытались разрѣшить многіе изслѣдователи.

Такъ Cramer и Knauff пытались установить зависимость между ливнями и среднимъ годовымъ слоемъ осадковъ, выведеннымъ изъ многочисленныхъ наблюдений. Cramer считаетъ, что максимальное количество осадковъ въ секунду на единицу площади h_1 (миллим.) = $0,0333 h \dots$ (8), гдѣ h годовой слой осадковъ въ метрахъ для данной мѣстности. Knauff, дѣлая выводы изъ 618 наблюдений въ Сѣверной Германіи въ 1891—1892 г. даетъ $h_i = 0,378 + 0,0024 h \dots$ (9), гдѣ h_i слой въ миллиметрахъ въ минуту, а h въ сантиметрахъ въ годъ.

Если сопоставить формулы Cramer и Knauff, то мы получимъ весьма разнородные результаты (табл. XVI)

ТАБЛИЦА XVI.

h въ метрахъ въ годъ.	Мах Q въ секундо-литрахъ.		Соотношеніе.
	Cramer	Knauff	
1,00	330	103	3,2 : 1
0,90	300	99	3,0 : 1
0,70	232	91	2,4 : 1
0,50	165	83	2 : 1
0,30	100	75	1,3 : 1

Frühling и Nipher даютъ зависимость между продолжительностью дождя (Z) въ минутахъ и интенсивностью ливня въ секундо-литрахъ съ гектара (Q)

$$Z (Q - 5) = 4200 \text{ (Frühling)} \dots \dots \dots (10)$$

$$Q Z = 25000 \text{ (Nipher)} \dots \dots \dots (11)$$

Сравненіе этихъ формулъ съ дѣйствительными данными различныхъ мѣстностей показали рѣзкія разницы между теоретическими и дѣйствительными данными. Поэтому эти формулы могутъ давать возможность только нѣсколько ориентироваться въ данномъ вопросѣ.

Въ настоящее же время при составленіи проектовъ канализаціи обыкновенно прибѣгаютъ къ изслѣдованію и систематизаціи дождей и ливней, выпадающихъ въ канализируемомъ районѣ.

Примѣръ подобнаго изслѣдованія о ливняхъ и дождяхъ даетъ профессоръ Büsing,¹⁾ сдѣланнаго имъ для наблюдений въ теченіе 8³/₄ лѣтъ въ Берлинскихъ предмѣстьяхъ (табл. XVII).

ТАБЛИЦА XVII.

	Продолжительность ливней.			
	5—15 мин.	16—30	31—60	1—11 ч.
1. Число ливней. {	53 83	10 11	8 2	10 —
2. Предѣлы продолжительности ливней	5 мин. 15 „	16 мин. 30 „	31 мин. 60 „	1 ч. 10 м. 11 час.
3. Средняя продолжительность ливней .	8 мин.	20 мин.	48 мин.	4 час. 40 мин.
4. Предѣлы высоты слоя воды въ минут.	0,20 1,82	0,31 1,13	0,22 0,66	0,07 0,53
5. Средняя величина слоя воды въ минут.	0,51 0,47	0,55 0,55	0,34 0,32	0,13 —
6. Средняя продолжительность будетъ превзойдена . . .	изъ 53 случ. 18 разъ.	изъ 10 случ. 4 раза.	изъ 8 случаевъ 4 раза.	изъ 10 случаевъ 4 раза.

Ясно, что самымъ тяжелымъ ливнемъ для каналовъ будетъ ливень, со средней продолжительностью 20 минутъ, дающій 0,55 милим. въ минуту.

Изъ разсмотрѣнія вышеизложеннаго мы должны придти къ заключенію, что существующія данныя о характерѣ ливней (интенсивности, продолжительности, числа случаевъ въ году, области выпаденія и пр.) недостаточны, мало изучены и потому не могутъ быть въ настоящее время обобщены для всѣхъ случаевъ; они должны быть изучены для каждаго мѣста въ отдѣльности. Но такъ какъ (у насъ) въ Россіи станцій съ самопишущими дождемѣрами очень мало, то собраніе такихъ свѣдѣній представляется въ сущности невозможнымъ для большинства русскихъ городовъ. Поэтому для составителя проекта остается лишь изучить тѣ данныя, которыя онъ можетъ получить, и на основаніи нѣкоторыхъ предположеній произвести выборъ расчетнаго ливня, который вовсе не долженъ быть всегда наблюдаемъ за періодъ времени въ нѣсколько десятковъ лѣтъ, но долженъ отвѣчать ливню, вѣроятность котораго измѣряется годами, такъ

¹⁾ Büsing, Ueber Regenhöhen und Abflussmengen, Ges. Ing., 1903.

какъ принятіе излишне большого ливня можетъ только затормозить сооруженіе канализаціи.

Приведемъ въ видѣ примѣра нѣкоторыя данныя о ливняхъ, принятыхъ за основныя для проектовъ канализаціи въ 4-хъ русскихъ городахъ (табл. XVIII).

ТАБЛИЦА XVIII ¹⁾.

Названіе города.	Количество дождевой воды въ литрахъ съ гектара въ секунду.
С.-Петербургъ	70
Варшава	50—70
Тифлисъ	отъ 100 до 200
Самара	270

Вообще же слѣдуетъ указать какъ среднія расчетныя нормы ливня для центральной Россіи слой въ часъ 25—40 мм.; для Германіи Frühling даетъ отъ 50 до 75 мм., для Швейцаріи Bürkli—70 мм.

Для Юга, Кавказа и Крыма нормы повышаются отъ 40 до 80 мм. Для Парижа, Рима и Милана былъ принятъ часовой слой дождя въ 45 мм.; для Вѣны, Берлина и Лондона—25 мм.; для Турина и Кенигсберга—70 мм. и т. п.

§ 2. **Опредѣленіе количества атмосферныхъ водъ, попадающихъ въ водосточную сѣть.** Если такъ или иначе составителю проекта удалось установить расчетный дождь, то все-же еще остается невыясненнымъ, какая часть выпавшаго количества дѣйствительно попадетъ въ сѣть водостоковъ.

Для того, чтобы подойти къ рѣшенію этого вопроса, намъ слѣдуетъ изучить причины, которыми обусловливаютъ протеканіе того или иного количества воды въ водосточныхъ каналахъ.

Осадки, выпадая на городскую площадь частью испаряются, частью просачиваются въ почву, частью же, стекая по крышамъ домовъ, текутъ по наклоненнымъ подъ различными углами къ горизонту мощенымъ и не мощенымъ улицамъ, паркамъ, садамъ и чрезъ дождеприемники вливаются въ сѣть водосточныхъ каналовъ.

Распределеніе осадковъ на испареніе, просачиваніе и вливаніе въ водостоки, разумѣется, не поддается точному учету. Поэтому для рѣшенія этого вопроса приходится идти двумя путями: эмпирическимъ (путемъ

¹⁾ Таблица съ данными о ливняхъ въ Западно-Европейскихъ городахъ приведена на стр. 47 курса проф. Н. К. Чигова. Водостоки.

наблюдений) и теоретическимъ (путемъ составленія различныхъ приближенныхъ формулъ и приемовъ).

Для опредѣленія количества воды, попадающей въ водостоки, были сдѣланы наблюденія въ различныхъ городахъ. Опыты, сдѣланные въ Лондонѣ надъ четырьмя каналами, лежащими въ хорошо замощенныхъ кварталахъ, показали, что въ водостокахъ протекаетъ отъ 10 до 66% отъ всего выпавшаго количества.

Наблюденія, сдѣланныя Баумейстеромъ ¹⁾ во многихъ городахъ Германіи, дали данныя близкія къ Лондонскимъ опытамъ: отъ 8,6 до 60% выпавшей воды.

На основаніи этихъ и многихъ другихъ опытовъ пришли къ заключенію, что коэффициентъ стока, показывающій количество протекающей по каналамъ ливневой воды, можетъ колебаться въ предѣлахъ отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{2}{3}$. При этомъ же было установлено, что большіе коэффициенты соответствуютъ кварталамъ съ большими уклонами и хорошо замощеннымъ, меньшіе же—плоскимъ и мало замощеннымъ частямъ города.

Поэтому прежде при постройкахъ канализацій въ большинствѣ случаевъ принимали для оцѣнки количества дождевой воды попадающей въ водосточную сѣть, простые коэффициенты стока отъ $\frac{2}{3}$ до $\frac{1}{6}$.

Такъ напр. коэффициентъ $\frac{2}{3}$ былъ принятъ для канализаціи Дортмунда, $\frac{1}{2}$ —для Гамбурга и Карлеруэ, $\frac{1}{3}$ для Парижа, Берлина, Лондона и С.-Петербурга (проектъ Линдлея), $\frac{1}{6}$ —главныхъ коллекторовъ Бреславля, крайнихъ частей С.-Петербурга и т. п. Конечно, подобные приемы расчета, основанные на аналогіяхъ, не могутъ быть точными, хотя подобный выборъ коэффициентовъ стока встрѣчается и въ современныхъ проектахъ.

Теперь намъ нужно посмотрѣть, какія же причины вызываютъ уменьшеніе расходовъ ливневой воды въ водосточной сѣти. Мы уже выше указывали, что это уменьшеніе вызывается отчасти испареніемъ и просачиваніемъ воды въ почву. Испареніе зависитъ главнымъ образомъ отъ продолжительности дождя, отъ степени насыщенія воздуха водяными парами и отъ состоянія влажности и рода почвы. Чѣмъ суше воздухъ, поверхность земли и крыши городскихъ построекъ, тѣмъ больше можетъ испариться воды и меньше упасть въ водосточную сѣть.

Обыкновенно сильныя ливни выпадаютъ послѣ засухи, когда мостовыя и крыши бываютъ накалены солнцемъ, что, разумѣется, вліяетъ на увеличеніе испаренія. Но при расчетѣ это испареніе лучше не имѣть въ виду, такъ какъ ливни могутъ выпасть и послѣ дождливаго періода, да и учесть его вліяніе весьма затруднительно.

Гораздо большее значеніе для опредѣленія расчетнаго количества атмосферныхъ водъ имѣетъ застаиваніе воды въ видѣ лужъ и просачиваніе воды въ почву. Ясно, что это просачиваніе неодинаково для различныхъ

¹⁾ Deutsche Bauzeitung, 1888.

грунтовъ и зависитъ въ городахъ главнымъ образомъ отъ рода мостовыхъ, покрывающихъ улицы и дворы.

Поэтому для оцѣнки вліянія просачиванія намъ необходимо знать, сколько въ городѣ или части его имѣется непроницаемыхъ площадей (крышъ, хорошо мощеныхъ дворовъ, троттуаровъ, улицъ и пр.) и пористыхъ (шоссированныхъ и немощеныхъ улицъ и троттуаровъ, садовъ, парковъ и пр.). Различными наблюденіями установлено, что количество воды, попадающей въ водостоки, пропорціонально общему количеству плотныхъ непроницаемыхъ поверхностей въ городѣ. Поэтому, будучи не въ состояніи подсчитать точно всѣ проницаемыя и непроницаемыя поверхности, для расчета принимаютъ особый коэффициентъ уменьшенія выпавшаго количества ливня, — ψ , называемый коэффициентомъ плотности застройки; коэффициентъ этотъ всегда < 1 и только для нѣкоторыхъ поверхностей (смоченныхъ крышъ, асфальтовыхъ мостовыхъ) можетъ достигнуть предѣльнаго значенія. Такъ какъ плотность застройки городскихъ кварталовъ зависитъ отъ плотности населенія въ данномъ кварталѣ, то принято опредѣлять ψ , какъ функцию плотности населенія; такое опредѣленіе имѣетъ за собой то основаніе, что въ слабо застроенныхъ частяхъ города можно ожидать бѣльшаго процентнаго содержанія пористыхъ поверхностей (немощеныхъ улицъ, незастроенныхъ дворовыхъ участковъ и т. п.).

Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, коэффициентъ ψ не пропорціоналенъ плотности населенія. Такъ въ торговыхъ центральныхъ кварталахъ большихъ городовъ (Лондонское Сити (City), населеніе котораго въ 1902 году было всего 26923) ψ должно имѣть высокія значенія, такъ какъ постройки въ такихъ кварталахъ скучены, дворы вымощены, а иногда и перекрыты стеклянными крышами, и сады совершенно отсутствуютъ.

Норма для величины ψ , какъ функций плотности населенія, будутъ зависеть отъ мѣстныхъ условій (высоты домовъ, рода мостовыхъ и пр.). Приводимъ данныя различныхъ авторовъ въ таблицѣ XIX.

ТАБЛИЦА XIX.

Имя автора.	Число жителей на гектарь.	ψ
Büsing	500	0,66
Kuichling (американскія данныя)	60	0,25
	80	0,33
	100	0,43
	120	0,55

Имя автора.	Число жителей на гектаръ.	ψ
Hirschmann	40	0,10
	100	0,25
	150	0,38
	180	0,45
	300	0,75
Проф. Чижовъ	до 125	0,3—0,4
	125—250	0,4—0,6
	250—550	0,6—0,8
	500—750	0,8—0,9
	и болѣе.	

Если приходится опредѣлять величины ψ для небольшого города, то можно болѣе точно подсчитать площади по отдѣльнымъ категоріямъ и принять въ зависимости отъ рода мощенія поверхности соответственные величины ψ .

Frühling даетъ величины ψ въ зависимости отъ рода мощенія поверхности и отъ характера застройки города въ слѣдующихъ таблицахъ XX и XXI.

ТАБЛИЦА XX.

№ №	Названіе поверхности.	ψ
1	Металлическія, черепичныя глазурированные и асидныя крыши	0,95
2	Обыкновенныя черепичныя и толевые крыши	0,9
3	Древесно-цементныя крыши	0,5—0,7
4	Асфальтовыя мостовыя и троттуары.	0,85—0,9
5	Плотныя каменныя и деревянныя мостовыя.	0,8—0,85
6	Каменныя мостовыя съ неплотными стыками	0,5—0,7
7	Булыжныя и мозанчныя мостовыя	0,4—0,5
8	Троттуары изъ битого щебня	0,25—0,45
9	Гравелистыя дорожки	0,15—0,30

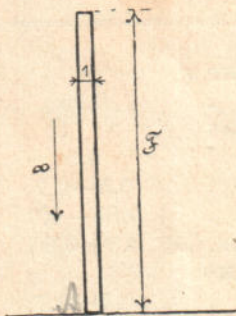
ТАБЛИЦА XXI.

№№	Родъ застройки.	ψ
1	Старыя плотно застроенныя части города .	0,7—0,9
2	Городскіе кварталы съ постройками, пре- легающими непосредственно другъ къ другу	0,5—0,7
3	Городскіе кварталы съ постройками, окру- женными садами.	0,25—0,5
4	Незастроенныя площади желѣзнодоро. стан- цій, торговыя площади, и пр.	0,1—0,3
5	Сады, парки, поля	0,05—0,25
6	Примыкающіе къ городской территоріи лѣса	0,01—0,20

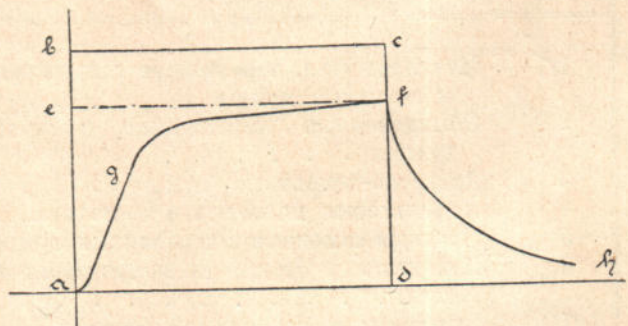
Такимъ образомъ вліяніе испаренія и просачиванія оцѣнивается умноженіемъ всего выпавшаго количества Q или слоя ливневой воды въ секунду на соотвѣтственно избранные коэффициенты ψ .

Но на самомъ дѣлѣ въ каналахъ во время ливней протекаютъ не количества ψQ , а меньшія величины. Для лучшаго уясненія этого явленія прибѣгнемъ къ графическому построенію. Возьмемъ площадку длиною F , шириною 1, наклоненную равномерно къ горизонту и предположимъ что ливень обладаетъ постоянной интенсивностью (черт. 44a). Изобразимъ выпавшій ливень въ прямоугольныхъ координатахъ (черт. 44b), принимая за ординаты количества ливневыхъ водъ въ секунду, а за абсциссы—промежутки времени.

чер. 44a.



чер. 44b.



Тогда выпавшій ливень будетъ представленъ прямоугольникомъ $abcd$. Прямоугольникъ $afde$ будетъ соотвѣтствовать уменьшенію количества

выпавшей воды изъ-за просачиванія и испаренія, т. е. будетъ представлять собой ψRF , гдѣ R слой ливневой воды; кривая же $afha$ будетъ изображать собой характеръ измѣненій количествъ воды, протекающихъ въ точкѣ A площадки F . Изъ разсмотрѣнія этой кривой можно видѣть, что сначала она довольно быстро поднимается, затѣмъ она идетъ, приближаясь къ оси абсциссъ и наконецъ рѣзко падаетъ (часть fg); періодъ быстрого поднятія заканчивается въ моментъ, когда вся площадь F будетъ подавать воду ψRF , періодъ медленнаго поднятія совершается до окончанія дождя и періодъ быстрого опусканія начинается послѣ окончанія дождя.

Изъ сопоставленія площадей $afha$ и $aefd$ можно видѣть, что они равны: т. е. все количество притекающей воды къ точкѣ A проводится въ каналъ, но въ нѣсколько большее время, чѣмъ продолжительность ливня, т. е. происходитъ такъ называемое замедленіе стока, являющееся функцией времени.

Ясно, что коэффициентъ ψ будетъ представлять собой отношеніе прямоугольника $aefd$ къ прямоугольнику $abcd$. Чтобы получить зависимость между R_1 —ординатой прямоугольника $aefd$ и любой ординатой кривой $afha$ R_x нужно первую ординату помножить на нѣкоторый коэффициентъ φ , называемый обыкновенно коэффициентомъ замедленія стока.

$R_x = \varphi R_1 = \psi \varphi RF$, гдѣ RF обозначаетъ собой количество выпавшей ливневой воды.

Такимъ образомъ коэффициентъ φ представляетъ собой отношеніе между количествомъ притекающей къ водостоку воды и протекшей въ известномъ его сѣченіи въ единицу времени. Сравнивая коэффициентъ ψ и φ слѣдуетъ указать, что ψ для данной известнымъ образомъ наклонной площади можно считать постояннымъ, тогда какъ φ во все время выпаденія ливня измѣняется отъ нуля до максимальнаго значенія (ординаты на черт. 44b), чтобы затѣмъ опять дойти до нуля; максимальное его значеніе при длинныхъ дождяхъ будетъ равно единицѣ.

Коэффициентъ замедленія φ является функцией нѣсколькихъ перемѣнныхъ величинъ, совокупное дѣйствіе которыхъ до настоящаго времени не поддается точному учету.

Если мы обозначимъ длину водосточнаго канала чрезъ l , а среднюю скорость движенія воды въ немъ чрезъ v и продолжительность дождя чрезъ t_r , то время, затрачиваемое каплей воды на пробѣгъ въ каналъ къ данному пункту, будетъ

$$T = \frac{l}{v} + t_r \dots \dots \dots (12)$$

этимъ уравненіемъ подтверждаются вышеприведенныя соображенія, что время пробѣга воды больше продолжительности ливня.

Но замедленіе стока проявится только, если

$$\frac{l}{v} > t_r \text{ или } l > vt_r \dots \dots \dots (13)$$

если же вода должна до изслѣдуемаго пункта часть пути совершить внѣ водосточнаго канала, то въ этомъ случаѣ неравенство (13) превратится въ

$$\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} > t_r \text{ или } (l_1 + l_2) > (v_1 + v_2) t_r \dots \dots \dots (14)$$

При короткихъ ливняхъ обыкновенно наступаетъ замедленіе; для обложныхъ же дождей, длящихся часами, замедленія не будетъ. Такимъ образомъ на замедленіе стока будутъ имѣть вліяніе и t_r (продолжительность дождя), l и v , являющееся въ свою очередь функціей уклона. Въ большинствѣ случаевъ вліяніемъ пробѣговъ воды до втеканія ея въ каналъ можно пренебречь, такъ какъ эти пути въ городахъ коротки (при глубинѣ двора въ 100 метровъ и ширинѣ улицы въ 30 мет. не болѣе 115—150 метровъ); учесть величину пробѣга внѣ сѣти приходится лишь при канализаціи раіоновъ на границахъ города, гдѣ дождевыя воды бываютъ должны преодолѣть длинные пути до дождеприемниковъ водосточной сѣти.

Изъ этихъ соображеній становится яснымъ что едва-ли возможно дать какія либо формулы, точно учитывающія величину коэффиціента замедленія φ .

Тѣмъ не менѣе дѣлались еще съ 50 годовъ прошлаго столѣтія различными изслѣдователями попытки дать подобныя формулы, которыя, къ сожалѣнію, примѣняются и въ настоящее время въ широкихъ предѣлахъ.

Прежде полагали, что на величину коэффиціента замедленія оказываетъ вліяніе, главнымъ образомъ, площадь канализируемаго раіона. Но, если принять во вниманіе, что по всему городу разбросаны многочисленные дождеприемники на небольшихъ разстояніяхъ другъ отъ друга, то вода будетъ въ нихъ вливаться очень быстро, а чрезъ нихъ и въ водосточные каналы; при вышеуказанной длинѣ въ 150 мет. и при наименьшей допускаемой въ малыхъ водостокахъ скорости въ 0,6 метровъ въ секунду, время пробѣга воды до дождеприемниковъ будетъ 4 мин. 10 сек.; слѣдовательно чрезъ 4—5 минутъ послѣ выпаденія дождя вліяніе площади стока исчезаетъ. А такъ какъ ливни продолжаются обыкновенно болѣе 15—30 минутъ то вліяніемъ площади стока можно пренебречь.

§ 3. **Формулы для опредѣленія коэффиціента замедленія.** Въ 1878 году инженеръ Bürkli-Ziegler, основываясь на формулѣ для опредѣленія діаметра водосточковъ англійскаго инженера Hawskley, далъ выраженіе для коэффиціента замедленія

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{F}}, \text{ гдѣ } F \text{ — площадь стока, выраженная въ гектарахъ } \dots \dots \dots (15)$$

Строитель Висбаденской канализаціи, инженеръ Brix ¹⁾ далъ формулу, нѣсколько отличающуюся отъ формулы Bürkli:

1) Brix, Die Kanalisation von Wiesbaden 1887.

$$\varphi = \frac{1}{6 \sqrt{F}} \dots \dots \dots (16)$$

Эту формулу Врих совѣтуетъ примѣнять для мѣстностей съ крутыми уклонами.

Mairich ¹⁾ пошелъ нѣсколько дальше Врих'a и для того же назначенія совѣтуетъ примѣнять выраженіе для φ

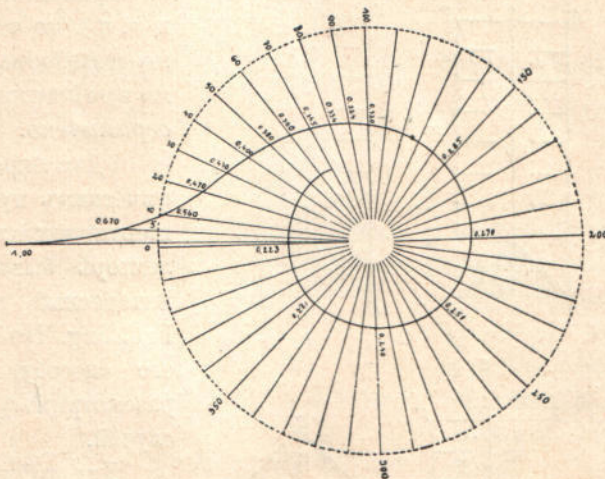
$$\varphi = \frac{1}{7 \sqrt{F}} \dots \dots \dots (17)$$

Эти формулы въ настоящее время обобщены подѣ видомъ

$$\varphi = \frac{1}{n \sqrt{F}} \dots \dots \dots (18)$$

гдѣ $n=4,5$ или 6 , при чемъ выборъ коэффициентовъ дѣлается сообразно уклонамъ мѣстности; для плоскихъ мѣстностей выбираютъ $n=4$, для очень крутыхъ $n=6$; $n=5$ занимаетъ промежуточное значеніе.

чер. 45.



Не смотря на явную несообразность эти формулы вследствие своей простоты употребляются и въ настоящее время въ весьма широкихъ предѣлахъ, какъ за границей, такъ и у насъ въ Россіи (Тифлисъ, ²⁾ Самара ³⁾). Для облегченія связанныхъ съ употребленіемъ этихъ формулъ, при составленіи канализаціи г. Милана ⁴⁾ былъ предложенъ особый графикъ (черт. 45). На этомъ графикѣ по окружности круга

1) Mairich, Kanalisation von Neustadt in Oberschlesien.
 2) Пояснительная записка къ канализаціи г. Тифлиса.
 3) Пояснительная записка къ канализаціи г. Самары.
 4) Masera et Poggi, La fognature di Milano, 1897.

нанесены площади отъ 0 до 400 гектаровъ, коэффициенты замедленія стока вычислены по формулѣ $\varphi = \frac{1}{4\sqrt{F}}$ для ряда площадей (радіальныхъ орди-

натъ) и соединены въ видѣ спиралеобразной кривой. Промежуточные не вычисленные значенія φ для любой площади находятся легко на этой же кривой.

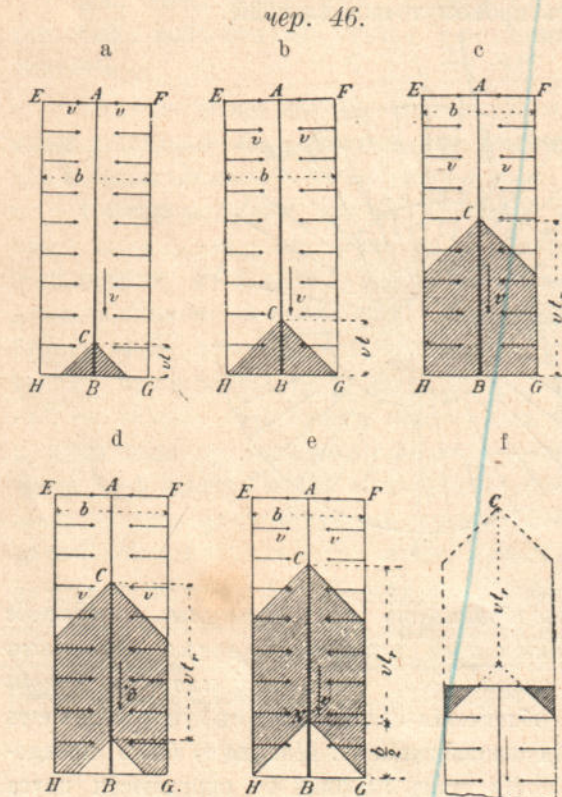
§ 4. **Графическіе способы опредѣленія коэффициента замедленія.** Понятно, что подобныя упрощенныя и совершенно не соответствующія природѣ явленія формулы коэффициента замедленія не могли удовлетворять канализаціонныхъ инженеровъ.

Появились новыя *графическіе способы расчета*, подходящіе довольно близко къ явленію замедленія стока; съ сожалѣнію, эти приемы отличаются большой сложностью. Конечно сложность расчета въ этомъ случаѣ не должна устрашать проектирующаго, такъ какъ за послѣднее время усложнились расчеты и въ другихъ техническихъ на-

укахъ (расчетъ свода, какъ упругаго тѣла, расчетъ пространственныхъ фермъ и т. п.), но все же применение подобныхъ методовъ на практикѣ пока весьма ограничено.

Для опредѣленія графическимъ путемъ коэффициента замедленія въ коллекторѣ былъ предложенъ интересный приемъ проф. Frühling. Чтобы подойти къ его способу, мы сначала рассмотримъ простѣйшій случай.

Для этой цѣли возьмемъ прямоугольникъ $EF GH$ (черт. 46а), по срединѣ котораго уложенъ водостокъ AB ; обозначимъ длину прямоугольника l , ширину b , скорость движенія воды въ каналѣ v и продолжительность ливня t_r .



Далѣе, для упрощенія предположимъ, что вода попадаетъ въ каналъ непосредственно чрезъ поставленные надъ нимъ дождеприѣмники. Тогда въ началѣ ливня по истеченіи нѣкотораго времени $t < t_r$ въ точку B будетъ

собирается вода съ заштрихованнаго равнобедреннаго треугольника высотой vt (черт. 46a), а затѣмъ по мѣрѣ истеченія времени съ большого равнобедреннаго треугольника, (черт. 46b). Наконецъ въ моментъ окончанія дождя т. е. по истеченіи времени t_r вода будетъ стекать съ заштрихованной площади, высотой vt_r (черт. 46c); далѣе съ ближайшей къ точкѣ B площади прекратится поступленіе воды (черт. 46d). Затѣмъ при положеніи, показанномъ на чертежѣ 46e площадь стока достигнетъ своего наибольшаго значенія и будетъ нѣкоторое время сохранять свой максимумъ, пока не начнетъ уже выходить за границы прямоугольника (черт. 46f). Наконецъ, истеченіе въ точкѣ B прекратится, когда вся заштрихованная площадь выйдетъ за предѣлы прямоугольника.

Если мы обозначимъ чрезъ q количество попадающей въ водостокъ воды съ единицы площади, переменную площадь стока чрезъ f и площадь прямоугольника чрезъ F , то коэффициентъ замедленія φ для даннаго случая

$$\varphi = \frac{q f_{max}}{qF} = \frac{f_{max}}{F} \quad \dots (20) \text{ т. е. представляет}$$

собой *отношеніе наибольшей площади стока ко всей канализуемой площади*; для того, чтобы онъ былъ < 1 необходимо существованіе неравенства (13) $l > vt_r$; тогда и $f_{max} < F$.

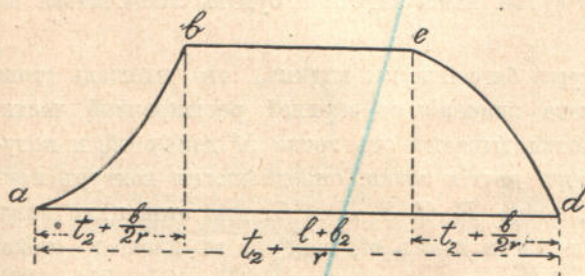
Для нашего прямоугольника $f_{max} = bvt_r$, $F = bl$; тогда $\varphi = \frac{vt_r}{l}$

Напримѣръ для $l = 3600$ мет.; $v = 0,7$ мет. и $t_r = 20$ мин. = 1200 сек.

$$\varphi = \frac{1200 \cdot 0,7}{3600} = 0,233.$$

Изобразимъ характеръ измѣненія площади стока f графически (черт. 47). Возьмемъ прямоугольную систему координатъ, при чемъ на оси абсциссъ

чер. 47.



будемъ откладывать время на теченія воды, а на оси ординатъ количества протекающей воды. Длина части bc кривой стока определится по выраженію

$$t_r + \frac{l + \frac{b}{2}}{v} \quad (\text{время, затра}$$

чиваемое на наибольшей пробѣгъ къ точкѣ B), а

длина частей ab и cd — по выраженію $t_r + \frac{b}{2v}$; наибольшая ордината будетъ $qbvt_r$.

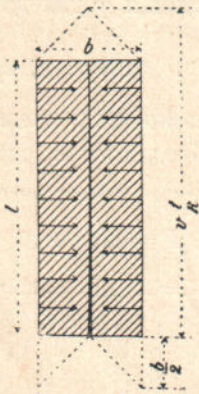
Изъ этихъ выраженій ясно, что увеличеніе части bc , параллельной оси абсциссъ, зависитъ при постоянномъ значеніи t_r отъ увеличенія длины водостока l , части же ab и bc отъ продолжительности ливня t_r .

Если площадь стока будет возрастать, то период протекания одинакового количества воды въ каналѣ AB , характеризуемый частью bl , будет уменьшаться; кривая стока вовсе не будет имѣть части bc , если $f_{\max} = F$

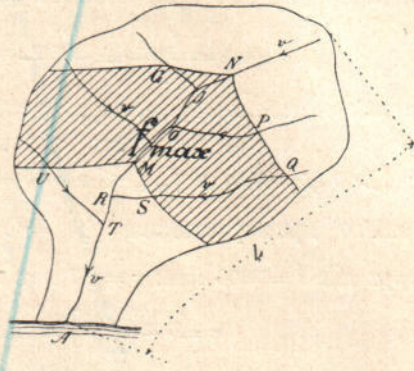
(черт. 48) и $t_r = \frac{l + \frac{b}{2}}{v}$; въ этомъ случаѣ замедленія не будетъ, и коэффициентъ φ будетъ равняться единицѣ.

Теперь мы перейдемъ къ рассмотрѣнiю случая, когда канализуемый бассейнъ будетъ имѣть неправильную геометрическую форму и будетъ обслуживаться уже не однимъ каналомъ, а цѣлою сѣтью водостоковъ (черт. 49),

черт. 48.



черт. 49.



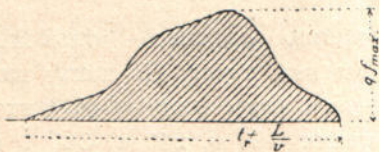
при чемъ для простоты примемъ, что коэффициентъ ψ одинаковъ для всего бассейна. Въ этомъ случаѣ неправильная фигура канализуемаго бассейна дѣлаетъ переменнѣю площадь стока; наша задача и будетъ заключаться въ отысканiи f_{\max}

Изъ рассмотрѣнiя контура бассейна мы видимъ, что площадь стока достигаетъ своего наибольшаго значенiя въ верхней расширенной части, напр. выше точки M . Тогда откладываемъ отъ точки M длину vt_r и получимъ точку N , далѣе получаемъ другiя точки, опредѣляющiя контуръ наибольшей площади стока т. е. точки P, Q, S, U и G . Для этой цѣли намъ необходимо опредѣлить, какiя части длинъ vt_r войдутъ въ площадь стока. Это дѣлается простого отложенiя равныхъ отрѣзковъ: $ON = OP, RN = RQ, RM = RS, TM = TU, IN = IG$. Въ этомъ случаѣ нами предполагалось, что скорость v , какъ въ главномъ каналѣ, такъ и въ боковыхъ одинаковы. Если же въ главномъ каналѣ будетъ скорость $v < v_1$ —скорости въ боковыхъ каналахъ, то пути пробѣга въ боковыхъ каналахъ будутъ нѣсколько короче на длину $(v_1 - v)t_2$. Если въ главномъ каналѣ будетъ на протяженiи MA одинаковый уклонъ, то онъ долженъ имѣть и однообразное сѣченiе, которое должно проводить количество воды $\psi \varphi R F$.

Измѣненія количества протекающей воды изображаютъ графически построениемъ кривой стока (черт. 50).

Въ своемъ способѣ Frühling принималъ, что вода движется въ каналахъ со скоростью, соответствующею полному ихъ наполненію. Но на самомъ дѣлѣ полное заполненіе каналовъ наступаетъ, когда количество протекаемой воды достигнетъ своего максимума, а слѣдовательно скорость должна быть меньше скорости при полномъ заполненіи. Но эта разница не имѣетъ существеннаго значенія, такъ какъ при наполненіи круглыхъ и

чер. 50.

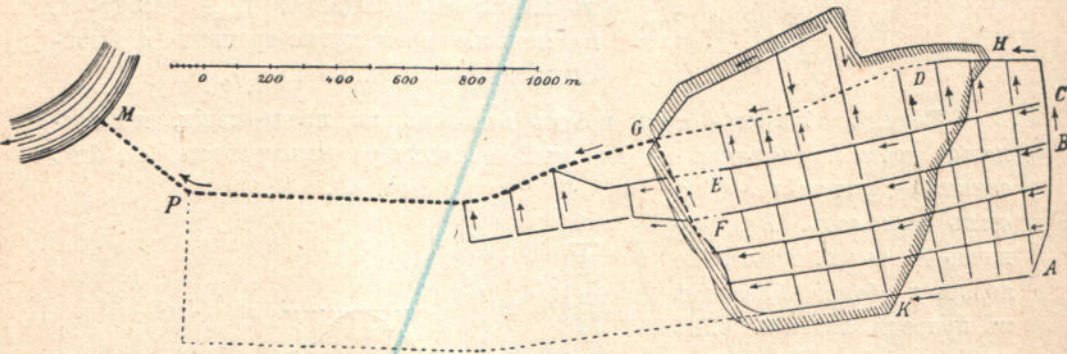


овальныхъ каналовъ до $1/3$ высотъ ихъ сѣченія скорость равняется приблизительно 0,8 скорости при полномъ заполненіи.

Примѣръ. Въ городѣ устроена сѣть, главный выводной каналъ которой протяженіемъ 1,2 километра отводитъ всѣ воды въ рѣку; уклонъ этого канала 1 : 600; уклонъ боковыхъ каналовъ сѣти между 1 : 200 и 1 : 300; $\psi = 0,35$; интенсивность дождя = 100 лит. въ секунду съ гектара, $t_r = 1200$ сек.

Канализируемая площадь = 91 гект., длина водосточной линіи отъ точки А до точки М = 3600 мет.; скорость въ трубахъ $v = 0,8 - 0,9$ мет. Требуется опредѣ-

чер. 51.



лить пункты въ коллекторахъ, въ которыхъ начнется замедленіе стока, и коэффициентъ замедленія для отводного канала?

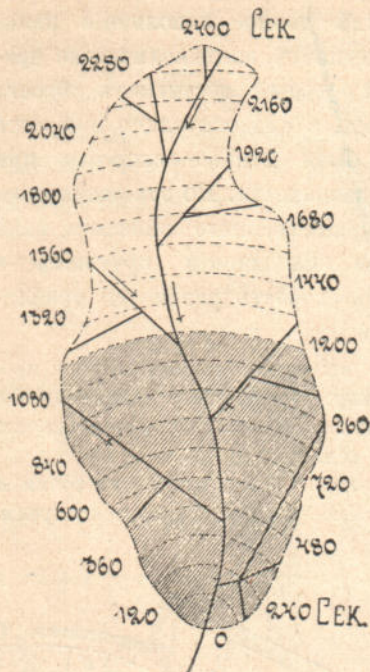
При данныхъ условіяхъ ясно, что замедленіе проявится въ верхнихъ концахъ сѣти, такъ какъ каналы имѣютъ большія длины и небольшія скорости. Опредѣлимъ положеніе точекъ, въ которыхъ будетъ замедленіе. Для этого составимъ выраженія Vt_r , тогда $AD = 1200 \times 0,8$; $BF = 1200 \times 0,85$; $CE = 1200 \times 0,85$ и т. д.; части каналовъ, подверженныя замедленію, обозначимъ пунктиромъ.

При опредѣленіи f max для отводного канала мы можемъ видѣть, что эта будетъ площадь GKH , гдѣ $GH = 1200 \times 0,85$; $GK = 1200 \times 0,85$; f max по измѣренію будетъ — 59 гект. слѣдовательно $\varphi = \frac{59}{91} = \approx 0,65$.

Для упрощенія предложеннаго проф. Frühling'омъ способа можно пользоваться инымъ приемомъ, уступающимъ его методу въ точности. Возьмемъ также отдѣльный канализационный бассейнъ неправильнаго очертанія

(черт. 52) и примемъ, что скорость v по всѣхъ каналахъ будетъ одинакова и что наибольшая продолжительность ливня будетъ t_r .

чер. 52.



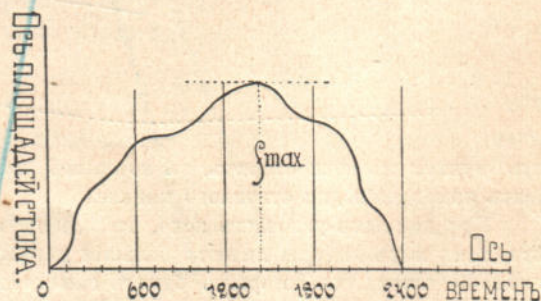
Раздѣливъ t_r на n промежутковъ, мы постараемся отыскать соотвѣтствующія имъ площади стока f_1, f_2, \dots, f_n . Положимъ $t_r = 1200$ секундъ, а $n = 10$, тогда $\frac{t_r}{n} = 120$ сек.

Далѣе вмѣсто прежняго отложенія ординатъ v мы изъ точки B , какъ изъ центра проведемъ рядъ концентрическихъ круговъ радиусами 120 v , 240 v , 360 v и т. д. эти круги отсѣкутъ площади f_1, f_2, \dots, f_n , соотвѣтствующія промежуткамъ времени въ 120, 240, 360, . . . 2400 секундъ.

Если мы вычислимъ площади f_1, f_2, \dots, f_n и построимъ кривую замедленія стока (черт. 53), то наибольшая ордината этой кривой и будетъ f_{max} . Если f_{max} не совпадаетъ съ выбранными нами ординатами времени, то для большей точности можно въ мѣстѣ, гдѣ ожидается f_{max} разбить t_r на меньшіе промежутки времени и вычислить соотвѣтственные имъ f .

Такимъ образомъ этотъ приемъ основанъ на предложеніи, что ливневая вода попадаютъ въ главный коллекторъ непосредственно безъ всякаго участія боковыхъ каналовъ. Это конечно не точно, но все же является болѣе близкимъ къ природѣ явленія, чѣмъ пользованіе формулами Bürkli и т. под.

Способъ Frühling, который можетъ быть названъ способомъ построения кривыхъ замедленія, былъ впоследствии развитъ и примененъ Bodenseher¹⁾ Hecker²⁾ и Forbât Fischer³⁾.



¹⁾ Bodenseher, Ueber die den Staedtenentwaesserungsanlagen zu grunde zu legenden Regenmengen, mit besonderer Berücksichtigung der Verzögerung in Abflusse derselben. Zeit. der Oesterr. Ing. und Arch. Ver. 1900.

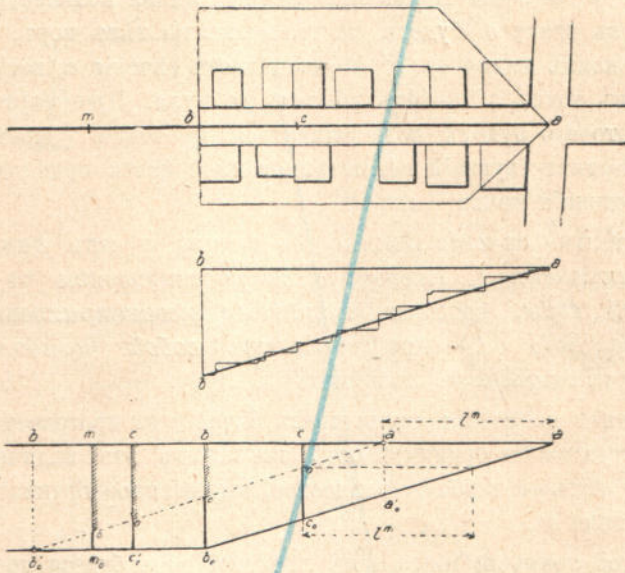
²⁾ Hecker, Beitrag zur Berechnung der Kanalisationsleitungen, Ges. Ing 1901.

³⁾ Fischer, Beitrag zur Bestimmung des Einflusses der Verzögerung auf die in städtischen Kanälen abzuführenden Grösstwassermengen Ges. Ing. 1901. Idem, Bestim-

Способъ Heyd'a. Въ 1905 году появился новый способ предложенный инженеромъ *Heyd*¹⁾, который основанъ на построении особыхъ *графиковъ замедленія стока*.

Для основанія своего способа *Heyd* сначала разсматриваетъ замедленіе стока въ простомъ водосточномъ каналѣ *ab* безъ боковыхъ вѣтвей (черт. 54 а, б); уступчатую линію поверхности воды въ каналѣ онъ замѣняетъ прямой (черт. 54 б), какъ это принято вообще при расчетѣ водостоконъ.

чер. 54а-б.



Далѣе онъ при обоснованіи своего способа, какъ и Fröhling, пренебрегаетъ вліяніемъ пробѣговъ дождевой воды внѣ каналовъ, принимая при этомъ, что скорость движенія воды при полномъ заполненіи канала извѣстна, т. е. опредѣлена по количеству протекающей воды безъ замедленія по обычнымъ формуламъ (см. главу VIII). Если же скорость движенія воды извѣстна, то легко опредѣлить *пробѣгъ любого количества дождевой воды въ каналъ по истеченіи извѣстнаго промежутка времени послѣ начала дождя*.

При продолжительности ливня t_r минутъ, дождевая вода, которая попала въ водостокъ въ точкѣ *a* (черт. 54а-с), пройдетъ путь $l^m = t_r \cdot 60 \cdot v$ м/сек.; откладывая эту длину, мы получимъ точку *a'*. Пусть ордината $a'a'_0$

mung der abzuführenden Gröstwassermengen bei Berechnung des kanalnetzes von Mailand Ges. Ing. 1904.

1) *Heyd*, Die Wirtschaftlichkeit bei den Staedteentwaesserungsverfahren.

(черт. 54с) будетъ изображать собой протекающее количество воды въ точкѣ a' . Дождевыя воды въ точкѣ c также перемѣстятся въ точку c' , и воды, выпавшія между a и c , займутъ положеніе $a'c'$. Далѣе, заштрихованная часть ординаты cc_0 представляетъ собой количество ливневой воды изъ части площади стока выше c , съ каковой площади вода не достигла еще въ моментъ окончанія дождя сѣченія c ; съ другой стороны незаштрихованная часть ординаты cc_0 представляетъ собой дѣйствительное количество ливневой воды, протекающей чрезъ сѣченіе c канала въ моментъ прекращенія ливня. Ясно, что самая отдаленная точка, съ которой вода можетъ достигнуть точки c , будетъ находиться на разстояніи $l^m = t_r \times 60 \times v$ мет./сек. Послѣ прекращенія ливня количество воды, протекающей чрезъ точку c , будетъ постояннымъ до тѣхъ поръ, пока выпавшая вода въ концѣ ливня въ a' не достигнетъ сѣченія c , послѣ чего количество воды въ точкѣ c начнетъ убывать до нуля. Промежутокъ времени, въ теченіе котораго будетъ поддерживаться въ точкѣ c постоянный расходъ воды, соотвѣтствующій незаштрихованной части ординаты cc_0 , зависитъ отъ разстоянія точки c отъ a .

Слѣдовательно сѣченіе канала въ точкѣ c при данной продолжительности ливня t_r слѣдовало бы разсчитывать по количеству протекающей воды, соотвѣтствующему незаштрихованной части ординаты cc_0 , ибо cc_0 — представляетъ собой наибольшее количество воды, протекающее въ точкѣ c .

Въ моментъ окончанія ливня чрезъ сѣченіе m протекаетъ количество воды, соотвѣтствующее ординатѣ om_0 , но затѣмъ это количество будетъ возрастать до тѣхъ поръ пока, количество, выраженное ординатой $ob_0 = oc_0$ не займетъ точки m .

И въ этой точкѣ m максимумъ ливневой воды будетъ протекать нѣкоторое опредѣленное время, зависящее также отъ разстоянія точки m отъ точки a' , по истеченіи котораго расходъ воды будетъ уменьшаться до нуля. Такимъ образомъ ординаты $ob_0 = oc_0 = a'a'_0$ изображаютъ собой наибольшее количество воды, протекающее по каналу am , при данной продолжительности ливня t_r минутъ. Ясно, что каналъ am долженъ быть разсчитанъ только на отведеніе этого максимальнаго количества воды, равнаго наибольшему количеству воды въ сѣченіи a' : т. е. стокъ здѣсь будетъ испытывать замедленіе; при постоянномъ уклонѣ каналъ am будетъ имѣть и постоянное сѣченіе.

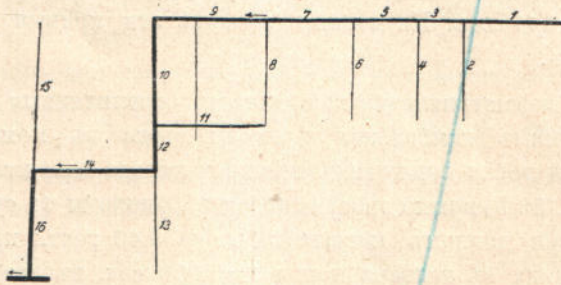
Основываясь на вышеприведенномъ примѣрѣ Heyd указываетъ приѣмъ для построенія особыхъ графиковъ замедленія, дающихъ возможность опредѣлить наибольшіе расходы воды протекающей въ любомъ коллекторѣ канализаціонной сѣти.

Возьмемъ для примѣра канализаціонную сѣть, состоящую изъ отдѣльныхъ 16 коллекторовъ (черт. 55 а) и приступимъ къ построенію графика замедленія по способу Heyd'a (черт. 55 б).

Для построения этого графика примемъ за абсциссы длины каналовъ, а соответствующіе имъ площади стока за ординаты; незаштрихованныя части ординатъ будутъ изображать, какъ и на черт. 54, тѣ наибольшія площади стока, съ которыхъ вода успѣетъ достигъ данного пункта по окончаніи ливня.

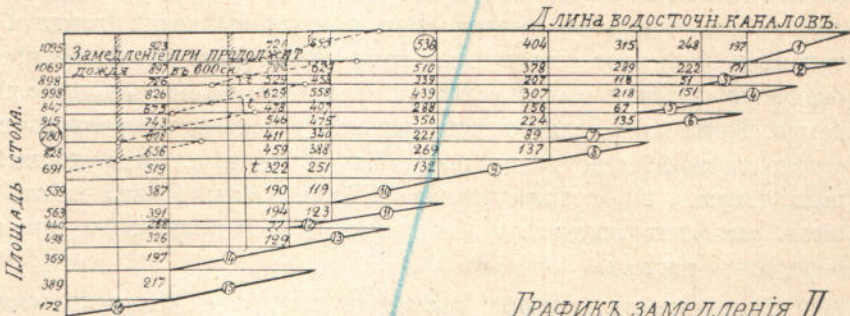
чер. 55.

(a)



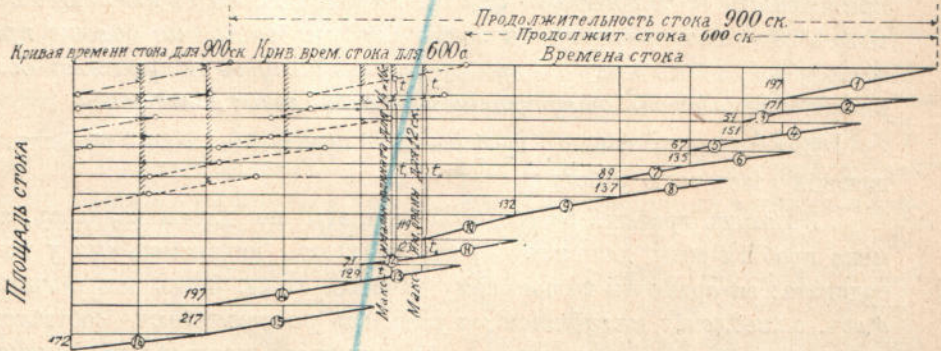
Графикъ замедленія I

(b)



Графикъ замедленія II

(c)



Времена (въ секундахъ), необходимыя для пробѣга воды по каждому каналу, при извѣстныхъ скоростяхъ легко вычисляются и выписываются на графикъ въ концѣ каждого канала (55 b). Складывая времена, необходимыя для пробѣга по каждому каналу, мы получимъ общее время пробѣга ливневой воды чрезъ извѣстную вѣтвь водосточной сѣти. Напримѣръ (черт. 55 b)

время для пробѣга воды, выпавшей въ началѣ канала 1, до нижняго конца канала 9 будетъ равно $197 + 51 + 67 + 89 + 132 = 536$ секундъ (обведено на чертежѣ кружкомъ); время нужное для пробѣга отъ верхняго конца канала 7 до самаго нижняго конца водосточной линіи будетъ равно $89 + 132 + 119 + 71 + 197 + 172 = 780$ сек. Тѣ точки, въ которыхъ время протока ливневыхъ водъ равно продолжительности дождя, соединяются между собой пунктирными линіями, называемыми *кривыми замедленія* или *кривыми времени пробѣга*. На нашемъ графикѣ эти кривыя построены для $t_r = 600$ секундъ.

Суммируя незаштрихованныя ординаты, ограниченныя кривыми замедленія, мы получимъ наибольшія площади стока въ моментъ окончанія ливня для любой точки оси канализаціоннаго канала напримѣръ для середины канала 14 (черт. 56 б) нужно просуммировать ординаты t ; сумма t по измѣренію будетъ при данномъ масштабѣ равна 3,43 гект.; при дождѣ въ 30 литровъ въ секунду съ гектара и при $t_r = 600$ сек. въ срединѣ канала 14 будетъ протекать по окончаніи ливня $3,43 \times 30 = 103$ лит. въ секунду.

Количество ливневой воды, еще не успѣвшее притечь вслѣдствіе замедленія въ каналъ, будетъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше разсматриваемый каналъ лежитъ отъ начальнаго пункта сѣти; поэтому въ концѣ дождя будетъ въ такомъ каналѣ протекать меньше воды, чѣмъ чрезъ нѣкоторое время до его окончанія; расчетъ канала слѣдуетъ вести на это максимальное количество дождя. Такъ, напр., для середины канала 14 наибольшій расходъ получится только чрезъ 98 секундъ по окончаніи ливня, т. е. когда достигнетъ его вода, текущая по верхнимъ каналамъ нашей сѣти. Можно вмѣсто наибольшихъ расходовъ отыскивать замедляющіяся количества воды и по нимъ уже опредѣлять расходы.

Расчетъ количества атмосферныхъ водъ долженъ вестись на кратчайшій и сильнѣйшій дождь, но необходимо въ нѣкоторыхъ случаяхъ сдѣлать проверку на болѣе слабый дождь, но больше продолжающійся, такъ какъ въ этомъ случаѣ могутъ получиться большіе расходы вслѣдствіе отсутствія или ослабленія замедленія.

Вмѣсто предложеннаго графика Нейдъ предлагаетъ новый графикъ, упрощающій расчетную работу

Въ этомъ графикѣ за абсциссы приняты не длины каналовъ, а времена пробѣга воды для каждаго изъ каналовъ, надписываемыя у концевъ ординатъ; за ординаты по прежнему площади стока. Здѣсь *всѣ точки кривыхъ, замедленія находятся на равныхъ разстояніяхъ, соответствующихъ продолжительности ливня, отъ пунктовъ поступленія ливневыхъ водъ*. При другой продолжительности кривыя замедленія переносятся параллельно самой себѣ на соответственное разстояніе соответствующее разности между старымъ и новымъ t_r (въ примѣрѣ на 300 секундъ). Преимущество этого пріема заключается въ большей легкости нахождения наибольшаго количества протекающаго по данному каналу ливневыхъ водъ.

Здѣсь всѣ ординаты, отнесенныя къ одному и тому же періоду времени, лежатъ на одной вертикали, что не имѣетъ мѣста въ графикѣ на чертежѣ 56 в. Простое суммирование ординатъ даетъ намъ количество протекающей чрезъ извѣстный промежутокъ времени воды.

Наибольшія ординаты, лежація надъ самымъ каналомъ или выше его, укажутъ максимумъ протекающей ливневой воды; разстояніе наибольшихъ ординатъ отъ рассчитываемаго канала указываетъ намъ, чрезъ какой промежутокъ времени по окончаніи ливня будетъ протекать въ данномъ каналѣ максимальное количество воды.

Такъ, напр., для середины канала 14 максимумъ ливневой воды будетъ протекать чрезъ $\frac{197}{2} + \frac{71}{2} = 134$ сек. по окончаніи ливня, такъ какъ эта ордината будетъ наибольшей изъ всѣхъ другихъ ординатъ, лежащихъ выше канала 14. Также для канала 16 максимальной будетъ та же ордината, но этотъ максимумъ появится чрезъ $\frac{172}{2} + 197 + \frac{71}{2} = 318$ секундъ по окончаніи ливня.

Скорости, которыя служатъ основаніемъ для вычисленія времени пробѣга и построенія графиковъ замедленія Heyd'a, опредѣляются сначала неточно. Для этого сначала подбираютъ сѣченія каналовъ при ихъ полномъ заполненіи лишь по выраженію ψRF и данному J (уклону) и для этихъ нѣсколько преувеличенныхъ расходовъ опредѣляютъ скорости; эти скорости будутъ больше тѣхъ скоростей, которые получатся съ принятіемъ во вниманіе замедленія, но разница на самомъ дѣлѣ незначительна и для практическихъ цѣлей не имѣетъ значенія. Желавшій получить большую точность могъ бы за основаніе принять новыя скорости и построить новыя графики замедленія и т. под. т. е. дѣйствовалъ бы въ этомъ случаѣ по способу послѣдовательнаго приближенія. Но погоня за большей точностью будетъ неумѣстна, если вспомнить хотя бы необходимость пользоваться среднимъ значеніемъ коэффиціента ψ . Сопоставляя между собой способы Frühling'a и Heyd'a мы должны замѣтить, что оба они требуютъ гораздо большей работы, чѣмъ простое примѣненіе *завѣдомо невѣрной формулы Bürkli-Ziegler'a*.

Но во всякомъ случаѣ сложность расчета, ведущая къ большей точности, не должна останавливать инженера, и потому надо надѣяться, что способы Frühling'a и Heyd'a и имъ подобныя, основанныя на построеніи кривыхъ замедленія, получатъ большее распространеніе въ настоящее время.

Изъ всего вышеизложеннаго слѣдуетъ заключить, что слѣдуетъ для опредѣленія количества атмосферныхъ водъ, попадающихъ въ водостоки пользоваться *выраженіемъ* $Q = \psi \varphi RF$, *гдѣ* φ *— переменная величина для каждаго водостока, которую желательно опредѣлить по способу Frühling'a или Heyda и т. п.* Мы выше уже не разъ указывали, что для величины R приходится брать не всегда сильнѣйшій и кратчайшій по продолжительности дождь, такъ какъ дождь болѣе слабый, но длинный можетъ, не давая вовсе замедленія, дать больше воды въ каналахъ. Построеніе

графиковъ замедленія для нѣсколькихъ дождей безъ труда дѣлается по способу Нейд'а (черт. 56с). Но на выборъ величины R могутъ вліять и экономическія соображенія. Въ этомъ случаѣ приходится взвѣсить, что выгоднѣе, увеличить ли капиталъ на постройку канализаціи съ большей проводимостью, а слѣдовательно и эксплуатаціонные расходы по оплатѣ процентовъ и амортизаціи или же построить болѣе дешевую канализацію меньшей проводимости, но за то оплачивать убытки, применяемые затопленіемъ подваловъ, порчей мостовыхъ и т. п.

Пусть строительный капиталъ, которымъ располагаетъ городъ будетъ K , число дней съ сильными ливнями, не вмѣщающимися въ канализаціонной сѣти x ; величина убытковъ отъ ливней въ этомъ случаѣ — a рублей; κ та добавочная сумма къ капиталу, при затратѣ которой x будетъ меньше или будетъ равенъ 0; убытки отъ подтопленія во второмъ случаѣ выразятся суммой въ b рублей. Тогда при расчетѣ канализаціи на n лѣтъ и при q — ежегодныхъ процентахъ по погашенію капитала ежегодные расходы по оплатѣ строительнаго капитала $K - \frac{Kq^n(q-1)}{q^n-1}$, а капитала $K + \kappa - \frac{(K+\kappa)q^n(q-1)}{(q^n-1)}$; отсюда разница $\frac{\kappa q^n(q-1)}{q^n-1}$ должна поглощаться разницей въ величинѣ убытковъ $a - b$ т. е. $\frac{\kappa q^n(q-1)}{q^n-1} < a - b$ (21)

Изъ этой формулы вытекаетъ, что можно строить канализацію съ болѣею проводимостью только за счетъ сокращенія величины убытковъ отъ затопленій подваловъ, мостовыхъ и пр.)

§ 5. **Опредѣленіе количества грунтовыхъ водъ.** Мы уже выше указывали на санитарное значеніе грунтовыхъ водъ, на которомъ покоилась теорія локалистической школы, и признали, что въ санитарныхъ цѣляхъ желательно одновременно съ устройствомъ канализаціи и принять мѣры къ осушенію почвы. Эти приемы обыкновенно заключаются или въ устройствѣ независимой отъ канализаціонной дренажной сѣти или въ простой обсыпкѣ коллекторовъ пористыми матеріалами (пескомъ, щебнемъ); но даже и безъ всякой обсыпки канализаціонные коллекторы могутъ нѣсколько вліять на пониженіе уровня грунтовыхъ водъ, какъ это устанавливалось неоднократными изслѣдованіями.

Примѣръ вліянія канализаціи на пониженіе уровня грунтовыхъ водъ представляетъ собой канализаціонная сѣть г. Варшавы¹⁾.

Такъ какъ грунтовые воды въ большинствѣ случаевъ не впускаются въ канализаціонные коллектора изъ-за опасенія загрязнить почву, то ихъ количество не играетъ роли для расчета канализаціонной сѣти. Только въ нѣкоторыхъ случаяхъ допускаютъ ихъ вливаніе въ коллектора,

¹⁾ Труды III Водопрводнаго сѣзда, докладъ Э. П. Шиманскаго.

но при этомъ устраиваютъ особыя приспособленія, гарантирующія невозможность выхода сточныхъ водъ въ почву (г. Миланъ). Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ знать ихъ количество, для опредѣленія котораго трудно дать общія нормы, такъ какъ оно всецѣло зависитъ отъ мѣстныхъ условій (годового количества осадковъ, свойства почвы, способовъ ея обдѣлки и т. д.). При канализаціи г. Милана было принято количество грунтовыхъ водъ въ 1 литръ въ секунду на 1 кв. метръ площади коллектора ¹⁾. Инженеръ Линдлей исчислялъ въ проектѣ канализаціи г. С.-Петербурга количество грунтовыхъ водъ, принимая 0,5 куб. фут. въ 1 минуту съ каждаго милліона кв. футъ города.

§ 6. **Составъ сточныхъ водъ.** Составъ сточныхъ водъ долженъ быть изученъ до составленія проекта канализаціи; это требованіе съ перваго взгляда кажется абсурднымъ, такъ какъ вслѣдствіе отсутствія канализаціи въ городахъ не существуетъ и сточныхъ водъ. Но на самомъ дѣлѣ въ городахъ, не имѣющихъ канализаціи, нерѣдко существуютъ уложенные безъ всякой системы каналы, обыкновенно направляющіеся въ ближайшіе водные протоки; въ этихъ то каналахъ и слѣдуетъ брать пробы для изученія состава сточныхъ водъ.

Опредѣленіе, хотя бы приблизительное состава сточныхъ водъ, можетъ оказывать вліяніе на самое устройство канализаціи (выборъ матеріала для каналовъ), но въ особенности представляется необходимымъ для очистныхъ сооружений и для оцѣнки вліянія загрязненія ими воднаго протока.

Составъ сточныхъ водъ въ различныхъ городахъ весьма перемененъ; на него оказываютъ вліяніе многочисленныя факторы: средняя суточная норма потребленія воды на человѣка, система канализаціи (общесплавная или раздѣльная), число и характеръ общественныхъ сооружений, фабрикъ и заводовъ, впускъ въ канализаціонную сѣть экскрементовъ, плотность, населенія, привычки мѣстнаго населенія, выпаденіе осадковъ и т. п.

Но и въ одномъ томъ же городѣ составъ сточныхъ водъ не отличается постоянствомъ и обнаруживаетъ колебанія по часамъ дня, недѣлямъ и временамъ года, зависящимъ, главнымъ образомъ, отъ соотвѣтственныхъ колебаній въ водопотребленіи города; кромѣ того на составъ сточныхъ водъ должно естественно оказывать вліяніе выпаденія атмосферныхъ осадковъ, которые, проникая вмѣстѣ съ другими отработавшими водами въ каналы общесплавной системы или интерцепторы полураздѣльной системы, ихъ разжижаютъ. Но и въ разныхъ кварталахъ одного и того же города составъ водъ перемененъ или вслѣдствіе разности въ плотности населенія или вслѣдствіе нахождения на ихъ площади общественныхъ и фабричныхъ заведеній.

Не смотря на такую переменность состава сточныхъ водъ, вызываемую вышеуказанными причинами, необходимо производить періодически ихъ химическіе и бактеріологическіе анализы въ нѣкоторыхъ пунктахъ кана-

¹⁾ Gesund Jng, 1904 г., Bestimmung der abzuführenden Gröstwassermengen bei Berechnung des Kanalnetzes von Forbät.

лизационной сѣти, такъ какъ безъ данныхъ о среднемъ составѣ сточныхъ водъ спроектированныя очистныя сооружеія не могутъ быть удачными.

Интересныя данныя о составѣ сточныхъ водъ собраны König ¹⁾, который свои свѣдѣнія подраздѣлилъ на двѣ группы (см. Табл. XXII): въ первую группу имъ помѣщены данныя о сточныхъ водахъ городовъ, спускающихъ въ канализационные каналы экскременты, а во вторую — города, которые примѣняютъ еще вывозъ для человѣческихъ экскрементовъ. Такое подраздѣленіе имъ сдѣлано съ цѣлью изученія вліянія экскрементовъ на составъ сточныхъ водъ.

Сопоставляя среднія цифры анализовъ въ обѣихъ группахъ, мы видимъ, что существенной разницы между ними нѣтъ, и что слѣдовательно существовавшее ранѣе опасеніе относительно ухудшенія состава сточныхъ водъ добавленіемъ къ нимъ экскрементовъ не имѣетъ никакихъ серьезныхъ основаній. Даже содержаніе азота не обнаруживаетъ во второй группѣ большихъ отклоненій отъ первой, чего можно было бы ожидать отъ отсутствія въ водахъ экскрементовъ. Это отчасти объясняется съ одной стороны большимъ разжиженіемъ сточныхъ водъ городовъ 1-ой группы, такъ какъ они потребляютъ воды больше городовъ 2-ой группы въ среднемъ на 10 лит. на человѣка, и съ другой тѣмъ, что моча, которая даетъ, главнымъ образомъ, азотъ въ сточныхъ водахъ, попадаетъ въ канализацію и въ городахъ 2-ой группы вслѣдствіе стремленія домовладѣльцевъ сократить расходы по вывозу нечистотъ (см. III главу).

Кромѣ клозетныхъ и кухонныхъ водъ богаты азотомъ сточныя воды колбасныхъ, скотобоенъ, прачешныхъ, пивоваренныхъ и сахарныхъ заводовъ, бумажныхъ, кожевенныхъ и альбуминныхъ фабрикъ, клееваренныхъ и мыловаренныхъ заводовъ и т. п. промышленныхъ заведеній; если количество подобныхъ водъ возрастаетъ въ сравненіи съ количествомъ другихъ сточныхъ водъ города, то понятно, что сточныя воды этого города будутъ богаты азотомъ.

Исслѣдованія часовыхъ колебаній состава сточныхъ водъ въ теченіе дня были сдѣланы различными учеными. Для характеристики приведемъ данныя *Lubberger'a* для города Friburg (см. Табл. XXIII ств. 104).

Выпаденіе дождей, какъ мы уже выше указывали, вліяетъ на составъ сточныхъ водъ. Но вмѣсто того, чтобы произвести раствореніе и улучшеніе состава сточныхъ водъ, дожди въ теченіе нѣкотораго времени ухудшаютъ ихъ въ значительной степени.

Такъ, они увлекаютъ съ собой въ каналы уличные и дворовые отбросы, въ которыхъ содержится не мало и минеральныхъ веществъ, и смываютъ осѣвшія на стѣнкахъ каналовъ вслѣдствіе недостаточной скорости частицы, вслѣдствіе чего общій составъ сточныхъ водъ оказывается хуже, чѣмъ это можно было бы ожидать при данномъ разжиженіи.

1) König, Die Verunreinigung der Gewässer.

Но съ теченіемъ времени, когда уличная грязь смыта, и осадки въ каналахъ пронесены, наступаетъ улучшеніе состава сточныхъ водъ сначала въ верхнихъ концахъ сѣти, а потомъ и въ нижнихъ, если дождь продолжается въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.

Для того, чтобы судить о вліяніи дождей, приведемъ данныя Roëchling объ увеличеніи количества взвѣшенныхъ веществъ для г. Лондона: количество взвѣшенныхъ органическихъ веществъ возросло съ 212 ммгр. въ сухую погоду до 514 ммгр., минеральныхъ съ 179 до 1828 ммгр. во время дождя.

Д—ръ Weyl даетъ для г. Франкфурта на Майнѣ слѣдующія цифры: количество взвѣшенныхъ веществъ со 148 ммгр. увеличилось до 1000 ммгр.

Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что сточныя воды могутъ измѣнять свой составъ подѣ вліяніемъ процессовъ разложенія органическихъ веществъ (гниенія и окисленія); сила процессовъ гниенія неодинакова и зависитъ отъ протяженія канализаціонной сѣти, которое обусловливаетъ большее или меньшее пребываніе сточной воды до выпуска ихъ на очистныя сооруженія, такъ и отъ самаго устройства ея (распредѣленія уклоновъ, устройства осадочныхъ колодцевъ), могущаго повліять въ нѣкоторыхъ случаяхъ на застояваніе сточныхъ жидкостей въ сѣти.

Кромѣ химическаго состава сточныхъ водъ важно знать и бактериологическій ихъ составъ. На послѣдній оказываетъ большое вліяніе введеніе экскрементовъ, такъ какъ въ нихъ содержится очень много зародышей (нѣсколько милліоновъ въ 1 граммѣ). Также воды нѣкоторыхъ общественныхъ учрежденій богаты бактеріями; такъ König указываетъ, что въ водахъ скотобоенъ содержится до 1380000 въ 1 куб. сант.; Miquel—въ водахъ Парижскихъ прачешныхъ находилъ отъ 25 до 40 милліоновъ бактерій, Manfredi и Uffelmann установили, что число бактерій въ уличномъ мусорѣ различныхъ городовъ исчисляется въ нѣсколько милліоновъ въ 1 куб. сант.

Однако не слѣдуетъ опасаться этихъ огромныхъ количествъ бактерій въ сточныхъ водахъ, такъ какъ ихъ количество можетъ сильно возрастать подѣ вліяніемъ процессовъ разложенія органическихъ веществъ, содержащихся въ сточныхъ водахъ, зависящихъ отъ протяженія сѣти, устройства и эксплуатаціи самой канализаціи.

Но все-таки количество бактерій въ 1 куб. сант. является до известной степени гигиеническимъ масштабомъ. Чѣмъ меньше ихъ число, тѣмъ меньше и количество болѣзнетворныхъ бактерій, попадающихъ легко съ экскрементами или дождевыми водами. Этимъ патогеннымъ бактеріямъ приходится въ сточныхъ водахъ вступать въ борьбу съ болѣе сильными микроорганизмами—сапрофитными, и часть первыхъ бактерій несомнѣнно погибаетъ.

Поэтому слѣдуетъ признать, что часть болѣзнетворныхъ бактерій можетъ достигнуть и конечнаго пункта канализаціи, вслѣдствіе чего является опаснымъ спускъ сточныхъ водъ подобнаго состава въ водные протоки.

НАЗВАНІЕ ГОРОДОВЪ.	Взвѣшенные частицы.			Р а с т в о		
	Минеральныя.	Органическія.	Органическ. азотъ.	Срѣдн. вѣщест. теряемые при прокалив.	Органич. азотъ.	Амміачный азотъ.
Миллиграммовъ						
I. Сточныя воды						
16 англійскихъ городовъ (среднее изъ 50 анализовъ)	241,8	205,1	—	—	22,1	55,2
Парижъ { коллекторъ Saint Denis.	221,0	—	—	1518,0	140,0	
	652,0	—	—	733,0	43,9	
Данцигъ	226,0	356	—	161,0	11,6	53,2
Берлинъ (среднее изъ 30 анализовъ)	382,6	701,9	—	313,2	108,8	
Бреславль („ „ 72 „)	204,7	200,0	—	242,7	18,0	73,8
Галле („ „ 3 „)	188,8	405,2	38,1	589,7	59,1	89,1
Франкфуртъ на Майнѣ	387,0	806,0	45,0	517,0	11,0	63,0
Среднее (исключая Парижа)	271,0	445,7	41,6	364,7	24,4	66,9
II. Сточныя воды.						
16 англійскихъ городовъ (среднее изъ 50 анализовъ)	178,1	213,0	—	—	19,7	44,8
Цюрихъ (среднее изъ 4 анализовъ)	36,1	91,5	14,5	182,2	18,5	8,8
Мюнхень { сточныя воды днемъ	49,0	31,0	—	160,0	—	—
	84,0	77,0	—	219,0	—	—
Бреславль	—	210,8	—	333,8	2,6	24,7
Дортмундъ	185,5	244,3	18,1	283,8	26,2	27,2
Оттензенъ	218,0	442,0	24,1	367,2	20,7	47,6
Эссенъ	105,2	213,4	19,3	229,6	12,2	38,1
Брунсвикъ	447,5	635,0	54,5	390,0	92,5	
Галле	402,0	423,4	23,9	329,0	21,3	67,8
Среднее, исключая (Мюнхень, Цюрихъ и Оттензенъ)	263,7	345,0	28,9	313,1	16,4	40,5

Л И Ц А XXII.

р е н н ы я ч а с т и ц ы .

Фосфорная кислота.	Погашь.	Известь.	Магнезия.	Сърная кислота.	Хлоръ.	Азотная кислота.	Всего.	Весь азотъ.
--------------------	---------	----------	-----------	-----------------	--------	------------------	--------	-------------

Примѣчанія.

въ литрѣ.
съ эскрементами.

—	—	—	—	—	106,6	0,03	722	77,3*)
40,0	89,0	484,0	56,0	—	—	—	—	140,0
17,0	35,0	403,0	18,0	—	—	—	—	—
—	44,0	111,0	14,0	24,0	70,0	0	683	64,8*)
31,6	72,9	107,5	20,8	72,6	264,6	0	1088,2	108,8
19,6	60,4	81,8	21,2	77,0	182,8	—	722,2	91,8
43,4	180,7	232,1	—	326,8	715,0	—	2794,4	182,9
—	—	77,0	—	71,0	30,0	—	898,0	119,0
25,6	89,5	121,7	18,7	114,3	252,3	—	1161,5	107,4

безъ эскрементовъ.

—	—	—	—	—	—	0	824,0	64,5*)
8,5	89,2	—	—	—	—	—	480,0	131,3
—	—	—	—	—	—	—	381,0	—
—	—	—	—	—	—	—	342,0	—
—	—	—	—	—	—	—	729,2	40,5*)
13,2	49,7	127,5	27,0	90,5	134,6	—	965,9	73,5
23,1	81,2	147,2	—	—	628,1	—	1817,2	92,4
13,1	65,0	76,8	—	—	234,0	—	843,2	69,6
42,2	29,4	122,5	32,4	89,2	213,1	—	857,5	147,0
27,6	176,0	275,2	—	354,8	209,1	—	1633,0	112,9
24,0	80,0	150,5	29,7	89,9	164,1	—	975,3	84,6

*) Въ количество азота, помѣченное *), не входитъ количество азота во взвѣшенныхъ веществахъ.

Въ заключеніе упомянемъ, что изъ промышленныхъ водъ безвредными съ гигиенической точки зрѣнія является конденсаціонныя воды, но онѣ, имѣя высокую температуру, не должны безъ охлажденія до 35—40° С опускаться въ канализаціонную сѣть, такъ какъ въ противномъ случаѣ могутъ разстроить соединенія канализаціонныхъ трубъ.

ТАБЛИЦА XXIII.

Ч А С Ы.	Часовые расходы въ куб. метр.	Составъ сточныхъ водъ въ миллиграм. на метръ.					
		Орга- ничес. веще- ства.	Хлоръ	Азотн. ки- слота.	Ам- міакъ	Фос- форн. ки- слота.	По- ташъ.
Отъ 4 до 5 утра	196	21	28	18	6	10	2
„ 9 „ 10 „	217	250	37	37	65	35	27
„ 3 „ 4 вечера	365	194	22	10	34	15	27
„ 9 „ 10 „	271	143	33	2	31	14	17
За цѣлый день	7193	156	33	18	40	17	20

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для облегченія городской канализаціонной сѣти и для сокращенія расходовъ по перекачкѣ сточныхъ водъ на очистныя сооруженія конденсаціонныя воды отводятся отдѣльными сѣтями каналовъ непосредственно въ водные протоки. Такъ, напр. въ Берлинѣ въ отдѣльныхъ каналахъ отводится прямо въ Шпрее ежедневно 50000 куб. мет. воды.

Г Л А В А VII

§ 1. Общія понятія о канализаціи. Всякая канализаціонная сѣть состоитъ изъ ряда послѣдовательно соединяющихся другъ съ другомъ подземныхъ каналовъ, называемыхъ въ канализаціонной технику коллекторами. Обыкновенно различаютъ главные коллектора, собирающіе сточныя воды съ большихъ площадей города, и второстепенные коллектора, которые отводятъ собранныя ими сточныя воды въ главные коллектора, второстепенные коллектора въ свою очередь подраздѣляется на классы: коллектора I порядка, т. е. соединяющіеся непосредственно съ главными коллекторами, коллектора II порядка, т. е. вливающіеся въ коллекторъ I порядка, коллектора III, IV, V порядка и т. д.

Чѣмъ больше площадь города и чѣмъ пересѣченнѣе его поверхность, тѣмъ сильнѣе у него должна быть развита какъ вся канализаціонная сѣть вообще, такъ и сѣть главныхъ коллекторовъ.

Канализаціонная сѣть должна отводить сточныя воды города къ очистнымъ сооруженіямъ, расположеннымъ, обыкновенно, по близости къ воднымъ протокамъ, въ которыя и спускаются уже очищенныя сточныя воды по особымъ каналамъ, составляющимъ устье канализаціонной сѣти.

Тѣ главные коллектора, которыя отводятъ сточныя воды за предѣлы города къ очистнымъ сооруженіямъ, называются отводными коллекторами; они могутъ отводить воду или самотекомъ (самотечные отводные коллектора) или по нимъ воды перекачиваются насосами (напорные отводные коллектора).

Такимъ образомъ устройство канализаціи по большей части сводится къ сооруженію:

- а) канализаціонной сѣти съ относящимися къ ней сооруженіями;
- б) отводныхъ коллекторовъ;
- в) очистныхъ сооруженій;
- г) устья сѣти.

Къ этимъ сооруженіямъ слѣдуетъ еще присоединить и насосныя станціи, если приходится прибѣгать къ подъему сточныхъ водъ.

§ 2. Приемы по начертанію канализаціонной сѣти. На начертаніе канализаціонной сѣти вліяетъ столько различныхъ факторовъ, что на ниже

приводимые приемы слѣдуетъ смотрѣть только какъ на самыя общія указанія. Прежде всего нужно отмѣтить, что на начертаніе канализаціонной сѣти вліяетъ выборъ мѣста для очистныхъ сооружений и устья сѣти и система канализаціи.

Если всѣ сточныя воды скопляются въ одномъ пунктѣ, гдѣ и подвергаются очисткѣ предъ выпускомъ въ водные протоки, то разумѣется вся сѣть коллекторовъ должна быть направлена къ этому пункту; съ устройствомъ же нѣсколькихъ пунктовъ очистки сточныхъ водъ, вся сѣть разбивается на нѣсколько отдѣльныхъ независимыхъ сѣтей, обслуживаемыхъ своей очистной станціей.

Съ экономической точки зрѣнія нельзя отдавать предпочтеніе тому или другому способу, такъ какъ выгодность примѣненія централизаціи или децентрализаціи очистки зависитъ всецѣло отъ мѣстныхъ условій. Можно сказать, что для небольшихъ городовъ обыкновенно выгодно концентрировать очистку сточныхъ водъ; для среднихъ же и въ особенности большихъ городовъ, гдѣ вслѣдствіе большихъ протяженій улицъ, сточныя воды пребѣгаютъ большіе пути, очень часто является выгоднѣе система децентрализаціи.

Системы, гдѣ сточныя воды отводятся преимущественно по естественнымъ уклонамъ мѣстности т. е. общесплавныя и сплавныя раздѣльныя даютъ большую свободу въ начертаніи сѣти, обусловливаемомъ или очистными сооружениями или положеніемъ большой насосной станціи для подъема сточныхъ водъ.

Системы же пневматическія и дифференціальныя и отчасти полураздѣльныя сплавныя обусловливаютъ собой особое начертаніе канализаціонной сѣти, которое заключается въ устройствѣ ряда отдѣльныхъ районныхъ сѣтей, при чемъ въ извѣстной точкѣ района имѣется уличная станція, изъ которой воды удаляются въ отводные коллектора города.

Затѣмъ на начертаніи сѣти уже независимо отъ примѣненія системы канализаціи отражаются топографическія условія мѣстности.

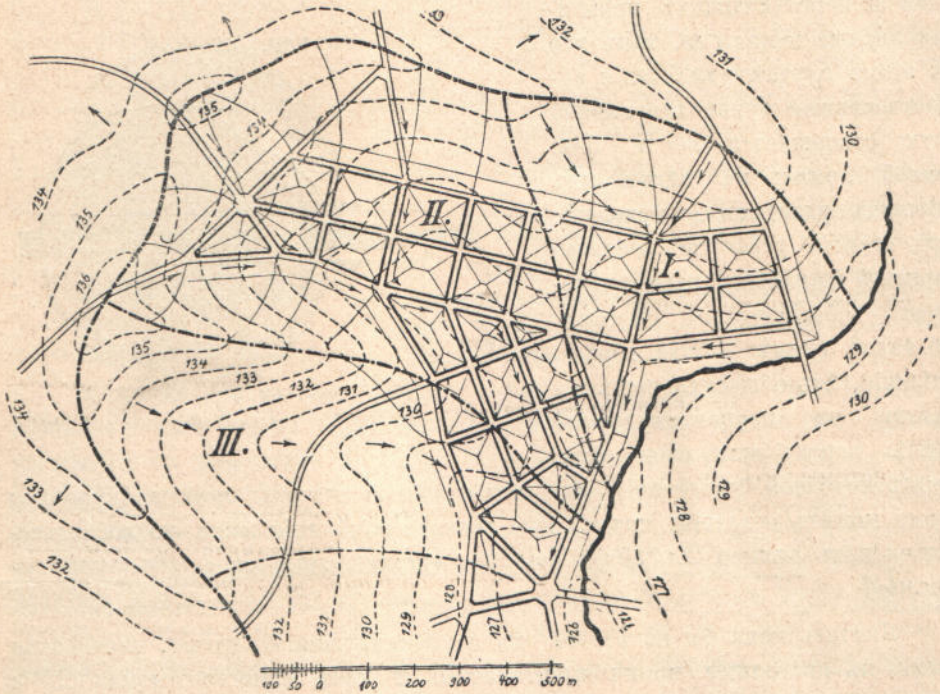
Всегда представляется экономически выгоднымъ использование уклоновъ мѣстности т. е. уклоны трубъ и каналовъ должны слѣдовать за уклонами улицъ, такъ какъ при соблюденіи этого правила сокращается общій объемъ земляныхъ работъ.

При разработкѣ начертанія сѣти по сплавнымъ системамъ обыкновенно начинаютъ съ опредѣленія числа канализаціонныхъ бассейновъ, границами для которыхъ являются водораздѣлы мѣстности (черт. 56). Линія тальвега въ бассейнѣ указываетъ на желательное направленіе коллектора каждаго канализаціоннаго бассейна, затѣмъ по начертанію главныхъ коллекторовъ бассейновъ ихъ сводятъ обыкновенно въ извѣстныя системы, заканчивающимися уже однимъ или нѣсколькими отводными коллекторами.

Понятно, что въ виду различія мѣстныхъ условій расположеніе главныхъ коллекторовъ можетъ быть весьма разнообразно, но тѣмъ не менѣе

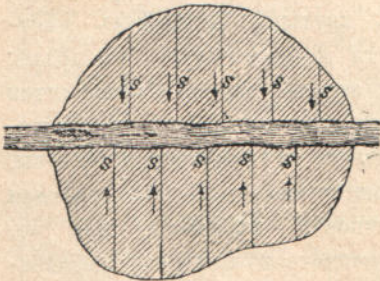
представляется существеннымъ рассмотретьъ различныя схемы ихъ расположенія, чаще всего встрѣчающіяся въ канализаціонныхъ сѣтяхъ городовъ.

чер. 56.



Самой простой схемой расположенія главныхъ коллекторовъ является схема перпендикулярная (черт. 57); по этой схемѣ въ городѣ, имѣющемъ общій скатъ къ рѣкѣ, всѣ коллектора s—s направляются по направлениямъ близкимъ къ перпендикулярнымъ, въ водный протокъ города.

чер. 57.



Прежде до сознанія вреда, примѣняемаго загрязненіемъ водныхъ протоковъ эта схема было весьма употребительна для общесплавной системы, по которой въ то время былъ канализованъ рядъ городовъ Западной Европы (Будапештъ, Вѣна, Зальцбургъ).

Впослѣдствіи же послѣ работъ Англійской комиссіи о загрязненіи рѣкъ¹⁾ эта схема, какъ дающая загрязненіе водныхъ протоковъ въ предѣлахъ го-

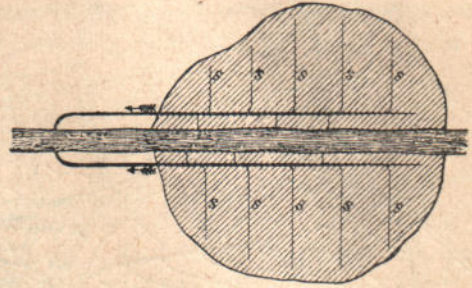
¹⁾ См. главу II, § 1.

рода была признана негодной для отвода домовых водъ и была вытѣснена новой пересѣчной схемой. (черт. 58).

Изъ сопоставленія этихъ схемъ ясно, что схема на черт. 58 легко получается изъ схемы на черт. 57 проведеніемъ каналовъ, параллельныхъ рѣкѣ и пересѣкающихъ перпендикулярные каналы *ss*, такъ что въ этомъ случаѣ утилизація существовавшей перпендикулярной сѣти совершается почти безо всякой ломки; въ нѣкоторыхъ случаяхъ удастся еще использовать старыя устья перпендикулярныхъ каналовъ, какъ ливне-спуски общесплавной системы. По такой схемѣ многіе города, имѣвшіе сѣть общесплавныхъ каналовъ по перпендикулярной схемѣ, перестроили свои сѣти.

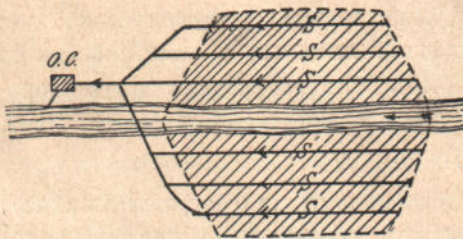
Кромѣ подобной утилизаціи для общесплавной системы перпендикулярная схема можетъ остаться почти безо всякаго измѣненія, если ею воспользоваться какъ сѣтью для дождевыхъ каналовъ полной раздѣльной системы.

чер. 58.



Являясь какъ бы поправкой къ перпендикулярной схемѣ, пересѣчная схема въ настоящее время примѣняется и какъ самостоятельная схема во многихъ городахъ (Дрезденъ, Кіевъ). Однако ее не слѣдуетъ примѣнять, если главный пересѣчный коллекторъ лежитъ очень глубоко на берегу рѣки, такъ какъ тогда приходится вести работы въ слабомъ грунтѣ, сильно пропитанномъ рѣчной водой; если же это неизбежно, то необходимо стремиться къ тому, чтобы главный пересѣчный коллекторъ лежалъ выше линіи наибольшаго подъема весеннихъ водъ. Также представляется неудобнымъ примѣнять пересѣчную схему въ городахъ съ крутымъ рельефомъ мѣстности направленнымъ къ рѣкѣ;

чер. 59.

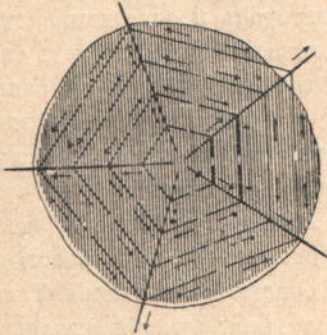


въ этомъ случаѣ приходится перпендикулярнымъ коллекторамъ *ss* или придавать уклоны, дающіе скорость, опасную для прочности каналовъ, или же устраивать цѣлый рядъ добавочныхъ сооружений — перепадныхъ колодцевъ для смягченія естественныхъ уклоновъ мѣстности.

Для такихъ городовъ выгоднѣе примѣнять параллельную или вѣтерную схему (черт. 59).

По этой схемѣ городъ пересѣкается рядомъ коллекторовъ или параллельныхъ другъ другу или идущихъ подъ нѣкоторымъ угломъ, которые обхватываются главными отводными коллекторами города. Если паденіе

чер. 60.



рѣки велико или вода въ ней подперта плотиной, то эта схема является удобной для устройства промывки слѣпыхъ концовъ сѣти. Если въ городѣ нѣтъ рѣки, то она замѣняется для этой схемы діаметральнымъ проведеннымъ коллекторомъ.

Вѣрная система примѣнена въ городахъ Брюссель, Бреславль, Висбаденъ, Парижъ, Дортмундъ и вообще является одной изъ самыхъ употребительныхъ схемъ расположенія главныхъ коллекторовъ.

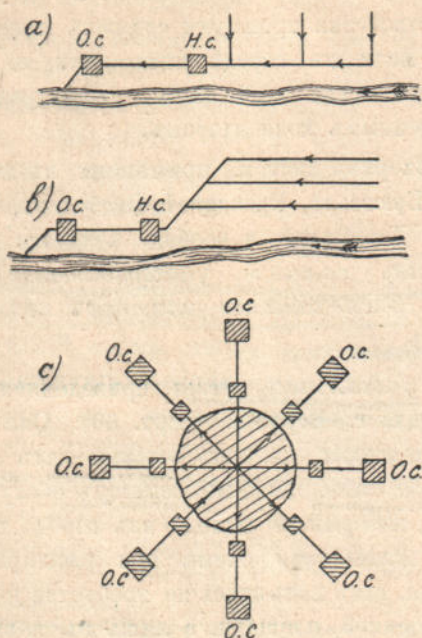
Довольно оригинальной является радіальная схема, приведенная въ исполненіе инженеромъ Гобрехтомъ для г. Берлина (черт. 60). Она заключается въ раздѣленіи городской территоріи на рядъ отдѣльныхъ секторовъ, имѣющихъ свою независимую сѣть. Каждый секторъ обслуживается своимъ главнымъ коллекторомъ, который по выходѣ изъ города превращается въ отводной коллекторъ. Радиальная схема при расширеніи границъ города является весьма удобной, такъ какъ здѣсь не требуется перестройки каналовъ въ предѣлахъ застроенной площади, а лишь въ новыхъ частяхъ города. Кромѣ того при радиальной схемѣ сточныя воды пробѣгаютъ значительно меньшіе пути, и слѣдовательно коллектора закладываются мельче, чѣмъ при примѣненіи иныхъ схемъ; также при ея примѣненіи устраняются для большихъ городовъ затрудненія въ приобрѣтеніи большихъ площадей для очистныхъ сооружений въ одномъ пунктѣ. Такимъ образомъ эта схема является децентрализованной. Радиальная схема примѣнена въ Берлинѣ, площадь котораго разбита на 12 отдѣльныхъ секторовъ; сточныя воды каждаго сектора перекачиваются по напорнымъ трубамъ на поля орошенія, разбросанныя въ окрестностяхъ Берлина.

Положеніе устья сѣти или очистной станціи оказываетъ также серьезное вліяніе на схему канализаціонныхъ коллекторовъ, такъ какъ ихъ положеніе является почти независимымъ отъ сѣти, а лишь отъ мѣстныхъ условій (уровней горизонтовъ воды въ протокѣ, отмѣтокъ мѣстности, выбранной для очистной станціи). Въ этомъ случаѣ нерѣдко приходится прибѣгать къ устройству станціи для перекачки сточныхъ водъ на поля орошенія; тогда пересѣчная, вѣрная и радиальная схемы примутъ слѣдующій видъ (черт. 61 а—с).

Но въ такомъ видѣ встрѣчается примѣненіе только для радиальной схемы. Для пересѣчной же и вѣрной такое начертаніе является невыгоднымъ, такъ какъ здѣсь поднимаются всѣ сточныя воды города. Въ этомъ

случаѣ лучше раздѣлить городъ на зоны и каждую канализировать самостоятельно (черт. 62).

чер. 61.



При раздѣленіи города на 2 зоны границы верхней зоны намѣчаются разностью отміток коллекторовъ и очистныхъ станцій, позволяющей спустить всё воды зоны самотекомъ на очистную станцію; нижняя зона можетъ имѣть свою насосную станцію, перекачивающую свои воды или въ коллекторъ верхней зоны или же непосредственно на очистныя сооружения. Такая система расположенія коллекторовъ называется поясной или зонной; число зонъ въ построенныхъ канализацияхъ не встрѣчается болѣе 3. Воды верхней зоны иногда утилизируются для промывки каналовъ нижней зоны.

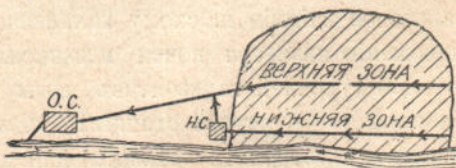
Поясная (зонная) схема встрѣчается въ канализационныхъ сѣтяхъ многихъ городовъ:

Кельна, Неаполя, Стокгольма, Мюнхена, Франкфурта на Майнѣ, Варшавы и др.

При примѣненіи зонной схемы каждая зона можетъ имѣть свою систему канализации; напримѣръ верхняя—общесплавную, а нижняя, какъ подверженная затопленію весенними водами, полную раздѣльную систему.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится выдѣлять только отдѣльныя плоскія части города, примѣняя къ нимъ перекачку, а остальные части канализировать самотекомъ. Примѣръ подобнаго устройства представляетъ изъ себя неполная раздѣльная сплавная канализация г. Кіева, гдѣ для канализации плоской части города—Подолы, подверженной затопленію весенними водами р. Днѣпра, приходится прибѣгать къ перекачкѣ.

чер. 62.

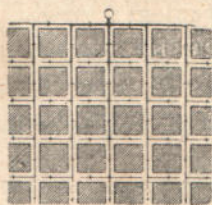


На самомъ дѣлѣ пересѣчныя схемы расположенія коллекторовъ не всегда могутъ быть рѣзко намѣчены при разработкѣ проекта сѣти, такъ какъ такому начертанію могутъ помѣшать неправильно расположенныя улицы, водные протоки, овраги, большія колебанія въ отмѣткахъ рельефа города и т. п. Поэтому существующее расположеніе коллекторовъ имѣть въ дѣйствительности болѣе сложное начертаніе, чѣмъ даваемое разсмотрѣнными нами схемами.

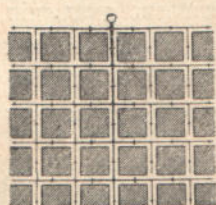
Эти схемы примѣняются для сплавныхъ системъ (общесплавныхъ, раздѣльныхъ и Веринга); что же касается начертанія схемъ коллекторовъ для системъ Лирнура, Шона, Берліе и пр., то намъ кажется умѣстнѣе во избѣжаніе повтореній привести ихъ ниже при описаніи конструкцій относящихся къ нимъ сооружений. При выработкѣ направленной для главныхъ коллекторовъ общесплавной или полной раздѣльной системы въ нѣкоторыхъ случаяхъ не удастся использовать естественные уклоны мѣстности. Такъ, напр., если главный коллекторъ, слѣдуя уклону мѣстности, долженъ проходить по узкой улицѣ, то этого не слѣдуетъ дѣлать, такъ какъ производство работъ весьма затрудняло бы уличное движеніе. Также нерѣдко препятствуютъ рациональному начертанію коллекторовъ проходящія черезъ городъ желѣзныя дороги, каналы и овраги. Въ такихъ случаяхъ приходится прибѣгать или къ устройству туннелей при пересѣченіяхъ съ желѣзными дорогами, или устраивать дюкера и сифоны при пересѣченіи съ водными протоками. Начертаніе коллектора также не можетъ идти по уклону мѣстности, если приходится часть его проводить по землѣ, находящейся въ чужомъ владѣніи.

Послѣ начертанія главныхъ коллекторовъ переходятъ къ послѣдовательному начертанію коллекторовъ 1-го, 2-го, 3-го порядка и т. д., при чемъ стремятся сократить число однородныхъ коллекторовъ съ одинаковой отводоспособностью, замѣняя ихъ по возможности, однимъ коллекторомъ съ отводоспособностью, равной суммѣ отводоспособностей замѣняемыхъ коллекторовъ. При такомъ трассированіи получается возможность укладывать коллектора съ меньшими уклонами, такъ какъ по нимъ протекають большіе

чер. 63а.



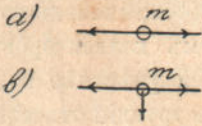
чер. 63б



расходы. Сказанное будетъ вполне ясно изъ чертежа 63, гдѣ на черт. 63а показана худшая схема съ 5 коллекторами, а на черт. 63б—лучшая сѣть съ однимъ коллекторомъ.

Далѣе при проектированіи канализаціи нужно стремиться къ возможному уменьшенію глухихъ (слѣпыхъ) концовъ сѣти, такъ какъ въ нихъ поступаетъ мало сточныхъ водъ, вслѣдствіе чего скопляются осадки; для удаленія осадковъ изъ трубъ со слѣпыми концами производится ихъ промывка. Вслѣдствіе этого для сокращенія расходовъ по промывкѣ представляется выгоднымъ концентрировать слѣпые концы въ одномъ пунктѣ (черт. 64 а-б), такъ какъ при этомъ можно устроить общія промывныя камеры.

чер. 64.



Набросанная на основаніи вышеизложенныхъ соображеній канализаціонная сѣть не будетъ окончательной, такъ какъ таковая можетъ

быть установлена только послѣ распределенія уклоновъ и подбора сѣченій водостоковъ. X

§ 3. Скорость теченія и уклоны водостоковъ. Основныя задачи канализаціи заключаются въ быстромъ сплавѣ сточныхъ водъ за предѣлы населенныхъ мѣстъ. Отсюда слѣдуетъ, что каналамъ должно придавать уклонъ, при которомъ бы въ нихъ образовывалась скорость, достаточная для самоочищенія сѣти т. е. для пронесенія по каналамъ всѣхъ частицъ, содержащихся въ сточныхъ водахъ. Въ сточныхъ водахъ содержится много твердыхъ частицъ, изъ которыхъ одни плаваютъ на поверхности сточныхъ водъ, другія находятся во взвѣшенномъ состояніи и третьи—тяжелыя двигаются непосредственно по дну каналовъ. Къ категоріи плавающихъ веществъ, слѣдуетъ отнести бумагу, листья, остатки овощей и пр., къ взвѣшеннымъ—измельченныя примѣси растительнаго и животнаго происхожденія, а къ тяжелымъ—примѣси минеральнаго происхожденія (преимущественно увлекаемая съ поверхности улицъ): песокъ, гравій, куски желѣза и т. под.

Скорость, необходимая для самоочищенія сѣти опредѣляется изъ классическаго выраженія Шези

$$v = c \sqrt{RJ}, \quad J = \frac{v^2}{c^2 R}, \quad \text{гдѣ } R = \frac{\omega}{p}, \quad \dots \dots \dots (22).$$

v —средняя скорость движенія воды, c —коэффициентъ тренія, J —уклонъ поверхности воды въ водостокахъ, R —гидравлическій радиусъ (средняя гидравлическая глубина), ω —поперечное сѣченіе канала и p —смачиваемый периметръ. Зависимость же между скоростью v и расходомъ Q выразится извѣстной формулой

$$Q = v\omega. \quad \dots \dots \dots (23).$$

Здѣсь слѣдуетъ отмѣтить, что очень часто смѣшиваютъ уклонъ поверхности воды въ водостокѣ J съ уклономъ дна самого водостока— J_1 ; на самомъ дѣлѣ J_1 всегда меньше J и опредѣляется по глубинамъ заполнения канала водой, вычисленнымъ для даннаго канала въ началѣ и концѣ его. Въ

дальнѣйшемъ, говоря о распредѣленіи уклоновъ, мы будемъ разумѣть уклоны поверхности воды въ водостокахъ.

Наиболѣе опасными для закупориванія каналовъ и для образованія въ нихъ осадковъ, могущихъ подвергаться гніенію, являются плавающія и тяжелыя вещества; поэтому обыкновенно при устройствѣ сѣти, какъ мы увидимъ дальше, принимаются мѣры для задерживанія плавающихъ и тяжелыхъ веществъ до поступленія ихъ въ канализаціонную сѣть.

Поэтому весьма важно установить наименьшую скорость, которая бы обезпечивала самоочищеніе сѣти. По опытамъ Bazalgett въ Лондонской сѣти средняя скорость v для большихъ каналовъ должна быть не менѣе 0,6—0,75 метра, а для малыхъ въ верховьяхъ сѣти, гдѣ можетъ происходить перерывъ въ теченіи въ ночное время не менѣе 0,75 м.—1 мет.

Мы знаемъ, что скорость v при данномъ поперечномъ сѣченіи ω и уклонѣ J будетъ зависѣть отъ переменнаго количества протекающей по водостоку воды. Поэтому при проектированіи канализаціонной сѣти по общесливной системѣ намъ представляется нужнымъ установить, къ какому же расходу слѣдуетъ отнести нашу скорость. Конечно, эту скорость нужно отнести не къ количеству воды, даваемыми ливнями, которые выпадаютъ довольно рѣдко, а лишь къ домовому стоку въ сухую погоду. Но домовыя воды, какъ мы уже указывали выше поступаютъ въ сѣть неравномѣрно, сильно увеличиваясь въ дневные часы и падая ночью.

На практикѣ скорость v относятъ къ наибольшему расходу сточныхъ водъ въ сухую погоду, разсчитывая, что осадки, скопленные въ ночное время, будутъ проноситься въ дневные часы. Такой же расходъ долженъ быть положенъ за основаніе для разсчета домовой сѣти полной и не полной раздѣльной и полураздѣльной системы, а также для системъ Веринга и Шона. Для дождевыхъ коллекторовъ полной раздѣльной и полураздѣльной системы при провѣркѣ на скорость слѣдуетъ, по нашему мнѣнію не выбирать ливневой расходъ, а расходъ, соответствующій чаще всего выпадающимъ дождямъ.

Выбирая необходимую для самоочищенія водостоконъ скорость, мы не должны однако забывать о получающейся при этомъ глубинѣ протока; она не должна быть настолько незначительной, чтобы происходило прилипаніе содержащихся въ сточныхъ водахъ примѣсей къ дну каналовъ, а слѣдовательно и скопленіе осадковъ въ канализаціонной сѣти. Поэтому въ сомнительныхъ случаяхъ необходимо опредѣлять и глубину заполнения при наибольшемъ расходѣ въ сухую погоду; по даннымъ опыта эта глубина протока не должна быть меньше 2 сантиметровъ. Требованіе это относится только къ коллекторамъ, по которымъ протекаютъ домовыя воды.

Выставляя какъ наименьшую скорость для малыхъ каналовъ $v=0,75$ —1 мет., мы должны отмѣтить, что достиженіе подобной скорости въ трубѣ, заканчивающейся слѣпымъ концомъ, вслѣдствіе незначительности протекающаго по ней количества воды не представляется возможнымъ. Для та-

ких случаев приходится восполнять расход энергичной промывкой подобных трубъ. Только въ рѣдкихъ случаяхъ можетъ удасться получить нужную скорость, но зато глубина протока можетъ оказаться меньше 2 сант., т. е. и въ этихъ случаяхъ промывка трубъ наинисшаго въ сѣти порядка является неизбежной.

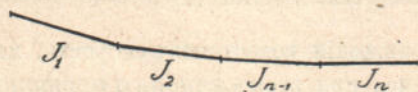
На обязательной промывкѣ слѣпыхъ концовъ основана, какъ мы увидимъ ниже, сплавная система Веринга.

Установивъ предѣлы для наименьшей скорости, мы должны указать предѣлы и для наибольшей скорости въ водостокахъ; большія скорости движенія воды могутъ повести къ быстрому изнашиванію канализаціонной сѣти, такъ какъ тяжелыя частицы, содержащіяся въ сточныхъ водахъ въ этомъ случаѣ будутъ сильно царапать подошвы каналовъ. Поэтому необходимо проектировать сѣти такимъ образомъ, чтобы скорость въ каналахъ не была бы выше 2—3 метровъ. Если же почему либо улицы имѣли бы уклонъ, при которомъ получалось бы $v > 2—3$ ^{метровъ}, то необходимо каналамъ придавать уклонъ меньшій, соответственной скорости въ 2—3 метра, и раздѣлять коллекторъ во избѣжаніе увеличенія земляныхъ работъ особыми ниже описываемыми перепадными колодцами. Скорость въ 2 метра должна быть отнесена къ расходу при наибольшемъ стокѣ въ сухую погоду; большія же величины скорости до 3 метровъ принимаются для расхода сточныхъ водъ во время ливней.

Приведенныя нами выраженія (22) и (23) для v , ω , Q и J даютъ намъ непосредственныя указанія, какія слѣдуетъ придавать численныя значенія для уклоновъ J . Чѣмъ меньше будетъ Q , тѣмъ долженъ быть больше J для достиженія нужной v и наоборотъ при большомъ Q можно придать J меньшее значеніе. Такъ какъ расходы воды въ верховыхъ коллекторахъ незначительны, то очевидно для нихъ уклоны должны быть круче, чѣмъ для коллекторовъ болѣе высокаго порядка или главныхъ коллекторовъ.

Поэтому ливня уклоновъ поверхности воды въ какой нибудь водосточной ливни обыкновенно имѣеть слѣдующій видъ (черт. 65).

чер. 65.



имѣеть слѣдующій видъ (черт. 65).

По даннымъ опыта принято придавать водосточнымъ каналамъ слѣдующіе уклоны:

- а) для круглыхъ трубъ, діам. 15 — 30 см. 0,02 — 0,005
- б) „ „ „ „ 30 — 60 см. 0,005 — 0,002
- в) „ оvoidальныхъ каналовъ и коллекторовъ 1-го порядка высотой до 2 мет. 0,002 — 0,001
- г) „ главныхъ коллекторовъ 0,001 — 0,0005

Болѣе точно величина уклоновъ для каждаго канала должна быть установлена разсчетомъ.

Если мы устраиваемъ канализацію въ плоскомъ городѣ, то приходится отступать отъ приведенныхъ выше предѣловъ и не получать скорости, достаточной для самоочищенія сѣти. Такія трубы и каналы должны промываться, для каковой цѣли въ нихъ устраиваются, какъ будетъ указано ниже, особыя приспособленія.

Поэтому встрѣчаются въ различныхъ городахъ очень малые уклоны для большихъ коллекторовъ до 0,00025; въ Гамбургѣ имѣется даже каналъ, расположенный горизонтально, гдѣ теченіе вызывается подпираниемъ воды щитами. Для опредѣленія необходимыхъ уклоновъ иногда пользуются эмпирическими формулами. Такъ напримѣръ въ Англіи употребляютъ выраженіе

$$i = \frac{1}{2d + 50},$$

гдѣ d —діаметръ круглаго или ширина овоидальнаго канала.

Такъ напр. для трубы въ 25 сантим. мы получимъ $i = 0,01$ т. е. ту же величину, которая дается вышеприведенными нормами.

Понятно, что въ крутыхъ мѣстностяхъ приходится заботиться о томъ, чтобы мы не получили опасныхъ скоростей (болѣе 2—3 метровъ); поэтому необходимо указать, что предѣльнымъ наибольшимъ уклономъ для круглыхъ трубъ считаютъ 0,05, а для овоидальныхъ 0,033—0,01, хотя въ нѣкоторыхъ городахъ имѣются болѣе крутые уклоны (до 0,08). При выборѣ предѣльныхъ уклоновъ для проходимыхъ каналовъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что проходъ по уклону, большему 1:30, является весьма затруднительнымъ, и что въ такихъ случаяхъ приходится устраивать въ каналахъ троттуары для рабочихъ съ меньшими уклонами раздѣленные чрезъ извилистыя промежутки лѣстницами.

При распредѣленіи уклоновъ слѣдуетъ ихъ дѣлать по возможности одинаковыми на протяженіи отъ одного угла улицы до другой, сохраняя при этомъ одинаковое сѣченіе канала; во всѣхъ пунктахъ, гдѣ мѣняются уклоны или сѣченія трубы должны быть установлены смотровыя (ревизионныя) колодцы.

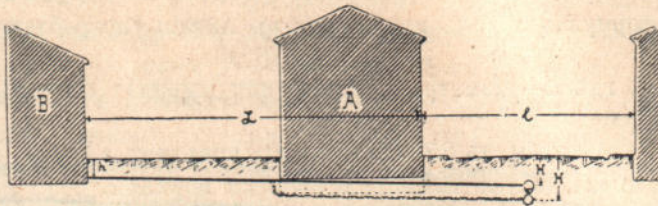
Для полныхъ раздѣльныхъ системъ канализаціи, гдѣ дождевые и домовые каналы идутъ одни надъ другими необходимо въ обоихъ сѣтяхъ придерживаться изъ конструктивныхъ соображеній одинаковыхъ уклоновъ.

Не требуетъ никакихъ доказательствъ, что на распредѣленіе уклоновъ оказываютъ сильное вліяніе уклоны улицы; для экономическаго рѣшенія вопроса слѣдуетъ уклоны поверхности воды дѣлать по возможности параллельно уклонамъ улицъ, соблюдая при этомъ требованіе о необходимой для самоочищенія скорости.

Въ плоскихъ мѣстностяхъ (СПБургъ, Буэносъ-Айресъ) невозможно имѣть уклоны, достаточные для самоочищенія сѣти; въ этихъ случаяхъ часто прибѣгаютъ къ пневматическимъ и дифференціальнымъ системамъ.

При общемъ распредѣленіи уклоновъ въ сѣти намъ прежде всего слѣдуетъ установить въ разныхъ частяхъ ея тѣ общія глубины заложения каналовъ, которыми мы можемъ распоряжаться для каждого канализаціоннаго бассейна сѣти. Для установленія такихъ величинъ намъ прежде всего слѣдуетъ знать, на какую наименьшую глубину могутъ быть заложены уличные водосточные каналы. Наименьшая глубина заложения зависитъ отъ глубины промерзанія грунта въ данной мѣстности, отъ глубины самаго глубокаго домового подвала, отъ глубины домового участка и отъ уклона домового водостока и отъ ширины улицы. Такимъ обра-

чер. 66.



зомъ (черт. 66) наименьшая глубина уличнаго водостока получится изъ выраженія

$$H = h + i \left(L + \frac{l}{2} \right) \dots \dots \dots (24)$$

гдѣ H будетъ наименьшая глубина уличнаго заложения водостока, i — уклонъ двороваго водостока, L — длина двороваго водостока, зависящая отъ глубины домового участка, l — ширина улицы, h или глубина промерзанія въ данной мѣстности или глубина подвала дома. Глубина промерзанія грунта колеблется отъ 1 до 3 метровъ въ зависимости отъ положенія города, i отъ 0,02 до 0,01, L —80—120 мет. и l —20 мет.—100 мет.; тогда для h получаются предѣлы отъ 1,9 метровъ до 6,4 метровъ; разумѣется послѣдній предѣлъ является очень высокимъ и онъ можетъ встрѣтиться только на очень широкихъ улицахъ; въ этихъ случаяхъ водостоки устраивать не по срединѣ улицы, а у троттуаровъ, такъ что въ выраженіи (24)

$\frac{l}{2}$ можно принять нулю. Кромѣ того необходимость закладыванія водостока

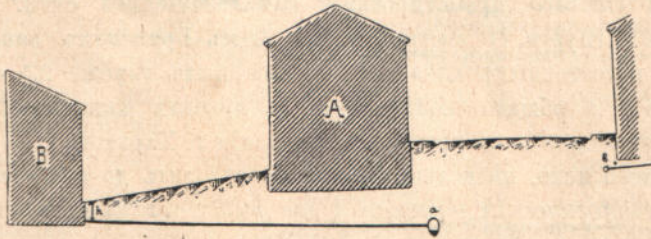
на 3 метра можетъ встрѣтиться только въ очень сѣверныхъ губерніяхъ Россіи; наиболѣе употребительной нормой для глубины замерзанія считается 1,5—2 метра, такъ что для опредѣленія наименьшей глубины заложения обыкновенно принимаютъ 1,5 — 2 мет. + 0,02 $\left(100 + \frac{30}{2} \right) = 3,8$ мет.—

4,30 мет. или же 1,5—2 мет. + 0,01 $\left(100 + \frac{30}{2} \right) = 2,65$ — 3,15 метр.; эти нормы приходится увеличить, если глубина подвала будетъ больше глубины промерзанія даннаго мѣста.

Самымъ невыгоднымъ для нормы наименьшаго заложения сѣти будетъ случай, когда дворовый участокъ будетъ имѣть скатъ въ сторону, обратную поверхности улицы (черт. 67),

Въ этихъ случаяхъ для уменьшения этой нормы также желательно придвинуть уличный водостокъ къ троттуарамъ. Если дворовое мѣсто съ обратнымъ уклономъ находится въ верховьяхъ канализаціонной сѣти,

чер. 67.



то увеличеніе этой нормы отразится на заложении всей сѣти и можетъ повести къ серьезному увеличенію стоимости всѣхъ работъ. Для устранения этого можно или собирать дворовыя воды въ сборный колодезь и перекачивать его содержимое или же сдѣлать канализацію подобнаго участка чрезъ земли сосѣда на другую улицу; къ сожалѣнію, по дѣйствующему въ Россіи законодательству проходъ трубами чрезъ чужія владѣнія воспрещается, такъ какъ при этомъ нарушается право собственности¹⁾. Наименьшая глубина заложения имѣетъ значеніе для верховыхъ слѣпыхъ концовъ сѣти, такъ какъ въ низовыхъ частяхъ сѣти она легко достигается изъ-за уклоновъ водостоковъ. Если же дворовое мѣсто выше поверхности улицы, то норма для наименьшей глубины заложения уменьшается на имѣющуюся разность отмѣтокъ между поверхностями двора и улицы. Отсюда можно вывести, какъ правило при планировкѣ новыхъ частей города, располагать дворовые участки выше улицы, хотя бы на 1 метръ.

Дождевые коллектора раздѣльныхъ системъ располагаются выше домовыхъ, и наименьшая глубина ихъ заложения колеблется въ предѣлахъ 1—1,5 мет.

Придавая постепенно уклонъ по направленію водосточныхъ линій, мы можемъ дойти до такой глубины заложения каналовъ, при которой производство работъ станетъ весьма затруднительнымъ, если не невозможнымъ. Поэтому является необходимымъ установить нормы для наибольшей глубины заложения водостоковъ. За такую норму обыкновенно принимаютъ глубину въ 7—8 метровъ, хотя въ дѣйствительности нерѣдко приходится отступать отъ нея сообразно мѣстнымъ условіямъ. Такъ, напримѣръ, если при этой глубинѣ приходится прокладывать водостоки въ грунтахъ, насыщенныхъ водой, или въ грунтахъ скалистыхъ, требующихъ

¹⁾ См. „Труды V водопроводнаго съѣзда“, докладъ В. Н. Проценко, Объ обязательности присоединенія къ канализаціонной сѣти и установленіи сервитутовъ.

взрывныхъ работъ, то очевидно, что въ этихъ случаяхъ было бы экономически тяжелымъ укладывать на такой глубинѣ водостоки. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что прокладка на такихъ большихъ глубинахъ водостоковъ требуетъ большихъ средствъ, и поэтому нужно стремиться всегда къ уменьшенію предѣльной глубины заложения водостоковъ даже въ обыкновенныхъ грунтахъ, не говоря уже о работѣ въ тяжелыхъ грунтахъ. Отношеніе протяженія глубоко заложанныхъ водостоковъ къ общему протяженію сѣти является до извѣстной степени масштабомъ для опредѣленія умѣлаго проектированія канализаціонной сѣти. Въ проектѣ канализаціи СПБурга, ¹⁾ составленномъ О-мъ Брянскихъ заводовъ общее протяженіе водосточныхъ каналовъ, заложанныхъ глубже 2,5 саж., составляетъ около 4% общаго количества, въ проектѣ канализаціи г. Астрахани ²⁾ — около 0,40%, въ проектѣ канализаціи г. Харькова ³⁾ — 7,7% и т. п.

Изъ этого ясно, насколько важно производить до составленія проекта подробныя геологическія изысканія для выясненія качества грунтовъ, въ которыхъ будутъ прокладываться коллектора.

Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится во избѣжаніе перекачки сточныхъ водъ прокладывать коллектора въ тяжелыхъ грунтахъ на глубинѣ 7—8 метровъ и даже на большихъ глубинахъ; обыкновенно послѣ достиженія глубины 8—10 метровъ приходится прибѣгать уже къ туннельному способу производства работъ. Напримѣръ такіе случаи могутъ встрѣтиться, когда коллектору приходится прорѣзывать возвышенія въ городахъ расположенныхъ у отроговъ горъ (Тифлисъ) или переѣзжать высокія желѣзнодорожныя насыпи или проходить по оживленнымъ улицамъ, гдѣ работа по рытью рововъ сильно бы стѣснила движеніе; въ этихъ случаяхъ остается только стремиться къ возможному сокращенію протяженія подобныхъ участковъ. Зная наименьшую и наибольшую глубину заложения для каждой водосточной линіи мы опредѣляемъ ту общую глубину, которую мы можемъ затратить на распределеніе уклоновъ въ данной водосточной линіи.

Въ общесплавной системѣ на распределеніе уклоновъ оказываетъ также вліяніе положеніе ливнеспусковъ—сооруженій, которые предназначаются для сплава чрезъ водосливы въ водные притоки всей ливневой воды за вычетомъ извѣстной части, идущей на разжиженіе домовыхъ водъ. Ихъ положеніе устанавливается возможностью безпрепятственнаго выпуска ливневыхъ водъ при извѣстномъ горизонтѣ водъ воднаго протока и, слѣдовательно, является какъ бы неизмѣннымъ. Такое же значеніе, какъ ливнеспуски, имѣютъ и устья дождевыхъ каналовъ полной раздѣльной системы, которые также располагаются на опредѣленной высотѣ для безпрепятственнаго стока дождевыхъ водъ въ водные протоки.

Зная положеніе ливнеспусковъ (высоту ихъ порога), мы можемъ уже опредѣлить уклоны подошвы коллекторовъ, на которыхъ устраиваются ливнеспуски.

¹⁾ Пояснительная записка къ проекту канализаціи СПБурга.

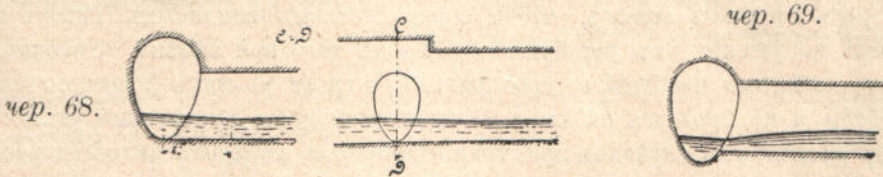
²⁾ Пояснительная записка къ проекту канализаціи г. Астрахани.

³⁾ Пояснительная записка къ проекту канализаціи г. Харькова.

Такимъ образомъ, если нами установлены въ различныхъ пунктахъ сѣти глубины заложения водосточковъ, мы уже можемъ перейти къ частичному распредѣленію уклоновъ. Наша задача будетъ заключаться въ распредѣленіи нѣкоторой имѣющейся въ нашемъ распоряженіи величины h на частныя величины $h_1 = i_1 l_1, h_2 = i_2 l_2 \dots h_n = i_n l_n$, гдѣ h_i — будетъ глубина затрачиваемая на уклонъ i_i въ каналѣ l_i или $\sum_{i=1}^n i l = \sum_{i=1}^n h_i = h$.

Выбрать $i_1, i_2 \dots i_n$ мы должны сообразно вышеприведеннымъ нормамъ. Само собой разумѣется, что подобное первоначальное распредѣленіе можетъ быть сдѣлано только ощупью, такъ какъ при распредѣленіи остается неизвѣстнымъ, будутъ ли при данныхъ расходахъ воды получаться достаточныя для самоочищенія скорости. Поэтому послѣ такого распредѣленія приходится дѣлать расчетъ сѣченій и затѣмъ внести частичныя исправленія уклоновъ; при этомъ весьма удобно пользоваться заранѣе составленными расчетными таблицами, о чемъ мы будемъ говорить дальше.

Какъ общее правило при распредѣленіи уклоновъ слѣдуетъ еще указать, что при соединеніи водосточковъ между собой не должно образоваться подпора, такъ какъ въ такомъ пунктѣ канализаціи всегда будутъ образовываться осадки (черт. 68).



Подобный подпоръ легко устраняется поднятіемъ устья вливающейся малаго канала (черт. 69). Также слѣдуетъ избѣгать расположенія водосточ-

чер. 70.



ныхъ линий, указанныхъ на (черт. 70); и въ этомъ случаѣ является необ-



ходимымъ поднять боковой каналъ (черт. 71) или же взять для главнаго канала вмѣсто удлиненнаго овоидальнаго уширенное лотковое (черт. 72).

§ 4. **Расположеніе каналовъ на улицахъ** Обыкновенно, города, приступающіе къ устройству канализаціи, уже имѣютъ уложенныя на улицахъ водо и газопроводныя сѣти. Поэтому, во избѣжаніе поврежденія этихъ трубъ при производствѣ канализаціонныхъ работъ необходимо назначать оси каналовъ такимъ образомъ, чтобы разстояніе между водо и газопроводными трубами и водосточными каналами было бы не меньше 2—3 метровъ; этого трудно достигнуть въ узкихъ улицахъ, гдѣ поэтому желательно укладывать водосточные каналы самыхъ малыхъ сѣченій. Тѣмъ не менѣе производство земляныхъ работъ нарушаетъ равновѣсіе слоевъ, на которыхъ лежатъ водо и газо-проводныя трубы, и можетъ произвести или поврежденія стыковъ или поломку трубъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при устройствѣ канализаціонной сѣти приходится даже перекладывать водопроводныя и газовыя трубы.

Поэтому, если водопроводныя и газовыя трубы проходятъ по срединѣ улицъ, прибѣгаютъ къ постройкѣ двухъ водосточныхъ каналовъ, располагая ихъ у троттуаровъ. Разумѣется, примѣненіе двойныхъ каналовъ увеличиваетъ стоимость уличной сѣти, но зато сокращаетъ расходы домовладельцевъ по присоединенію двороваго провода къ канализаціи. Но при примѣненіи двойныхъ каналовъ приходится принимать мѣры къ охранѣ прилегающихъ къ нимъ домовъ, чтобы производствомъ земляныхъ работъ не вызвать нарушенія ихъ устойчивости. Кромѣ того при замѣнѣ одиночнаго канала двойными необходимо проверить, будетъ ли въ нихъ достаточная скорость и не придется ли для этой цѣли измѣнить приданный уклонъ. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ примѣненіе двойныхъ каналовъ является необходимымъ; къ нимъ относятся широкія улицы (болѣе 30 метровъ), по которымъ проходятъ каналы, бульвары, сады, трамвайныя пути и пр.

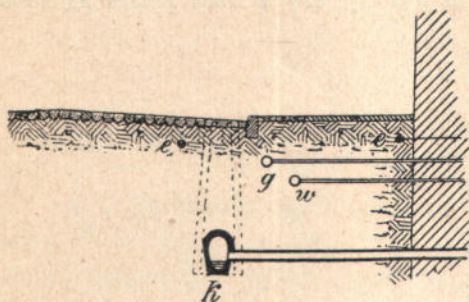
Цѣлесообразное расположеніе различныхъ проводовъ, пересѣкающихъ улицы современнаго города, не входитъ въ задачи настоящаго сочиненія, такъ какъ этотъ вопросъ составляетъ достояніе курса Мѣстныхъ путей сообщенія, но мы должны слегка коснуться этого вопроса, поскольку онъ касается прокладки водосточныхъ каналовъ.

Достигнуть рациональнаго расположенія проводовъ различныхъ назначеній (водопроводныхъ и газовыхъ трубъ, водосточныхъ, кабелей для электрическаго освѣщенія и трамваевъ, кабелей телефонныхъ и т. п.) можно только при прокладкѣ новыхъ улицъ достаточной ширины, мощеніе которыхъ производится лишь послѣ укладки какъ всѣхъ проводовъ, такъ и домовыхъ отвлѣченій до троттуаровъ. Если по улицѣ ожидается малое движеніе, то укладываютъ водосточный каналъ по срединѣ, а газовыя и водопроводныя трубы по бокамъ мостовыхъ, освѣтительныя же кабели подъ троттуарами вблизи границъ дома. При очень широкихъ улицахъ всѣ провода кромѣ водосточнаго канала дѣлаются двойными и укладываются подъ троттуарами.

На чертежѣ 73 показаны различныя провода: *k*—водосточный каналъ, *w*—водопроводная труба, *g*—газовая труба, *e*—электрическій кабель и *e*₁—кабель для слабыхъ токовъ.

Для того, чтобы судить, что из себя представляет разръзъ улицы современнаго большого города, приведемъ разръзъ одной изъ улицъ Берлина (черт. 74).

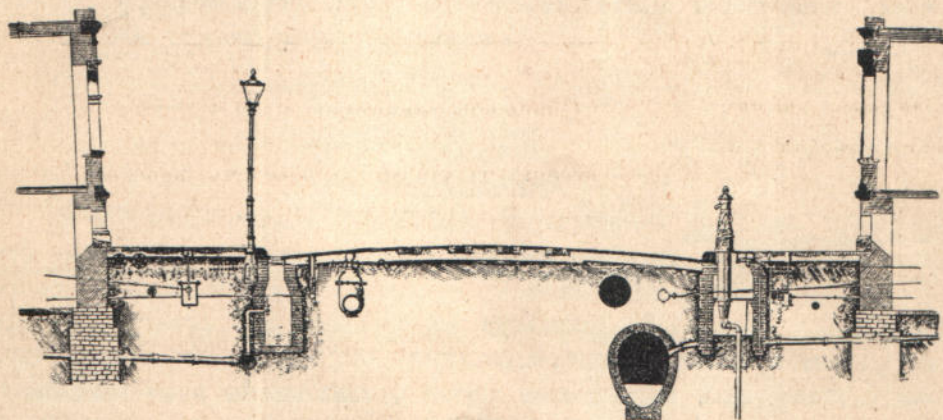
чер. 73.



На этомъ чертежѣ можно ясно видѣть, какое количество подземныхъ проводовъ пронѣзаетъ современный городъ. Поэтому является вполне понятнымъ стремленіе нѣкоторыхъ англійскихъ и американскихъ городовъ устраивать подъ тротуарами особыя галлеи, въ которыхъ укладываются всѣ провода, за исключеніемъ газовыхъ, которые могутъ вслѣдствіе утечки газа производить взрывъ. Подобныя устройства примѣнены въ нѣкоторыхъ весьма

оживленныхъ улицахъ Лондона, Нью-Йорка и др. городовъ; они весьма дороги (около 500 руб. пог. метръ для г. Лондона), и примѣненіе ихъ поэтому

чер. 74.



Названія проводовъ идутъ слѣва направо

- a—телефонный кабель
- b—пожарн. электрич. сигнализациа
- c—телеграфный кабель
- d—газовая труба
- e—освѣтительные кабели
- f—водосточный круглый каналъ
- g—смотровой колодезь

- h—газовая труба
- i—магистральн. водопроводн. труба
- k—газовая труба
- l—водосточный каналъ
- m—водопроводная труба
- n—газовая труба
- o—пневматическая труба
- p—полицейскій кабель

весьма ограничено. Въ Парижѣ же сами водосточные каналы банкетнаго сѣченія утилизируются для прокладки водопроводныхъ трубъ, различныхъ кабелей и проводовъ для сжатого воздуха.

Въ заключеніе упомянемъ, что въ нѣкоторыхъ англійскихъ и американскихъ городахъ водосточные каналы проложены по границамъ дворовыхъ мѣстъ, что является технически удобнымъ вслѣдствіе скорѣйшаго попаданія сточныхъ водъ въ сѣть и экономически выгоднымъ, такъ какъ здѣсь уменьшается значительно глубина заложенія водостоковъ. Тѣмъ не менѣе при этомъ способѣ затруднительно организовать надзоръ за содержаніемъ сѣти безъ нарушенія права собственности, и потому его нельзя рекомендовать для русскихъ условій.

18

Г Л А В А VIII.

19

§ 1. **Требования предъявляемые къ водосточнымъ каналамъ.** Число типовъ поперечныхъ сѣченій, употребляемыхъ до настоящаго времени въ канализаціонныхъ сѣтяхъ различныхъ городовъ весьма велико.

Въ дѣйствительности нѣтъ никакой надобности въ томъ изобиліи типовъ водосточныхъ сѣченій, которое встрѣчается въ канализаціонныхъ сѣтяхъ даже одного и того же города, такъ какъ подобное разнообразіе только можетъ удорожать эксплуатацію канализаціонныхъ устройствъ. Было бы правильнымъ рѣшеніемъ для упорядоченія этого вопроса нормировать типы водосточныхъ трубъ и каналовъ, подобно тому какъ это сдѣлано для водопроводныхъ трубъ. Поперечныя сѣченія водосточныхъ каналовъ должны удовлетворять требованіямъ:

статическимъ,
гидравлическимъ,
экономическимъ и
эксплуатаціоннымъ.

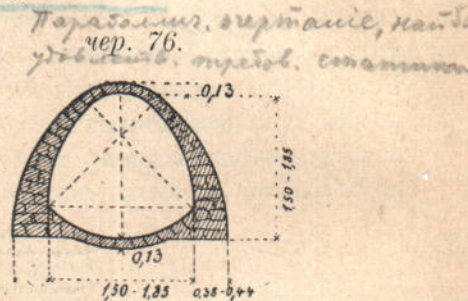
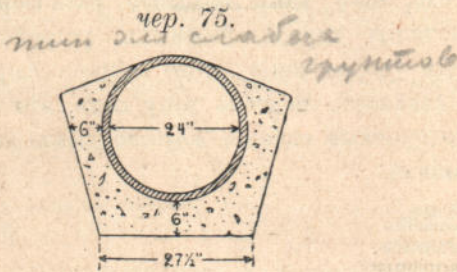
Водосточные каналы обыкновенно подвергаются внѣшней постоянной нагрузкѣ отъ давленія грунта и подвижной отъ движенія экипажей, телегъ и трамвайныхъ вагоновъ по улицамъ города; только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ при переполненіи канализаціонной сѣти коллекторовъ общесплавной системы или дождевыхъ коллекторовъ полной раздѣльной системы ливневыми водами каналы могутъ подвергаться и внутреннему давленію воды, если сѣть будетъ вынуждена работать подъ напоромъ.

Внѣшняя постоянная и подвижная нагрузка дѣйствуетъ на трубы и каналы частью вертикально, частью же сбоку.

Величина внѣшней постоянной нагрузки зависитъ отъ рода грунта и отъ степени насыщенія его грунтовыми водами, присутствіе которыхъ въ грунтѣ способствуетъ увеличенію нагрузки. Также на ея величину влияетъ глубина заложения водостоконъ, такъ какъ понятно что съ возрастаніемъ глубины должна возрастать и постоянная нагрузка. Величина подвижной нагрузки устанавливается въ зависимости отъ величины наибольшаго тяжелыхъ грузовъ, обращающихся въ данномъ районѣ.

Водосточная сѣть состоитъ изъ отдѣльныхъ изготовленныхъ на заводахъ круглыхъ керамиковыхъ или бетонныхъ трубъ небольшого сѣченія и изготовленныхъ на мѣстѣ кирпичныхъ, бетонныхъ и каменныхъ каналовъ, доступныхъ для прохода рабочихъ.

Трубы представляютъ собой упругое тѣло, подверженное дѣйствию внѣшней нагрузки, и потому въ нихъ проявляются не только сжимающія, но и растягивающія усилія¹⁾. Размѣры толщины ихъ стѣнокъ выработаны практикой и рѣдко подвергаются провѣркѣ. Въ случаѣ же укладки ихъ въ очень слабыхъ грунтахъ или принимаютъ мѣры по уширенію ихъ основаній путемъ заделки ихъ въ бетонные столбы (черт. 75), уже отвѣчающіе требованіямъ устойчивости сооружений, т. е. испытывающіе только сжимающія усилія, или же устраиваютъ особая свайныя основанія (см. гл. XI). Что же касается проходимыхъ каналовъ, то формы ихъ сѣченій могутъ быть подобраны такимъ образомъ, чтобы кривыя давленія не выходили изъ средней трети сѣченія; но и въ этомъ случаѣ при постройкѣ бетонныхъ каналовъ возможно отступленіе отъ этого закона статики, принимая въ данномъ случаѣ бетонный каналъ за упругое тѣло.



Напряженія, испытываемыя трубами и каналами отъ внѣшней нагрузки, возрастаютъ въ зависимости отъ величины ихъ діаметра, эквивалентнаго въ данномъ случаѣ пролету сводовъ. Поэтому со статической точки зрѣнія тѣ сѣченія, у которыхъ ширина больше высоты, представляютъ преимущества предъ круглыми сѣченіями и сѣченіями, у которыхъ ширина меньше высоты. Наиболѣе удовлетворяющей требованіямъ статики формой является параболическое очертаніе водосточныхъ каналовъ (черт. 76), применяемое на практикѣ въ случаяхъ, когда приходится каналу выдерживать большую подвижную нагрузку, которая находится близко къ наружному очертанію канала (напр. при пересѣченіи желѣзнодорожнаго пути). Также надо упомянуть, что величиной подвижной нагрузки при глубинѣ заложения свыше 5 метровъ пренебрегаютъ, какъ не имѣющей существеннаго значенія сравнительно съ величиной постоянной нагрузки.

Болѣе подробно вопросъ объ опредѣленіи толщины стѣнокъ будетъ нами рассмотрѣнъ ниже въ главѣ X.

¹⁾ Föppl, Festigkeitslehre, Leipzig, 1897.

Съ гидравлической точки зрѣнія водосточные каналы должны проводить наибольшій расходъ съ достаточной для самоочищенія скоростью, при условіи, чтобы отношеніе поперечнаго сѣченія ω къ смачиваемому периметру p было бы наибольшимъ, т. е. чтобы гидравлическій радіусъ R (средняя гидравлическая глубина) былъ бы наибольшимъ. Это требованіе выполнимо для каждаго сѣченія при опредѣленной глубинѣ заполнения каналовъ водой. Но для каналовъ общесплавной системы необходимо выполненіе и другого требованія: необходимо чтобы при наибольшемъ расходѣ въ сухую погоду была бы въ каналахъ достаточная для самоочищенія скорость и достаточная глубина заполнения канала (см. главу VII). Требованія эти на практикѣ трудно согласовать и для нихъ нерѣдко приходится замѣнять сѣченіе, удовлетворяющее первому условію, инымъ, удовлетворяющему обоимъ требованіямъ заразѣ. Сѣченія же каналовъ каждой сѣти раздѣльных системъ рассчитываются лишь при условіи достиженія для R его максимальнаго значенія. Съ экономической точки зрѣнія водосточные каналы должны имѣть такія поперечныя сѣченія, при которыхъ отношеніе стоимости пог. метра канала къ его максимальной отводоспособности было бы наименьшимъ. Поэтому при выборѣ профилей надлежало бы составить вышеуказанныя соотношенія и выбрать наибывгоднѣйшіе типы. Но удовлетвореніе экономическихъ требованій не всегда ведетъ къ удовлетворенію требованій гидравлическихъ. Напримѣръ, можетъ быть случай, когда минимальное соотношеніе стоимости 1 п. м. канала къ наибольшей отводоспособности будетъ имѣть мѣсто, но требованіе о необходимой для самоочищенія скорости или максимальномъ значеніи R не будетъ соблюдено.

Также въ нѣкоторомъ противорѣчьи съ экономическими требованіями стоятъ и эксплоатаціонныя. Ограниченія въ діаметрѣ уличныхъ трубъ до 15—25 сант. и дворовыхъ магистралей въ 10—12 см. изъ за возможности ихъ засоренія, не считаясь до извѣстной степени съ протекающими по нимъ количествомъ воды, должно быть невыгоднымъ съ экономической точки зрѣнія, но важнымъ съ точки зрѣнія эксплуатаціи. Затѣмъ установленіе нѣсколькихъ типовъ сѣченій водостоковъ для даннаго города еще болѣе можетъ быть не въ соотвѣтствіи съ экономическими условіями.

Требованіе, чтобы большіе каналы были бы проходимыми, также ведетъ къ увеличенію стронтельныхъ расходовъ. Поэтому заботы проектирующаго инженера должны быть направлены главнымъ образомъ на сокращеніе расходовъ по сооруженію каналовъ болѣе или менѣе установленныхъ типовъ. Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что при глубокомъ заложеніи каналовъ главную стоимость составляютъ работы по рытью и укрѣпленію рвовъ и по борьбѣ съ грунтовыми водами, стоимость каковыхъ можетъ значительно превышать стоимость первыхъ.

Такимъ образомъ удовлетворить всей совокупности требованій представляется на практикѣ весьма затруднительнымъ; всѣ вышеприведенныя

условія имѣють лишь значеніе извѣстнаго масштаба для оцѣнки типовъ поперечныхъ сѣченій водостоковъ.

§ 2. Типы поперечныхъ сѣченій водостоковъ. Канализаціонная сѣть устраивается въ предѣлахъ города въ видѣ подземныхъ трубъ и каналовъ; только въ нѣкоторыхъ случаяхъ строятъ открытыя канавы и каналы для различныхъ цѣлей: для устройства устья главнаго отводнаго канала (Неаполь, Кумы), для отведенія водъ, очищенныхъ на центральной станціи и т. п.; болѣе широко открытые каналы употребляются для перехвата атмосферныхъ водъ съ нагорной стороны (нагорныя канавы) и для разведенія сточныхъ водъ къ отдѣльнымъ бассейнамъ на поляхъ орошенія.

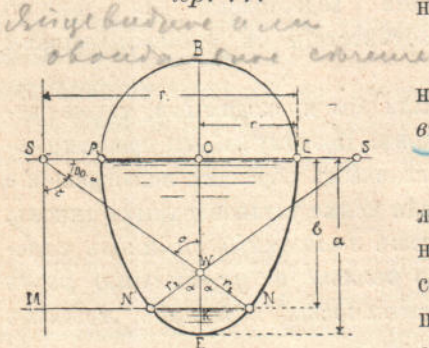
Самыми употребительными типами поперечныхъ сѣченій для закрытыхъ каналовъ являются каналы круглые и каналы, составленные изъ частей круга и прямыхъ линий. Существующіе типы поперечныхъ сѣченій подземныхъ каналовъ можно подраздѣлить на три категоріи:

- I профиля вытянутые, у коихъ высота $h > 2r$.
- II профиля круглые " " " $h = 2r$.
- III " сжатые " " " $h < 2r$, гдѣ $2r$

представляетъ собой ширину канала. Изъ этихъ категорій чаще всего пользуются круговымъ сѣченіемъ, которое примѣняется, какъ для отведенія небольшихъ расходовъ воды (круглыя трубы), такъ и для отведенія очень большихъ расходовъ (главные коллектора и отводные каналы).

Вытянутыя сѣченія употребляются главнымъ образомъ для отведенія среднихъ расходовъ воды; въ нихъ образуется большая скорость при малыхъ расходахъ воды, чѣмъ въ круглыхъ сѣченіяхъ, что и составляетъ ихъ преимущество при примѣненіи ихъ для каналовъ общесплавной системы, гдѣ имѣются сильныя колебанія расходовъ сточныхъ водъ въ сухую погоду и при сильныхъ ливняхъ. Кромѣ того ихъ выгодно примѣнять въ узкихъ улицахъ для сокращенія количества земляныхъ работъ и работъ по перемощенію улицъ, такъ какъ широкіе рвы могутъ, какъ мы упоминали выше, повредить ранѣе уложеннымъ уличнымъ проводамъ различныхъ назначеній.

чер. 77.



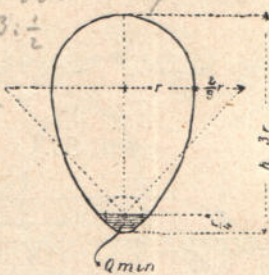
Вытянутыя сѣченія извѣстны въ канализаціонной технику подъ именемъ яйцевидныхъ или овоидальныхъ (черт. 77).

Эти сѣченія получаютъ изъ сопряженія четырехъ отдѣльныхъ частей: верхней части—полукруга, описаннаго радиусомъ r , 2 среднихъ боковыхъ частей, представляющихъ изъ себя дуги круга, описанныя радиусомъ $r_1 > r$, изъ центровъ s лежащихъ на горизонтальной линіи, проходящей чрезъ центръ верхняго круга, и нижней части дуги круга NEN описанной ра-

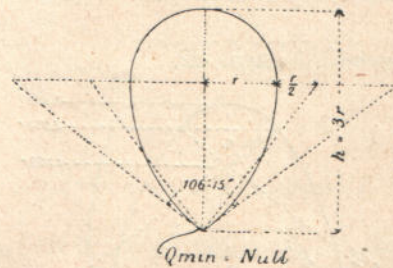
діусомъ $r_2 < r$ изъ центра, лежащаго на точкѣ пересѣченія трехъ линій вертикали и двухъ радіусовъ боковыхъ частей. Такъ какъ центры всѣхъ дугъ лежатъ попарно на однихъ и тѣхъ же прямыхъ, то сѣченіе получается въ видѣ сомкнутой плавной кривой. Соотношеніе между r , r_1 и r_2 могутъ быть весьма разнообразны. Самымъ употребительнымъ является сѣченіе, предложенное Филиппсомъ еще въ 1846 г. въ Англіи, въ которомъ $r_1 = 3r$, $r_2 = \frac{r}{2}$ и h (высота сѣченія) $= 2r$; это сѣченіе съ отношеніемъ $h:d = 3:2$

также называется обыкновеннымъ овоидальнымъ сѣченіемъ. Нижняя сжатая часть овоидальныхъ сѣченій, очерченная радіусомъ r_2 , предназначается для протеканія расхода въ сухую погоду; въ обыкновенномъ овоидальномъ сѣченіи она предназначается для протеканія расхода, составляющаго около 4% отъ наибольшаго расхода. Такъ какъ въ дѣйствительности соотношеніе между минимальнымъ и максимальнымъ расходами бываетъ еще ниже, доходя въ нѣкоторыхъ случаяхъ до 1%, то въ нѣкоторыхъ англійскихъ городахъ стали замѣнять обыкновенное овоидальное сѣченіе инымъ, въ которомъ $r_1 = 2^{2/3}r$ и $r_2 = \frac{r}{4}$ (черт. 78); такіе же типы сѣченій примѣнены въ Льежѣ и Марсели. Стремленіе сгустить нижнюю часть овоидальныхъ сѣченій до возможнаго минимума привело къ полному уничтоженію въ ней дуги круга, какъ это можно видѣть изъ черт. 79. Типы сѣченій, показанныхъ на черт. 78 и 79, весьма неудобны для прохода рабочихъ, и по-

черт. 78.



черт. 79.



этому къ нимъ можно прибѣгать только тогда, когда водостоки имѣютъ хорошіе уклоны и расходы, обезпечивающіе скорость, достаточную для самоочищенія.

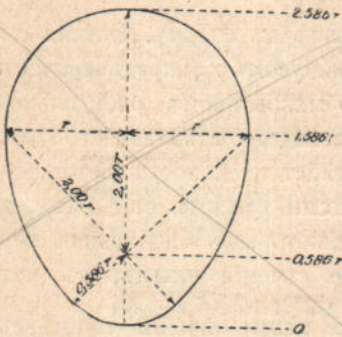
Кромѣ соотношенія $h:d = 3:2$ также употребительны и овоидальные сѣченія, у которыхъ $h:d = 2,586:2$ и $3,438:2$ (черт. 80 и 81); при чемъ первое сѣченіе употребляется, когда соотношенія между расходами въ сухую погоду и во время ливней невелики (напр. въ небольшихъ фабричныхъ городахъ), а второе сѣченіе когда при слабыхъ уклонахъ желательно увеличить высоту сѣченія, чтобы сдѣлать каналъ удобнымъ для прохода рабочихъ.

Если овоидальные коллектора должны выносить большую нагрузку и обладаютъ достаточными расходами и уклономъ, обезпечивающими нужную

скорость, то по статическимъ соображеніямъ ихъ обычную форму выгодно замѣнить сжатой параболической (лотковой, черт. 82).

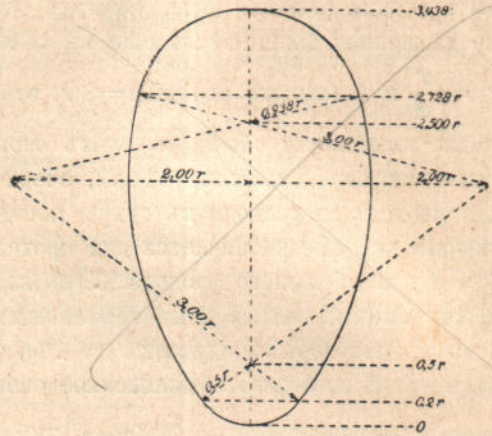
Сжатая параболическая

черт. 80.



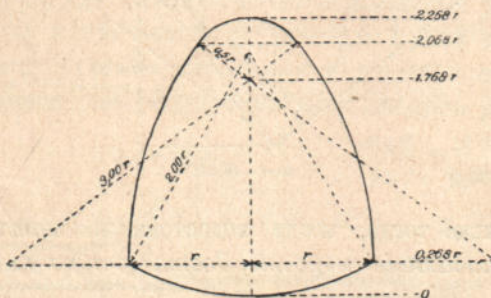
Обовд. расклинчатые

черт. 81.



Сжатые профили поперечныхъ сѣченій употребляются главнымъ образомъ въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится прокладывать каналы въ грунтахъ, производство земляныхъ работъ въ которыхъ обходится дорого. Напримеръ, если замѣной вытянутого или круглаго профилемъ сжатымъ можно избѣгнуть плывуновъ или работы въ скалистыхъ грунтахъ, требующей примѣненія взрывныхъ работъ (черт. 83). Кроме того сжатые типы жезла-

Лотковая
черт. 82.



Расклинчатые

черт. 83.

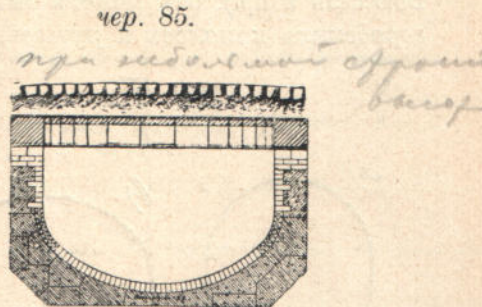
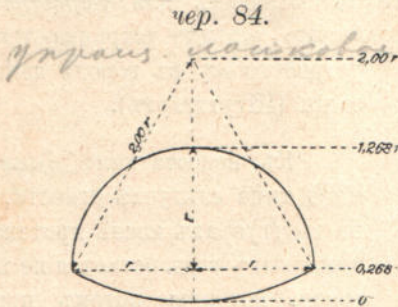


тельно употреблять въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно почему выиграть въ высотѣ, напр. при устройствѣ ливнеспусковъ, такъ какъ желательно дать имъ такое положеніе, при которомъ бы изъ нихъ стокъ не зависѣлъ бы отъ горизонта водныхъ протоковъ; поэтому для ливнеспусковъ употребляются сжатая лотковья сѣченія (черт. 84).

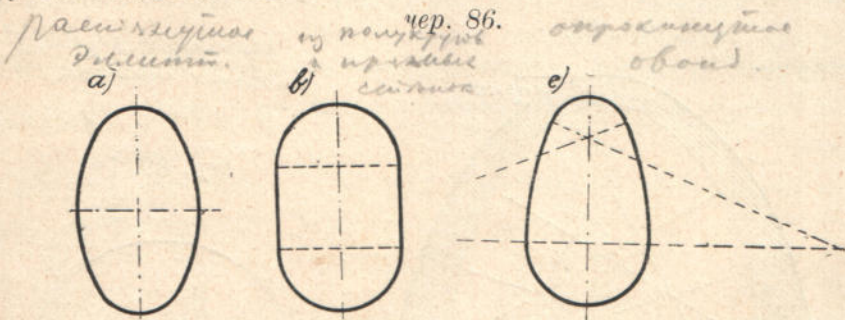
Также, если вслѣдствіе мѣстныхъ условій верхъ коллектора подходить близко къ поверхности улицъ, то примѣняютъ сжатое сѣченіе, перекры-

вая ихъ горизонтальнымъ перекрытiемъ для выигрыша въ мѣстѣ (черт. 85).

Кромѣ основныхъ разсмотрѣнныхъ нами типовъ сѣченiй употребляются и другiе типы, которые также могутъ быть отнесены къ той или другой установленной нами категорiи. Такъ къ вытянутымъ сѣченiямъ относятся сѣченiя: эллиптическiя, сѣченiя съ круговыми частями и прямыми стѣнками и опрокинутыя овоидальныя сѣченiя (черт. 86).



Они примѣняются тогда, когда, желая имѣть достаточную высоту для прохода по каналамъ, отводить большiя постоянныя количества воды при небольшихъ уклонахъ. По конструктивнымъ соображенiямъ сѣченiя типа (черт. 86 б) слѣдуетъ предпочесть эллиптическимъ. Опрокинутыя овоидальныя сѣченiя даютъ экономiю въ количествѣ кладки, сравнительно съ двумя другими типами сѣченiй.



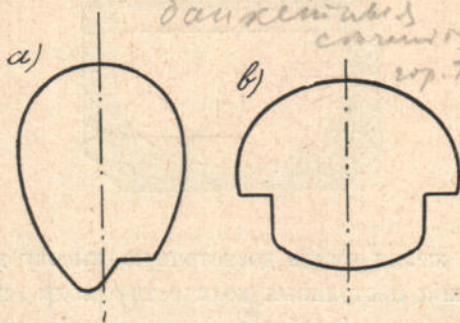
Кромѣ описанныхъ формъ сѣченiй водосточныхъ каналовъ употребляютъ еще и другiя сѣченiя, очертанiя которыхъ вызваны или мѣстными условiями или носятъ часто случайный характеръ.

Такъ напр. при устройствѣ коллекторовъ общесплавной системы съ небольшими уклонами, не обеспечивающими самоочищенiя сѣти при малыхъ расходахъ, употребляютъ такъ называемыя банкетныя сѣченiя (черт. 87).

Нижняя часть (въ типѣ 87 а) ихъ состоитъ изъ кювета, предназначеннаго для минимальнаго расхода, и троттуара для прохода рабочихъ

(банкета), а самое сѣченіе овоидальное. Въ типѣ 87 в кюветъ помѣщается по срединѣ, а съ боковъ два банкета. Типъ 87 а примѣненъ для второстепенныхъ, а 87 в для главныхъ коллекторовъ г. Парижа, гдѣ эти коллектора еще утилизированы для различныхъ уличныхъ проводовъ. Типы эти вызываютъ большіе расходы, хотя и представляютъ удобства съ эксплуатационной точки зрѣнія. Типъ 87 в встрѣчается и въ главныхъ коллекторахъ многихъ западно-европейскихъ городовъ (Кельнъ, Будапештъ, Дрезденъ, Брюссель и пр.); онъ можетъ быть также использованъ для перекрытія городскихъ каналовъ и ручьевъ, каковыя также нерѣдко устраиваются съ устройствомъ въ городѣ канализаціи (Штуттгартъ).

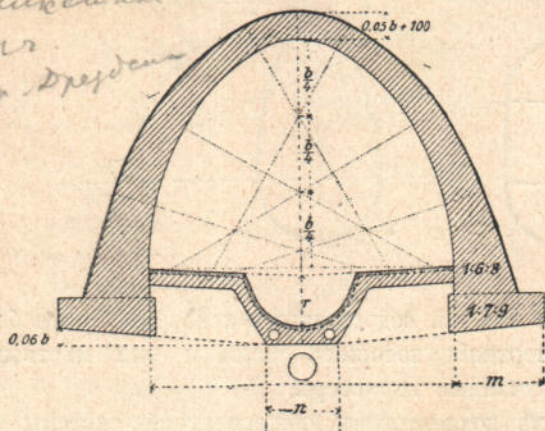
чер. 87.



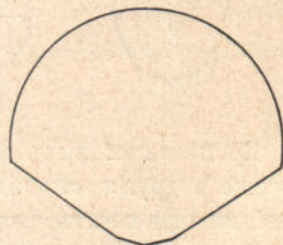
Къ недостаткамъ банкетнаго типа слѣдуетъ отнести, что на троттуарахъ послѣ протеканія дождевыхъ водъ остается не мало грязи, которую потомъ приходится убирать рабочимъ; поэтому въ канализаціяхъ, устроенныхъ послѣ г. Парижа, банкетами придаютъ нѣкоторый

поперечный уклонъ къ кюветамъ (Кельнъ). Къ банкетному типу слѣдуетъ отнести и сѣченія, примѣненные для главныхъ коллекторовъ въ г. Дрезденъ (черт. 88), вполне отвѣчающихъ статическимъ требованіямъ.

чер. 88.



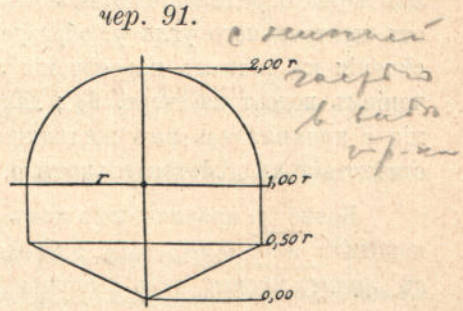
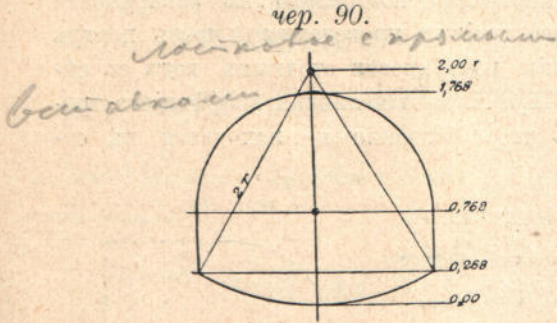
полуциркульное
заключеніе
гор. кан., с небольшою
шириною для работ
чер. 89.



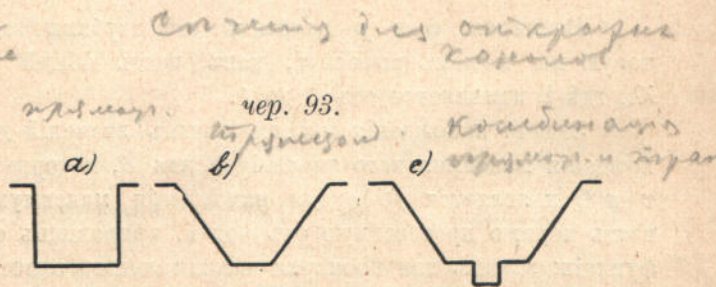
Кромѣ того встрѣчаются круглыя сѣченія, нижняя часть которыхъ для сжатія струи дѣлается въ видѣ треугольника съ небольшою площадкой для удобнаго прохода рабочихъ (черт. 89). Далѣе употребляютъ лотковое сѣченіе съ прямыми вставками (черт. 90) или съ нижней частью въ видѣ треугольника (черт. 91). Всѣ вышеуказанные

типы могут употребляться какъ для каналовъ общесплавныхъ, такъ и раздѣльныхъ системъ.

Если же при примѣненіи полной раздѣльной и полураздѣльной системы дождевые каналы лежатъ на одной оси съ домовыми, то употребляютъ особыя двухъярусныя сѣченія, предложенныя инженеромъ Metzger въ Германіи для г. Бромберга (черт. 92). Подобныя сѣченія примѣнены



еще въ г.г. Буэносъ-Айресъ и Неаполь. Для открытыхъ водостоковъ употребляются прямоугольныя, трапецидальныя и сѣченія, представляющія соединенія трапеціи съ прямоугольникомъ (черт. 93а-с). Прямоугольныя сѣченія употребляются для отвода небольшихъ количествъ атмосферныхъ водъ въ окраинныхъ частяхъ города; сѣченія трапецидальныя, откосъ которыхъ задается сообразно углу естественнаго откоса грунта, употребляются для перехвата атмосферныхъ водъ, вливающихъ въ городъ съ нагорной стороны, для разведенія воды для промывки и т. п. цѣлей. Сѣченія же смѣшанныя употребляются главнымъ образомъ для регулированія городскихъ ручьевъ и овраговъ (Софія, Дрезденъ, Лейпцигъ) и для устройства главныхъ отводныхъ каналовъ за предѣлами городовъ (Миланъ).



Здѣсь уместно упомянуть о грандіозномъ каналѣ для отвода сточныхъ водъ г. Чикаго, который одновременно использованъ и для цѣлей судоходства.

§ 3. Гидравлическія свойства поперечныхъ сѣченій. Ознакомившись съ типами различныхъ сѣченій водостоковъ, мы теперь перейдемъ къ изуче-

нiю гидравлическихъ свойствъ самыхъ употребительныхъ сѣченiй водосток-
ковъ. Мы уже выше упоминали, что гидравлическiя требованiя, предъ-
являемыя къ водосточнымъ каналамъ, заключаются въ использованiи
ихъ наибольшей при данномъ расходѣ и уклонѣ отводоспособности
или, если это представляется нужнымъ, полученiя наибольшей скорости.
Нахожденiе Q и v было дано еще въ 1884 г. проф. *Lueger* ¹⁾,
при чемъ опредѣленiе этихъ величинъ было поставлено въ зависимости
отъ центрального угла φ , образуемаго линiями, проведенными чрезъ центръ
сѣченiя къ точкамъ пересѣченiя линiи поверхности сточныхъ водъ съ сѣ-
ченiемъ водостока (черт. 94); далѣе при выводѣ величина коэффициента тре-
нiя c принималась имъ постоянной, что собственно не находится въ со-
отвѣтствiи съ дѣйствительностью.

Болѣе же правильнымъ намъ представляется
находить максимальныя значенiя для Q и v
въ зависимости отъ высоты заполненiя во-
достока.

Извѣстно, что

$v = c\sqrt{RI}$; $Q = v \cdot \omega$; c по сокращенной формулѣ
Ganguillet-Kutter'a

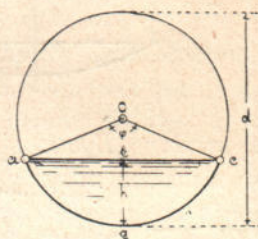
$$c = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}, \text{ гдѣ } R = \frac{\omega}{p}.$$

$$\text{Отсюда } v = \frac{100 \frac{\omega}{p} \sqrt{I}}{b + \sqrt{\frac{\omega}{p}}} \quad (25) \quad \text{и } Q = \frac{100 \frac{\omega^2}{p} \sqrt{I}}{b + \sqrt{\frac{\omega}{p}}} \quad (26)$$

Величины ω и p зависятъ отъ глубины заполненiя водостока, ко-
торую мы можемъ выразить, какъ часть общей высоты сѣченiя h чрезъ
 λh , гдѣ λ измѣняется отъ 0 до 1.

Задачи нахожденiя максимальныхъ значенiй для Q и v требуетъ на-
хожденiя максимальнаго значенiя и для R , которое входитъ въ выраженiе
 v и Q и является $f(\lambda)$. Для нахожденiя максимума функцiи необходимо
взять первую производную отъ нея и, приравнявъ ее нулю, найти значенiе
функцiи; затѣмъ для провѣрки максимальнаго значенiя функцiи необходимо
взять вторую производную этой функцiи и, подставивъ найденное значенiе,
узнать, какой знакъ будетъ имѣть это выраженiе; при отрицательномъ
знакѣ найденное значенiе функцiи будетъ максимум'омъ. Приложимъ эту
теорiю къ нашему случаю. Слѣдовательно

чер. 94.



1) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1884 г.; подобное же оп-
редѣленiе имѣется въ курсѣ проф. Н. К. Чижова „Водостоки“.

$$\frac{\partial R}{\partial \lambda} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial \lambda} = 0; \quad \frac{\partial Q}{\partial \lambda} = 0$$

$$\frac{\partial R}{\partial \lambda} = 0 = \frac{p \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} - \omega \frac{\partial p}{\partial \lambda}}{p^2}; \quad p \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} - \omega \frac{\partial p}{\partial \lambda} = 0 \quad \dots \quad (27)$$

Изъ этого уравненія можно опредѣлить значеніе для λ , при которомъ R будетъ имѣть максимальное значеніе.

Но $v = f(R)$; слѣдовательно $\frac{\partial v}{\partial \lambda} = \frac{\partial v}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{\partial \lambda} = 0$ или $\frac{\partial v}{\partial R} = 0$, такъ какъ $\frac{\partial R}{\partial \lambda} = 0$ представляеть собой уже извѣстное намъ выраженіе (27).

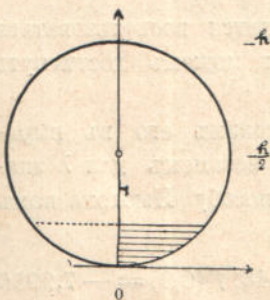
$$\text{Такимъ образомъ } \frac{\partial v}{\partial R} = \frac{100(b + 0,5 \sqrt{R}) \sqrt{I}}{(b + \sqrt{R})^2} = 0 \quad \dots \quad (28)$$

Изъ этого уравненія вытекаетъ, что ни I , ни b не оказываютъ вліянія на ту глубину заложенія, при которомъ v имѣетъ максимальное значеніе; I является простымъ множителемъ, которое и не можетъ по существу вліять на максимальное значеніе v ; такъ какъ треніе, (выраженное коэффициентомъ b), представляется равномерно распределеннымъ по всему периметру сѣченія, то оно можетъ оказывать вліяніе на величину скорости, но не на степень наполненія, для которой v_{max} . При нахожденіи Q_{max} нужно имѣть въ виду, что оно является функціей величинъ ω и v , изъ коихъ первая зависитъ только отъ λ .

$$\frac{\partial Q}{\partial \lambda} = 0 = 100 \sqrt{I} \frac{b + \sqrt{R} \left(R \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} + \omega \frac{\partial R}{\partial \lambda} \right) - 0,5 \sqrt{R} \omega \frac{\partial R}{\partial \lambda}}{(b + \sqrt{R})^2}$$

$$\frac{b + \sqrt{R}}{p} \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} + \left(b + \frac{1}{2} \sqrt{R} \right) \frac{\partial R}{\partial \lambda} = 0 \quad \dots \quad (29)$$

Чер. 95.



Найденныя нами выраженія (27—29) пригодны для любого сѣченія водосточныхъ каналовъ; намъ слѣдуетъ только находить для каждаго типа сѣченій выраженія, устанавливающія зависимость между ω , p и λ .

Теперь мы перейдемъ къ послѣдовательному рѣшенію общихъ уравненій (27—29) для различныхъ сѣченій. Рассмотрим сѣченіе круга и расположимъ на его нижней точкѣ 0 начало координатъ.

Тогда уравненіе круга $x^2 = (2r - y)y = 2ry - y^2$; $x = \sqrt{2ry - y^2}$ заштрихованный сегментъ ω' (чер. 95) будетъ равенъ:

$$\begin{aligned} \omega' &= \int_0^y \sqrt{2ry - y^2} dy = \\ &= \left[\left(\frac{y-r}{2} \right) \sqrt{2ry - y^2} - \frac{r^2}{2} \operatorname{arc\,sn} \frac{r-y}{2} \right]_0^y = \\ &= \left(\frac{y-r}{2} \right) \sqrt{2ry - y^2} + \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi}{2} - \operatorname{arc\,sn} \frac{r-y}{2} \right); \end{aligned}$$

Тогда при $r = \frac{h}{2}$ и $y = \lambda h$

$$\omega = h^2 [(\lambda - 0,5) (\sqrt{\lambda - \lambda^2} + 0,25 \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda))] \dots (30)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2 h^2 \sqrt{\lambda - \lambda^2} \dots (31)$$

$$p' = \int_0^y \sqrt{1 + \left(\frac{\partial x}{\partial y} \right)^2} dy; \quad \frac{\partial x}{\partial y} = \frac{r-y}{\sqrt{2ry-y^2}}$$

$$p' = r \int_0^y \frac{1}{2ry-y^2} dy = r \left[-\operatorname{arc\,sn} \frac{r-y}{r} \right]_0^y =$$

$= r \left(\frac{\pi}{2} \operatorname{arc\,sn} \frac{r-y}{r} \right)$. Подставляя вышеприведенныя значенія для r и y ,

$$p = h \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda) \dots (32) \quad \text{и} \quad \frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{h}{\sqrt{\lambda - \lambda^2}} \dots (33)$$

Подставляемъ найденныя значенія для производныхъ отъ ω и p въ выраженія (27—28), дающія значенія R_{\max} и v_{\max} .

$$\begin{aligned} 2 h^3 \sqrt{\lambda - \lambda^2} \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda) - h^3 [(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2} + \\ + 0,25 \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda)] \sqrt{1 - \lambda^2} = 0 \end{aligned}$$

$$\text{и } f(\lambda) = (-4\lambda^2 + 4\lambda - 0,5) \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda) - (2\lambda - 1) \sqrt{\lambda - \lambda^2} = 0. \quad (34)$$

Изъ этого выраженія можно видѣть, что высота h не оказываетъ вліянія на величину λ .

Для нахождения корня уравненія (34) намъ придется воспользоваться способомъ Ньютона, при примѣненіи котораго мы можемъ достигнуть любой степени точности.

Зададимся для λ значеніемъ $a = 0,8$ и подставимъ его въ выраженіе (34). Тогда получимъ $f(0,8) = 0,0700$; теперь возьмемъ для λ значеніе $b = 0,9$, тогда $f(0,9) = -0,5897$. Тогда по способу Ньютона намъ нужно взять первыя производныя $f'(\lambda)$.

$$f'(\lambda) = (-8\lambda + 4) \operatorname{arc\,cs} (1 - 2\lambda); \quad f'(0,8) = -5,3143; \quad f'(0,9) = -7,9936$$

$$\text{тогда } a' = 0,8 - \frac{f(0,8)}{f'(0,9)} = 0,8 - \frac{+0,700}{-7,9936} = 0,809$$

$$b' = 0,9 - \frac{f(0,9)}{f'(0,9)} = 0,9 - \frac{-0,5897}{-7,9936} = 0,826$$

Подставимъ найденныя значенія для λ — a' и b' въ его выраженіе и получимъ

$$f(a') = 0,0211; f(b') = -0,0760; f'(b') = -5,9488$$

$$\lambda = \begin{cases} a'' = 0,809 - \frac{+0,0211}{-5,9488} = \mathbf{0,813} \\ b'' = 0,826 - \frac{0,0760}{-5,9488} = \mathbf{0,813} \end{cases}$$

Слѣдовательно наибольшее значеніе для R и для v въ круговомъ сѣченіи получается при степени наполненія $\lambda = 0,813$.

Нашъ результатъ совпадаетъ съ результатомъ, полученнымъ проф. Lueger'омъ для опредѣленія $\max v$ при центральномъ углѣ наполненія въ $257^{\circ}30'$.

Чтобы получить выраженіе для v_{\max} , мы подставимъ выраженія (30) и (32) въ формулу (25) и получаемъ

$$V = \frac{100 h \sqrt{I} \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arcsin(1 - 2\lambda)} + 0,25 \right]}{b + \sqrt{h \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arcsin(1 - 2\lambda)} + 0,25 \right]}} \dots \dots \dots (35)$$

Для b по *Baumeister*'у беремъ 0,45, $h = 1$ мет. $\lambda = 0,813$; тогда $v_{\max} = 30,382 \sqrt{I} \dots \dots \dots (36)$

Для нахождения Q_{\max} мы преобразуемъ нѣсколько уравненіе круга, что намъ дастъ въ дальнѣйшемъ облегченіе при нахожденіи Q_{\max} для болѣе сложныхъ сѣченій. Сущность этого преобразования будетъ заключаться въ подраздѣленіи площади на двѣ части: нижнюю постоянную и верхнюю переменную; это дастъ намъ упрощеніе расчета для оvoidальныхъ, лотковыхъ и другихъ сѣченій.

Преобразуемъ уравненіе круга въ слѣдующее выраженіе

$$x^2 + \left(y - \frac{h}{2}\right)^2 = \frac{h^2}{4}; x = \sqrt{\frac{h^2}{4} - \left(y - \frac{h}{2}\right)^2}$$

Площадь круга при высотѣ λh , гдѣ $\lambda > 0,5$

$$\omega = 2 \int_0^{\frac{y}{2}} \sqrt{\frac{h^2}{4} - \left(y - \frac{h}{2}\right)^2} dy + 2 \int_{\frac{h}{2}}^{\lambda h} \sqrt{\frac{h^2}{4} - \left(\frac{y-h}{2}\right)^2} dy;$$

$$\omega = \frac{h^2 \pi}{8} + \frac{h^2}{4} \left[\frac{2y-h}{h} \sqrt{1 - \left(\frac{2y-h}{h}\right)^2} + \frac{1}{2} \arcsin \frac{2y-h}{h} \right]_{\frac{h}{2}}^{\lambda h} =$$

$$= \frac{h^2}{8} (\pi + 2 \operatorname{arc} \sin (2\lambda - 1) + 4 (2\lambda - 1) \sqrt{\lambda - \lambda^2}) \quad (37)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2h^2 \sqrt{\lambda - \lambda^2} \quad (38)$$

$$p = 2 \int_0^{\frac{h}{2}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)^2} dy + 2 \int_{\frac{h}{2}}^{\lambda h} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)^2} dy$$

$$\frac{\partial x}{\partial y} = \frac{-(y - \frac{h}{2})}{\sqrt{\frac{h^2}{4} - (y - \frac{h}{2})^2}} \quad p = \frac{h}{2} \pi + h \left[\operatorname{arc} \sin \frac{2y - h}{h} \right]_{\frac{h}{2}}^{\lambda h} =$$

$$p = \frac{h}{2} [\pi + 2 \operatorname{arc} \sin (2\lambda - 1)] \quad (39)$$

$$R = \frac{4}{h} \left[1 + \frac{4(2\lambda - 1) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\pi + 2 \operatorname{arc} \sin (2\lambda - 1)} \right] \quad (40) \quad \frac{\partial R}{\partial \lambda} = \frac{h}{p} \left[\frac{2h(\lambda - \lambda^2) - R}{\sqrt{\lambda - \lambda^2}} \right] \quad (41)$$

Подставляя найденныя значения въ общее выраженіе (29)

$$\frac{b + \sqrt{R}}{p} \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} + (b + 0,5 \sqrt{R}) \frac{dR}{d\lambda} = 0, \text{ получаемъ послѣ необходи-}$$

мыхъ подстановокъ

$$f(\lambda) = h(\lambda - \lambda^2) (4b + 3\sqrt{R}) - R(b + 0,5 \sqrt{R}) = 0 \quad (42)$$

Изъ этого выраженія видно, что на λ , а следовательно и на Q *max* вліяютъ значенія h и b ; значенія h на практикѣ колеблются между 0,2 мет. и 1,2 мет.; значенія для b по даннымъ Kutter'a колеблются въ предѣлахъ отъ 0,12 (чисто выстроганное дерево, притертый чистый цементъ, чистыя металлическія поверхности) до 0,72 (старыя загрязненныя каналы и трубы). Преобразуемъ выраженіе (42) въ

$$b = \frac{\sqrt{R} [0,5 R - 3h(\lambda - \lambda^2)]}{4h(\lambda - \lambda^2) - R}$$

и рассмотримъ его значеніе при слѣдующихъ предѣльныхъ значеніяхъ для b и h

$$\begin{matrix} h = 0,2 \text{ м} \\ b = 0,72 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix} \right. \quad \text{и} \quad \begin{matrix} h = 1,2 \\ b = 0,12 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix} \right.$$

При этихъ значеніяхъ λ будетъ колебаться въ предѣлахъ 0,929 до 0,944.

Эти значенія нѣсколько разнятся отъ полученнаго Lueder'омъ выраженія для $\lambda = 0,949 h$.

Отсюда можно вывести заключение, что при одинаковой шероховатости въ сѣченіи съ большей площадью максимальный расходъ получается при большей степени заполнения, и что въ одномъ и томъ же сѣченіи при увеличеніи шероховатости стѣнокъ уменьшается степень наполненія, соответствующая максимальному расходу.

Преобразуемъ выраженіе (26) для Q какъ функціи отъ I и λ .

$$Q = \frac{100 h \sqrt{I} \operatorname{arc} cs (1 - 2\lambda) \left\{ h \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\operatorname{arc} cs (1 - 2\lambda)} + 0,25 \right] \right\}^2}{b + \sqrt{h \left\{ \frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\operatorname{arc} cs (1 - 2\lambda)} + 0,25 \right\}}}$$

Круговое сѣченіе при $h = 1$, $b = 0,45$ будетъ имѣть $\lambda = 0,934$.

$$\text{Тогда } Q_{\max} = 22,494 \sqrt{I} \dots \dots \dots (43)$$

Теперь мы рассмотримъ, при какомъ заполненіи круговое сѣченіе будетъ проводить тотъ же расходъ, что и при полномъ его заполненіи.

$$\text{Мы знаемъ, что } Q = \frac{100 R \omega \sqrt{I}}{b + \sqrt{R}}$$

$$\text{Отсюда } Q (b + \sqrt{R}) - 100 \omega R \sqrt{I} = 0 = f(\lambda)$$

По способу Ньютона

$$f'(\lambda) = -\frac{100 h R^2}{\sqrt{\lambda - \lambda^2}} + \left[\frac{Q}{2\sqrt{R}} - 200 R h \operatorname{arc} \cos(1 - 2\lambda) \right] \frac{dR}{d\lambda} \dots (44)$$

Примемъ при значеніяхъ $h = 0,2$ и $b = 0,72$ для корней уравненія (44) значенія 0,785 и 0,787.

$$\text{Тогда } f(0,785) = 0,00012; f(0,787) = -0,00027; f'(0,787) = -0,21666$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,785 - \frac{+0,00012}{-0,21666} = \mathbf{0,786} \\ b' = 0,787 - \frac{-0,00027}{-0,21666} = \mathbf{0,786} \end{cases}$$

$h = 1,2$ и $b = 0,12$; возьмемъ для корней уравненія (44) — 0,832 и 0,836

$$f(0,832) = +0,108; f(0,836) = -0,004; f'(0,836) = -36,278$$

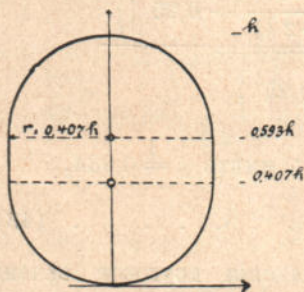
$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,832 - \frac{+0,108}{-36,278} = \mathbf{0,835} \\ b' = 0,836 - \frac{-0,004}{-36,278} = \mathbf{0,835} \end{cases}$$

Среднія сѣченія со среднимъ коэффициентомъ шероховатости будутъ имѣть для λ значеніе 0,811.

Такимъ образомъ можно заключить, что, чѣмъ меньше сѣченіе канала и чѣмъ больше треніе, тѣмъ для проведенія расхода при полномъ заполненіи потребуется меньшее заполненіе, заключающееся въ предѣлахъ 0,786 и 0,835.

Пользуясь вышеприведеннымъ методомъ мы рассмотримъ Q_{max} и v_{max} для болѣе сложныхъ сѣченій.

чер. 96.



Круговой профиль съ прямыми стѣнками $h:r = 2,459:2$ (чер. 96).

Уравненіе постоянной нижней круговой части съ радиусомъ $r = 0,407h$

$$x^2 + (y - 0,593h)^2 = 0,407^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,407^2 h^2 - (y - 0,593h)^2}$$

площадь верхней переменной части ω_1

$$\omega_1 = 2 \int_{0,593h}^{\lambda h} \sqrt{0,407^2 h^2 - (y - 0,593h)^2} dy =$$

$$= 0,407^2 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,593}{0,407} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda - 0,593}{0,407}\right)^2} + \arcsin \frac{\lambda - 0,593}{0,407} \right]$$

$$p_1 = 2 \int_{0,593h}^{\lambda h} \sqrt{1 - \frac{(y - 0,593h)^2}{0,407^2 h^2 - (y - 0,593h)^2}} dy$$

Площадь постоянной части $\omega_2 = 0,407^2 h^2 \cdot 2,488$ и $p_2 = 0,407 h \cdot 4,060$

Примемъ выраженіе $\frac{\lambda - 0,593}{0,407} = z$; тогда

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,407^2 h^2 [2,488 + z\sqrt{1-z^2} + \arcsin z] \quad (45)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2 \cdot 0,407 h^2 \sqrt{1-z^2} \quad (46)$$

$$p = p_1 + p_2 = 0,407h (4,06 + 2 \arcsin z) \quad (47) \quad \frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2h}{\sqrt{1-z^2}} \quad (48)$$

для R_{max} и v_{max} необходимо, чтобы $p \frac{\partial \omega}{\partial \lambda} - \omega \frac{\partial p}{\partial \lambda} = 0$, отсюда по подстановкѣ

$$f(\lambda) = 1,572 + (1 - 2z^2) \arcsin z - z(4,06z + \sqrt{1-z^2}) \quad (49)$$

$$f'(\lambda) = -\frac{4z}{0,407} (2,03 + \arcsin z)$$

Задаемся для λ значениями 0,82 и 0,83

$$f(0,82) = 0,069; f(0,83) = -0,076; f'(0,83) = -15,163$$

$$\lambda \begin{cases} a' = 0,82 - \frac{0,069}{-15,163} = \mathbf{0,825} \\ b' = 0,83 - \frac{-0,076}{-15,163} = \mathbf{0,825} \end{cases}$$

$$v = \frac{100 \cdot 0,407 h (2,488 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z) \sqrt{I}}{(4,06 + 2 \arcsin z) \left[b + \sqrt{0,407 h \frac{2,488 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z}{4,06 + 2 \arcsin z}} \right]}$$

при $h = 1,072$ и $b = 0,45$ $v_{max} = 29,718 \sqrt{I}$ мет.

Теперь будем находить выражение для Q_{max} , определяя его по уравнению (29).

$$f(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,407 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R}) R$$

$$f'(\lambda) = -2hz(2b + 1,5\sqrt{R}) + \left[\frac{0,305h}{\sqrt{R}}(1 - z^2) - b - 0,75\sqrt{R} \right] \frac{\partial R}{\partial \lambda}$$

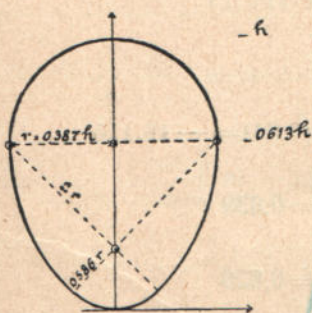
Берем для λ значения 0,93 и 0,94

$$f(0,93) = 0,031; f(0,94) = -0,0006; f'(0,94) = -2,931$$

$$\lambda \begin{cases} a' = 0,93 - \frac{0,031}{-2,931} = \mathbf{0,94} \\ b' = 0,94 - \frac{-0,0006}{-2,931} = \mathbf{0,94} \end{cases}$$

$$Q = \frac{100 \cdot 0,407^3 h^3 (2,488 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z)^2 \sqrt{I}}{(4,06 + 2 \arcsin z) \left[b + \sqrt{0,407 h \frac{2,488 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z}{4,06 + 2 \arcsin z}} \right]} \quad (50)$$

чер. 97.



$$Q_{max} = 21,685 \sqrt{I} \dots \dots \dots (51)$$

Овоидальное съечение съ отношением $h:d = 2,586:2$ (чер. 97).

$r = 0,387h$; ордината центра верхняго круга $= 0,613h$

$$\text{Уравнение круга } x^2 + (y - 0,613h)^2 = 0,387^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,387^2 h^2 - (y - 0,613h)^2}$$

Площадь верхняго круга при наполненіи λh , гдѣ $\lambda > 0,613$

$$\omega_1 = 2 \int_{0,613 h}^{\lambda h} \sqrt{0,387^2 h^2 - (y - 0,613 h)^2} dy =$$

$$= 0,387^2 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,613}{0,387} \sqrt{1 - \left[\frac{\lambda - 0,613}{0,387} \right]^2} + \arcsin \frac{\lambda - 0,613}{0,387} \right]$$

$$p_1 = 2 \int_{0,613 h}^{\lambda h} \sqrt{1 + \frac{(y - 0,613 h)^2}{0,387^2 h^2 - (y - 0,613 h)^2}} dy$$

$$p_1 = 2 \cdot 0,387 h \arcsin \frac{\lambda - 0,613}{0,387}$$

Для постоянной части, ограниченной ординатами 0 и 0,613 h

$$\omega_2 = 0,387^2 h^2 2,41 \text{ и } p_2 = 4,062 \cdot 0,387 h$$

Обозначим для упрощения расчета

$$\frac{\lambda - 0,613}{0,387} = z, \text{ тогда}$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,387^2 h^2 (2,41 + z \sqrt{1 - z^2} + \arcsin z) \dots (52)$$

$$\frac{d\omega}{d\lambda} = 2 \cdot 0,387 h^2 \sqrt{1 - z^2} \dots (53)$$

$$p = p_1 + p_2 = 0,387 h (4,062 + 2 \arcsin Z) \dots (54)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2 h}{\sqrt{1 - z^2}} \dots (55)$$

λ для R_{max} и v_{max} определится из выражения

$$f(\lambda) = 1,652 + (1 - 2z^2) \arcsin z - z (4,062 z + \sqrt{1 - z^2}) \dots (56)$$

$$\text{и } f'(\lambda) = -\frac{4z}{0,387} (2,031 + \arcsin z)$$

Возьмем значения для $\lambda - 0,836$ и $0,840$

$$f(0,836) = 0,059; f(0,84) = -0,025; f'(0,84) = -16,115$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,836 - \frac{0,059}{-16,115} = \mathbf{0,839} \\ b' = 0,840 - \frac{-0,025}{-16,115} = \mathbf{0,839} \end{cases}$$

Следовательно v_{max} будет при 0,839 h

$$v = \frac{100 \cdot 0,387 h (2,41 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \sqrt{I}}{(4,062 + 2 \text{ arc sin } z) \left[b + \sqrt{\frac{0,387 h (2,41 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z)}{4,062 + 2 \text{ arc sin } z}} \right]} \quad (57)$$

при $\lambda = 0,839$ $h = 1,128$ $b = 0,45$; $v_{\max} = 29,250 \sqrt{I}$

$$f'(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,387 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R}) R = 0 \quad (58)$$

$$f''(\lambda) = -2hz(2b + 1,5\sqrt{R}) + \left(\frac{0,29h}{\sqrt{R}} (1 - z^2) - b - 0,75\sqrt{R} \right) \frac{\partial R}{\partial \lambda};$$

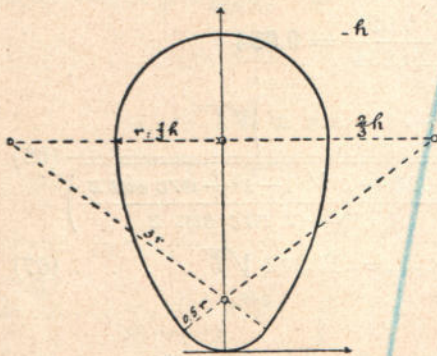
при $h = 1,128$ $b = 0,45$ возьмемъ предѣльные значенія 0,94 и 0,95

$$f(0,94) = +0,013; f(0,95) = -0,019; f''(0,95) = -3,115$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,94 - \frac{+0,013}{-3,115} = \mathbf{0,944} \\ b' = 0,95 - \frac{-0,019}{-3,115} = \mathbf{0,944} \end{cases}$$

$$Q = \frac{100 \cdot 0,387^3 h^3 (2,41 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z)^2 \sqrt{I}}{(4,062 + 2 \text{ arc sin } z) \left[b + \sqrt{\frac{0,387 h (2,41 + 2 \sqrt{1-z^2} + \text{arcsin } z)}{4,062 + 2 \text{ arc sin } z}} \right]} \quad (59)$$

чер. 98.



$$Q_{\max} = 20,987 \sqrt{I} \quad (60)$$

Овоидальное скъчение съ отношеиёмъ $h:d=3:2$ (чер. 98);

$$r = \frac{h}{3}; \text{ ордината центра } \frac{2}{3} h$$

$$x^2 + \left(y - \frac{2}{3} h \right)^2 = \frac{h^2}{9}; x = \sqrt{\frac{h^2}{9} - \left(y - \frac{2}{3} h \right)^2}$$

$$\omega_1 = 2 \int_{\frac{2}{3} h}^{\frac{h}{3}} \sqrt{\frac{h^2}{9} - \left(y - \frac{2}{3} h \right)^2} dy = \frac{\omega^2}{9} \left[(3\lambda - 2) \sqrt{1 - (3\lambda - 2)^2} + \text{arc sin } (3\lambda - 2) \right]$$

$$p_1 = 2 \int_{\frac{2}{3} h}^{\frac{h}{3}} \sqrt{1 + \frac{h^2}{9} - \left(y - \frac{2}{3} h \right)^2} dy$$

$$p' = \frac{2}{3} h \operatorname{arc} \sin (3\lambda - 2); \omega_2 = 3,023 \frac{h^2}{9}; p_2 = 4,788 \frac{h}{3}$$

$$3\lambda - 2 = z; \omega = \omega_1 + \omega_2 = \frac{h^2}{9} \left(3,023 + z \sqrt{1-z^2} + \operatorname{arc} \sin z \right) \quad (61)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = \frac{2}{3} h^2 \sqrt{1-z^2} \quad \dots \quad (62) \quad p = p_1 + p_2 = \frac{h}{3} \left(4,788 + 2 \operatorname{arc} \sin z \right) \quad \dots \quad (63)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2h}{\sqrt{1-z^2}} \quad \dots \quad (64)$$

$$f(\lambda) = 1,765 + (1-2z^2) \operatorname{arc} \sin z - z(4,788z + \sqrt{1-z^2}) \quad \dots \quad (65)$$

$$f'(\lambda) = -12z(2,394 + \operatorname{arc} \sin z)$$

Задаемся для $\lambda = 0,8$ и $0,9$; $f(0,8) = 0,912$; $f(0,9) = -1,097$; $f'(0,9) = -26,620$

$$a' = 0,8 - \frac{0,912}{-26,62} = 0,834$$

$$b' = 0,9 - \frac{1,097}{-26,62} = 0,859$$

Задаемся теперь новыми значениями $0,85$ и $0,859$;

$$f(0,85) = 0,093; f(0,859) = -0,095; f'(0,859) = -20,834;$$

$$\lambda = \begin{cases} a'' = 0,850 + \frac{0,093}{-20,834} = \mathbf{0,854} \\ b'' = 0,859 - \frac{0,095}{20,834} = \mathbf{0,854} \end{cases}$$

$$v = \frac{100 \frac{h}{3} \left(3,023 + z \sqrt{1-z^2} + \operatorname{arc} \sin z \right) \sqrt{I}}{(4,788 + 2 \operatorname{arc} \sin z) \left(b + \sqrt{\frac{h}{3} \frac{3,023 + z \sqrt{1-z^2} + \operatorname{arc} \sin z}{4,788 + 2 \operatorname{arc} \sin z}} \right)} \quad (66)$$

$$\text{при } h = 1,189 \text{ и } b = 0,45 \quad v_{\max} = 27,902 \sqrt{I} \quad \dots \quad (67)$$

Перейдемъ къ опредѣленію Q_{\max}

$$f(\lambda) = \frac{h}{3} \left(2b + 1,5 \sqrt{R} \right) \left(1-z^2 \right) - \left(b + 0,5 \sqrt{R} \right) R \quad \dots \quad (68)$$

$$f'(\lambda) = -2hz_4 \left(2b + 1,5 \sqrt{R} \right) + \left[\frac{0,25h}{\sqrt{R}} \left(1-z^2 \right) - b - 0,75 \sqrt{R} \right] \frac{\partial R}{\partial \lambda}$$

Беремъ для λ значения $0,948$ и $0,95$

$$f(0,948) = 0,006; f(0,95) = -0,001; f'(0,95) = -3,2$$

$$\lambda \begin{cases} a' = 0,948 - \frac{0,006}{-3,200} = \mathbf{0,95} \\ b' = 0,950 - \frac{0,001}{-3,200} = \mathbf{0,95} \end{cases}$$

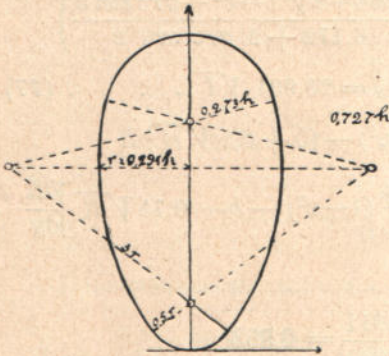
$$Q = \frac{100 \left(\frac{h}{3}\right)^3 \left(3,023 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z\right)^2 \sqrt{I}}{(4,788 + 2 \arcsin z) \left(b + \sqrt{\frac{h}{3} \frac{3,023 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z}{4,788 + 2 \arcsin z}}\right)} \quad (69)$$

$$Q_{max} = 19,126 \sqrt{I} \dots \dots \dots (70)$$

Овоидальный коллектор с отношением $h:d = 3,438 : 2$ (чер. 99);

чер. 99.

Радиус верхнего круга = $0,273 h$;
ордината центра $0,727 h$;



$$x^2 + (y - 0,727 h)^2 = 0,273^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,273^2 h^2 - (y - 0,727 h)^2}$$

Выбираем границу между постоянной и переменной частью — $0,814 h$;

$$\int_{0,814h}^{\lambda h} \sqrt{0,273^2 h^2 - (y - 0,727 h)^2} dy$$

$$\omega_1 = 0,273 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,727}{0,273} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda - 0,727}{0,273}\right)^2} + \arcsin \frac{\lambda - 0,727}{0,273} - 0,637 \right]$$

$$\omega_2 = 5,181 \cdot 0,273^2 h^2; \frac{\lambda - 0,727}{0,273} = z$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,273^2 h^2 (4,554 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z) \dots (71)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2 \cdot 0,273 h^2 \sqrt{1-z^2} \dots \dots \dots (72)$$

$$p_1 = 2 \int_{0,814h}^{\lambda h} \sqrt{1 + \frac{(y - 0,727 h)^2}{0,273^2 h^2 - (y - 0,727 h)^2}} dy =$$

$$= 0,273 h \left(2 \arcsin \frac{\lambda - 0,727}{0,273} - 0,650 \right)$$

$$p_2 = 6,822 \cdot 0,273 h; p = p_1 + p_2 = 0,273 h (6,172 + 2 \arcsin z) \quad (73)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2 h}{\sqrt{1-z^2}} \dots \dots \dots (74)$$

$$f(\lambda) = 1,618 + (1-z^2) \arcsin z - z (6,172 z + \sqrt{1-z^2}) \dots (75)$$

$$f'(\lambda) = \frac{4z}{0,273} (3,086 + \arcsin z)$$

Задаемся значениями для $\lambda \rightarrow 0,858$ и $0,86$

$$f(0,858) = 0,045; f(0,86) = -0,004; f'(0,86) = -25,65$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,858 - \frac{0,045}{-26,65} = \mathbf{0,86} \\ b' = 0,860 - \frac{-0,004}{-26,65} = \mathbf{0,86} \end{cases}$$

$$v = \frac{100 \cdot 0,273 h (4,554 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z) \sqrt{I}}{(6,172 + 2 \arcsin z) \left(b + \sqrt{0,273 h \frac{4,554 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z}{6,172 + 2 \arcsin z}} \right)} \quad (76)$$

при $h = 1,237$ и $b = 0,45$ $v_{max} = 26,931 \sqrt{I} \dots \dots (77)$

$$f(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,273 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R}) R$$

$$f'(\lambda) = -2 h z (2b + 1,5 \sqrt{R}) + \left[\frac{0,205 h}{\sqrt{R}} (1 - z^2) - b - 0,75 \sqrt{R} \right] \frac{\partial R}{\partial y}$$

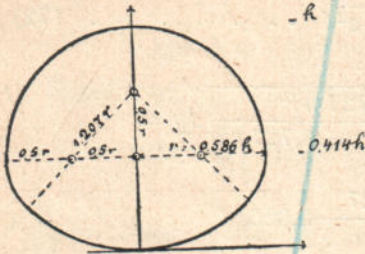
Значения для λ 0,95 и 0,96

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,95 - \frac{0,011}{-3,925} = \mathbf{0,953} \\ b' = 0,96 - \frac{-0,021}{-3,925} = \mathbf{0,953} \end{cases}$$

$$Q = \frac{100 \cdot 0,273^3 h^3 (4,554 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z)^2 \sqrt{I}}{(6,172 + 2 \arcsin z) \left[b + \sqrt{0,273 h \frac{4,554 + z \sqrt{1-z^2} + \arcsin z}{6,172 + 2 \arcsin z}} \right]}$$

чер. 100.

$$Q_{max} = 17,942 \sqrt{I} \dots \dots \dots (79)$$



Сжатый профиль, $h:d = 1,707:2$
(чер. 100) радиус верхнего круга 0,586;
ордината центра свода 0,414 h

$$x^2 + (y - 0,414 h)^2 = 0,586^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,586^2 h^2 - (y - 0,414 h)^2}$$

$$\omega_1 = 2 \int_{0,766h}^{\lambda h} \sqrt{0,586^2 h^2 - (y - 0,414 h)^2} dy$$

$$= 0,586^2 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,414}{0,586} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda - 0,414}{0,586} \right)^2} + \arcsin \frac{\lambda - 0,414}{0,586} - 1,125 \right]$$

$$\omega_2 = 2,211 \cdot 0,586^2 h^2; \frac{\lambda - 0,414}{0,586} = z$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,586^2 h^2 [1,086 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin} z] \dots (80)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2,0,586 h^2 \sqrt{1-z^2} \dots (81)$$

$$p_1 = 2 \int_{0,766h}^{\lambda h} \sqrt{1 + \frac{(y - 0,414h)^2}{0,586^2 h^2 - (y - 0,414h)^2}} dy =$$

$$= 0,586 h (2 \text{ arc sin } z - 1,290)$$

$$p_2 = 3,969 \cdot 0,586 h; p = 0,586 h (2,679 + 2 \text{ arc sin } z) \dots (82)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2 h}{\sqrt{1-z^2}} \dots (83)$$

$$f(\lambda) = 1,593 + (1 - z^2) \text{ arc sin } z - z (2,679 z + \sqrt{1-z^2}) \dots (84)$$

$$f'(\lambda) = -\frac{2 z}{0,586} (2,679 + 2 \text{ arc sin } z)$$

Первоначальные значения $\lambda = 0,80$ и $0,81$

$$f(0,8) = 0,029; f(0,81) = -0,065 \quad f'(0,81) = -9,613$$

$$\lambda \begin{cases} a' = 0,80 - \frac{0,029}{-9,613} = \mathbf{0,803} \\ b' = 0,81 - \frac{-0,065}{-9,613} = \mathbf{0,803} \end{cases}$$

$$v = \frac{100 \cdot 0,586 h (1,086 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \sqrt{I}}{(2,679 + 2 \text{ arc sin } z) \left(b + \sqrt{0,586 h \frac{1,086 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z}{2,679 + 2 \text{ arc sin } z}} \right)} \quad (85)$$

$$\text{при } h = 0,921, \lambda = 0,803 \text{ и } b = 0,45 \quad v_{\max} = 30,212 \sqrt{I} \dots (86)$$

$$f(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,586 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R}) R$$

$$f'(\lambda) = -2 h z (2b + 1,5 \sqrt{R}) + \left[\frac{0,440 h}{\sqrt{R}} (1 - z^2) - b - 0,75 \sqrt{R} \right] \frac{\partial R}{\partial \lambda}$$

Первоначальные значения для $\lambda = 0,92 - 0,93$

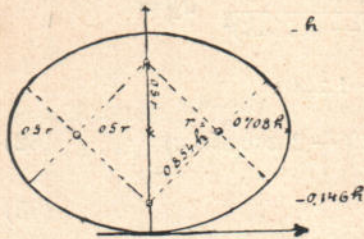
$$f(0,92) = 0,026; f(0,93) = 0,00; f'(0,93) = -2,599$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,92 - \frac{0,026}{-2,599} = \mathbf{0,93} \\ b' = 0,93 - \frac{0,0}{-2,59} = \mathbf{0,93} \end{cases}$$

$$Q = \frac{100,0,586^3 h^3 (1,086 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z)^2 \sqrt{I}}{(2,679 + 2 \text{ arc sin } z) \left[b + \sqrt{0,586 h \frac{1,086 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z}{2,679 + 2 \text{ arc sin } z}} \right]}$$

чер. 101.

$$Q_{max} = 22,303\sqrt{I} \dots \dots \dots (88)$$



Сжатый профиль, $h:d = 1,414:2$
(чер. 101).

$r = 0,854 h$, ордината центра верхнего круга $0,146 h$.

$$x^2 + (y - 0,146 h)^2 = 0,854^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,854^2 h^2 - (y - 0,146 h)^2}$$

$$\omega_1 = 2 \int_{0,752h}^{\lambda h} \sqrt{0,854^2 h^2 - (y - 0,146 h)^2} dy =$$

$$= 0,854^2 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,146}{0,854} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda - 0,146}{0,854} \right)^2} + \text{arc sin } \frac{\lambda - 0,146}{0,854} - 1,289 \right]$$

$$\omega_2 = 1,215 \cdot 0,854^2 h^2; \frac{\lambda - 0,146}{0,854} = z$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,854^2 h^2 (-0,074 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \dots (89)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2 \cdot 0,854 h^2 \sqrt{1-z^2} \dots \dots \dots (90)$$

$$p_1 = 2 \int_{0,752h}^{\lambda h} \sqrt{1 + \frac{(y - 0,146 h)^2}{0,854^2 h^2 - (y - 0,146 h)^2}} dy =$$

$$= 0,854 h (2 \text{ arc sin } z - 1,578) \dots (91) \quad p_2 = 0,854 h \cdot 2,879$$

$$p = p_1 + p_2 = 0,854 h (1,301 + 2 \text{ arc sin } z) \quad (92) \quad \frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2 h}{\sqrt{1-z^2}} \dots (93)$$

$$f(\lambda) = 1,375 + (1-z^2) \text{ arc sin } z - z(1,301 z + \sqrt{1-z^2})$$

$$f'(\lambda) = \frac{-2z}{0,854} (1,301 + 2 \text{ arc sin } z)$$

первоначальные значения для $\lambda = 0,79$ и $0,8$

$$f(0,79) = 0,022; f(0,8) = -0,033; f'(0,8) = -5,466$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,79 - \frac{0,022}{-5,466} = \mathbf{0,794} \\ b' = 0,80 - \frac{-0,033}{-5,466} = \mathbf{0,794} \end{cases}$$

$$v = \frac{100,0,854 h (-0,074 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \sqrt{I}}{(1,301 + 2 \text{arc sin } z) \left[b + \sqrt{0,854 h \frac{-0,074 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z}{1,301 + 2 \text{arc sin } z}} \right]}$$

при $\lambda = 0,794$, $h = 0,829$ и $b = 0,45$ $v_{max} = 30,065 \sqrt{I}$. (95)

$$f(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,854 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R}) R$$

$$f'(\lambda) = -2hz(2b + 1,5\sqrt{R}) + \left[\frac{0,641h}{\sqrt{R}} (1 - z^2) - b - 0,75 \sqrt{R} \right] \frac{\partial R}{\partial \lambda}$$

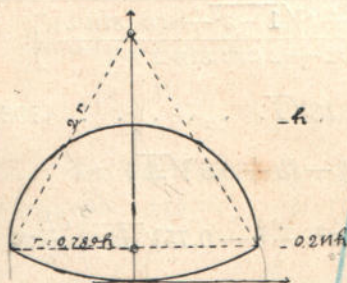
Беремъ значения для λ 0,924 и 0,926

$$f(0,924) = 0,001; f(0,926) = -0,005; f'(0,926) = -2,383$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,924 - \frac{0,001}{-2,383} = \mathbf{0,924} \\ b' = 0,926 - \frac{-0,005}{-2,383} = \mathbf{0,924} \end{cases}$$

$$Q = \frac{100,0,854^3 h^3 (-0,074 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z)^2 \sqrt{I}}{(1,301 + 2 \text{arc sin } z) \left[b + \sqrt{0,854 h \frac{-0,074 + z \sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z}{1,301 + 2 \text{arc sin } z}} \right]} \quad (96)$$

чер. 102.



$$Q_{max} = 22,04 \sqrt{I} \dots \dots \dots (51)$$

Лотковое сѣчение $h : d = 1,268 : 2$ (чер. 102)
 $r = 0,789 h$, ордината центра верхняго круга $0,211 h$,

$$x^2 + (y - 0,211 h)^2 = 0,789^2 h^2$$

$$x = \sqrt{0,789^2 h^2 - (y - 0,211 h)^2}$$

$$\omega_1 = \int_{0,685h}^{\lambda h} \sqrt{0,789^2 h^2 - (y - 0,211 h)^2} dy =$$

$$= 0,789^2 h^2 \left[\frac{\lambda - 0,211}{0,789} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda - 0,211}{0,789} \right)^2} + \text{arc sin } \frac{\lambda - 0,211}{0,789} - 1,094 \right]$$

$$\omega_2 = 1,485 \cdot 0,789^2 h^2; \frac{\lambda - 0,211}{0,789} = z$$

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 = 0,789^2 h^2 (0,36 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \dots (98)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \lambda} = 2,0,789 h^2 \sqrt{1-z^2} \dots (99)$$

$$p_1 = 2 \int_{0,685h}^{\lambda h} \sqrt{1 + \frac{(y - 0,211h)^2}{0,789^2 h^2 - (y - 0,211h)^2}} dy =$$

$$= 0,789 h (2 \text{ arc sin } z - 1,242); p_2 = 0,789 h \cdot 3,382$$

$$p = p_1 + p_2 = 0,789 h (2,092 + 2 \text{ arc sin } z) \dots (100)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \lambda} = \frac{2 h}{\sqrt{1-z^2}} \dots (101)$$

$$f(\lambda) = 1,732 + (1 - 2z^2) \text{ arc sin } z - z (2,092 z + \sqrt{1-z^2})$$

$$f'(\lambda) = -\frac{4z}{0,789} (1,046 + \text{arc sin } z)$$

Первоначальные значения для λ 0,79 — 0,8

$$f(0,79) = 0,042; f(0,80) = -0,027; f'(0,80) = -7,149$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,79 - \frac{0,042}{-7,149} = \mathbf{0,796} \\ b' = 0,80 - \frac{-0,027}{-7,149} = \mathbf{0,796} \end{cases}$$

$$v = \frac{100 \cdot 0,789 h (0,36 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z) \sqrt{I}}{(2,092 + 2 \text{ arc sin } z) \left[b + \sqrt{0,789 h \frac{(0,36 + z\sqrt{1-z^2} + \text{arc sin } z)}{2,092 + 2 \text{ arc sin } z}} \right]} \quad (102)$$

$$\text{при } h = 0,761, b = 0,45 \text{ и } \lambda = 0,796 \quad v_{\max} = 27,828 \sqrt{I} \dots (103)$$

$$f'(\lambda) = (2b + 1,5 \sqrt{R}) 0,789 h (1 - z^2) - (b + 0,5 \sqrt{R})$$

$$f'(\lambda) = -2hz(2b + 1,5\sqrt{R}) + \left(\frac{0,592}{\sqrt{R}} (1 - z^2) - b - 0,75\sqrt{R} \right) \frac{\partial R}{\partial \lambda};$$

Беремъ при $h = 0,76$ и $b = 0,45$ значения для λ 0,92 — 0,93

$$f(0,92) = +0,008; f(0,93) = -0,012; f'(0,93) = -2,154$$

$$\lambda = \begin{cases} a' = 0,92 - \frac{0,008}{-2,154} = \mathbf{0,924} \\ b' = 0,93 - \frac{-0,012}{-2,154} = \mathbf{0,924} \end{cases}$$

Мы уже въ началѣ этой главы упоминали, что наивыгоднѣйшимъ съ экономической точки зрѣнія будетъ то сѣченіе, при которомъ

C (стоимость 1 пог. метра канала) Q_{max} будетъ *Minimum*. C зависитъ отъ стои-

мости матеріала, рытья рововъ, работъ по перемещенію мостовой, обратной засыпки рововъ утрамбовки и отвозки излишней земли на опредѣленное разстояніе.

Пусть K будетъ стоимость 1 пог. метра периметра канала; тогда при протяженіи периметра p полная стоимость канала будетъ pK . Такое опредѣленіе стоимости подходитъ къ кирпичнымъ и бетоннымъ каналамъ; для керамиковыхъ же и бетонныхъ трубъ при опредѣленіи стоимости слѣдуетъ имѣть еще въ виду кромѣ заводской ихъ цѣны стоимость перевозки ихъ съ завода къ мѣсту производства работъ и стоимость работъ по ихъ укладкѣ и соединенію стыковъ.

Стоимость земляныхъ работъ со всѣми добавочными работами зависятъ не только отъ ширины и глубины рововъ, но и отъ рода грунта, въ которомъ укладываются каналы. Она въ общемъ пропорціональна ширинѣ рововъ, но не глубинѣ, такъ какъ съ глубиной расходы по обдѣлкѣ рововъ и по водоотливу могутъ возрастать пропорціонально не первой степени, а второй и даже третьей степени глубины. Тѣмъ не менѣе, не зная точнаго закона измѣненія стоимости земляныхъ работъ въ зависимости отъ глубины, мы будемъ для нашего экономического сравненія поперечныхъ сѣченій каналовъ считать ее пропорціональной ихъ глубинѣ.

Ширина всякаго рва для канала выражается $d + 2\beta + 2\gamma$, гдѣ d — ширина канала, β — толщина стѣнокъ канала и γ — извѣстный запасъ, оставляемый съ боковъ канала для производства работъ; глубину рововъ обозначимъ чрезъ t тогда $C = pK + (d + 2\beta + 2\gamma)tA$ (106), гдѣ A стоимость 1 куб. мет. земляныхъ работъ.

Такимъ образомъ поставленная нами задача сводится къ отысканію наименьшей величины выраженія $\frac{pK + (d + 2\beta + 2\gamma)tA}{Q_{max}}$. (107) для всѣхъ

8-ми разсмотрѣнныхъ нами типовъ сѣченій, для которыхъ соотношенія между h и d при одинаковомъ p приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ XXV.

Коэффициенты K и A зависятъ отъ мѣстныхъ цѣнъ; при толщинѣ въ 1 кирп. ($\beta = 0,25$) $K = 5$ руб.; $pK = 3,142 \cdot 5 = 15,71$ руб. на 1 пог. мет. глубины.

Коэффициентъ A возрастаетъ съ глубиной t

при t въ мет.	A въ рубл.
2,50	0,35
3,00	0,40
3,50	0,45

такъ какъ для t предѣлы (табл. XXVI) 2,76 и 3,24 метра, то для A въ среднемъ можно принять 0,40. Такимъ образомъ стоимость земляныхъ ра-

ТАБЛИЦА XXV.

Типъ поперечнаго сѣченія канала.	p	h	d
Кругъ 2:2	3,142	1	1
Кругъ съ прямыми стѣнками 2,459:2	„	1,072	0,872
Овоидальное . . . 2,586:2	„	1,128	0,872
„ 3:2	„	1,189	0,793
„ 3,438:2	„	1,237	0,720
Сжатое 1,707:2	„	0,921	1,080
„ 1,414:2	„	0,829	1,173
„ 1,268:2	„	0,761	1,200

ботъ въ чистомъ видѣ будетъ $(d + 2\beta + 2\gamma)t \cdot 04$; къ этой величинѣ слѣдуетъ прибавить добавочную сумму на перемощеніе мостовой, снятіе распорокъ и пр. до 0,6 руб. на 1 кв. мет. площади улицъ. Отсюда полная стоимость земляныхъ работъ $(d + 2\beta + 2\gamma)(0,4t + 0,6)$ руб. или при $\gamma = 0,1 - (d + 0,7)(0,4t + 0,6)$. По этимъ даннымъ составимъ таблицу XXVI для опредѣленія величины C для нашихъ профилей.

ТАБЛИЦА XXVI.

	t	$0,4t + 0,6$	$d + 0,7$	$\frac{(d + 0,7)}{(0,4t + 0,6)}$	C	
Круговое	3,00	1,80	1,70	3,06	18,77	V
„ съ прям. стѣнк.	3,07	1,83	1,57	2,87	18,58	III
Овоид.	2,586:2	3,13	1,85	2,90	18,61	IV
„	3:2	3,19	1,87	2,80	18,51	II
„	3,438:2	3,24	1,90	2,69	18,40	I
Сжат.	1,707:2	2,92	1,77	3,15	18,86	VI
„	1,414:2	2,83	1,73	3,23	18,94	VII
„	1,268:2	2,76	1,70	3,24	18,95	VIII

При этой таблицѣ глубины рвовъ t получились разныя, такъ какъ мы здѣсь считали, что во всѣхъ сѣченіяхъ уровень жидкости лежитъ на линіи пять свода.

Если бы мы составили таблицу съ одинаковыми t для нашихъ сѣченій, то порядокъ измѣненія величины C остался бы неизмѣненнымъ. Теперь составимъ таблицу $\frac{C}{Q_{max}}$ (табл. XXVII).

ТАБЛИЦА XXVII.

ТИПЪ СЪЧЕНІЯ.		Q_{max}	C	$\frac{C}{Q_{max}}$	
Круговое	2 : 2	$22,494\sqrt{I}$	18,77	$0,83 \frac{1}{\sqrt{I}}$	I
„ съ прямыми стѣнками	2,459 : 2	$21,685\sqrt{I}$	18,58	$0,85 \frac{1}{\sqrt{I}}$	II
Овоидальное	2,586 : 2	$20,987\sqrt{I}$	18,61	$0,88 \frac{1}{\sqrt{I}}$	III
„	3 : 2	$19,126\sqrt{I}$	18,51	$0,97 \frac{1}{\sqrt{I}}$	VI
„	3,438 : 2	$17,942\sqrt{I}$	18,40	$1,02 \frac{1}{\sqrt{I}}$	VII
Лотковое	1,707 : 2	$22,303\sqrt{I}$	18,86	$0,89 \frac{1}{\sqrt{I}}$	IV
„	1,414 : 2	$21,040\sqrt{I}$	18,94	$0,90 \frac{1}{\sqrt{I}}$	I
„	1,268 : 2	$18,222\sqrt{I}$	18,95	$1,04 \frac{1}{\sqrt{I}}$	VIII

Эта таблица намъ показываетъ, что самымъ дешевымъ является круговое сѣченіе, что при растягиваніи или сжиманіи профиля расходы по проведенію воды возрастаютъ и что чѣмъ ближе сѣченіе подходитъ къ кругу, тѣмъ проведеніе воды дешевле.

Эти соображенія нужно имѣть въ виду при отведеніи значительныхъ расходовъ воды, такъ какъ при малыхъ и среднихъ расходахъ гидравлическія требованія будутъ имѣть преимущество предъ экономическими.

Г Л А В А IX.

§ 1. **Формулы для расчета водосточковъ.** Движеніе воды въ водосточныхъ каналахъ и трубахъ происходитъ обыкновенно самотекомъ подъ вліяніемъ разности пьезометрическихъ уровней сточныхъ водъ, получающей-ся отъ приданія каналамъ извѣстнаго уклона. Только въ нѣкоторыхъ частяхъ своихъ водосточные каналы бываютъ вынуждены работать подъ напоромъ т. е. превращаются въ водопроводы; къ такимъ частямъ относятся дюжера и сифоны, укладываемые при переходахъ чрезъ овраги и рѣки, и напорные коллектора для отведенія сточныхъ водъ на очистныя соору-женія или для перекачки изъ нижнихъ зонъ въ верхнія.

Установившееся движеніе жидкости въ трубахъ, уложенныхъ по прямой линіи, требуетъ равенства работы, затрачиваемой на перемѣщеніе жидкости на извѣстную высоту, опредѣляемую разностью пьезометрическихъ уровней, и работы, поглощаемой треніемъ частицъ сточныхъ водъ о стѣнки трубъ и между собой.

Обозначая площадь сѣченія трубы чрезъ ω , уклонъ поверхности жидкости чрезъ $I = \frac{h}{l}$, (гдѣ $h = h_1 - h_2$ а h_1 и h_2 —высоты начального и конечнаго пьезометрическаго уровня и l длина трубы), p —смачиваемый периметръ сѣченія, λ —коэффициентъ сопротивленія движенію на единицу длины трубы, v —среднюю скорость движенія, g —ускореніе силы тяжести и R —гидравлическій радіусъ, мы вслѣдствіе этого равенства получимъ

$$h = \lambda \frac{p l}{\omega} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{или} \quad RI = \lambda \frac{v^2}{2g} = \lambda_1 v^2 \quad \dots \dots (109)$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{\lambda_1} \cdot RI} = \sqrt{\frac{1}{\lambda_1}} \cdot \sqrt{RI} = C \sqrt{RI} \quad (110); \quad \text{это выраженіе для}$$

средней скорости представляетъ собой классическую формулу Шези (Chezy).

Формула (110) и формула $Q = v\omega$ (111) являются основными формулами для расчета водопроводовъ и водосточковъ.

Коэффициентъ С не поддается точному теоретическому опредѣленію вслѣдствіе весьма сложнаго дѣйствительнаго движенія жидкости; поэтому пришлось его вычислять на основаніи сдѣланныхъ опытовъ и наблюденій.

Результаты подобныхъ наблюденій выражены въ видѣ различныхъ числовыхъ коэффициентовъ или алгебраическихъ выраженій; они вызвали появленіе большого количества различныхъ формулъ для скорости, которыя въ сущности легко могутъ быть приведены къ выраженію Шези (110).

Въ первое время послѣ появленія формулы Шези многіе изслѣдователи считали коэффициентъ С постояннымъ.

Типичнымъ представителемъ формулъ для v съ постояннымъ С является формула Эйтельвейна (Eytelwein).

$$v = 50,9 \sqrt{RI} \text{ для метрич. мѣръ (112).}$$

Когда же дальѣйшими наблюденіями было установлено, что скорости, вычисленные по формуламъ съ постояннымъ C , не совпадаютъ со скоростями, опредѣленными непосредственнымъ опытомъ, и что величина C измѣняется съ возрастаніемъ размѣровъ трубы и самой скорости, то возникло предположеніе, что С является функцией двухъ величинъ R и I.

На такомъ предположеніи построены формулы Прони (Prony), Вейсбаха (Weisbach), Лампе (Lampe), Линдлея (Lindley) и др.

Прони ¹⁾

$$h = (a v + b v^2) \frac{lp}{\omega} \dots (113), \text{ гдѣ } a = 0,00004445 \text{ и } \beta = 0,00030931$$

$$\text{Откуда } G = \frac{1}{\sqrt{\frac{a}{v} + b}} \dots (114)$$

Вейсбахъ ²⁾

$$h = \lambda \frac{L v^2}{d 2g} \dots (115) \text{ или } i = 0,083 \lambda \frac{Q^2}{d} \dots (115')$$

$$\text{гдѣ } \lambda = 0,01439 + \frac{0,0094711}{\sqrt{v}}$$

$$\text{откуда } C = \frac{1}{\sqrt{0,00018336 + \frac{0,00012068}{\sqrt{v}}}} \dots (116)$$

Лампе ³⁾

$$v = \sqrt{\frac{R^n v^{2-m}}{a}} \sqrt{RI} \dots (117), \text{ гдѣ } a = 0,0001336; m = 1,803; n = 0,25$$

¹⁾ Prony, Resumé de la theorie et des formules, relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux et les canaux; ²⁾ Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur und Maschinen-Mechanik.

³⁾ Lampe, Untersuchungen ueber die Bewegung des Wassers in in Röhren, Civ.-Ing. 1873 г.

$$\text{откуда } C = \sqrt{\frac{R^{0,25} v^{0,198}}{0,0001336}} \dots \dots \dots (118)$$

Въ этомъ видѣ формула Лампе, весьма распространенная у насъ въ Россіи для расчета водопроводовъ, не употребляется на практикѣ.

Послѣ произведенія въ ней нѣкоторыхъ преобразованій она превращается въ выраженіе, помѣщенное въ большинство сочиненій по водоснабженію и канализаціи

$$R^{1,25} I = av^{1,802} \dots \dots \dots (119).$$

Инженеръ Линдлей, замѣнивъ степень 1,802 величиной 1,8, въ такомъ видѣ пользуется этой формулой для расчетовъ водосточныхъ сѣтей ¹⁾.

Поэтому формула Лампе приметъ видъ $R^{1,25} I = av^{1,8}$ (120) гдѣ для водостоковъ онъ беретъ для $a = 0,00025$ и $0,00030$, при чемъ послѣднее значеніе принимается для водостоковъ, заложенныхъ при малыхъ уклонахъ.

По этой формулѣ $c = R^{0,25} \sqrt{\frac{v^{0,2}}{a}} \dots \dots \dots (121)$

Эту формулу, извѣстную въ литературѣ подъ именемъ формулы Линдлея, справедливѣе называть формулой Лампе-Линдлея.

Для пользованія формулами Прони и Вейсбаха необходимо прибѣгать къ способу послѣдовательнаго приближенія, такъ какъ C входитъ въ выраженіе для C ; при этомъ для первоначальнаго значенія v слѣдуетъ опредѣлять его по какой нибудь формулѣ съ постояннымъ C (Эйтельвейна, Дюпюи). Формула же Лампе-Линдлея представляетъ собой выраженіе, весьма удобное для логарифмированія, и не требуетъ для вычисленій примѣненія способа послѣдовательнаго приближенія.

Въ этой группѣ формулъ, къ которымъ кромѣ вышеприведенныхъ слѣдуетъ отнести формулы Смита, Невиля, Фламана и пр., коэффициентъ C зависитъ отъ R и I .

Но такъ какъ классическія изслѣдованія Дарси ²⁾ (Darcy) выяснили, что въ предѣлахъ практическаго примѣненія трубъ и каналовъ коэффициентъ C не зависитъ отъ I , а только отъ R и отъ состоянія поверхности стѣнокъ ея (коэффициента шероховатости), то всю группу формулъ съ коэффициентами $C = f(I, v)$ слѣдуетъ признать негодной къ употребленію для расчета стѣнній водостоковъ.

Эти формулы могутъ давать близкіе къ истинѣ результаты, если примѣняется одна и та же постоянная и подходящая для всей сѣти величина I , что можетъ встрѣтиться лишь при расчетѣ водопроводовъ.

Принципы, найденные Дарси, подтвердились и другими изслѣдователями (Базеномъ, Гангилье и Куттеромъ и др.), и легли въ основаніе со-

1) Линдлей, Водостоки г. Варшавы; Линдлей, Пояснительная записка къ канализаціи г. Самары; idem—для Тифлиса и т. п.

2) Darcy, Recherches experimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux, Paris, 1857.

временныхъ возрѣній на теченіе жидкости въ трубахъ и каналахъ. Поэтому формулами, которыми можно пользоваться при расчетѣ водостоконъ, слѣдуетъ признать только такія, въ которыхъ $C = f(R, \kappa)$, гдѣ κ —коэффициентъ шероховатости; подобныхъ формулъ существуетъ много, и вся разница между ними заключается лишь въ разныхъ степени возрастанія C съ измѣненіемъ R и въ различныхъ величинахъ для коэффициентовъ κ .

Формула Дарси.

$$h = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (122), \quad \text{гдѣ } \lambda = 0,001989 + \frac{0,0005078}{d},$$

$$c = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = \frac{1}{\sqrt{0,0002535 + \frac{0,00000647}{d}}} \quad (123)$$

Значенія числовыхъ коэффициентовъ относятся въ этой формулѣ къ совершенно новымъ, не бывшимъ въ употребленіи чугуннымъ трубамъ; для трубъ же загрязненныхъ Дарси предлагаетъ увеличивать λ до 2λ въ зависимости отъ состоянія трубъ.

Такимъ образомъ въ этой формулѣ $C = f(d)$, а слѣдовательно и $f(R)$ и вводится понятіе о шероховатости стѣнокъ (коэффициентъ κ). Вслѣдствіе произвола въ выборѣ коэффициента шероховатости формула эта не даетъ точныхъ результатовъ и потому не можетъ быть признана годной для употребленія.

Съ этой точки зрѣнія имѣетъ преимущество предъ формулой Дарси формула Дарси-Базена, выведенная на основаніи опытовъ, произведенныхъ Дарси въ сотрудничествѣ съ Базеномъ. Текстъ формулы Дарси-Базена таковъ:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}} \sqrt{RI} \quad (124), \quad \text{гдѣ для очень гладкихъ}$$

поверхностей (новыхъ водопроводныхъ трубъ) $\alpha_1 = 0,00015$ и $\beta_1 = 0,0000045$, для менѣ гладкихъ поверхностей (водопроводныхъ и водосточныхъ трубъ въ употребленіи) $\alpha_2 = 0,00019$ и $\beta_2 = 0,0000133$ и для шероховатыхъ поверхностей (старинныхъ каналовъ для сточныхъ водъ) $\alpha_3 = 0,00024$ и $\beta_3 = 0,00006$. Въ эту формулу вмѣсто d введено непосредственно R , что дѣлаетъ ее применимой для всѣхъ каналовъ и помимо круглаго сѣченія.

Принимая во вниманіе обстановку опытовъ Дарси-Базена, слѣдуетъ признать эту формулу одной изъ самыхъ точныхъ для опредѣленія скорости. Къ недостаткамъ ея слѣдуетъ отнести сложность ея конструкціи, при которой приходится имѣть дѣло съ двумя численными коэффициентами, и затруднительности при выборѣ промежуточныхъ значеній для коэффициентовъ шероховатости, въ чемъ на практикѣ можетъ встрѣтиться надобность.

Швейцарскіе инженеры *Гангилье и Куттеръ (Ganguillet et Kutter)*¹⁾ основываясь на опытахъ, произведенныхъ Гумфрейсомъ и Абботомъ надъ теченіемъ въ р. Миссисипи, дали слѣдующее выраженіе для скорости, общее не только для движенія въ трубахъ и каналахъ, но и рѣкахъ.

$$v = c\sqrt{RI}, \text{ гдѣ } c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{I}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (125) \text{ гдѣ}$$

n — коэффициентъ шероховатости измѣняется отъ 0,010 до 0,017.

Эта формула дѣлаетъ C функцией трехъ величинъ $C = f(n, R, I)$, и она является объемлющей для всѣхъ случаевъ движенія жидкостей.

Введенное *Ganguillet* и *Kutter* вліяніе уклона имѣетъ значеніе при малыхъ уклонахъ меньше 0,0005 т. е. въ случаѣ движенія воды въ рѣкахъ, такъ какъ подобные уклоны въ канализаціонной сѣти встрѣчаются только въ видѣ исключенія.

Поэтому для расчета скорости въ водостокахъ пользуются сокращенной формулой Ganguillet и Kutter, въ которой членъ съ уклономъ выброшенъ

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI} \dots \dots \dots (126)$$

Для удобства вычисленій эта формула преобразуется въ

$$v = \frac{\left(23 + \frac{1}{n}\right) \sqrt{R}}{\sqrt{R} + 23n} \sqrt{RI} = \frac{a \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \sqrt{RI} \dots \dots \dots (127) \text{ гдѣ}$$

$$a = 23 + \frac{1}{n}, \quad b = 23n$$

Сокращенная формула Ganguillet и Kutter считается одной изъ самыхъ точныхъ формулъ, такъ какъ вычисленныя по ней скорости отличались отъ дѣйствительно наблюдаемыхъ въ среднемъ на 5⁰/о. Этимъ объясняется широкое ея распространеніе въ Германіи, Англии, Америкѣ и у насъ въ Россіи (канализаціи г. Кіева, Москвы, Ц.-Села, Ростова-на-Дону и пр.).

Для пользованія ею еще необходимо знать величину коэффициента n , функциями котораго являются коэффициенты a и b .

Чтобы упростить вычисленія обыкновенно a принимаютъ равнымъ постоянной величинѣ—100, а для b пользуются значеніями, данными *Kutter*

1) W. R. Kutter, Die neuen Formeln für die Bewegung des Wassers in Kanälen und regelmässigen Flußstrecken, 1877.

для различныхъ случаевъ и получаютъ такъ называемую старую формулу *Kutter'a*. *Kutter* даетъ для b —12 значений, при чемъ величина его колеблется въ предѣлахъ отъ 0,12 до 2,44 но для водостоковъ имѣютъ значеніе болѣе узкіе предѣлы отъ 0,12 до 0,45. Коэффициенты b , данные *Kutter'омъ*, выведены имъ для новыхъ трубъ и для чистой воды, каковыхъ условій не имѣется при движеніи сточныхъ водъ по трубамъ и каналамъ, гдѣ всегда имѣются осадки, увеличивающіе сопротивленіе движенію жидкости, да и сами воды представляютъ собою механическую смѣсь изъ воды и твердыхъ примѣсей сложнаго состава. Поэтому естественно, что явилась надобность въ установленіи величины для b наблюденіями¹⁾. Произведенныя многочисленныя наблюденія въ Европѣ и Америкѣ установили, что при расчетѣ канализаціи слѣдуетъ принимать для b значеніе 0,35 какъ для керамиковыхъ и бетонныхъ трубъ, такъ и для кирпичныхъ каналовъ. Только въ самихъ рѣдкихъ случаяхъ при слабыхъ уклонахъ и недостаточной промывкѣ каналовъ слѣдуетъ брать для $b = 0,40$. Съ другой стороны для дюкеровъ, сифоновъ и напорныхъ линий, работающихъ какъ водопроводы, для b слѣдуетъ брать 0,30 (см. главу XV).

Такимъ образомъ сокращенная формула Гагинье и Куттера, служащая въ настоящее время для расчета водостоковъ, приметъ слѣдующій видъ:

$$v = \frac{100\sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RI} \dots \dots \dots (128)$$

Измѣненія величины $C = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}$ отъ измѣненія R приведены нами въ слѣдующей таблицѣ XXVIII.

ТАБЛИЦА XXVIII.

R	0,025	0,03	0,04	0,05	0,06	0,075	0,10
C	31	33	36	39	41	44	47
R	0,125	0,15	0,175	0,2	0,225	0,25	0,30
C	50	52	54	56	58	59	91
R	0,35	0,40	0,45	0,5	0,75	1,0	—
C	63	65	66	67	71	74	—

1) Опыты въ Гамбургѣ, Zeit. für Baukunde, 1884;
 Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Januar 1901;
 Engineering News, 1888. стр. 461 и 1892 г. стр. 126.

Изъ новыхъ формулъ слѣдуетъ упомянуть еще о новой формулѣ Базена ¹⁾, который преобразовалъ старую формулу (124) Дарси-Базена, представивъ ее въ видѣ

$$\frac{\sqrt{RI}}{v} = 0.0115 \left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}} \right) \dots (129) \quad \text{или} \quad v = \frac{87 \sqrt{RI}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \dots (129')$$

гдѣ для γ значенія трехъ родовъ: $\gamma_1 = 0,06$ (строганные доски, притертый чистый цементъ), $\gamma_2 = 0,16$ (кирпичъ, тесаный камень) и $\gamma_3 = 0,46$ (хорошая

бутовая кладка); отсюда $c = \frac{87 \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$ и по конетрукціи своей напоми-

сокращенную формулу Kutter'a. По новой формулѣ Базена разсчитанъ одинъ изъ участковъ Берлина. Весьма близки къ формуламъ Гангилье и Куттера употребляемая въ Германіи формулы Кнауффа ²⁾ (*Knauff*) и Геринга ³⁾ (*Gering*).

Кнауффъ даетъ для трубъ $v = \frac{114 \sqrt{R}}{0,265 \sqrt{R}} \sqrt{RI}$ и (130)

для каналовъ изъ кладки $v = \frac{103,7 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \sqrt{RI}$ (130')

Герингъ даетъ для v

$$v = \frac{103,8 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \dots (131)$$

Нетрудно видѣть, что у Кнауффа измѣнены величины a и b , а у Геринга только a въ сравненіи съ формулой Куттера.

Осповываясь на вышеприведенныхъ соображеніяхъ, мы останавливаемся для разсчета сѣченій водосточныхъ трубъ и каналовъ на сокращенной формулѣ Гангилье и Куттера.

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \sqrt{RI} \dots (132) \text{ и}$$

$$Q = v \omega = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \omega \sqrt{RI} \dots (133)$$

§ 2. **Разсчетные расходы.** Прежде чѣмъ перейти къ изложенію способовъ подбора сѣченій, мы должны установить, какіе же расходы воды будутъ протекать по водосточнымъ каналамъ, и при какой степени заполнения эти каналы должны отводить воду. Въ различныхъ системахъ кана-

1) Bazin, Etude d'une nouvelle formule pour calcuer le debit des canaux decouverts, Annales des ponts et chaussées 1897 г.

2) Gesundheits-Ingenieur. 1886.

3) Ges. Ing. 1890 и Zeit. fur Archit. und Ingenieurwesen 1900 г.

лизаціи величины Q будутъ не одинаковы. Каналы общесплавной системы должны разсчитываться, главнымъ образомъ, на ливневые воды или по выраженію $\psi \varphi R F$ (см. главу VI) при пользованіи формулой Bürkli-Ziegler или же по выраженію $\psi R f_{max}$, гдѣ f_{max} должно быть опредѣлено по способу Frühling, Heyd и т. под. Что же касается домовыхъ водъ, то онѣ при существующихъ соотношеніяхъ составляютъ обыкновенно отъ 1 до 3 процентовъ отъ городскихъ водъ и потому не могутъ вліять существенно на размѣры каналов общесплавной системы.

Поэтому по практическимъ сооружениямъ наибольшую отводоспособность общесплавныхъ каналовъ опредѣляютъ по наибольшему количеству ливневыхъ водъ. Но такъ какъ наши каналы должны имѣть достаточную для самоочищенія скорость и глубину заполнения для сплава осадковъ (см. главу VII), то въ сомнительныхъ случаяхъ необходимо каналы общесплавной системы провѣрять и на наибольший домовый расходъ (стокъ въ сухую погоду). Для тѣхъ каналовъ, которые расположены непосредственно за ливнеспусками—сооруженіями, которые предназначаются для выпуска излишняго количества ливневой воды въ водные протоки и овраги—наибольшій разсчетный расходъ будетъ представлять собой наибольшій домовый расходъ, умноженный на нѣкоторый коэффициентъ m , опредѣляющій степень разжиженія домовыхъ водъ; величина m колеблется на практикѣ отъ 1 до 10, т. е. другими словами эти части каналовъ должны быть разсчитаны на $(m + 1) Q$, гдѣ Q наибольшій расходъ домовыхъ водъ.

Сточные воды изъ отдѣльныхъ общественныхъ сооружений и промышленныхъ заведеній, какъ образующіе собой постоянные концентрированные расходы, должны быть непременно добавлены къ ливневымъ въ соответственныхъ пунктахъ общесплавной сѣти. Провѣрка же отводоспособности общесплавныхъ каналовъ должна производиться въ подобныхъ пунктахъ сѣти на сумму расходовъ домовыхъ и общественныхъ или промышленныхъ водъ.

Разсчетъ каналовъ полной раздѣльной системы проще общесплавной: каждая сѣть разсчитывается на свой наибольшій расходъ, при чемъ къ домовымъ водамъ должны быть прибавлены въ соответственныхъ пунктахъ сѣти общественныхъ и промышленныхъ водъ.

Каналы неполныхъ раздѣльныхъ (сплавныхъ и пневматическихъ) системъ разсчитывается только на наибольшій расходъ домовыхъ водъ, увеличенный въ пунктахъ отвода общественными и промышленными водами.

Нѣсколько сложное распределеніе расходовъ въ полураздѣльной системѣ: до интерцепторовъ обѣ сѣти идутъ независимо и разсчитываются на свои наибольшіе расходы; сѣченія же интерцепторовъ разсчитываются на сумму расходовъ домовыхъ водъ и небольшого опредѣленнаго количества дождевыхъ водъ и провѣряются на одни домовыя воды, какъ каналы общесплавной системы. Устье ливневой сѣти въ полураздѣльной системѣ разсчитывается на наибольшій ливневой расходъ за вычетомъ количества ливневыхъ водъ, спускаемыхъ въ интерцепторы

§ 3. **Глубина наполненія въ водостокахъ.** Глубина наполненія въ водостокахъ, уложенныхъ съ извѣстнымъ уклономъ, мѣняется въ зависимости отъ переменнѣйшей величины Q . Для расчета намъ необходимо установить вполне опредѣленную величину наполненія, такъ какъ она отражается на величинѣ R , а слѣдовательно и на v и Q .

Прежде, вслѣдствіе недостаточной точности въ опредѣленіи наибольшаго протекающаго въ каналѣ количества воды старались уменьшить глубину наполненія. Такъ, обыкновенно круглыя сѣченія рассчитывали на половинное заполненіе, а овоидальныя сѣченія до пять сводовъ; иногда для круглыхъ сѣченій принимали заполненіе въ $\frac{2}{3}$ или $\frac{3}{4}$ ихъ высоты. Кроме того, оставляя сѣченіе не достаточно использованнымъ, мотивировали это необходимостью дать мѣсто для циркуляціи воздуха и газовъ, выдѣляющихся изъ сточныхъ водъ.

Въ настоящее время положеніе измѣнилось: наблюденія надъ осадками, основанными на показаніяхъ самопишущихъ дождемѣровъ, и распространеніе новыхъ приѣмовъ по опредѣленію коэффиціента замедленія даютъ намъ достаточно точныя для практическихъ цѣлей цифры. Для цѣлей же вентиляціи сѣти оказывается достаточноымъ оставить въ сѣченіяхъ трубъ небольшой запасъ въ $2-3\frac{1}{2}$ 0/0.

Поэтому, въ видахъ разумной экономіи было бы желательно, чтобы каналы были заполнены до такой высоты, чтобы Q было бы тахитимъ. Такое заполненіе нѣсколько меньше h и мѣняется для разныхъ сѣченій (глава VIII); но, такъ какъ всегда въ каналахъ могутъ быть случайныя осадки и образовываться перебой струи, уменьшающія v , то для упрощенія расчета представляется опредѣлять наибольшую отводоспособность при полномъ заполненіи каналовъ. Это тѣмъ болѣе не представляется опаснымъ, что сильныя ливни выпадаютъ въ году всего нѣсколько разъ. Далѣе подбирая сѣченія каналовъ, мы подбираемъ ихъ по наибольшему расходу въ концѣ канала, т. е. у насъ въ сущности могутъ быть заполнены только сѣченія, ближайшія къ концу канала.

Кромѣ того, устанавливая нѣсколько типовъ сѣченій для сѣти даннаго города, мы тѣмъ самымъ въ весьма маломъ количествѣ случаевъ будемъ имѣть полное заполненіе въ концѣ каналовъ даже и во время ливней. Такимъ образомъ подбирая каналы при полномъ заполненіи, мы всегда имѣемъ запасъ для вентиляціи сѣти.

§ 4. **Основные задачи, встрѣчающіяся при подборѣ водостоковъ.** Основные формулы для полного наполненія водостоковъ $v = \frac{100 R}{0,35 + \sqrt{R}} \sqrt{I}$. . . (132)

и $Q = v \omega$. . . (133) устанавливаютъ зависимость между Q , I , ω и v ; такъ какъ $\omega = f(d)$, гдѣ d ширина сѣченія, то можно вмѣсто ω въ выраженіе (133) подставить d и тогда установится зависимость между Q , I , d и v .

Для разсмотрѣнныхъ нами площадей 8 основныхъ типовъ сѣченій зависимость между ω , p , d и R при полномъ заполненіи будетъ выражена слѣдующимъ образомъ (табл. XXIX).

Имѣя зависимость между величинами Q, v, I и ω , мы можемъ рѣшать различныя задачи по отысканію двухъ изъ этихъ величинъ, если двѣ остальные намъ даны.

ТАБЛИЦА XXIX.

Типъ сѣченія.		ω	p	R
Круговое	2 : 2	$0,785 d^2$	$3,142 d$	$0,25 d$
Круговое съ прямыми стѣнками	2,459 : 2	$1,012 d^2$	$3,596 d$	$0,281 d$
Овоидальное	2,586 : 2	$0,996 d^2$	$3,602 d$	$0,277 d$
"	3 : 2	$1,149 d^2$	$3,965 d$	$0,290 d$
"	3,438 : 2	$1,348 d^2$	$4,367 d$	$0,309 d$
Лотковое	1,707 : 2	$0,945 d^2$	$3,655 d$	$0,259 d$
"	1,414 : 2	$0,665 d^2$	$2,917 d$	$0,203 d$
"	1,268 : 2	$0,484 d^2$	$2,618 d$	$0,185 d$

Такимъ образомъ мы получаемъ для рѣшенія 6 задачъ:

- 1) по даннымъ Q и I найти ω (или d) и v
- 2) " " Q и v " ω (или d) и I
- 3) " " Q и ω " v (или d) и I
- 4) " " ω и I " Q (или d) и v
- 5) " " ω и v " Q (или d) и I
- 6) " " v и I " Q (или d) и ω

Изъ этихъ задачъ чаще всего на практикѣ приходится имѣть дѣло съ данными Q и I , такъ какъ расчетные расходы должны быть заранее вычислены, а уклоны примѣрно распределены.

Для рѣшенія этой задачи приходится прибѣгнуть къ способу послѣдовательнаго приближенія

$$Q = c \omega \sqrt{RI}; v = c \sqrt{RI}, \text{ гдѣ } c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}$$

Разсмотримъ эти задачи для круглаго сѣченія при полномъ заполненіи.

Изъ таблицы XXIX извѣстно, что въ этомъ случаѣ $\omega = 0,785 d^2$ $p = 3,142 d$ и $R = 0,25 d$.

Коэффициентъ C , какъ зависящій отъ $R = f(d)$, не можетъ быть опредѣленъ точно. Поэтому для перваго значенія діаметра d возьмемъ для C_1 значеніе по формулѣ Эйтельвейна (112), гдѣ $C = 50,9$;

$$Q = 50,9 \cdot 0,785 d_1^2 \sqrt{0,25 d_1} \sqrt{I}$$

Отсюда $d_1^5 = \left[\frac{2}{50,9 \cdot 0,785} \right]^2 \frac{Q^2}{I} = m \frac{Q^2}{I}; d_1 = \sqrt[5]{m \frac{Q}{I}}$, зная d_1 мы вычислимъ $R_1 = 0,25 d_1$ по этому R_1 опредѣлимъ новыя значенія C_2 и d_2 , и будемъ повторять эти дѣйствія, пока значенія для d и C будутъ мало отличаться другъ отъ друга (на единицу или часть ея).

Когда d будетъ установлено, то опредѣленіе ω и $v = \frac{Q}{\omega}$ не представитъ никакого труда.

Вторая задача встрѣчается на практикѣ рѣже, чѣмъ первая. Она имѣетъ примѣненіе въ тѣхъ случаяхъ, когда мы, рѣшая первую задачу, не получили нужной скорости и вынуждены измѣнить уклонъ.

Рѣшеніе ея весьма просто.

Изъ уравненія $Q = 0,785 d^2 v$ опредѣляемъ $d = \sqrt{\frac{Q}{0,785 v}}$; по d находимъ послѣдовательно R и C , тогда для нахождения I пользуемся выраженіемъ $I = \frac{v^2}{c^2 R}$.

Третья задача можетъ найти примѣненіе, когда у насъ установленъ типъ сѣченія, и требуется лишь придать каналу такой I , чтобы была бы нужная v .

$v = \frac{Q}{\omega}$; при извѣстномъ d опредѣляются по предыдущему R и c , а затѣмъ легко и I по той же формулѣ, что и во второй задачѣ. Четвертая задача имѣетъ значеніе не для проектированія новой канализаціонной сѣти, а лишь для провѣрки существующей. На практикѣ можетъ быть случай, когда потребуется провѣрить отводоспособность и скорость водостока.

Здѣсь для рѣшенія задачи слѣдуетъ примѣнить послѣдовательно двѣ общія формулы.

Сначала опредѣляемъ $v = c \sqrt{RI}$, гдѣ всѣ величины въ правой части извѣстны, такъ какъ намъ даны ω и I , а затѣмъ легко находимъ и Q изъ $Q = v \omega$.

Задачи пятая и шестая рѣдко могутъ встрѣтиться на практикѣ.

Въ пятой задачѣ Q находится непосредственно изъ общей формулы $Q = v \omega$, а I опредѣляется изъ выраженія $I = \frac{v^2}{c^2 R}$, для котораго мы по данному ω заранее вычисляемъ R и c .

Для рѣшенія шестой задачи мы сначала вычислимъ d изъ выраженія $c\sqrt{R} = \frac{v}{\sqrt{I}}$, зная d , опредѣлимъ ω , а отсюда легко и $Q = v.\omega$.

Изъ разсмотрѣнiя шести задачъ для круговаго сѣченiя при полномъ заполненiи мы должны придти къ заключенiю, что наибольшей сложностью рѣшенiя отличается первая задача, которая встрѣчается чаще всего на практикѣ. Но рѣшенiе этой, какъ и другихъ задачъ значительно усложнилось, если бы намъ при подборѣ была неизвѣстна степень наполненiя канала. Такой случай и имѣетъ мѣсто на практикѣ. Когда для нашей сѣтки установлено нѣсколько типовъ сѣченiй и опредѣленное заполненiе; тогда, подбирая сѣченiя, мы должны брать изъ числа установленныхъ типовъ ближайшiя къ большимъ величинамъ и тѣмъ самымъ отступать отъ проектнаго наполненiя.

Далѣе намъ послѣ подбора сѣченiй каналовъ общесплавной системы по наибольшему ливневому расходу бываетъ нужно вычислить, будетъ ли достаточна глубина заполненiя при расходѣ однихъ домовыхъ водъ.

Кромѣ того на практикѣ можетъ потребоваться сравненiе высотъ наполненiя двухъ различныхъ типовъ сѣченiй при одинаковомъ Q и I , чтобы получить достаточную для самоочищенiя v , что имѣетъ значенiе для выбора числа типовъ сѣченiй, или же рѣшить подобную же задачу, но по экономическимъ соображенiямъ т. е. выяснить, какой изъ двухъ или нѣсколькихъ типовъ будетъ дешевле при условii отведенiя даннаго Q при данномъ I при полученiи извѣстнаго v , и при какихъ наполненiяхъ это будетъ имѣть мѣсто.

Наконецъ опредѣленiе наполненiя при различныхъ расходахъ можетъ имѣть значенiе при провѣркѣ расчетнымъ путемъ дѣйствительныхъ измѣренiй, скорости въ каналахъ.

Для опредѣленiя степени наполненiя водостока намъ бы пришлось пользоваться разсмотрѣнными въ § 3 главы VIII формулами, по которымъ $v = f(\lambda)$ и $Q = \varphi(\lambda)$; гдѣ λ — степень наполненiя.

По формулѣ на стр. 137.

$$Q = \frac{100 h^3 \arccos(1 - 2\lambda) \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arccos(1 - 2\lambda)} + 0,25 \right]^2 \sqrt{I}}{b + \sqrt{h \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arccos(1 - 2\lambda)} + 0,25 \right]}}$$

и по формулѣ (35)

$$v = \frac{100 h \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arccos(1 - 2\lambda)} + 0,25 \right] \sqrt{I}}{b + \sqrt{h \left[\frac{(\lambda - 0,5) \sqrt{\lambda - \lambda^2}}{\arccos(1 - 2\lambda)} \right] + 0,25}}$$

Въ этихъ выраженiяхъ для даннаго сѣченiя b , h и I извѣстныя величины. Изъ формулъ для круговыхъ сѣченiй и имъ подобныхъ для иныхъ

сѣчений, для которыхъ нами даны выражения въ главѣ VIII, легко усмотрѣть всю сложность пользования подобными выражениями при рѣшеніи практическихъ задачъ.

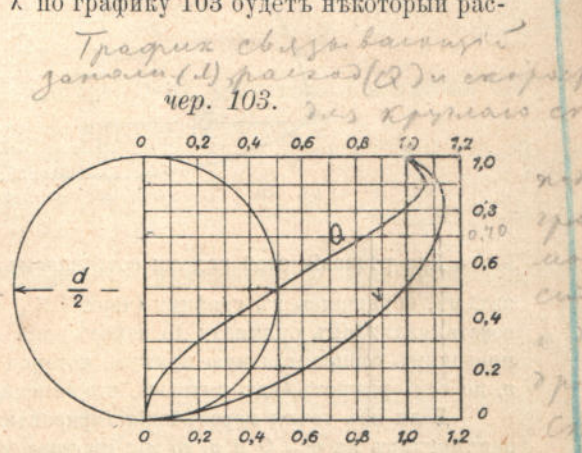
Поэтому вмѣсто пользованія аналитическими сложными приемами расчета для опредѣленія степени заполнения въ водостокахъ прибѣгаютъ къ графическимъ приемамъ, сущность которыхъ заключается въ слѣдующемъ:

Возьмемъ круглый водостокъ и раздѣлимъ его площадь на n равныхъ по вертикали частей. Затѣмъ вычислимъ по основнымъ формуламъ при данномъ уклонѣ для каждаго заполнения R , v и Q .

Имѣя величины Q для полного заполнения и величины $Q_1, Q_2 \dots Q_i \dots Q_{n-1}$, соответствующія заполненію, $d, \frac{d}{n}, 2 \frac{d}{n} \dots i \frac{d}{n} \dots (n-1) \frac{d}{n}$

мы можемъ построить по прямоугольной системѣ координатъ кривыя измѣненія Q и v въ зависимости отъ измѣненія высоты наполненія λ при данномъ уклонѣ. Если мы возьмемъ другія d и I , то также можемъ построить кривыя измѣненія Q и v . Производя построеніе для различныхъ d и I мы можемъ убѣдиться, что эти кривыя настолько близко расположены другъ къ другу, что безъ большихъ погрѣшностей можно для всякъ d круга сѣченія и I принять для практическихъ цѣлей среднія кривыя, характеризующія измѣненія Q и v съ зависимости отъ измѣненія λ .

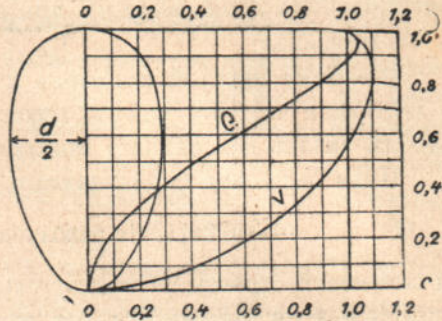
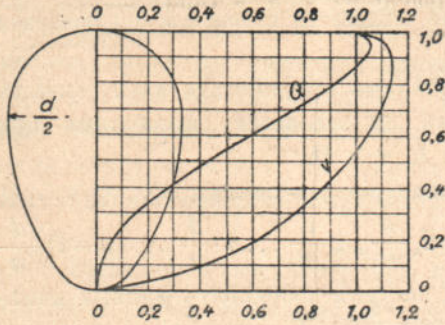
При построеніи кривыхъ измѣненія Q и v задачи, связанныя съ отысканіемъ степени наполненія и соответственной ей скорости рѣшаются очень просто. Если расходъ въ круглой трубѣ при полномъ заполненіи будетъ Q_0 въ секунду, то при наполненіи λ по графику 103 будетъ нѣкоторый расходъ $Q_1 = \alpha Q_0$ и скорость $v_1 = \beta v_0$ гдѣ α и β соответственныя ординаты по графику. Обратное, если намъ будетъ извѣстно, что данный расходъ Q не заполняетъ трубу извѣстнаго діаметра, то слѣдуетъ сначала вычислить расходъ при полномъ заполненіи Q_0 для даннаго сѣченія, составить отношеніе $\frac{Q}{Q_0} = \alpha$ и найти заполненіе на графикѣ 103, а по этому соотношенію α найти на графикѣ ординату β и умножить ее на v_0 (скорость при полномъ за-



полненіи) для полученія скорости при подобранномъ заполненіи. Графики, подобные изображенному на черт. 103, могутъ быть построены для любого сѣченія водостока, при чемъ ими надлежитъ пользоваться также, какъ и для круга.

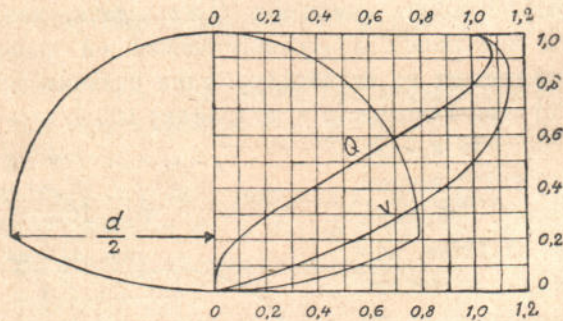
Приведемъ еще подобные графики для овоидальныхъ стѣнъ съ отношеніями 3:2 (чер. 104) и 3,438:2 (чер. 105) и лотковыхъ съ отношеніемъ 1,268:2 (чер. 106).

Графики для овоидальныхъ стѣнъ
 чер. 104. чер. 105.



Численный примѣръ. Круглая труба діаметромъ 400 мм. при полномъ заполненіи при $I = 1:100$ пропускаетъ $Q_0 = 188,5$ литровъ въ секунду, имѣя при этомъ скорость $v_0 = 1,5$ литр. Требуется опредѣлить степень наполненія и соответствующую этому наполненію скорость, если $Q = 160,4$?

графикъ для лотковой стѣны
 чер. 106.



Для рѣшенія этой задачи составляемъ сначала отношеніе $\frac{Q}{Q_0} = \frac{160,4}{188,5} = 0,85$; затѣмъ, обращаясь къ графику (черт. 103), откладываемъ на оси абсциссъ 0,85 и восстанавливаемъ ординату до пересѣченія съ кривою Q ; изъ точки пересѣченія проводимъ горизонтальную прямую, которая на пути своемъ пересѣчетъ и кривую v , до оси ординатъ, гдѣ читаемъ, что наполненіе λ для данного случая = 0,70.

Если изъ точки пересѣченія горизонтальной прямой съ осью v опустить перпендикуляръ на ось Q и v , то мы прочитаемъ 1,13; перемноживъ v_0 на этотъ коэффициентъ, мы получимъ скорость v при данномъ заполненіи т. е. $v = 1,5 \times 1,13 = 1,70$ лит.

Изъ вышеизложеннаго ясно можно представить, что подборъ діаметровъ канализаціонной сѣти даже для небольшого г-рода заставляетъ составителя проекта производить рядъ утомительныхъ, однообразныхъ арифметическихъ дѣйствій.

Сокращенію подобныхъ выкладокъ способствуетъ установленіе нѣсколькихъ типовъ сѣченій для даннаго города, для которыхъ составляются особыя расчетныя таблицы, облегчающія трудъ составителя проекта.

Въ ранѣе устроенныхъ канализаціяхъ число типовъ было велико; напр. въ общесплавной сѣти Берлина 15 типовъ круглыхъ керамиковыхъ трубъ, 12 типовъ овоидальныхъ сѣченій съ отношеніемъ 2:3, 4 типа уширенныхъ овоидальныхъ сѣченій и 1 типъ круглаго большого коллектора, всего 30 типовъ сѣченій.

Въ Варшавской общесплавной канализаціи только 2 типа керамиковыхъ трубъ, 8 обыкновенныхъ овоидальныхъ и 1 уширенное—всего 11 типовъ.

Въ неполныхъ раздѣльныхъ системахъ число типовъ меньше; для небольшихъ и среднихъ городовъ всѣ коллектора получаютъ керамиковыми; число типовъ будетъ меньше, чѣмъ въ общесплавныхъ, а въ полныхъ раздѣльныхъ системахъ число типовъ увеличивается.

§ 5. Аналитическіе методы подбора сѣченій водостоковъ. Приемы, которыми пользуются для облегченія расчетовъ сѣченій водостоковъ, можно подраздѣлить на 2 категоріи: аналитическіе и графическіе.

Аналитическіе приемы заключаются въ составленіи расчетныхъ таблицъ для подбора самыхъ общеупотребительныхъ сѣченій водостоковъ.

Такъ профессоромъ Frühling'омъ составлены таблицы (XXX и XXXI) для круглыхъ трубъ діаметромъ отъ 10 до 200 сантим. и для овоидальныхъ каналовъ отъ $\frac{30}{20}$ до $\frac{210}{140}$ сантиметр. при уклонѣ $I = 0,01$. Таблицы эти состоятъ изъ трехъ отдѣльныхъ графъ, гдѣ приведены h (высота наполненія), v и Q .

Онѣ построены на слѣдующихъ основаніяхъ.

Если намъ извѣстны Q и v для нѣкотораго діаметра d и уклона I , то мы можемъ найти для того же d , но другого I_1 новые Q_1 и v_1 .

Дѣйствительно

$$Q = C \omega \sqrt{RI}; v = C \sqrt{RI}$$

$Q_1 = C \omega \sqrt{RI_1}$; $v_1 = C \sqrt{RI_1}$ такъ какъ C и R остаются для даннаго d безъ перемѣнъ.

$$\frac{Q_1}{Q} = \sqrt{\frac{I_1}{I}}; Q_1 = Q \sqrt{\frac{I_1}{I}} \quad \text{и} \quad v_1 = v \sqrt{\frac{I_1}{I}}$$

Въ таблицѣ $I = 0,01$; слѣдовательно

$$Q_1 = 10 Q \sqrt{I_1} \dots \dots \dots (134) \quad \text{и} \quad v_1 = 10 v \sqrt{I_1} \dots \dots \dots (135)$$

т. е. для того, чтобы получить новыя Q_1 и v_1 при уклонѣ I_1 , необходимо цифры для Q и v , помѣщенные въ таблицахъ и соответствующія данному діаметру, помножить на $10 \sqrt{I_1}$.

ТАБЛИЦА
Таблица для подбора діаметровъ и

Глубина наполне- нія <i>h</i>	10 сант.		12,5 сант.		15 сант.		17,5 сант.		20 сант.	
	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$
0,05 <i>d</i>	0,08	0,01	0,1	0,02	0,12	0,04	0,13	0,06	0,15	0,09
0,1 "	0,15	0,06	0,18	0,11	0,21	0,20	0,24	0,30	0,27	0,44
0,2 "	0,26	0,29	0,32	0,56	0,37	0,94	0,43	1,47	0,48	2,13
0,3 "	0,36	0,70	0,43	1,33	0,50	2,22	0,57	3,47	0,64	5,04
0,4 "	0,43	1,27	0,52	2,37	0,61	4,00	0,69	6,22	0,77	9,03
0,5 "	0,49	1,93	0,59	3,64	0,69	6,09	0,78	9,41	0,87	13,7
0,6 "	0,54	2,65	0,65	4,97	0,75	8,33	0,86	12,9	0,95	18,7
0,7 "	0,57	3,34	0,68	6,26	0,79	10,5	0,90	16,2	1,00	23,5
0,8 "	0,58	3,90	0,70	7,36	0,81	12,3	0,92	19,0	1,02	27,5
0,9 "	0,57	4,24	0,69	7,97	0,79	13,3	0,91	20,7	1,00	29,9
1,0 "	0,49	3,86	0,59	7,28	0,69	12,2	0,78	18,8	0,87	27,4

Глубина наполненія <i>h</i>	50 сан.		55 сан.		60 сан.		70 сан.	
	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет.}} \frac{\text{сек.}}{\text{сек.}}$
0,0125 <i>d</i>	0,10	0,05	0,11	0,06	0,12	0,08	0,14	0,13
0,025 "	0,19	0,25	0,20	0,32	0,22	0,40	0,25	0,64
0,05 "	0,34	1,23	0,35	1,53	0,40	2,07	0,45	3,22
0,1 "	0,60	6,0	0,65	7,93	0,70	10,2	0,79	15,7
0,15 "	0,80	13,8	0,86	18,0	0,92	22,9	1,04	35,2
0,2 "	1,01	28,3	0,95	32,2	1,17	47,1	1,38	75,6
0,25 "	1,18	45,3	1,27	59,0	1,36	75,2	1,53	115,2
0,3 "	1,33	65,7	1,43	85,4	1,53	108,7	1,72	166,4
0,35 "	1,46	89,5	1,57	116,2	1,68	148,0	1,88	225,4
0,4 "	1,58	116,0	1,70	150,8	1,83	192,8	2,03	291,6
0,45 "	1,68	143,9	1,81	184,2	1,93	238,1	2,17	364,4
0,5 "	1,78	174,7	1,91	226,5	2,03	287,2	2,28	438
0,55 "	1,85	205,2	2,00	267,8	2,12	338	2,38	516
0,6 "	1,92	236,2	2,06	306,7	2,20	389	2,46	593
0,65 "	1,99	275,5	2,14	350	2,28	444	2,55	675
0,7 "	2,02	296,7	2,17	386	2,30	488	2,57	739
0,75 "	2,04	322,6	2,19	420	2,33	530	2,51	808
0,8 "	2,06	346,6	2,20	449	2,35	570	2,63	869
0,85 "	2,05	366,4	2,19	474	2,34	603	2,62	918
0,9 "	2,03	377,6	2,17	489	2,31	620	2,59	945
0,95 "	1,96	379,2	2,11	492	2,24	623	2,52	955
1,0 "	1,78	349,3	1,91	453	2,03	574	2,28	876

XXX.

скоростей для круглых сѣченій.

25 сант.		30 сант.		35 сант.		40 сант.		45 сант.		Глубина наполне- нія <i>h</i>
<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} / \text{сек.}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} / \text{сек.}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} / \text{сек.}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} / \text{сек.}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{лит.}} / \text{сек.}$	
0,18	0,16	0,21	0,27	0,25	0,44	0,28	0,65	0,31	0,91	0,05 <i>d</i>
0,33	0,82	0,39	1,42	0,44	2,20	0,50	3,21	0,55	4,49	0,1 „
0,58	4,03	0,67	6,73	0,76	10,4	0,85	15,1	0,97	21,9	0,2 „
0,77	9,45	0,89	15,8	1,00	24,3	1,12	35,2	1,22	48,9	0,3 „
0,92	16,1	1,07	28,1	1,20	43,1	1,33	62,4	1,62	96,2	0,4 „
1,04	25,6	1,20	42,5	1,36	65,2	1,50	94,2	1,64	130,4	0,5 „
1,13	34,8	1,30	51,8	1,47	88,5	1,62	127,9	1,78	176,9	0,6 „
1,19	43,8	1,37	72,6	1,54	111,5	1,71	160,4	1,87	222,1	0,7 „
1,22	51,2	1,40	84,9	1,58	130,0	1,74	187,3	1,90	259,1	0,8 „
1,20	55,7	1,38	92,3	1,55	141,4	1,71	204,2	1,87	282,1	0,9 „
1,04	51,1	1,20	84,9	1,36	130,4	1,5	188,5	1,64	260,8	1,0 „

80 сан.		100 сан.		150 сан.		200 сан.		Глубина наполнения <i>h</i>
<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет./сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет./сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет./сек.}}$	<i>v</i> мет.	$\frac{Q}{\text{мет./сек.}}$	
0,15	0,18	0,19	0,22	0,27	0,95	0,35	2,54	0,0125 <i>d</i>
0,28	0,93	0,34	1,79	0,49	5,7	0,59	12,3	0,025 „
0,51	4,70	0,61	8,86	0,85	27,8	1,07	62,2	0,05 „
0,88	22,8	0,05	42,5	1,44	131,3	1,79	290,1	0,1 „
1,16	51,4	1,38	95,1	1,86	289,4	2,31	639	0,15 „
1,46	104,5	1,73	193,5	2,33	586	2,87	1284	0,2 „
1,69	166,1	2,00	307,2	2,69	929	3,29	2022	0,25 „
1,90	239,6	2,24	442	3,00	1333	3,65	2883	0,3 „
2,08	325,7	2,45	599	3,26	1795	3,98	3895	0,35 „
2,24	420	2,64	773	3,50	2309	4,27	5008	0,4 „
2,38	522	2,80	960	3,72	2868	4,52	6196	0,45 „
2,51	630	2,94	1155	3,89	3441	4,73	7428	0,5 „
2,61	740	3,06	1356	4,05	4034	4,92	8712	0,55 „
2,70	851	3,17	1558	4,18	4631	5,06	9962	0,6 „
2,80	969	3,28	1773	4,32	5257	5,24	11335	0,65 „
2,83	1066	3,32	1949	4,38	5794	5,30	12454	0,7 „
2,87	1159	3,36	2120	4,42	6284	5,36	13548	0,75 „
2,88	1243	3,49	2350	4,45	6745	5,39	14510	0,8 „
2,84	1300	3,37	2410	4,43	7139	5,37	15384	0,85 „
2,81	1355	3,33	2480	4,38	7340	5,31	15830	0,9 „
2,76	1365	3,23	2497	4,26	7410	5,17	15987	0,95 „
2,51	1261	2,94	2310	3,89	6885	4,73	14861	1,0 „

XXXI.

ОВОИДАЛЬНЫХЪ СЪЧЕНІЙ СЪ ОТНОШЕНІЕМЪ $h:d = 3:2$.

60/40 сант.			75/50 сант.			90/60 сант.		
<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.	<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.	<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.
2	0,27	0,44	2,5	0,33	0,82	3	0,39	1,42
4	0,48	2,13	5	0,58	4,03	6	0,67	6,73
5	0,55	3,3	10	0,91	17	10	1,04	24
8	0,75	9,0	15	1,15	25	15	1,20	44
10	0,87	15	20	1,39	72	20	1,51	92
15	1,08	32	25	1,55	112	25	1,62	129
20	1,30	61	30	1,70	161	30	1,72	170
30	1,59	129	40	1,95	273	40	2,04	318
40	1,78	215	50	2,12	401	50	2,24	475
50	1,89	301	60	2,20	523	60	2,31	628
58	1,82	331	70	2,17	601	78	2,53	943
60	1,68	309	72,5	2,16	615	84	2,50	996
—	—	—	75	1,97	565	90	2,26	934
150/100 сант.			180/120 сант.			210/140 сант.		
<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.	<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.	<i>h</i> санти.	<i>v</i> мет.	<i>Q</i> лит./сек.
2,5	0,34	1,23	3	0,40	2,07	3,5	0,45	3,2
5	0,6	6,0	6	0,70	10,2	7	0,79	15,7
10	1,01	28,3	12	1,17	47,1	15	1,50	100
15	1,30	65	15	1,35	74	20	1,69	159
20	1,58	117	20	1,61	134	30	2,18	392
25	1,78	185	25	1,83	210	40	2,50	640
30	1,98	269	30	2,03	303	50	2,76	941
35	2,14	366	35	2,20	411	60	3,03	1351
40	2,30	478	40	2,37	537	70	3,25	1809
45	2,45	608	50	2,65	831	80	3,56	2510
50	2,59	749	60	2,90	1186	90	3,67	2965
60	2,82	1066	70	3,15	1612	100	3,91	3652
70	2,92	1372	80	3,35	2077	110	4,0	4244
80	3,21	1801	90	3,50	2566	120	4,12	4952
100	3,48	2631	100	3,65	3101	130	4,26	5721
120	3,63	3449	120	3,90	4245	140	4,35	6438
140	3,60	3989	130	4,05	4892	154	4,56	7633
145	3,58	4056	140	4,09	5415	168	4,56	8490
150	3,25	3749	150	4,15	5947	182	4,56	9157
—	—	—	165	4,10	6446	196	4,51	9787
—	—	—	180	3,70	6119	203	4,41	9790
—	—	—	—	—	—	210	4,10	9232

Численный примѣръ 1. Круглый каналъ $d = 0,45$ при $I = 1 : 100$ и $h = 0,7 d = 0,315$ мет. отводить 222 литра въ секунду со скоростью 1,87 метра. Требуется опредѣлить его проводоспособность при $I = 1 : 256$?

$$Q_1 = 222 \cdot 10 \sqrt{\frac{1}{256}} = 139 \text{ лит. въ сек. и}$$

$$v_1 = 1,87 \cdot 10 \sqrt{\frac{1}{256}} = 1,17 \text{ лит. въ сек.}$$

Численный примѣръ 2. Даны $Q = 139$ лит. въ сек. и $I = 1 : 256$. Требуется опредѣлить d , v и степень наполненія?

Задача сводится къ нахожденію при помощи таблицъ этихъ величинъ при $I = 1 : 100$.

$139 = 10 Q \sqrt{\frac{1}{256}}$; отсюда $Q = \frac{139 \times 16}{10} = 222,4$; по таблицѣ XXX для такого $Q - d = 0,45$, $v = 1,87$ и $h = 0,7 d = 0,315$ мет.

Этими же таблицами проф. Frühling'a (XXX и XXXI) можно воспользоваться и для рѣшенія слѣдующей задачи.

Если мы возьмемъ сѣченія каналовъ одного типа (круговыя, овоидальныя), близкія по размѣрамъ другъ къ другу, то увидимъ, что значенія C при полномъ заполненіи каналовъ можно принять одинаковыми для этихъ сосѣднихъ сѣченій. При такомъ предположеніи мы получимъ слѣдующія выраженія: для круговъ съ діаметрами d и d_1

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} C \sqrt{\frac{d}{4} I}}{\frac{\pi d_1^2}{4} C \sqrt{\frac{d_1}{4} I}} = \sqrt{\frac{d^5}{d_1^5}} \quad (136) \quad \text{или} \quad d_1 = d \sqrt[5]{\frac{Q_1^2}{Q^2}} \quad (136')$$

для овоидальныхъ сѣченій, высотой H и H_1

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{0,51 H^2 C \sqrt{0,193 H I}}{0,51 H_1^2 C \sqrt{0,193 H_1 I}} = \sqrt{\frac{H^5}{H_1^5}} \quad (137) \quad \text{или} \quad H_1 = H \sqrt[5]{\frac{Q_1^2}{Q^2}} \dots (137')$$

Численный примѣръ. Посмотримъ, какія количества воды при $I = 1 : 100$ пропустятъ круглые каналы въ 1,75 и 200 діаметромъ. По формулѣ 136 и табл. XXX

$Q_1 = 14681 \sqrt{\frac{1,75^5}{25}} = 10643$ лит./сек. или если взять для опредѣленія Q_1 діаметръ въ 1,50 мет., то $Q_1 = 6885 \sqrt{\frac{1,75^5}{1,5^5}} = 10122$ лит./сек.; такимъ образомъ разница между 10643 и 10122 будетъ около 2,50%, что для практики не имѣетъ значенія. Подобное же заключеніе легко слѣдуетъ и для овоидальныхъ сѣченій.

Способъ профессора Бюзинга основанъ на слѣдующихъ соображеніяхъ.

$$v = C \sqrt{R I} = C \sqrt{R} \cdot \sqrt{I}; \quad Q = C \omega \sqrt{R I} = C \omega \sqrt{R} \cdot \sqrt{I};$$

$$\text{такъ какъ } C = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}, \text{ то } C = f(R)$$

Это даетъ намъ возможность представить наши выраженія въ видѣ.

$$\frac{v}{\sqrt{I}} = c\sqrt{R} = A \dots (138) \quad \frac{Q}{\sqrt{I}} = c\omega\sqrt{R} = B \dots (139)$$

Коэффициенты скорости A и расхода B для каждого сѣченія въ зависимости отъ опредѣленной степени наполненія извѣстнаго сѣченія будутъ представлять собой постоянныя величины. Основываясь на этомъ, проф. Büsing построилъ рядъ таблицъ для 21 типа сѣченій, въ которыхъ для каждаго сѣченія послѣдовательно приведены высота наполненія λ и коэффициенты

C , $A = \frac{v}{\sqrt{I}}$ и $B = \frac{Q}{\sqrt{I}}$. Проф. Büsing¹⁾ вычислилъ C по формулѣ Kutter

$C = \frac{100\sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}$. Приведенныя ниже таблицы XXXII и XXXIII для круглыхъ

и овоидальныхъ (3:2) сѣченій пересоставлены при $C = \frac{100\sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}$, что соотвѣтствуетъ болѣе современнымъ возрѣнїямъ на значеніе этого коэффициента.

¹⁾ Prof. Büsing, Die Städtereinigung, Zw. Abt.

²⁾ Пересчетъ таблицъ произведенъ стипендіатомъ при кафедрѣ санитарной техники въ Кіевскомъ Политехническомъ Институтѣ инженеръ-строителемъ С. Е. Краснитскимъ.

ТАБЛИЦА XXXII.

Подборъ діаметровъ и скоростей для круглыхъ
сѣченій.

Сте- пень на- полне- нія <i>h/r</i>	<i>d</i> =15 сант.			<i>d</i> =20 сант.			<i>d</i> =25 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$
0,05	12,5	0,627	0,075	14,2	0,822	0,173	15,6	1,009	0,323
0,1	16,7	1,170	0,386	18,8	1,518	0,896	20,6	1,862	1,711
0,15	19,6	1,665	0,999	21,9	2,156	2,308	23,9	2,627	4,385
0,2	21,8	2,132	1,959	24,4	2,754	4,515	26,5	3,344	8,524
0,25	23,7	2,567	3,260	26,3	3,298	7,480	28,6	3,999	14,15
0,3	25,3	2,988	4,960	28,1	3,834	11,33	30,4	4,639	21,44
0,35	26,6	3,386	7,040	29,5	4,334	16,08	31,9	5,232	30,31
0,40	27,8	3,758	9,490	30,8	4,805	21,68	33,2	5,789	40,75
0,45	28,9	4,110	12,24	31,9	5,236	27,81	34,4	6,312	52,40
0,5	29,8	4,424	15,22	32,9	5,646	34,70	35,9	6,878	65,82
0,6	31,4	5,030	22,36	34,6	6,397	50,75	37,1	7,681	94,90
0,7	32,5	5,470	30,08	35,7	6,948	68,18	38,3	8,331	127,4
0,8	33,9	6,080	39,92	37,2	7,698	90,40	39,8	9,216	168,6
0,9	34,8	6,519	50,04	38,2	8,243	113,0	40,8	9,854	208,4
1,0	35,6	6,894	60,62	39,0	8,714	136,6	41,7	10,411	255,2
1,1	36,3	7,240	71,80	39,7	9,134	161,7	42,4	10,902	301,1
1,2	36,8	7,517	82,80	40,2	9,478	186,4	42,9	11,310	347,0
1,3	37,3	7,746	93,75	40,7	9,763	210,8	43,4	11,642	292,2
1,4	37,6	7,929	104,2	41,0	9,999	234,9	43,8	11,91	436,2
1,5	37,8	8,046	113,8	41,3	10,14	256,6	44,0	12,08	476,3
1,55	37,8	8,064	117,8	41,3	10,15	264,9	44,0	12,10	493,0
1,6	37,9	8,084	121,7	41,3	10,17	273,8	44,0	12,13	509,1
1,65	37,9	8,095	125,4	41,3	10,19	282,0	44,0	12,15	526,0
1,7	37,9	8,084	128,9	41,3	10,17	289,3	44,0	12,13	538,5
1,75	37,8	8,028	130,9	41,2	10,12	294,3	43,9	12,05	547,8
1,8	37,7	7,967	132,8	41,1	10,03	298,7	43,8	11,96	555,6
1,85	37,5	7,863	133,6	40,9	9,91	300,8	43,6	11,81	561,0
1,9	37,2	7,712	132,9	40,6	9,72	299,9	43,3	11,60	556,5
1,95	36,7	7,483	130,7	40,2	9,43	294,3	42,9	11,27	548,0
2,0	35,6	6,891	121,3	39,0	8,71	273,9	41,7	10,41	509,6

Сте- пень на- полне- ния <i>h r</i>	<i>d</i> =30 сант.			<i>d</i> =35 сант.			<i>d</i> =40 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$
0,05	16,8	1,194	0,562	17,9	1,372	0,878	18,9	1,549	1,300
0,1	22,1	2,187	2,912	23,4	2,505	4,532	24,7	2,822	6,660
0,15	25,6	3,086	7,440	27,1	3,526	11,52	28,4	3,956	16,82
0,2	28,3	3,917	14,44	29,9	4,464	22,39	31,3	5,003	32,76
0,25	30,5	4,674	23,86	32,1	5,319	36,97	33,6	5,951	54,05
0,3	32,2	5,357	35,68	34,1	6,153	55,70	35,6	6,872	81,36
0,35	33,7	6,024	50,32	35,7	6,924	68,60	37,2	7,723	114,7
0,4	35,2	6,679	67,79	37,1	7,644	105,4	38,7	8,522	153,9
0,45	36,4	7,272	87,00	38,3	8,311	135,2	39,9	9,254	196,7
0,5	37,4	7,809	107,7	39,5	8,950	168,1	40,9	9,919	243,3
0,6	39,2	8,841	157,6	41,2	10,07	244,4	42,8	11,19	354,4
0,7	40,4	9,583	211,6	42,4	10,90	327,2	44,0	12,10	474,9
0,8	41,9	10,596	279,8	43,9	12,03	432,1	45,6	13,35	627,0
0,9	43,0	11,32	351,0	44,9	12,84	538,6	46,6	14,23	781,5
1,0	43,8	11,95	422,2	45,8	13,54	651,5	47,5	15,01	943,0
1,1	44,5	12,51	498,3	46,5	14,17	768,0	48,2	15,69	111,2
1,2	45,1	12,97	373,8	47,1	14,68	884,0	48,8	16,25	128,0
1,3	45,6	13,35	648,4	47,6	15,10	999,1	49,2	16,71	144,4
1,4	45,9	13,65	723,0	47,9	15,44	1111	49,6	17,07	160,2
1,5	46,2	13,84	686,0	48,2	15,65	1211	49,8	17,31	175,1
1,55	46,2	13,87	814,1	48,2	15,68	1253	49,9	17,43	182,2
1,6	46,2	13,90	841,5	48,2	15,72	1295	49,9	17,38	186,9
1,65	46,2	13,92	867,8	48,3	15,74	1336	49,9	17,41	192,9
1,7	46,2	13,90	889,9	48,2	15,72	1369	49,9	17,38	197,8
1,75	46,1	13,81	906,0	48,1	15,62	1393	49,8	17,27	201,3
1,8	46,0	13,71	918,1	48,0	15,50	1412	49,7	17,14	204,2
1,85	45,8	13,54	925,0	47,8	15,31	1424	49,5	16,95	205,8
1,9	45,5	13,30	921,0	47,5	15,04	1420	49,2	16,64	205,2
1,95	45,0	12,92	908,1	47,0	14,62	1396	48,7	16,18	202,0
2,0	43,8	11,95	846,0	45,8	13,54	1302	47,5	15,01	188,5

Сте- пень на- полне- нія h/r	$d=45$ сант.			$d=50$ сант.			$d=55$ сант.		
	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$
0,05	19,9	1,725	1,829	20,7	1,896	2,482	21,5	2,066	3,280
0,1	25,8	3,122	9,292	26,8	3,428	12,65	27,7	3,720	16,56
0,15	29,7	4,373	23,63	30,8	4,783	32,10	31,8	5,185	41,90
0,2	32,6	5,519	45,77	33,8	6,028	61,77	34,9	6,524	80,83
0,25	34,9	6,558	75,38	36,1	7,154	101,4	37,2	7,735	132,6
0,3	36,9	7,567	113,2	38,2	8,243	152,6	39,3	8,899	199,1
0,35	38,6	8,498	159,4	39,9	9,248	214,5	41,0	9,978	279,6
0,4	40,0	9,361	213,4	41,3	10,18	286,8	42,5	10,98	374,7
0,45	41,3	10,17	273,3	42,6	11,05	367,6	43,8	11,91	478,5
0,5	42,4	10,89	338,2	43,6	11,83	453,6	44,8	12,74	591,5
0,6	44,2	12,27	492,5	45,5	13,32	659,0	46,9	14,04	841,5
0,7	45,5	13,26	657,0	46,8	14,39	882,7	48,0	15,47	1147
0,8	47,0	14,61	866,5	48,3	15,83	1163	49,5	17,01	1509
0,9	48,1	15,57	1080	49,4	16,87	1445	50,7	18,19	1885
1,0	48,9	16,41	1304	50,3	17,76	1742	51,5	19,15	2273
1,1	49,7	17,15	1536	51,0	18,56	2056	52,2	20,00	2677
1,2	50,2	17,76	1766	51,6	19,21	2362	52,8	20,69	3079
1,3	50,7	18,25	1996	52,0	19,74	2668	53,3	21,26	3473
1,4	51,0	18,65	2217	52,4	20,17	2960	53,6	21,71	3852
1,5	51,3	18,90	2420	52,6	20,44	3230	53,9	22,00	4205
1,55	51,3	18,94	2501	52,6	20,48	3340	53,9	22,04	4350
1,6	51,4	18,98	2585	52,7	20,52	3447	53,9	22,08	4490
1,65	51,4	19,01	2662	52,7	20,55	3558	54,0	22,12	4633
1,7	51,4	18,98	2732	52,7	20,52	3648	53,9	22,08	4750
1,75	51,3	18,87	2783	52,6	20,40	3716	53,8	21,97	4840
1,8	51,1	18,72	2821	52,5	20,30	3770	53,7	21,79	4900
1,85	50,9	18,50	2840	52,3	20,01	3793	53,5	21,57	4951
1,9	50,6	18,18	2835	52,0	19,67	3789	53,2	21,18	4932
1,95	50,2	17,68	2790	51,5	19,13	3729	52,7	20,60	4860
2,0	48,9	16,41	2608	50,3	17,76	3486	51,5	19,15	4550

Сте- пень на полне- нія h/r	$d=60$ сант.			$d=65$ сант.			$d=70$ сант.		
	C .	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	C .	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	C .	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$
0,05	22,3	2,230	4,214	23,0	2,395	5,29	23,6	2,559	6,57
0,1	28,6	4,010	21,28	29,4	4,292	26,73	30,2	4,572	33,10
0,15	32,7	5,574	53,65	33,8	6,018	68,00	34,5	6,341	82,50
0,2	35,8	7,007	103,4	36,9	7,542	130,7	37,6	7,947	159,6
0,25	38,3	8,299	169,5	39,3	8,918	213,4	40,1	9,395	261,2
0,3	40,3	9,504	253,0	41,4	10,24	310,0	42,2	10,79	391,3
0,35	42,1	10,69	357,0	43,1	11,45	448,0	44,0	12,06	547,5
0,4	43,6	11,76	476,4	44,6	12,59	599,8	45,5	13,26	732,0
0,45	44,8	12,74	571,2	46,0	13,70	769,7	46,7	14,35	935,0
0,5	45,9	13,63	752,7	47,1	14,63	949,0	47,8	15,33	1153
0,6	47,8	15,31	1092	48,9	16,42	1376	49,7	17,21	1670
0,7	49,0	16,52	1459	50,2	17,70	1833	51,0	18,54	2228
0,8	50,6	18,15	1920	51,8	19,43	2408	52,8	20,47	2943
0,9	51,7	19,33	2485	52,8	20,66	2991	53,6	21,66	3537
1,0	52,5	20,34	2877	53,7	21,73	3603	54,4	22,77	4376
1,1	53,3	21,23	3386	54,4	22,67	4078	55,2	23,76	5158
1,2	53,8	21,96	3863	54,9	23,44	4865	55,7	24,57	5918
1,3	54,3	22,57	4382	55,4	24,08	5482	56,2	25,23	6678
1,4	54,7	23,05	4866	55,8	24,59	5916	56,6	25,76	7406
1,5	54,9	23,35	5310	56,0	24,91	6650	56,8	26,09	8077
1,55	54,9	23,39	5495	56,0	24,95	6878	56,8	26,15	8358
1,6	54,9	23,44	5675	56,0	25,00	7096	56,8	26,20	8635
1,65	55,0	23,48	5860	56,1	25,05	7325	56,9	26,24	8905
1,7	54,9	23,44	6005	56,0	25,00	7510	56,8	26,20	9133
1,75	54,8	23,31	6110	55,9	24,86	7640	56,7	26,05	9305
1,8	54,7	23,13	6195	55,8	24,67	7768	56,6	25,85	9440
1,85	54,5	22,87	6250	55,6	24,40	7820	56,4	25,58	9510
1,9	54,2	22,48	6240	55,3	23,99	7810	56,1	25,14	9495
1,95	53,8	21,88	6149	54,8	23,35	7690	55,7	24,47	9350
2,0	52,5	20,34	5749	53,7	21,73	7210	54,4	22,77	8770

Сте- пень на- полне- нія <i>h/r</i>	<i>d</i> =75 сант.			<i>d</i> =80 сант.			<i>d</i> =85 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$
0,05	24,3	2,720	8,020	24,8	2,874	9,64	25,4	3,033	11,50
0,1	30,9	4,851	40,20	31,6	5,121	48,35	32,3	5,389	57,45
0,15	35,3	6,715	100,8	36,0	7,077	121,2	36,7	7,433	143,6
0,2	38,5	8,405	193,7	39,2	8,856	224,6	39,9	9,292	275,2
0,25	40,9	9,926	295,5	41,7	10,45	379,4	42,5	10,96	449,4
0,3	43,1	11,39	474,0	42,8	11,23	532,0	44,6	12,56	671,3
0,35	44,8	12,74	662,8	44,7	12,62	748,0	46,4	14,02	939,6
0,4	46,3	13,98	886,0	46,2	13,90	1002	47,9	15,39	1253
0,45	47,6	15,12	1128	46,6	14,77	1257	49,2	16,53	1588
0,5	48,7	16,15	1394	48,7	16,15	1586	50,2	17,75	1986
0,6	50,6	18,13	2021	50,6	18,18	2308	52,2	19,89	2869
0,7	51,8	19,52	2690	51,9	19,63	3080	53,4	21,40	3814
0,8	53,4	21,42	3537	53,5	21,59	4056	55,0	23,46	5000
0,9	54,4	22,77	4390	54,6	22,99	5045	56,0	24,93	6197
1,0	55,3	23,95	5283	55,5	24,20	6082	56,8	26,20	7459
1,1	56,0	23,97	5962	56,2	25,27	7150	57,6	27,32	8763
1,2	56,6	25,82	7140	56,8	26,14	7919	58,1	28,23	10061
1,3	57,0	26,51	8050	57,3	26,87	9280	58,6	28,98	11340
1,4	57,4	27,06	8942	57,6	27,43	10300	58,9	29,58	12577
1,5	57,6	27,42	9742	57,9	27,80	11250	59,1	29,95	13707
1,55	57,7	27,46	10098	57,9	27,85	11628	59,2	30,01	14177
1,6	57,7	27,52	10400	57,9	27,90	12000	59,2	30,06	14640
1,65	57,7	27,57	10730	58,0	27,96	12400	59,2	30,12	15101
1,7	57,7	27,52	11000	57,9	27,90	12695	59,2	30,06	15482
1,75	57,6	27,37	11210	57,8	27,74	12930	59,1	29,90	15777
1,8	57,5	27,17	11360	57,7	27,54	13120	59,0	29,69	15997
1,85	57,3	26,87	11470	57,5	27,23	13220	58,8	29,36	16154
1,9	57,0	26,42	11455	57,2	26,76	13200	58,5	28,88	16138
1,95	56,5	25,72	11290	56,7	26,03	12500	58,1	28,10	15896
2,0	55,3	23,95	10580	55,5	24,20	12160	56,8	26,20	14922

Сте- пень на- полне- нія h/r	$d=90$ сант.			$d=95$ сант.			$d=100$ сант.		
	C .	v мет. \sqrt{I} еек.	Q лит. \sqrt{I} сек.	C .	v мет. \sqrt{I} сек.	Q лит. \sqrt{I} сек.	C .	v мет. \sqrt{I} сек.	Q лит. \sqrt{I} сек.
0,05	26,0	3,189	13,55	26,5	3,340	15,80	27,0	3,493	18,51
0,1	32,9	5,650	67,52	33,5	5,911	78,68	34,1	6,170	91,32
0,15	37,3	7,789	168,8	38,0	8,139	196,5	38,6	8,486	227,0
0,2	40,6	9,731	323,2	41,3	10,16	375,9	41,9	10,58	433,8
0,25	43,1	11,46	526,7	43,8	11,96	612,5	44,4	12,44	706,0
0,3	45,3	13,13	786,9	46,0	13,68	913,6	46,6	14,24	1054
0,35	47,1	14,65	1101	47,8	15,27	1278	48,4	15,88	1473
0,4	48,6	16,07	1468	49,3	16,74	1701	49,9	17,40	1962
0,45	49,9	17,36	1870	50,5	18,08	2170	51,2	18,79	2499
0,5	51,0	18,53	2304	51,6	19,18	2656	52,3	20,03	3075
0,6	52,9	20,74	3331	53,5	21,58	3860	54,2	22,41	4444
0,7	54,1	22,32	4433	54,8	23,22	5139	55,4	24,10	5912
0,8	55,7	24,46	5815	56,3	25,43	6734	57,0	26,38	7743
0,9	56,7	25,98	7212	57,4	27,00	8351	58,0	28,00	9598
1,0	57,6	27,38	8711	58,2	28,36	10051	58,8	29,40	11548
1,1	58,3	28,53	10233	58,9	29,56	11809	59,5	30,65	13572
1,2	58,9	29,48	11747	59,5	30,54	13560	60,1	31,65	15572
1,3	59,3	30,26	13242	59,9	31,34	15278	60,5	32,49	17554
1,4	59,7	30,88	14689	60,3	31,98	16946	60,9	33,14	19463
1,5	59,9	31,28	16011	60,5	32,38	18466	61,1	33,56	21210
1,55	59,9	31,33	16560	60,5	32,45	19107	61,1	33,62	21937
1,6	59,9	31,39	17106	60,5	32,50	19751	61,2	33,68	22660
1,65	60,0	31,44	17643	60,6	32,56	20353	61,2	33,74	23375
1,7	59,9	31,39	18092	60,5	32,50	20868	61,2	33,68	23963
1,75	59,8	31,21	18443	60,4	32,32	21254	61,1	33,50	24415
1,8	59,7	31,00	18692	60,3	32,10	21565	60,9	33,26	24762
1,85	59,5	30,65	18839	60,1	31,74	21729	60,7	32,90	24965
1,9	59,3	30,15	18824	59,9	31,22	21714	60,5	32,37	24951
1,95	58,8	29,37	18563	59,4	30,42	21419	60,0	31,54	24611
2,0	57,6	27,38	17423	58,2	28,36	20102	58,8	29,40	2309

Сте- пень на- полне- нія <i>h/r</i>	<i>d</i> =110 сант.			<i>d</i> =120 сант.			<i>d</i> =130 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$
0,05	28,0	3,791	24,04	28,8	4,088	30,81	29,7	4,362	37,67
0,1	35,2	6,673	119,0	36,2	7,173	152,1	37,1	7,650	180,5
0,15	39,7	9,159	296,4	40,8	9,821	378,3	41,7	10,46	478,3
0,2	43,1	11,41	565,8	44,1	12,20	732,5	45,1	12,98	912,3
0,25	45,6	13,40	919,8	46,7	14,32	1184	47,7	15,23	1468
0,3	47,8	15,31	1370	48,9	16,36	1754	49,9	17,36	2169
0,35	49,6	17,06	1912	50,7	18,21	2445	51,7	19,32	3018
0,4	51,1	18,68	2539	52,2	19,93	3249	53,2	21,13	4022
0,45	52,4	20,16	3241	53,5	21,49	4128	54,5	22,78	5115
0,5	53,5	21,48	3980	54,0	22,11	4908	55,5	24,26	6286
0,6	55,4	24,01	5757	55,9	24,76	7083	57,4	27,07	9067
0,7	56,6	25,81	7650	57,1	26,65	9433	58,6	29,05	12036
0,8	58,1	28,23	10021	58,7	29,20	12363	60,1	31,76	15744
0,9	59,1	29,95	12409	59,7	31,01	15133	61,1	33,66	19486
1,0	59,9	31,44	14935	60,6	32,56	18448	61,9	35,31	23430
1,1	60,7	32,76	17543	61,3	33,94	21663	62,6	36,75	27487
1,2	61,2	33,84	20126	61,8	35,07	24879	63,2	37,94	31541
1,3	61,7	34,71	22685	62,3	35,99	28021	63,6	38,92	35532
1,4	62,0	35,40	25152	62,6	36,72	31078	64,0	39,70	39396
1,5	62,2	35,85	27404	62,8	37,20	33893	64,2	40,18	42910
1,55	62,2	35,91	28340	62,9	37,28	35041	64,2	40,25	44384
1,6	62,3	35,97	29276	62,9	37,33	36193	64,2	40,32	45838
1,65	62,3	36,03	30198	62,9	37,39	37323	64,2	40,39	47279
1,7	62,3	35,97	30958	62,9	37,33	38280	64,2	40,32	48481
1,75	62,2	35,87	31619	62,8	37,13	38997	64,1	40,11	49399
1,8	62,1	35,61	32076	62,7	36,86	39547	64,0	39,84	50117
1,85	61,9	35,24	32352	62,5	36,46	39863	63,8	39,40	50520
1,9	61,6	34,67	32327	62,2	35,86	39840	63,6	38,78	50509
1,95	61,2	33,78	31886	61,8	34,93	39275	63,1	37,81	49845
2,0	60,0	31,44	29879	60,6	32,56	36861	62,0	35,31	46869

Сте- пень ва- полне- ния h/r	$d=140$ сант.			$d=150$ сант.		
	C .	$\frac{v}{\sqrt{I}}$ мет. сек.	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ лит. сек.	C .	$\frac{v}{\sqrt{I}}$ мет. сек.	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ лит. сек.
0,05	30,5	4,66	47,52	31,2	4,94	58,29
0,1	38,0	8,13	234,9	38,8	8,59	285,2
0,15	42,6	11,09	581,1	43,5	11,70	704,3
0,2	46,1	13,76	1106	46,9	14,50	1338
0,25	48,6	16,11	1791	49,5	16,96	2165
0,3	50,8	18,37	2663	51,7	19,32	3217
0,35	52,6	20,42	3712	53,5	21,47	4481
0,4	54,1	22,32	4933	55,0	23,45	5949
0,45	55,4	24,04	6267	56,2	25,27	7563
0,5	56,4	25,60	7703	57,3	26,88	9284
0,6	58,3	28,54	11091	59,1	29,95	13960
0,7	59,5	30,63	14724	60,3	32,14	17735
0,8	61,0	33,44	19238	61,8	35,07	23160
0,9	62,0	35,44	23809	62,8	37,16	28658
1,0	62,8	37,16	28606	63,6	38,95	34420
1,1	63,5	38,68	33566	64,3	40,53	40376
1,2	64,0	39,92	38495	64,8	41,82	46295
1,3	64,5	40,94	43355	65,3	42,88	52142
1,4	64,8	41,74	48043	65,6	43,72	57754
1,5	65,0	42,26	52360	65,8	44,25	62924
1,55	65,0	42,33	54140	65,8	44,33	65076
1,6	65,0	42,41	55939	65,8	44,41	67237
1,65	65,1	42,48	57687	65,9	44,48	69344
1,7	65,1	42,41	59162	65,8	44,41	71100
1,75	65,0	42,19	60247	65,8	44,18	72455
1,8	64,9	41,89	61117	65,6	43,88	73499
1,85	64,7	41,45	61636	65,5	43,42	74118
1,9	64,0	40,39	61029	65,2	42,73	74094
1,95	63,8	39,78	60823	64,8	41,67	73173
2,0	62,8	37,16	57226	63,6	38,95	68825

ТАБЛИЦА XXXIII.

Таблица для подбора овоидальных обыкновенных сѣченій

$$(h : d = 3 : 2).$$

Сте- пень на- полне- нія <i>h/r</i>	30/45 сант.			35/52,5 сант.			40/60 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v}{\sqrt{I}}$ мет. сек.	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ лит. сек.	<i>C.</i>	$\frac{v}{\sqrt{I}}$ мет. сек.	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ лит. сек.	<i>C.</i>	$\frac{v}{\sqrt{I}}$ мет. сек.	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ лит. сек.
0,05	16,7	1,169	0,395	17,8	1,346	0,618	18,8	1,518	0,911
0,1	21,8	2,127	1,963	23,1	2,439	3,048	24,4	2,767	4,538
0,15	25,2	2,979	4,975	26,7	3,409	7,704	28,0	3,825	11,32
0,2	27,7	3,709	9,265	29,3	4,232	14,39	30,7	4,742	21,05
0,25	29,6	4,336	14,83	31,2	4,940	22,97	32,6	5,368	32,64
0,3	31,0	4,872	21,49	32,7	5,546	33,27	34,2	6,203	48,63
0,35	32,3	5,411	29,71	34,1	6,153	45,96	35,6	6,872	67,07
0,4	33,5	5,899	39,29	35,2	6,702	60,72	36,8	7,483	88,60
0,45	34,5	6,381	50,54	36,3	7,244	78,02	37,9	8,078	113,7
0,5	35,5	6,830	63,31	37,3	7,746	97,68	38,8	8,634	142,3
0,6	37,0	7,615	91,53	38,8	8,862	144,8	40,4	9,602	205,1
0,7	38,4	8,367	125,9	40,2	9,473	193,9	41,8	10,54	282,0
0,8	39,5	9,051	165,8	41,4	10,23	254,8	43,0	11,37	370,2
0,9	40,6	9,696	211,4	42,4	10,95	324,6	44,1	12,16	471,3
1,0	41,5	10,30	262,3	43,4	11,63	402,8	45,0	12,91	584,6
1,1	42,3	10,87	318,5	44,2	12,26	488,4	45,9	13,60	708,3
1,2	43,0	11,38	378,5	45,2	13,03	589,3	46,6	14,23	841,3
1,3	43,7	11,86	442,4	45,6	13,36	678,3	47,3	14,81	982,8
1,4	44,3	12,31	511,0	46,2	13,87	783,1	47,9	15,36	1133
1,5	44,8	12,74	583,6	46,7	14,34	893,4	48,4	15,88	1293
1,6	45,3	13,12	658,3	47,2	14,77	1008	48,9	16,35	1458
1,7	45,7	13,47	735,3	47,6	15,16	1125	49,3	16,78	1628
1,8	46,1	13,80	814,7	48,0	15,52	1246	49,7	17,18	1804
1,9	46,5	14,16	899,4	48,4	15,93	1376	50,1	17,61	1988
2,0	46,8	14,41	980,2	48,7	16,20	1499	50,4	17,91	2165
2,1	47,1	14,66	1063	49,0	16,47	1624	50,7	18,22	2349
2,2	47,4	14,91	1147	49,3	16,76	1755	51,0	18,53	2535
2,3	47,5	15,05	1223	49,4	16,91	1870	51,1	18,69	2700
2,4	47,7	15,19	1299	49,6	17,07	1985	51,3	18,86	2867
2,5	47,8	15,30	1373	49,7	17,19	2097	51,4	19,00	3030
2,55	47,8	15,28	1396	49,7	17,16	2133	51,4	18,97	3083
2,6	47,8	15,28	1424	49,7	17,16	2176	51,4	18,97	3143
2,65	47,7	15,25	1449	49,7	17,13	2213	51,3	18,93	3197
2,7	47,7	15,19	1469	49,6	17,07	2245	51,3	18,86	3242
2,75	47,6	15,14	1487	49,5	17,00	2271	51,2	18,80	3284
2,8	47,5	15,02	1497	49,4	16,89	2290	51,1	18,66	3306
2,85	47,3	14,85	1500	49,2	16,69	2292	50,9	18,46	3314
2,9	47,1	14,66	1495	49,0	16,47	2286	50,7	18,22	3305
2,95	46,7	14,32	1473	48,6	16,11	2254	50,3	17,82	3259
3,0	45,7	13,47	1393	47,6	15,16	2131	49,3	16,78	3084

Сте- пень на- полне- нія h/r	45/67,5 сант.			50/75 сант.			55/82,5 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$
0,05	19,7	1,689	1,284	20,5	1,859	1,747	21,3	2,024	2,287
0,1	25,5	3,041	6,295	26,5	3,335	8,538	27,4	3,620	11,16
0,15	29,3	4,232	15,83	30,4	4,625	21,43	31,4	5,014	28,03
0,2	31,9	5,238	29,44	33,1	5,723	39,72	34,1	6,193	52,02
0,25	33,9	6,102	46,92	35,1	6,657	63,24	36,2	7,195	82,67
0,3	35,5	6,837	67,82	36,7	7,452	91,29	37,8	8,052	119,3
0,35	36,9	7,567	93,45	38,2	8,243	125,7	39,3	8,899	164,2
0,4	38,1	8,231	123,3	39,4	8,961	165,8	40,5	9,673	216,5
0,45	39,3	8,881	158,2	40,5	9,666	212,6	41,7	10,42	277,3
0,5	40,2	9,485	197,8	41,5	10,32	265,7	42,7	11,12	346,4
0,6	41,9	10,57	285,6	43,1	11,45	382,2	44,3	12,34	498,2
0,7	43,3	11,55	399,0	44,6	12,55	524,7	45,8	13,51	683,3
0,8	44,5	12,46	513,2	45,8	13,53	688,4	47,0	14,55	895,4
0,9	45,5	13,32	653,1	46,9	14,45	875,1	48,0	15,55	1139
1,0	46,5	14,13	809,4	47,8	15,32	1084	49,0	16,47	1409
1,1	47,3	14,89	980,9	48,6	16,12	1312	49,8	17,33	1706
1,2	48,1	15,57	1164	49,4	16,87	1558	50,6	18,12	2024
1,3	48,7	16,20	1360	50,0	17,54	1819	51,2	18,83	2358
1,4	49,3	16,79	1567	50,6	18,18	2096	51,8	19,51	2722
1,5	49,9	17,36	1788	51,2	18,79	2392	52,4	20,16	3103
1,6	50,3	17,86	2015	51,7	19,32	2693	52,9	20,73	3495
1,7	50,8	18,32	2250	52,1	19,82	3005	53,3	21,26	3901
1,8	51,2	18,76	2491	52,5	20,28	3326	53,7	21,76	4317
1,9	51,6	19,23	2746	52,9	20,79	3667	54,1	22,29	4757
2,0	51,9	19,56	2993	53,2	21,14	3993	54,4	22,66	5180
2,1	52,1	19,88	3044	53,5	21,49	4328	54,6	23,04	5615
2,2	52,4	20,21	3498	53,7	21,82	4665	54,9	23,41	6054
2,3	52,6	20,40	3729	53,9	22,04	4977	55,1	23,63	6453
2,4	52,7	20,58	3958	54,0	22,24	5282	55,2	23,83	6846
2,5	52,8	20,72	4181	54,2	22,40	5572	55,3	24,00	7236
2,55	52,8	20,69	4252	54,1	22,36	5687	55,3	23,96	7358
2,6	52,8	20,69	4337	54,1	22,36	5789	55,3	23,96	7504
2,65	52,8	20,66	4415	54,1	22,32	5890	55,3	23,91	7634
2,7	52,7	20,58	4476	54,0	22,24	5974	55,2	23,87	7758
2,75	52,7	20,51	4533	54,0	22,16	6050	55,2	23,79	7855
2,8	52,5	20,36	4565	53,9	22,00	6092	55,0	23,58	7899
2,85	52,4	20,14	4572	53,7	21,76	6104	54,9	23,33	7914
2,9	52,1	19,88	4562	53,5	21,49	6069	54,6	23,04	7900
2,95	51,8	19,44	4498	53,1	21,02	6007	54,3	22,53	7786
3,0	50,8	18,32	4259	52,1	19,82	5992	53,3	21,26	7385

Сте- пень на- полне- ния h/r	60/90 сант.			65/97,5 сант.			70/105 сант.		
	С.	v мет.	Q лит.	С.	v мет.	Q лит.	С.	v мет.	Q лит.
		\sqrt{I} еек.	\sqrt{I} сек.		\sqrt{I} еек.	\sqrt{I} сек.		\sqrt{I} еек.	\sqrt{I} сек.
0,05	22,1	2,186	2,952	22,8	2,350	3,713	23,4	2,509	4,617
0,1	28,3	3,903	14,40	29,1	4,183	18,11	29,9	4,454	22,36
0,15	32,3	5,394	39,92	33,2	5,772	45,08	34,0	6,135	55,64
0,2	35,1	6,657	66,50	36,1	7,113	83,36	36,9	7,553	102,7
0,25	37,2	7,729	105,7	38,2	8,249	132,5	39,1	8,755	163,0
0,3	38,9	8,640	152,4	39,8	9,216	190,8	40,7	9,776	234,7
0,35	40,3	9,542	209,5	41,3	10,17	262,1	42,2	10,79	322,5
0,4	41,6	10,36	276,0	42,6	11,04	345,1	43,5	11,70	424,2
0,45	42,7	11,17	353,9	43,7	11,89	441,9	44,6	12,60	543,3
0,5	43,8	11,91	441,6	44,7	12,67	551,3	45,6	13,42	677,3
0,6	45,4	13,20	634,4	46,4	14,04	791,7	47,3	14,86	972,1
0,7	46,8	14,45	870,0	47,8	15,36	1085	48,8	16,24	1331
0,8	48,1	15,55	1139	49,1	16,52	1420	50,0	17,47	1742
0,9	49,1	16,60	1448	50,1	17,64	1805	51,1	18,63	2211
1,0	50,1	17,58	1791	51,1	18,66	2232	52,0	19,72	2735
1,1	50,9	18,49	2167	51,9	19,63	2699	52,8	20,72	3304
1,2	51,7	19,33	2571	52,7	20,51	3202	53,6	21,66	3923
1,3	52,3	20,08	2998	53,3	21,30	3732	54,2	22,49	4570
1,4	52,9	20,80	3455	53,9	22,07	4301	54,8	23,29	5263
1,5	53,5	21,49	3937	54,5	22,79	4900	55,4	24,04	5996
1,6	53,9	22,10	4435	54,9	23,42	5515	55,8	24,71	6751
1,7	54,4	22,66	4947	55,4	24,01	6151	56,3	25,33	7528
1,8	54,8	23,18	5475	55,7	24,56	6806	56,7	25,91	8327
-1,9	55,2	23,75	6035	56,2	25,16	7500	57,1	26,53	9174
-2,0	55,4	24,14	6568	56,4	25,57	8164	57,3	26,96	9983
2,1	55,7	24,54	7119	56,7	25,99	8844	57,6	27,40	10817
2,2	56,0	24,93	7673	57,0	26,41	9539	57,9	27,84	11665
2,3	56,1	25,15	8179	57,1	26,64	10166	58,0	28,08	12428
2,4	56,3	25,38	8682	57,3	26,88	10790	58,2	28,33	13190
2,5	56,4	25,55	9170	57,4	27,06	11395	58,3	28,53	13937
2,55	56,4	25,51	9326	57,4	27,01	11585	58,3	28,48	14172
2,6	56,4	25,51	9513	57,4	27,01	11817	58,3	28,48	14454
2,65	56,4	25,46	9677	57,3	26,96	12024	58,2	28,43	14707
2,7	56,3	25,38	9817	57,3	26,88	12201	58,2	28,33	14916
2,75	56,2	25,29	9939	57,2	26,78	12348	58,1	28,23	15100
2,8	56,1	25,11	10011	57,1	26,60	12443	58,0	28,03	15212
2,85	55,9	24,84	10030	56,9	26,32	12470	57,8	27,74	15249
2,9	55,7	24,54	10017	56,7	25,99	12447	57,6	27,40	15221
2,95	55,4	24,01	9883	56,3	25,43	12220	57,2	26,82	15025
3,0	54,4	22,66	9370	55,4	24,01	11647	56,3	25,53	14256

Сте- пень на- полне- нія <i>h/r</i>	75/112,5 сант.			80/120 сант.			90/135 сант.		
	С.	<i>v</i> мет.	Q лит.	С.	<i>v</i> мет.	Q лит.	С.	<i>v</i> мет.	Q лит.
		\sqrt{I} сек.	\sqrt{I} сек.		\sqrt{I} сек.	\sqrt{I} сек.		\sqrt{I} сек.	
0,05	24,1	2,665	5,623	24,7	2,822	0,773	25,8	3,126	9,503
0,1	30,6	4,722	27,20	31,3	4,988	32,72	32,6	5,503	45,67
0,15	34,8	6,501	67,61	35,5	6,854	81,15	36,9	7,548	113,1
0,2	37,7	7,991	124,7	38,5	8,417	149,5	39,9	9,254	208,0
0,25	39,9	9,254	197,8	40,6	9,741	236,9	42,1	10,69	329,0
0,3	41,5	10,32	284,4	42,3	10,87	340,9	43,8	11,92	473,1
0,35	43,0	11,39	390,8	43,8	11,98	467,7	45,3	13,13	648,7
0,4	44,3	12,35	514,0	45,0	12,85	608,6	46,6	14,22	852,3
0,45	45,5	13,29	657,7	46,3	13,97	786,8	47,8	15,28	1089
0,5	46,5	14,16	820,3	47,3	14,88	980,9	48,8	16,26	1357
0,6	48,2	15,66	1176	49,0	16,45	1145	50,4	17,97	1943
0,7	49,6	17,11	1609	50,4	17,96	1922	51,9	19,60	2656
0,8	50,8	18,40	2105	51,6	19,30	2513	53,1	21,05	3469
0,9	51,9	19,62	2672	52,7	20,58	3190	54,2	22,43	4401
1,0	52,9	20,75	3303	53,7	21,76	3941	55,1	23,71	5434
1,1	53,7	21,80	3992	54,5	22,85	4760	56,0	24,89	6563
1,2	54,4	22,77	4732	55,2	23,86	5643	56,7	25,98	7776
1,3	55,1	23,65	5517	55,9	24,78	6577	57,3	26,96	9056
1,4	55,7	24,48	6350	56,5	25,64	7569	57,9	27,89	10420
1,5	56,2	25,27	7235	57,0	26,47	8624	58,5	28,78	11866
1,6	56,7	25,97	8142	57,5	27,19	9701	58,9	29,56	13349
1,7	57,1	26,61	9077	57,9	27,87	10819	59,3	30,29	14881
1,8	57,5	27,22	10041	58,3	28,49	11960	59,7	30,95	16447
1,9	57,9	27,87	11062	58,7	29,17	13176	60,1	31,68	18111
2,0	58,2	28,33	12040	58,9	29,65	14342	60,4	32,20	19713
2,1	58,5	28,78	13043	59,2	30,12	15533	60,6	32,70	21343
2,2	58,7	29,24	14062	59,5	30,59	16739	60,9	33,22	23008
2,3	58,9	29,49	14981	59,7	30,86	17840	61,1	33,50	24509
2,4	59,0	29,75	15898	59,8	31,12	18927	61,2	33,79	26008
2,5	59,1	29,95	16793	59,9	31,34	19998	61,3	34,02	27576
2,55	59,1	29,89	17070	59,9	31,28	20329	61,3	33,96	27935
2,6	59,1	29,89	17411	59,9	31,28	20735	61,3	33,96	28492
2,65	59,1	29,84	17719	59,9	31,23	21102	61,3	33,90	28991
2,7	59,0	29,75	17978	59,8	31,12	21401	61,2	33,79	29407
2,75	58,9	29,65	18205	59,7	31,02	21674	61,1	33,67	29774
2,8	58,8	29,44	18338	59,6	30,81	21838	61,0	33,44	29999
2,85	58,7	29,14	18387	59,4	30,49	21889	60,9	33,10	30075
2,9	58,5	28,78	18353	59,2	30,12	21855	60,6	32,70	30028
2,95	58,1	28,17	18116	58,9	29,49	21578	60,3	32,03	29660
3,0	57,1	26,61	17190	57,9	27,87	20484	59,3	30,29	28179

Сте- пень на полне- нія <i>h/r</i>	100/150 сант.			110/165 сант.			120/180 сант.		
	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	<i>C.</i>	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I} \text{ сек.}}$
0,05	26,8	3,428	12,85	27,7	3,720	16,89	28,6	4,010	21,65
0,1	33,7	6,012	61,62	34,8	6,506	80,67	35,8	6,988	103,1
0,15	38,1	8,225	152,2	39,3	9,883	221,3	40,3	9,523	215,6
0,2	41,1	10,07	279,9	42,3	10,85	364,3	43,4	11,62	464,3
0,25	43,4	11,62	441,6	44,5	12,52	575,7	45,6	13,39	732,7
0,3	45,1	12,94	634,1	46,2	13,92	825,3	47,3	14,89	1051
0,35	46,6	14,24	868,6	47,8	15,31	1130	48,9	16,36	1437
0,4	47,9	15,41	1140	49,1	16,56	1483	50,2	17,68	1885
0,45	49,1	16,55	1456	50,3	17,78	1894	51,4	18,98	2405
0,5	50,1	17,61	1814	51,3	18,91	2356	52,4	20,17	2991
0,6	51,8	19,44	2595	52,9	20,85	3367	54,6	22,22	4271
0,7	53,2	21,18	3543	54,4	22,81	4596	55,5	24,19	5825
0,8	54,4	22,74	4628	55,6	24,37	6000	56,7	25,94	7600
0,9	55,5	24,21	5866	56,7	25,93	7600	57,7	27,58	9620
1,0	56,4	25,58	7239	57,6	27,38	9375	58,7	29,12	11866
1,1	57,3	26,84	8736	58,4	28,73	11317	59,5	30,54	14314
1,2	58,0	28,00	10346	59,1	29,95	13391	60,2	31,85	16947
1,3	58,6	29,05	11977	59,8	31,07	15591	60,8	33,02	19718
1,4	59,2	30,05	13862	60,3	32,13	17932	61,4	34,14	22676
1,5	59,7	30,99	15774	60,9	33,13	20405	61,9	35,20	25802
1,6	60,2	31,83	17745	61,3	34,01	22943	62,3	36,12	28997
1,7	60,6	32,60	19772	61,7	34,83	25562	62,8	36,99	32307
1,8	61,0	33,32	21858	62,1	35,60	28259	63,1	37,79	35696
1,9	61,4	34,10	24068	62,5	36,42	31103	63,5	38,66	39279
2,0	61,6	34,64	26181	62,8	37,00	33836	63,8	39,26	42715
2,1	61,9	35,18	28348	63,0	37,57	36631	64,0	39,87	46249
2,2	62,2	35,74	30558	63,3	38,15	39485	64,3	40,47	49819
2,3	62,3	36,03	32546	63,4	38,46	42037	64,4	40,82	53107
2,4	62,4	36,33	34524	63,6	38,78	44597	64,6	41,16	56307
2,5	62,6	36,59	36480	63,7	39,05	47094	64,7	41,43	59493
2,55	62,5	36,52	37104	63,6	38,99	47919	64,6	41,36	60468
2,6	62,5	36,52	37835	63,6	38,99	48854	64,6	41,36	61709
2,65	62,5	36,46	38502	63,6	38,92	49701	64,6	41,29	63761
2,7	62,4	36,33	39055	63,6	38,78	50414	64,6	41,16	63745
2,75	62,4	36,22	39552	63,5	38,67	51083	64,5	41,02	64483
2,8	62,3	35,97	39855	63,4	38,41	51469	64,4	40,75	64996
2,85	62,1	35,61	39954	63,2	38,01	51580	64,2	40,34	65149
2,9	61,9	35,18	39894	63,0	37,57	51546	64,0	39,87	65108
2,95	61,5	34,46	39388	62,7	36,80	50894	63,7	39,06	64293
3,0	60,6	32,60	37457	61,7	34,83	48414	62,8	36,99	61181

Сте- пень на- полне- ния h/r	130/195 сант.			140/210 сант.			150/225 сант.		
	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$C.$	$\frac{v \text{ мет.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$	$\frac{Q \text{ лит.}}{\sqrt{I}} \text{ сек.}$
0,05	29,4	4,292	0,0272	30,2	4,572	0,0338	30,9	4,847	0,0407
0,1	36,7	7,464	0,1293	37,6	7,924	0,1593	38,4	8,379	0,1936
0,15	41,3	10,15	0,3174	42,2	10,76	0,3906	43,0	11,36	0,4726
0,2	44,4	12,37	0,5802	45,3	13,11	0,7132	46,1	13,82	0,8624
0,25	46,6	14,24	0,9145	47,5	15,07	1,123	48,4	15,88	1,357
0,3	48,3	15,82	1,310	49,3	16,73	1,606	50,1	17,62	1,943
0,35	49,9	17,37	1,791	50,8	18,37	2,197	51,7	19,33	2,654
0,4	51,2	18,77	2,348	52,1	19,83	2,875	52,9	20,87	3,475
0,45	52,4	20,15	2,996	53,3	21,26	3,667	54,1	22,36	4,427
0,5	53,4	21,39	3,727	54,3	22,58	4,559	55,2	23,74	5,503
0,6	55,0	23,55	5,313	55,9	24,85	6,503	56,8	26,11	7,843
0,7	56,5	25,63	7,346	57,4	27,03	8,860	58,2	28,38	10,68
0,8	57,7	27,47	9,447	58,6	28,96	11,52	59,4	30,40	13,92
0,9	58,7	29,20	11,95	59,6	30,76	14,60	60,4	32,28	17,60
1,0	59,6	30,81	14,73	60,5	32,45	18,16	61,3	34,04	21,68
1,1	60,4	32,30	17,77	61,3	34,01	21,70	62,1	35,68	26,13
1,2	61,1	33,66	21,02	62,0	35,44	25,67	62,8	37,16	30,90
1,3	61,8	34,89	24,45	62,6	36,73	29,86	63,4	38,51	35,94
1,4	62,3	36,08	28,12	63,2	37,96	34,32	64,0	39,78	41,28
1,5	62,8	37,19	31,99	63,7	39,12	39,03	64,5	40,99	46,95
1,6	63,3	38,15	35,95	64,1	40,15	43,88	64,9	42,06	52,76
1,7	63,7	39,06	40,04	64,5	41,09	48,86	65,3	43,04	58,73
1,8	64,0	39,91	44,26	64,9	41,97	53,97	65,7	43,96	64,89
1,9	64,4	40,82	48,70	65,3	42,91	59,35	66,0	44,95	71,38
2,0	64,7	41,45	52,93	65,5	43,58	64,54	66,3	45,65	77,62
2,1	64,9	42,09	57,33	65,8	44,25	69,87	66,6	46,34	84,01
2,2	65,2	42,73	61,75	66,0	44,91	75,27	66,8	47,03	90,48
2,3	65,3	43,09	65,75	66,2	45,28	80,15	66,9	47,41	96,35
2,4	65,5	43,43	69,75	66,3	45,65	85,05	67,1	47,79	102,18
2,5	65,6	43,72	73,67	66,4	45,96	89,81	67,2	48,11	107,93
2,55	65,6	43,65	74,90	66,4	45,88	91,30	67,2	48,03	109,74
2,6	65,6	43,65	76,39	66,4	45,88	93,14	67,2	48,03	111,93
2,65	65,5	43,58	77,75	66,4	45,81	94,78	67,1	47,96	113,92
2,7	65,5	43,43	78,87	66,3	45,65	96,14	67,1	47,79	115,54
2,75	65,4	43,29	79,87	66,3	45,51	97,39	67,0	47,64	116,92
2,8	65,3	43,01	80,51	66,1	45,21	98,15	66,9	47,33	117,94
2,85	65,1	42,58	80,73	66,0	44,77	98,43	66,7	46,87	118,30
2,9	64,9	42,09	80,64	65,8	44,25	99,33	66,6	46,34	118,21
2,95	64,6	41,24	79,68	65,4	43,37	97,19	66,2	45,41	116,81
3,0	63,7	39,06	75,91	64,5	41,09	92,49	65,3	43,04	111,22

Способы Frühling'a и Büsing'a представляют собой чисто *аналитические* способы, которые представляются достаточно удобными, если имѣются подъ руками уже готовые вычисленные таблицы.

Но развитіе новаго отдѣла Прикладной Математики—*Номографіи* дало возможность использовать для рѣшенія задачъ, связанныхъ съ подборомъ диаметровъ, *графическій путь*.

Изъ существующихъ графическихъ способовъ мы приводимъ въ нашемъ сочиненіи способы: логарифмо-графическій и изоплетныхъ кривыхъ и прямыхъ.

§ 6. **Графическіе способы подбора водостоковъ.** *Логарифмо-графическіе способы.* Въ Россіи логарифмо-графическія таблицы для расчета водостоковъ были впервые предложены въ 1907 году инженеромъ Ясюковичемъ¹⁾. Эти таблицы посредствомъ системы прямыхъ линий устанавливают простую зависимость между Q , I , d и v при полномъ заполненіи; кромѣ того, примененные авторомъ вспомогательные масштабы даютъ возможность рѣшать задачи, связанные съ неполнымъ заполненіемъ водостока. Переходя къ изложенію способа Ясюковича, слѣдуетъ имѣть въ виду, что имѣ таблицы составлены при $c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}$, а не $\frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}$.

Для каждаго сѣченія водостока ω , p и R будутъ пропорциональны определеннымъ степенямъ какого-нибудь измѣренія даннаго сѣченія, при чемъ для каждаго сѣченія подобные коэффициенты могутъ быть легко вычислены.

Такъ, напримѣръ, для круга $\omega = \pi d^2$; $p = \pi d$ и $R = 0,25d$. Поэтому вообще для любой формы сѣченія $\omega = md^2$; $R = nd$ (см. таблицу XXIX).

Возьмемъ основное уравненіе для Q и подставимъ новыя значенія для ω и R .

$$Q = \frac{100 R \omega \sqrt{I}}{0,3 + \sqrt{R}} = \frac{100 mnd^3}{0,3 + \sqrt{nd}} \sqrt{I}$$

Относя расходы къ часу вмѣсто секунды, мы получимъ $Q_{\text{час}}$.

$$Q_{\text{час}} = \frac{100 \cdot 3600 mnd^3}{0,3 + \sqrt{nd}} = M \sqrt{I} \dots \dots (140)$$

$Q_{\text{час}}^2 = M^2 J$ т. е. расходъ и уклонъ связаны уравненіемъ *параболы*.

Прологарифмируемъ уравненіе (140) $\lg Q = \lg M + \frac{1}{2} \lg I \dots (141)$.

Это уравненіе уже представитъ собой *уравненіе прямой* $y = ax + b$ т. е. прямой, пересекающей ось $\lg Q$ на разстояніи $\lg M$ отъ начала координатъ и составляющей уголъ съ осью $\lg I$, тангенсъ котораго равенъ $\frac{1}{2}$. Ве-

¹⁾ М. С. Ясюковичъ. О примѣненіи графическихъ методовъ расчета въ водопроводномъ дѣлѣ, Труды VIII Водопроводнаго Съѣзда.

личина $lg M$ зависитъ отъ размеровъ сѣченія, а tangens наклона прямой останется равнымъ $1/2$ для всѣхъ сѣченій.

На основаніи уравненія (141) и построены логариемо-графическія таблицы XXXIV—XXXVI.

Сначала мы должны построить *логариемическую сѣтку*. Для этой цѣли мы откладываемъ въ опредѣленномъ масштабѣ на вертикальной оси (оси расходовъ) логариемы значеній Q отъ 1 до 100000 т. е. величины отъ 0 до 5, а затѣмъ на горизонтальной (оси уклоновъ) логариемы отъ 0,1 до 0,0001 т. е. отъ -1 до -4 . Но для удобства пользованія таблицами на обѣихъ осяхъ Q и I надписываемъ дѣйствительныя значенія вмѣсто ихъ логариемовъ.

За положительное направленіе оси I принято направленіе справа налѣво.

Послѣ вычерчиванія логариемо-графической сѣтки наша задача сводится лишь къ вычисленію для каждаго діаметра каналовъ опредѣленнаго типа величинъ $lg M = lg \left(\frac{3600 : 100 m n d^3}{0,3 + \sqrt{n} \cdot \sqrt{d}} \right)$, къ отложенію вычисленныхъ величинъ по линіи расходовъ Q и проведенію черезъ полученныя точки ряда параллельныхъ линій съ уклономъ $1/2$.

Значенія $lg M$ слѣдуетъ откладывать по вертикальной линіи, проходящей черезъ точку $I=1$, но, такъ какъ этой линіи нѣтъ на чертежѣ, то можно наносить величины, соответствующія не $I=1$, а $I=0,01$.

Уравненіе $lg Q = lg M + 1/2 lg I$ обратится при $I=0,01$ въ зависимость $lg Q = lg M - 1$, показывающую, что по линіи $I=0,01$ надо откладывать не величины $lg M$, а тѣ же величины, уменьшенныя единицей.

Затѣмъ мы перейдемъ къ изложенію приемовъ по построенію *линій равныхъ скоростей*, т. е. линій, соединяющихъ такія точки на прямыхъ одинаковаго типа сѣченія, для которыхъ, при опредѣленныхъ ими Q и I , получаются *одинаковыя скорости*, равныя послѣдовательно 1, 2, 3 и т. д. метрамъ въ секунду.

Для вывода уравненій этихъ линій поступимъ такъ:

$$Q = 3600 \omega \cdot v = 3600 m d^2 v; \text{ отсюда}$$

$$d = \frac{\sqrt{Q}}{60\sqrt{m}\sqrt{v}}; R = nd = \frac{n\sqrt{Q}}{60\sqrt{m}\sqrt{v}}$$

$$v = \frac{100 R}{0,3 + \sqrt{R}} \sqrt{I}; 100 R \sqrt{I} = 0,30 v + v \sqrt{R}$$

Подставляя вмѣсто R его значеніе, имѣемъ

$$\frac{100 n \sqrt{Q}}{60 \sqrt{m} \sqrt{v}} \sqrt{I} = 0,3 v + \frac{v \sqrt{n} \sqrt{Q}}{7,746 \sqrt[4]{m} \sqrt[4]{v}}$$

$$100 \sqrt{Q} \sqrt{I} = \frac{18 \sqrt{m} V v^3}{n} + \frac{60 \sqrt{m} \sqrt{n} V^4 Q V v^3}{7,746 n \sqrt{m} V v}$$

$$100 \sqrt{Q} \sqrt{I} = \frac{18 \sqrt{m} V v^3}{n} + \frac{7,746 \sqrt{m}^4 V v^5 \sqrt{Q}}{\sqrt{n}} \dots (142)$$

Если въ этомъ уравненіи задаться опредѣленнымъ $v = 1, 2, 3$ мет. и т. д., то по ряду значеній $Q_1, Q_2, Q_3 \dots$ мы можемъ вычислить $I_1, I_2, I_3 \dots$. Соединяя точки $(Q_1, I_1), (Q_2, I_2) \dots$, и т. п., мы получимъ кривую, соотвѣтствующую выбранной постоянной скорости v .

На основаніи вышеизложенныхъ соображеній построены три *логаримическія таблицы для круглыхъ, овоидальныхъ (2:3) и лотковыхъ каналовъ* (табл. XXXIV—XXXVI).

Кривыя равныхъ скоростей, опредѣляемая по уравненію (142), при построеніи представляютъ собой кривыя линіи, мало изогнутыя и параллельныя между собой.

Такъ какъ при расчетахъ скорость можетъ имѣть лишь повѣрочное значеніе, то получающіяся *кривыя* замѣнены нами на графикахъ *системами параллельныхъ прямыхъ*. Дѣйствительныя кривыя на таблицахъ XXXIV—XXXVI показаны для скорости $v = 1$ мет.; по нимъ можно судить о размѣрахъ нашего допущенія.

На построенныхъ такимъ образомъ таблицахъ можно рѣшать задачи *при полномъ заполненіи ственія*. Для возможности рѣшенія задачъ, связанныхъ съ *неполнымъ заполненіемъ*, инженеромъ Ясюковичемъ предложены, показанные съ боковъ графиковъ, особые *вспомогательные масштабы*. Мы уже выше приводили графики (черт. 103—106), на которыхъ были изображены кривыя измѣненія Q и v .

Чтобы перейти по этимъ графикамъ отъ Q и v при полномъ наполненіи къ Q и v при другомъ наполненіи, необходимо Q помножить на получающійся по графикамъ коэф. α и v на коэф. β т. е. $Q_1 = \alpha Q$ и $v_1 = \beta v$.

Вмѣсто того, чтобы множить Q на α , можно дѣлить его на $1/\alpha$; на логаримическихъ же таблицахъ на которыхъ отложены не Q , а $lg Q$ дѣленіе выразится тѣмъ, что изъ $lg Q$ нужно будетъ вычесть $lg 1/\alpha$ —

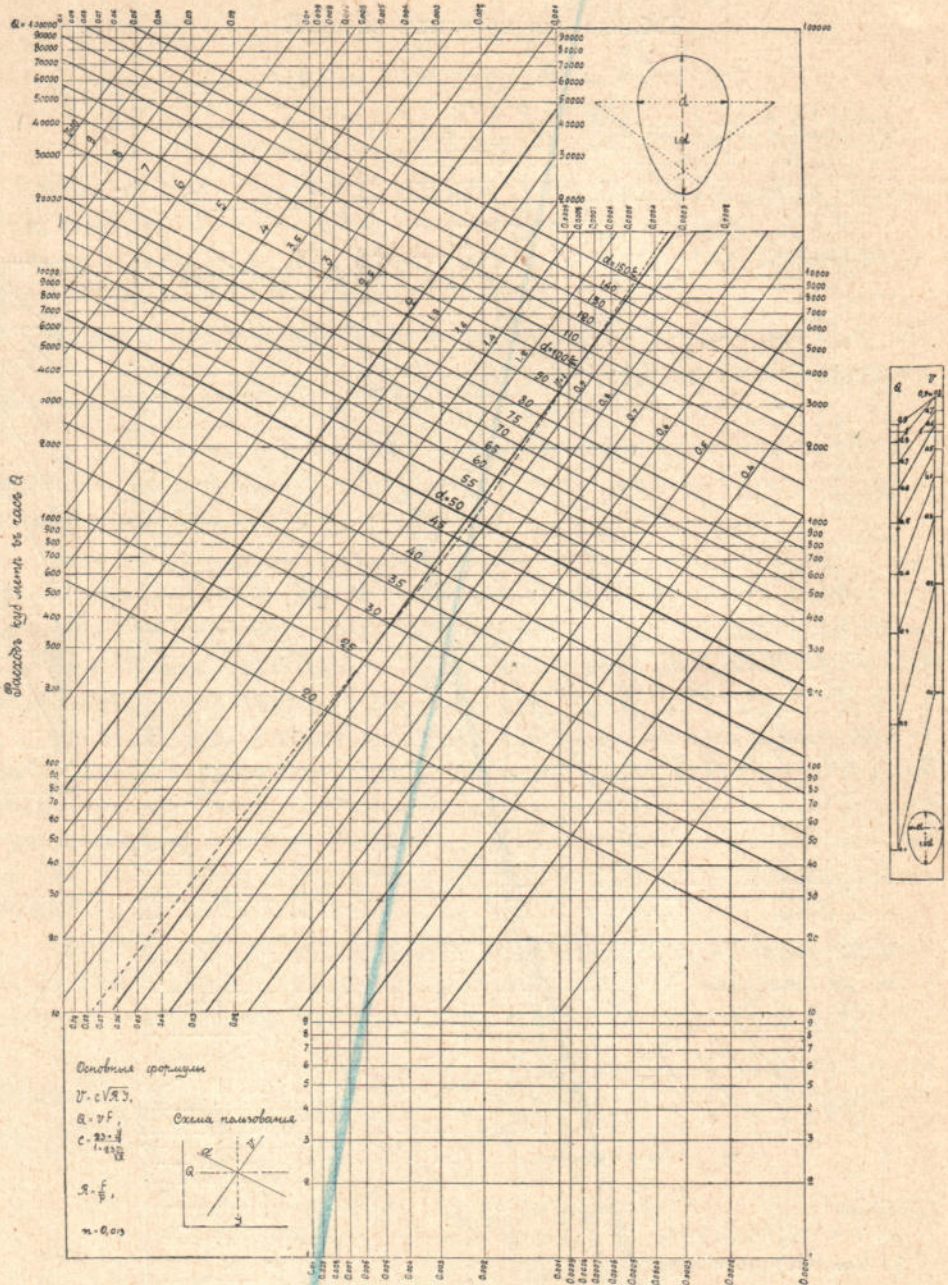
$$Q_1 = Q : \frac{1}{\alpha}; lg Q_1 = lg Q - lg \frac{1}{\alpha} \dots (143)$$

$$\text{Также и } lg v_1 = lg v - lg \frac{1}{\beta} \dots (144)$$

Чтобы удобнѣе производить такое вычитаніе, можно построить масштабъ, на которомъ надо лишь предварительно отложить въ масштабъ,

ТАБЛИЦА XXXV.

Таблица для обыкновенных овоидальных сѣчений.



Основныя формулы
 $V = c\sqrt{R^3}$
 $Q = \gamma F$
 $C = \frac{23 \cdot d}{1.45 \sqrt{R}}$
 $S = \frac{F}{2}$
 $m = 0,015$



Изобразительный уклонъ 3

- Примечанія
 1) $Q = 15000 \text{ кг}$, $\gamma = 0,01$, $\sqrt{R} = 1$, $d = 100 \text{ см}$, $V = 3,5 \text{ м}^3$
 2) $d = 100 \text{ см}$, $\gamma = 0,01$, $\sqrt{R} = 0,1$, $Q = 3800 \text{ кг}$, $V = 3 \text{ м}^3$

масштаба, отмѣченнаго дѣленіемъ 1 и 0,5; тогда дѣленіе масштаба съ подписью желаемаго заполнения опредѣлить отвѣчающую этому заполненію скорость.

Подобнымъ же образомъ построены масштабы и для другихъ сѣченій. Схемы пользованія таблицами и примѣры показаны на таблицахъ XXXIV—XXXVI.

Способы изоплетныхъ кривыхъ и прямыхъ. Способъ изоплетныхъ кривыхъ для Q и v основанъ на возможности преобразованія основныхъ расчетныхъ уравненій въ вышеприведенныя уравненія параболы,

Уравненія $v = c\sqrt{RI}$ и $Q = C\omega\sqrt{RI}$ превращаются въ уравненіе параболъ.

$$v^2 = C^2 RI = AI \dots (145) \text{ и } Q^2 = C^2 \omega^2 RI = BI \dots (146)$$

такъ какъ $C = f(R)$.

Эти выраженія легко построить, принимая за переменныя Q , v и I для любого сѣченія при опредѣленномъ наполненіи. Сначала, выбирая ось абсциссъ для I и ось ординатъ для Q , мы строимъ *параболы для расходовъ* при извѣстной степени наполненія водосточныхъ сѣченій опредѣленнаго типа. Эти параболы, какъ видно изъ уравненія $Q^2 = BI$, будутъ выходить изъ начала координатъ (табл. XXXVII).

Вмѣсто *параболъ скоростей* мы строимъ *кривыя равныхъ скоростей* опредѣленной величины 1,1,5, 2,2,5, 3 мет. и т. д. Для этой цѣли мы подъ *графикомъ параболъ Q* строимъ также *графикъ параболъ v*, выбирая ось v за ось ординатъ; затѣмъ проводимъ чрезъ равныя разстоянія по нижнимъ графикамъ абсциссы, соответствующія скоростямъ въ 1, 1,5, 2, 2,5 мет. и т. д.; полученные такимъ образомъ точки на параболахъ сносимъ на верхнія параболы, гдѣ, соединяя рядъ точекъ, относящихся къ одной и той же v , получаемъ *кривыя скоростей (изотакси)*.

Пользованіе такимъ графикомъ весьма просто: по даннымъ двумъ величинамъ изъ 4 переменныхъ Q , v , d и I легко находятъ двѣ остальные. Таблица XXXVIII построена при половинномъ заполненіи.

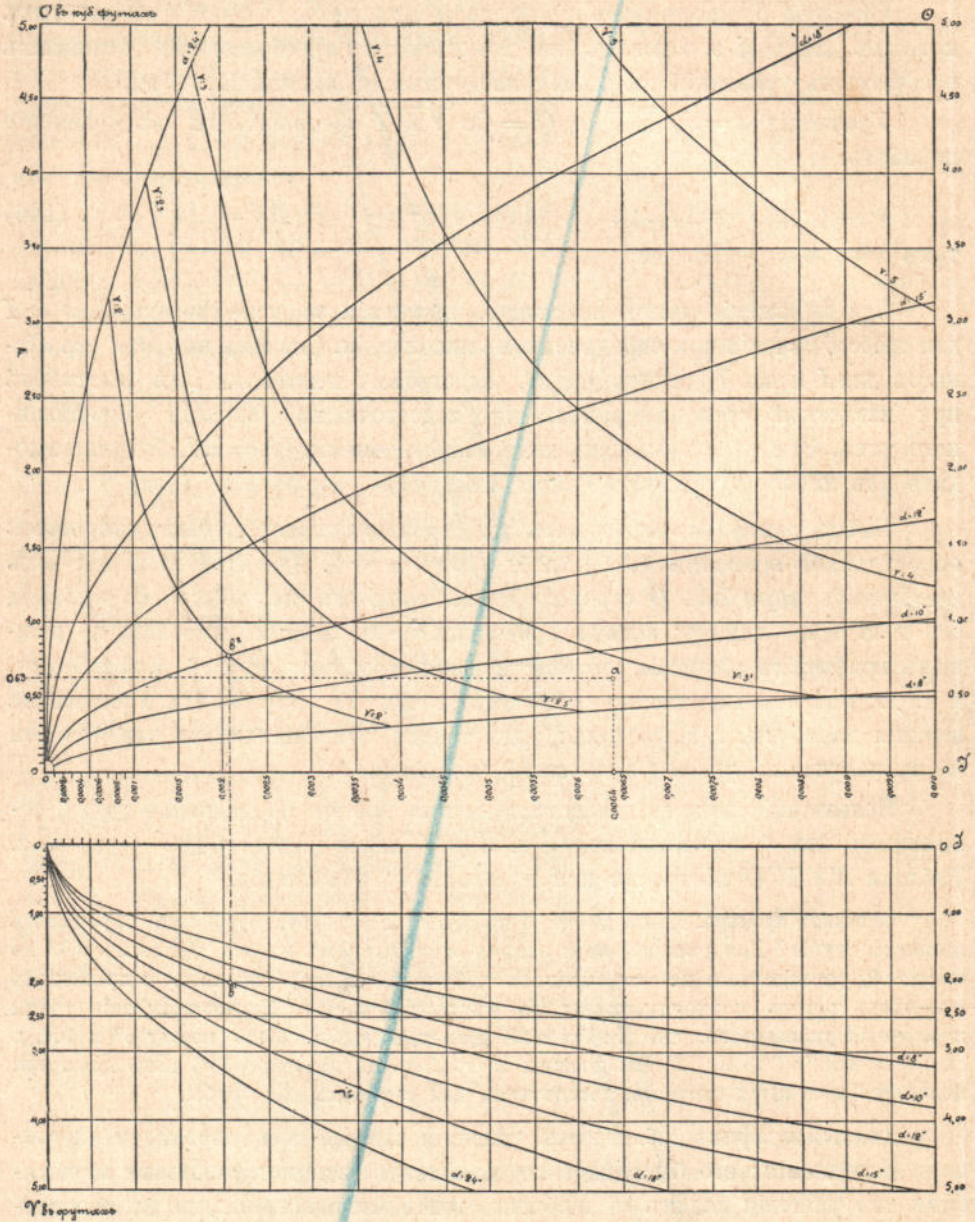
Численный примѣръ. Даны $Q = 0,63$ кв. фт. и $I = 0,0064$, требуется опредѣлить діаметръ трубы? Для рѣшенія этой задачи откладываемъ на оси ординатъ 0,63 по масштабу расходовъ, а на оси абсциссъ 0,064 по масштабу уклоновъ и проводимъ изъ этихъ точекъ перпендикуляры до мѣста пересѣченія. Мѣстонахожденіе точки пересѣченія указываетъ, что требуемый діаметръ заключается между 8" и 10", а скорость между 2',5 и 3',5. Мы должны взять больший діаметръ 10", такъ какъ при немъ еще получится скорость, достаточная для самоочищенія трубы.

Данный графикъ облегчаетъ рѣшенія задачъ при опредѣленной степени наполненія; его бы слѣдовало пополнить вспомогательными масштабами для рѣшенія задачъ съ любыми степенями заполнения, но мы разсмотрѣли составленіе такихъ масштабовъ при изложеніи способа *изоплетныхъ прямыхъ*.

Способ *изоплетныхъ прямыхъ*, предложенный П. Ф. Горбачевымъ ¹⁾ представляет собой выгодное видоизмѣненіе способа *изоплетныхъ кривыхъ*.

ТАБЛИЦА XXXVII.

Таблица для подбора водостоковъ круглаго сѣченія.



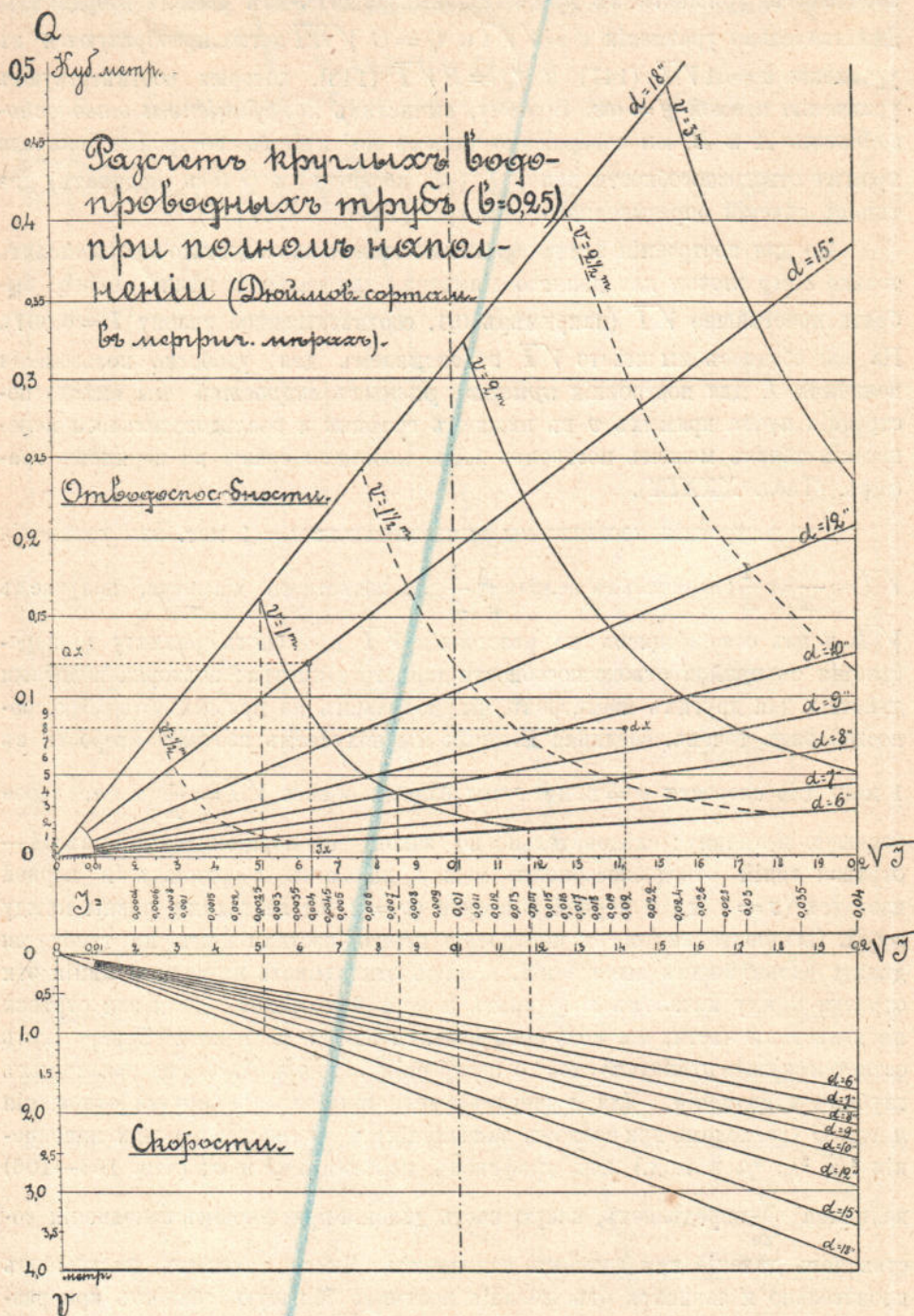
¹⁾ П. Ф. Горбачевъ. О расчетъ скоростей течения и отводоспособностей въ водопроводахъ и водостокахъ. 1901.

Онъ состоитъ въ замѣнѣ *уравнений параболъ*, выходящихъ изъ начала координатъ, *уравненіями прямыхъ*, выходящихъ изъ начала координатъ. Дѣйствительно уравненія $v = \sqrt{RI}$ и $Q = C \sqrt{RI}$ легко преобразуются въ уравненія $v = A\sqrt{I}$ (147) и $Q = B\sqrt{I}$ (148), которыя соответствуютъ уравненію прямой $y = ax$. Поэтому, вычисливъ *коэффициенты отводоспособности* A и B , мы совершенно такимъ же путемъ построимъ сначала прямыя отводоспособности для \sqrt{I} (ось абсциссъ) и Q (ось ординатъ) для типовъ сѣченій опредѣленнаго діаметра. (Табл. XXXVIII).

Но для построенія этихъ *прямыхъ линій* намъ достаточно вычислить только *одну точку* для даннаго діаметра, для каковой пѣли удобнѣе выбрать простѣйшее \sqrt{I} (напримѣръ 0,1, соответственное уклону $I = 0,001$). На оси абсциссъ мы вмѣсто \sqrt{I} подписываемъ для удобства пользованія величины I . Для построенія *кривыхъ равныхъ скоростей* мы вмѣсто построенія пучка прямыхъ v въ нижнемъ графикѣ и послѣдовательнаго перенесенія точекъ можемъ построить легко *изотакхи* сразу на верхнемъ графикѣ. (Табл. XXXIX).

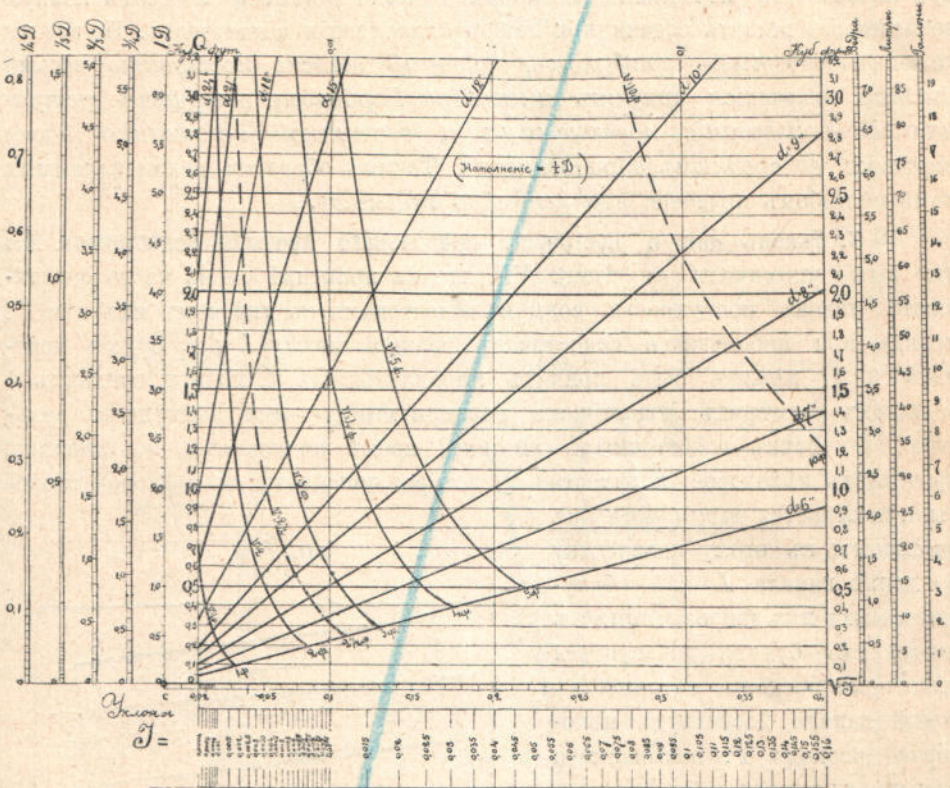
Для построенія *изотакхъ* мы вычислимъ для $v = 1$ мет. изъ уравненія $\sqrt{I} = \frac{v}{A} = \frac{1}{A}$; вычисливъ величину $\frac{1}{A}$ для извѣстнаго діаметра, получаемъ \sqrt{I} и изъ оси абсциссъ на разстояніи \sqrt{I} проводимъ ординату до пересѣченія съ прямой отводоспособности даннаго діаметра; повторяя подобныя дѣйствія для другихъ діаметровъ, мы получаемъ на прямыхъ отводоспособностей рядъ точекъ, соединяя которыя мы получаемъ *изотакху* скорости въ 1 мет. Для скорости $v = 2$ мет., мы будемъ имѣть $\sqrt{I} = \frac{2}{A}$ т. е. вдвое большую величину; слѣдовательно по закону пропорціональныхъ линій—отрѣзки линій отводоспособности между началомъ координатъ и первой *изотакхой* ($v = 1$ м.) и первой и второй ($v = 2$ м.) *изотакхами* равны между собой. Слѣдовательно послѣ построенія первой *изотакхи* намъ не требуется дѣлать дальнѣйшихъ вычисленій, а лишь откладывать на каждой линіи эти отрѣзки между началомъ координатъ и первой *изотакхой*. Дѣля эти отрѣзки на извѣстныя части, мы получимъ *изотакхи* любой величины. Теперь намъ остается сказать нѣсколько словъ о построеніи *масштабовъ* для различныхъ глубинъ наполненій. Для вычисленія величины дѣленій берутся отношенія между Q (расходомъ при полномъ заполненіи) и Q (расходомъ при наполненіи $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ и т. д.) изъ графиковъ измѣненій Q и v ; (чер. 103—106) величина $\frac{Q}{Q_0}$ опредѣляетъ, какую часть дѣленія при полномъ заполненіи составляетъ дѣленіе при данномъ заполненіи. Число такихъ *масштабовъ* произвольно и зависитъ отъ желанія получить большую точность при расчетѣ, что можетъ практически играть роль для общесплавной системы. Таблица XXXIX представляетъ собой графикъ съ показаніемъ *масштабовъ*

ТАБЛИЦА XXXVIII.



для наполнения и перевода ведеръ въ литры и галлоны, построенный при половинномъ наполненіи; пользованіе этимъ весьма удобнымъ графикомъ будетъ ясно изъ слѣдующихъ примѣровъ.

ТАБЛИЦА XXXIX.



Численный примѣръ 1. Даны: расходъ $Q = 0,9$ куб. фут., уклонъ $I = 0,02$ наполненіе $1/2$; требуется найти діаметръ d и скорость v .

Для рѣшенія этой задачи восстанавливаемъ перпендикуляры изъ точекъ на оси абсциссъ $0,02$ и ординатъ $0,9$; точка пересѣченія этихъ перпендикуляровъ намъ показывается, что ближайшій большій діаметръ будетъ $9''$, а скорость по интерполляціи между изотахами въ 4 и 5 футъ будетъ равна 4,3.

Численный примѣръ 2. При уклонѣ $I = 0,015$ $d = 9''$ пропускаетъ 0,86 куб. фут. при половинномъ исполненіи и имѣетъ скорость 3,9 фута; требуется опредѣлить расходъ при наполненіи $2/3$. Для полученія расхода проводимъ перпендикуляръ изъ точки абсциссъ $0,86$ до масштаба съ наполненіемъ $2/3$ и читаемъ на немъ 1,33, слѣдовательно расходъ при наполненіи $2/3$ будетъ равняться 1,33 куб. фута.

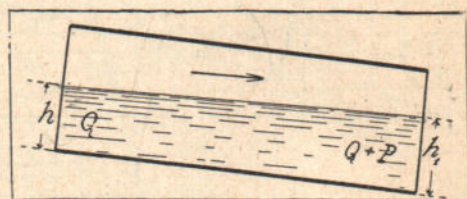
Изъ рассмотрѣнныхъ нами двухъ категорій способовъ слѣдуетъ при массовыхъ вычисленіяхъ, имѣющихъ мѣсто при подборѣ діаметровъ городской канализаціонной сѣти, отдавать предпочтеніе способамъ графическимъ, какъ способамъ, при которыхъ сокращается производство различныхъ вычисленій. Сравнивая же между собой графическіе способы, мы

должны сказать, что использование способа логарифмо-графических таблиц требует применения логарифмов для построения на сетки для логарифмических таблиц.

Впрочем, построение логарифмо-графических таблиц облегчается при пользовании печатными логарифмическими сетками и дает полную возможность решать задачи при любом заполнении водостоков. Но все же самым простым графиком, который можно построить весьма быстро, является график инженера Горбачева, совершенно устраняющий пользование логарифмами и доступной пониманию даже техника со средним образованием. Таким образом рекомендуемым нами способом является изоплетных прямых.

§ 7. Уклон дна и построение продольного профиля водостоков. Мы уже выше упоминали в главѣ VII, что на практикѣ очень часто смѣшивают уклонъ поверхности воды въ водостокахъ съ уклономъ ихъ дна I_1 ; правда, при небольшихъ водостокахъ разница между I и I_1 будетъ невелика и I_1 можетъ быть принятъ параллельнымъ I , но при среднихъ и большихъ размѣрахъ водостоковъ разница между ними выступаетъ рельефно. Во всѣхъ водосточныхъ линияхъ, кромѣ начальныхъ, по каналамъ протекаетъ нѣкоторое количество Q , которое попадаетъ съ верхней стороны и называется транзитнымъ расходомъ; къ этому количеству по длинѣ канала L изъ обслуживаемыхъ имъ дворовыхъ мѣстъ постепенно будутъ добавляться нѣкоторые расходы, которые въ концѣ канала достигнутъ нѣкотораго расхода P , называемаго попутнымъ расходомъ.

чер. 108.

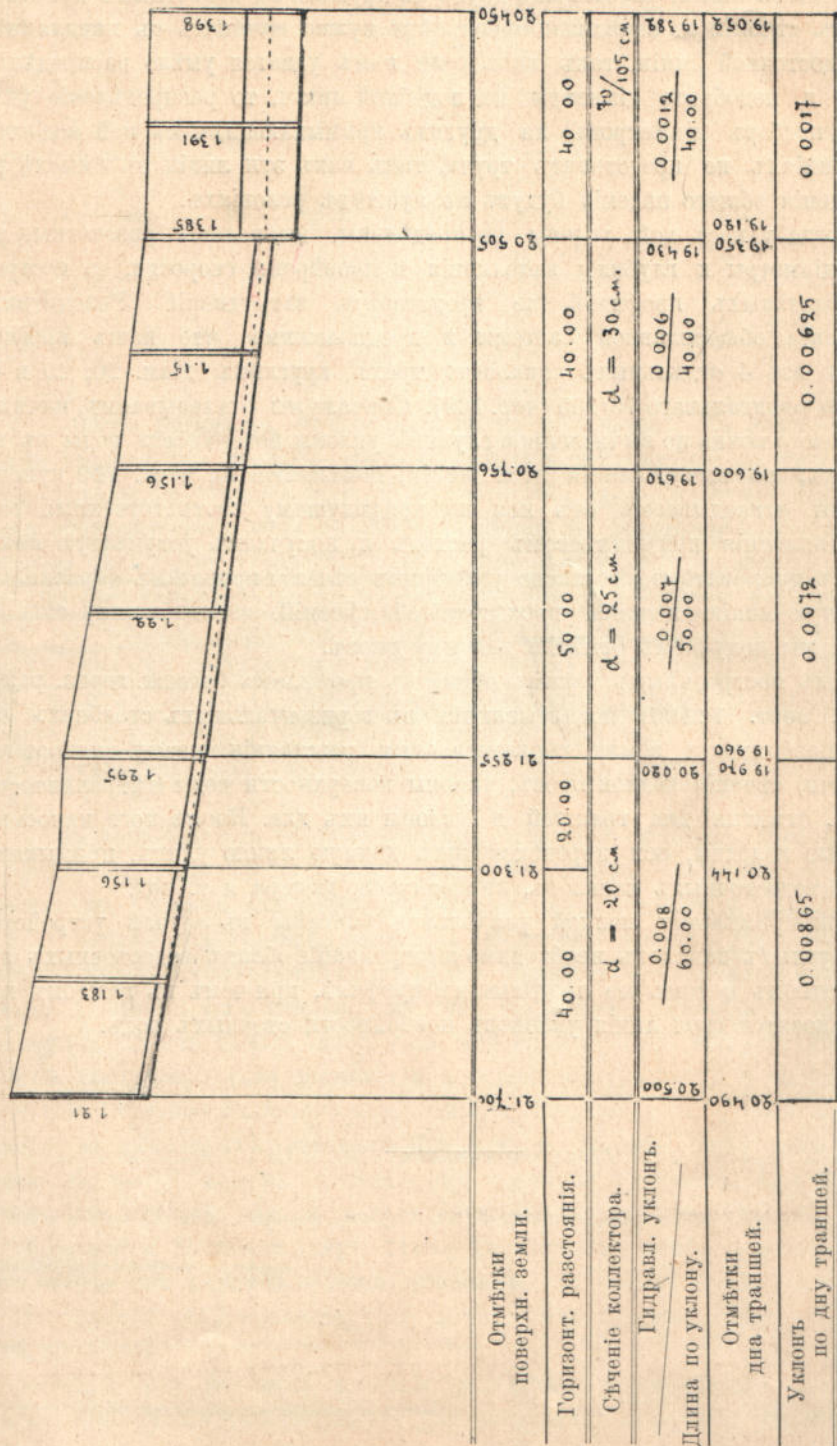


Такимъ образомъ въ началѣ каждаго канала будетъ транзитный расходъ Q , а въ концѣ транзитный, сложенный съ попутнымъ $Q_1 = Q + P$ (чер. 108).

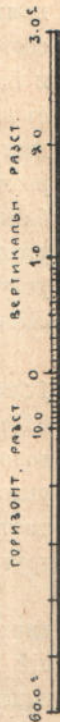
Поэтому для того, чтобы перейти отъ I къ I_1 , намъ необходимо вычислить въ началѣ и концѣ канала глубины заполнения h и h_1 , соответствующія расходамъ Q и Q_1 и отложивъ ихъ отъ поверхности воды въ каналѣ получить линію I_1 . Такимъ образомъ $I_1 = \frac{h_1 - h}{L}$. Затѣмъ, откладывая вверхъ отъ линіи уклона I въ началѣ и концѣ канала разности между полной высотой сѣченія H и заполненіемъ (h и h_1) $H - h$ и $H - h_1$, мы получимъ линію верхней производящей канала.

Послѣ ознакомленія съ приемами расчета намъ остается сказать нѣсколько словъ о построении продольного профиля водосточныхъ линій. Всякая канализаціонная сѣть можетъ быть разбита на рядъ отдѣльныхъ

чер. 109.
Продольный профиль коллектора.



МАСШТАБЪ



водосточныхъ линій, связанныхъ другъ съ другомъ въ извѣстныхъ пунктахъ. Расчетъ сѣченій въ канализационной сѣти нужно начинать съ наидлиннѣйшей водосточной линіи, такъ какъ если намъ удастся умѣло распределить уклоны и подобрать діаметры на подобной линіи, то распределение уклоновъ и подборъ діаметровъ на другихъ примыкающихъ къ ней водосточныхъ линіяхъ не представитъ труда, такъ какъ эти линіи въ смыслѣ распределенія общаго паденія будутъ въ лучшихъ условіяхъ.

Когда у насъ всѣ уклоны распределены, вычислены расчетные расходы, діаметры и глубины заполнения и проверены скорости, то построение продольныхъ профилей не представитъ затрудненій. Разсмотримъ примѣненіе общесплавной системы и предположимъ, что нашъ профиль состоитъ изъ 4 отдѣльныхъ каналовъ: трехъ круглыхъ діам. 20, 25 и 30 и одного овоидальнаго 70/105 (чер. 109). Сначала мы откладываемъ, начиная съ верхового конца по вычисленной глубинѣ уклоны поверхности воды въ водостокахъ; по вычерчиваніи этой линіи, показанной на черт. 109 пунктиромъ, мы откладываемъ отъ нея по предыдущему соответственныя глубины заполнения при ливневомъ расходѣ и получаемъ уступчатую линію уклоновъ дна; затѣмъ, согласно размѣрамъ сѣченія проводимъ параллельно уступчатую линію верхней производящей сѣченій. зная толщину стѣнокъ сѣченій, мы получаемъ отмѣтки дна ихъ рововъ.

Подъ построеннымъ такимъ образомъ профилемъ (масшт. гориз. разет. 1:2500, верт. 1:100) подписываются въ горизонтальныхъ столбцахъ: отмѣтки поверхности земли горизонтальныя разстоянія между смотровыми колодцами, сѣченія коллекторовъ, уклоны поверхности воды (гидравлическіе уклоны), отмѣтки дна траншей и уклоны ихъ дна. Кромѣ того наносятся смотровые колодцы, оси пересѣкающихъ данную линію улицъ, примыканія другихъ водосточныхъ каналовъ, ливнеспуски, дюкера и т. под.

При примѣненіи полной раздѣльной системы въ случаѣ устройства двухъярусныхъ каналовъ необходимо вычерчиваніе обоихъ водосточныхъ линій на одномъ и томъ же продольномъ профилѣ, при чемъ въ каждомъ изъ нихъ наносится своя линія уклоновъ поверхности сточныхъ водъ.

§ 1. **Общія требованія, предъявляемыя къ матеріаламъ для водосточковъ.** Уличные водосточные каналы должны обладать достаточной прочностью, и быть сдѣланы изъ такого матеріала, который былъ бы непроницаемъ для выхода сточныхъ водъ въ почву, хорошо бы сопротивлялся механическому дѣйствию сточныхъ водъ при движеніи тяжелыхъ частицъ по дну каналовъ и не подвергался бы разъяданію отъ химическаго воздѣйствія сточныхъ водъ, въ которыхъ въ большей или меньшей степени содержатся кислоты; кромѣ того, матеріалъ для каналовъ долженъ обладать свойствомъ принимать въ обработкѣ употребительныя формы поперечныхъ сѣченій, при чемъ внутренняя поверхность каналовъ ради уменьшенія тренія должна быть по возможности гладкой.

Этимъ требованіямъ въ большей или меньшей степени удовлетворяютъ различные матеріалы: бутъ, тесовый камень, кирпичъ, бетонъ, желѣзобетонъ, керамиковая глина, желѣзо, чугунъ, асфальтъ и др.

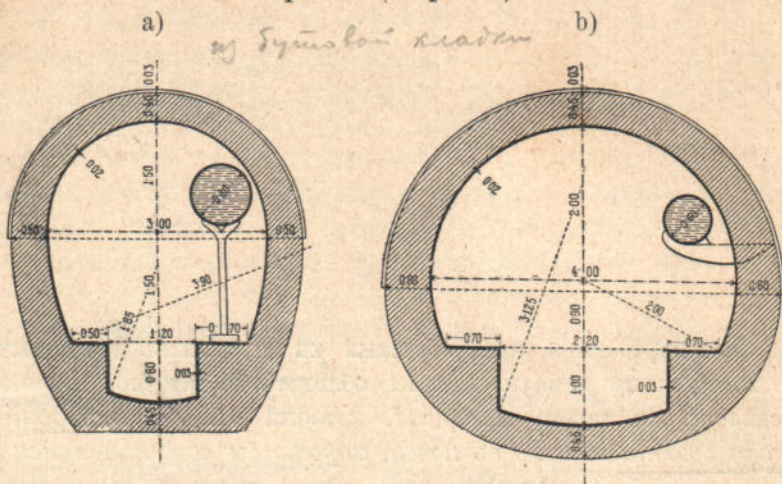
§ 2. **Каналы изъ бутовой, тесовой и кирпичной кладки.** Каналы изъ бутовой кладки устраиваются очень рѣдко. Вслѣдствіе неправильной формы отдѣльныхъ камней швы кладки выходятъ широкими, неплотными, а внутренняя поверхность канала настолько неровной, что ее оштукатурка цементнымъ растворомъ (для достиженія необходимой гладкости и водонепроницаемости стѣнокъ) является необходимой. Каналы изъ бутовой кладки устроены въ нѣкоторыхъ городахъ Франціи и Италіи, такъ какъ тамъ имѣется недорогой камень, допускающій удобную обработку. Примѣрами каналовъ изъ бутовой кладки могутъ служить общесплавные каналы городовъ Парижа и Неаполя (черт. 110а—d). Подошва этихъ каналовъ дѣлается иногда изъ кирпича, бетона, керамики.

На чертежѣ 111 показанъ типъ канала изъ бутовой кладки съ кирпичной подошвой.

Каналы изъ тесовой кладки вслѣдствіе дороговизны обработки камня весьма рѣдко употребляются для постройки каналовъ. Примѣрами такихъ каналовъ являются каналы, сооруженные для общесплавной канали-

зація г. Дрездена (черт. 112а—б). Эти каналы сдѣланы изъ эльбскаго песчаника; для достиженія гладкости и водонепроницаемости ихъ внутренняя

чер. 110 (Парижъ).

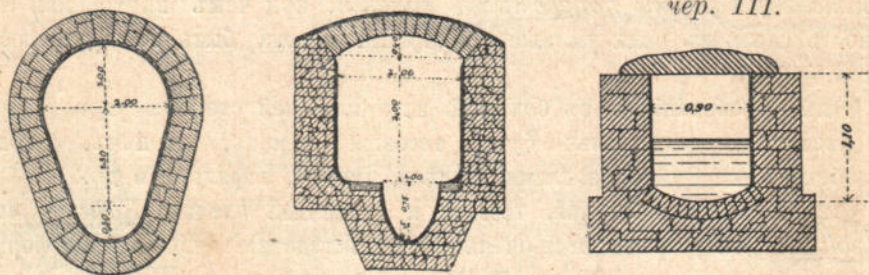


поверхность также, какъ и для бутовых каналовъ, покрыта цементной

чер 110 (Неаполь).

из бутовой к. d) ада

из бутовой кладки с кирпич. подшивкой чер. 111.

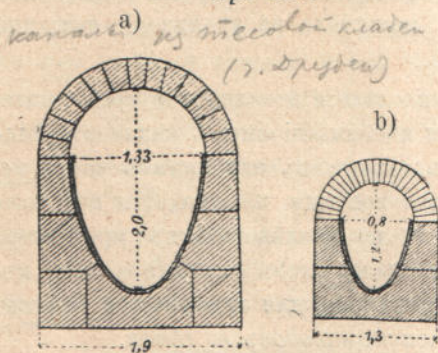


штукатуркой до пять свода; въ маленькомъ каналѣ Дрездена (черт. 112 б) своды сдѣланы изъ кирпича.

Въ настоящее время тесовая кладка примѣняется только для тѣхъ частей канализационной сѣти, которыя по условіямъ своей работы подвергаются быстрому изнашиванію. Такъ, изъ тесовой кладки устраиваются подошвы для каналовъ, которые работаютъ постоянно съ большой скоростью, такъ какъ въ нихъ можетъ произойти быстрое истираніе тяжелыми частицами, движущимися по дну каналовъ. Далѣе тесовую кладку примѣняютъ для устройства хребтовъ при соединеніи каналовъ, для ступеней въ смотровыхъ колодцахъ съ боковыми входами, для промывочныхъ камеръ и т. п. Въ качествѣ матеріаловъ для тесовой кладки можно выбирать гранитъ, гнейсъ, базальтъ и твердый песчаникъ.

Кирпичъ является однимъ изъ самыхъ употребительныхъ материаловъ для постройки каналовъ. Кирпичъ для канализационныхъ каналовъ требуетъ хорошаго обжига, такъ какъ обжигъ увеличиваетъ его водонепроницаемость. Опыты, произведенные проф. Frühling'омъ надъ пятью сортами кирпича, показали, что съ увеличеніемъ водонепроницаемости кирпича возрастаетъ сопротивляемость его на раздробленіе. Эти качества кирпича еще сильнѣе проявились при опытахъ, произведенныхъ тѣмъ же лицомъ, надъ двумя кирпичами, связанными цементнымъ растворомъ (1:2).

чер. 112.



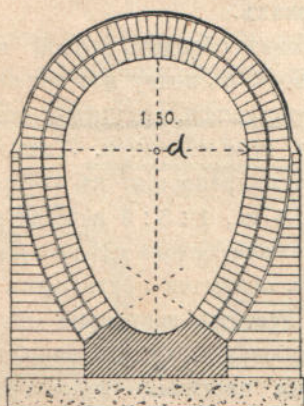
Эти качества кирпича дѣлаютъ его отличнымъ материаломъ для постройки каналовъ, такъ какъ при движеніи по нимъ сточныхъ водъ водонепроницаемость каналовъ возрастаетъ.

Дѣйствительно, частицы, содержащіяся въ сточныхъ водахъ, скоро наполняютъ поры кирпичной кладки, чѣмъ обезпечивается почти полная водонепроницаемость каналовъ.

Поэтому пропускъ воды чрезъ стѣнки кирпичныхъ каналовъ можетъ происходить только при плохой работѣ. Обмазку цементной штукатуркой внутренней поверхности кирпичныхъ каналовъ рекомендовать нельзя, такъ какъ такая штукатурка обваливается; гораздо лучше вести кладку концентрическими рядами (чер. 113), прокладывая между каждамъ рядомъ слой цементнаго раствора (1:2 или 1:2^{1/2}) или цементно-известковаго раствора (1 цем.:1 изв. 3 ч. песку) или наконецъ цементно-трассоваго раствора (1 цем.:1 трас.:4 пес.).

На внутренней поверхности кирпичныхъ каналовъ всѣ швы расшиваются чистымъ цементнымъ растворомъ. Если водосточные каналы укладываются въ водоносныхъ грунтахъ, то во избѣжаніе прониканія грунтовыхъ водъ въ каналы, ихъ наружную поверхность также обмазываютъ цементнымъ растворомъ (1:1 или 1:2) и стремятся посредствомъ дренажныхъ трубъ понизить уровень грунтовыхъ водъ до подошвы каналовъ.

коричневый канал
чер. 113.



Кирпичъ для каналовъ долженъ быть плотный, правильной формы съ острыми кромками и вполне хорошаго обжига, уклоненія отъ установленныхъ размѣровъ кирпича допускаются до 2,5⁰/о.

Для сводчатыхъ частей каналовъ приходится прибѣгать къ пользова-
нію лекальнымъ кирпичомъ. Это слѣдуетъ имѣть въ виду при выборѣ ти-
повъ коллекторовъ и стремиться къ возможному сокращенію числа сортовъ
лекальнаго кирпича, стоимость котораго немного больше обыкновеннаго при
крупныхъ заказахъ. Для каналовъ, ширина которыхъ болѣе 0,5 метра,
вполнѣ возможно обходиться обыкновеннымъ кирпичемъ, дѣлая для получе-
нія криволинейной поверхности соответственное утолщеніе швовъ. Также
при устройствѣ кирпичныхъ каналовъ примѣняютъ и трехъ-четверочный
кирпичъ во избѣжаніе излишней траты матеріала на увеличеніе толщины
стѣнокъ.

§ 3. **Бетонные каналы и трубы.** За послѣднія десятилѣтія среди мате-
риаловъ, употребляющихся для постройки канализаціонныхъ каналовъ, вид-
ное мѣсто занялъ бетонъ, такъ какъ входящіе въ его составъ части це-
ментъ, песокъ, гравій, щебень находятся повсюду и обходятся недорого.
Такъ, въ городахъ Германіи къ 1907 г. по изслѣдованіямъ профессора
Gary ¹⁾ общая длина уложенныхъ бетонныхъ каналовъ составляла 1790 ки-
лометровъ. У насъ въ Россіи бетонъ примѣненъ для канализаціи Одессы,
Гатчины и Ростова на Дону и для ливнеотводовъ г. Кіева.

Кромъ того бетонные каналы обходятся дешевле кирпичныхъ на
25—30%, что также не можетъ вліять на распространеніе бетон-
ныхъ водосточныхъ каналовъ. При хорошемъ исполненіи и тщательной
трамбовкѣ бетонные каналы хорошо сопротивляются дѣйствию виѣшней
нагрузки.

Изъ трамбованнаго бетона (Stampfbeton) изготовляются трубы, вы-
дѣлываемые въ особыхъ формахъ на фабрикахъ, и каналы, которые выдѣ-
лываются на мѣстахъ производства работъ во рвахъ.

Бетонъ, употребляемый для каналовъ, долженъ обладать такой плот-
ностью, чтобы не было просачиванія сточныхъ водъ въ почву изъ каналовъ.
Это достижимо только при извѣстныхъ пропорціяхъ, устанавливаю-
щихъ его составъ, и при достаточномъ его трамбованіи. Такъ, для
бетонныхъ каналовъ на практикѣ устанавливаются пропорціи, въ которыхъ
песокъ и щебень входятъ поровну 1 п. : 2 п. : 4 щ., 1 : 3 : 3 и 1 : 2¹/₂ : 5.
Является далеко не лишнимъ для опредѣленія состава бетона сдѣлать опыты
изъ мѣстныхъ матеріаловъ. Только тотъ бетонъ окажется пригоднымъ для
работъ съ технической точки зрѣнія, когда всѣ пустоты, зависящія отъ ве-
личины зеренъ песку и щебня и степени трамбованія, будутъ заполнены
цементомъ. Въ защиту отъ истиранія тяжелыми частицами и достиженія
большей гладкости стѣнокъ бетонные каналы очень часто покрываются из-
внутри цементной штукатуркой (1 : 1), толщиной отъ 1,5 до 5 см.

По лабораторнымъ изслѣдованіямъ бетонъ можетъ подвергаться хи-
мическому воздѣйствію сточныхъ водъ, если въ нихъ содержатся сво-

¹⁾ *M. Gary, Zementröhren, ihre Verwendung, Prüfung und Bewertung in der Praxis, 1907.*

бодныя кислоты въ количествѣ болѣе $\frac{1}{10}$ 0/0 1); домовыя же сточныя воды обычнаго состава не обнаруживаютъ вреднаго вліянiя на бетонъ. Поэтому для бетонныхъ каналовъ являются опасными воды фабрикъ и заводовъ, въ составѣ которыхъ могутъ находиться разъѣдающія бетонъ кислоты: соляная, селитряная, молочная, масляная, укусуная и т. п.

Къ такимъ производствамъ слѣдуетъ отнести металлическія производства, проволочныя фабрики, фабрики эмаллированныхъ издѣлій, мыловаренныя заводы, анилиновые заводы и пр.

Поэтому для борьбы съ этимъ явленіемъ обмазываютъ слоемъ асфальта или гудрона нижнія части бетонныхъ каналовъ, по которымъ протекаютъ непосредственно сточныя воды: но эта мѣра оказалась не достаточно практичной, такъ какъ съ теченіемъ времени этотъ защитный слой истирался сточными водами (чер. 114).

Поэтому вмѣсто асфальтовой обмазки стали употреблять обдѣлку нижней части общесплавныхъ каналовъ особыми керамиковыми плитками (сист. Кнауфа), которыя посредствомъ сдѣланныхъ на нижней поверхности зубчиковъ хорошо связывались со стѣнками бетонныхъ каналовъ

*Бетонная труба, виднаго
канала рас. отъ раздѣленія
заслонками чер. 114. асфальтъ.*

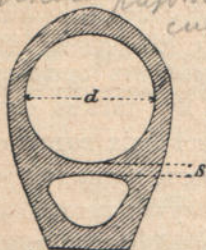


*подобнъ бетоннаго канала
укр. чер. 115. керамиковыя
зубчатые плитки*



посредствомъ цементнаго раствора (чер. 115) или особой асфальтовой замазки; скошенные концы керамиковыхъ плитокъ способствуютъ заливанію ихъ стыковъ замазкой.

*Нижнюю часть бетоннаго
канала при
полномъ раздѣленіи
сист.*



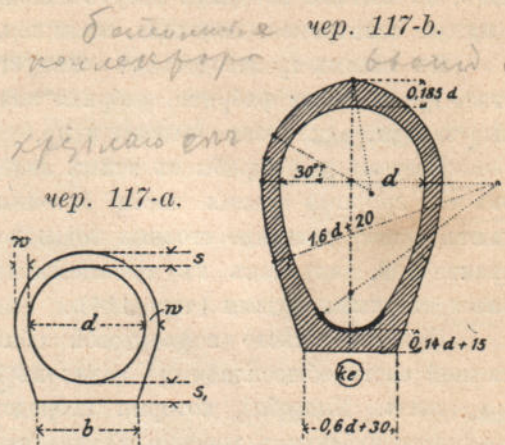
На бетонъ оказываютъ также вредное дѣйствіе и горячія воды съ температурой выше 40—40° С.

Вслѣдствіе вышеизложеннаго фабричныя и заводскія воды допускаются въ общую канализаціонную сеть города, только если изъ ихъ состава будутъ выдѣлены опасныя кислоты, а горячія воды будутъ охлаждены.

Бетонъ даетъ полную возможность выдѣлывать изъ него сѣченія любой формы и поэтому примѣняется во всѣхъ канализаціонныхъ системахъ. Двухъярусныя же каналы (чер. 116) полныхъ раздѣльных системъ могутъ вслѣдствіе своего сложнаго очертанія дѣлаться только изъ бетона.

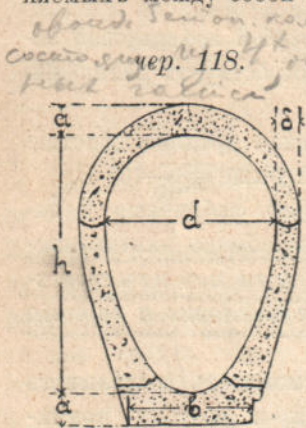
1) Wochenblatt für Arc. und Ing. 1879 r.; Deut. Bauzeitung, 1879.

Бетонныя трубы изготовляются на заводахъ въ деревянныхъ или желѣзныхъ формахъ съ сердечниками, въ которые забрасывается хорошо подготовленная масса съ малымъ содержаніемъ воды небольшимъ слоемъ и плотно трамбуется, пока не покажется вода. Для выдѣлки бетонныхъ трубъ небольшого сѣченія вовсе не употребляютъ щебня, а берутъ смѣсь изъ 1 ч. цемента и 2—3 частей песка. Онѣ дѣлаются круглаго или овоидальнаго сѣченія (чер. 117а-б). Строительная длина ихъ за границей 1 мет., а въ Россіи—1 аршинъ. Только большіе овоидальные коллектора (болѣе 800—1200 м.) для облегченія ихъ вѣса дѣлаются меньшей длины (отъ 0,5 до 0,8 мет.).



Бетонныя круглыя трубы дѣлаются частью для лучшей ихъ установки съ плоскими подошвами; онѣ имѣютъ въ шельгѣ сводовъ большую толщину чѣмъ въ пятахъ, что дѣлается на германскихъ фабрикахъ въ видахъ возможнаго сплющиванія каналовъ подъ дѣйствіемъ внѣшней нагрузки (чер.117-б)

Овоидальные бетонные коллектора фабричнаго изготовленія могутъ дѣлаться также изъ 4 отдѣльныхъ частей (черт. 118), соединяемыхъ между собой цементнымъ растворомъ; понятно, что подобные коллектора вслѣдствіе увеличенія числа стыковъ уступаютъ въ водонепроницаемости цѣлонабивнымъ коллекторамъ.



§ 4. Желѣзобетонные каналы и трубы. Для усиленія сопротивленія трубъ и каналовъ дѣйствию внѣшней нагрузки или внутреннему давленію въ напорныхъ проходахъ канализаціонной сѣти применяютъ желѣзобетонныя трубы и каналы. Къ такимъ случаямъ слѣдуетъ отнести пересѣченія водосточными каналами желѣзныхъ дорогъ, водныхъ протоковъ и овраговъ, а также случаи неглубокой закладки на улицахъ съ трамвайными путями, постройку напорныхъ коллекторовъ и т. п.

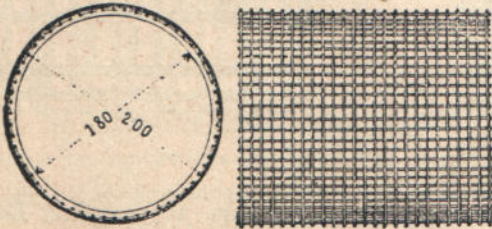
Выборъ системы устройства желѣзобетонныхъ трубъ зависитъ, главнымъ образомъ, отъ назначенія водосточныхъ каналовъ. Если послѣднія подвергаются только усиленной внѣшней нагрузкѣ, то достаточно усилить стѣнки обычныхъ типовъ бетонныхъ трубъ желѣзнымъ каркасомъ изъ

круглаго желѣза по системѣ Монье, состоящей изъ продольныхъ и поперечныхъ прутьевъ, связанныхъ въ пучкахъ пересѣченій (черт. 119).

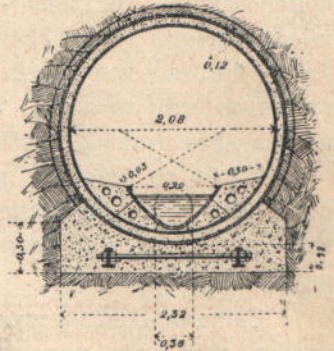
Но съ точки зрѣнія экономической при малыхъ діаметрахъ трубъ можетъ быть выгоднѣе примѣненіе обыкновенныхъ бетонныхъ каналовъ съ усиленными стѣнками, такъ какъ экономія въ бетонѣ можетъ поглотиться стоимостью каркаса и добавочной стоимостью производства работъ. Интересный примѣръ представляетъ собой устройство желѣзобетоннаго канала въ Кенигсбергѣ (черт. 120), гдѣ въ круглой профили заложены два сѣтки системы Монье.

Желѣзобетонный коллектор по сист. Монье

чер. 119.



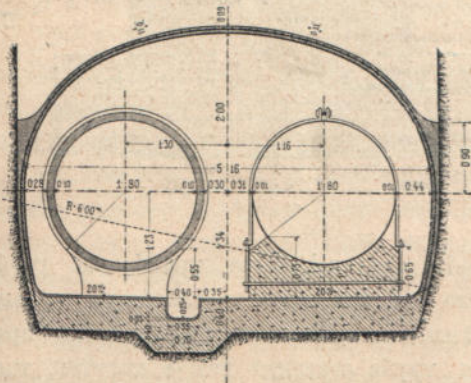
Желѣзобетонный коллектор в Кенигсберге (Кёнигсберг) 2-ой сист. Мо. чер. 120.



Цементъ для бетона, окружающій металлическій остовъ сист. Монье, берется медленно схватывающійся для надежности его утрамбованія.

Также оригинальную желѣзобетонную конструкцию представляетъ собой сдѣланная во рвѣ галерея d'Argenteuil, въ которой помещены 2 напорныя трубы главнаго отводнаго коллектора г. Парижа. Арматура ея (черт. 121)

чер. 121.



построена по системѣ, близкой къ системѣ Монье. Поперечныя направляющія сдѣланы изъ круглаго желѣза толщ. 16 мм. и выгнуты по очертанію галереи; концы ихъ упираются въ продольный швеллеръ и втиснены въ бетонъ. Продольныя прутья, 8 мм. толщиной, связаны проволокой съ поперечными направляющими въ мѣстахъ ихъ скрещенія; разстоянія между направляющими 11 мм. Но примѣненіе сѣтки изъ круглаго желѣза не можетъ оказать полного

сопротивленія значительному вѣшнему давленію земли и внутреннему давленію воды, такъ какъ поверхность прикасанія бетона съ желѣзомъ въ

этомъ случаѣ невелика, и моментъ инерціи круглаго поперечнаго сѣченія меньше, чѣмъ профиль другой болѣе сложной профили.

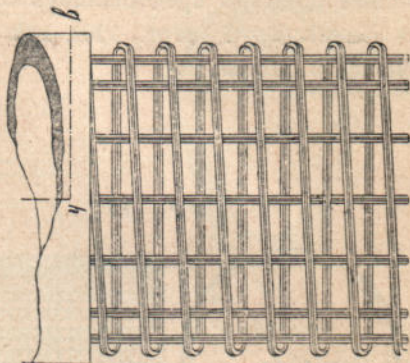
Поэтому для напорныхъ трубъ выгодно замѣнить круглую арматуру профилею болѣе развитого типа, напр. двутавровой (системы *Борденава*) или крестообразной (сист. *Бонна*), примѣняя для полученія возможной связи между бетономъ и металлическимъ остовомъ быстро-схватывающійся растворъ, требующій значительно большаго количества воды, чѣмъ обыкновенные медленно-схватывающіеся цементы (черт. 122); вслѣдствіе этого бетонъ получается настолько жидкимъ, что является возможность производить отливку трубъ.

Трубы со стальной крестообразной арматурой, примѣненные для канализаціи Парижа по системѣ *Вонна*¹⁾ показаны на черт. 123.

Система *Бонна* уступаетъ по своимъ достоинствамъ двутавровой *Борденава*, такъ какъ моментъ инерціи крестообразнаго сѣченія меньше, чѣмъ двутаврового, и скрѣпленіе продольныхъ полосъ съ винтовой арматурой не такъ жестко и удобно, какъ при другихъ профиляхъ.

Для усиленія водонепроницаемости желѣзо или сталебетонныхъ трубъ въ ихъ тѣло вставляютъ внутренніе стальные листы (черт. 124).

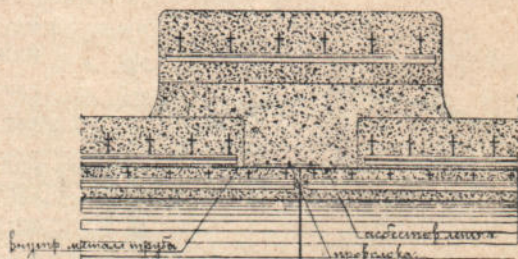
чер. 122.



чер. 123.



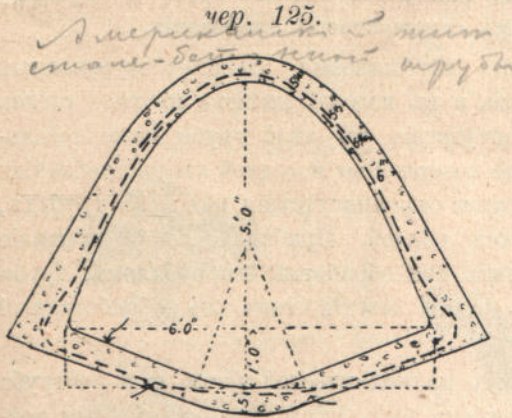
чер. 124.



Такъ, для устройства канала, *d'Argenteuil* была примѣнена труба діам. 1,80 мет.; арматура ея состояла изъ отдѣльныхъ стальныхъ колецъ крестообразнаго сѣченія ($40 \times 22 \times 3$ мм.), связанныхъ продольными прямыми полосами; внутренняя стальная труба состоитъ изъ 4 листовъ, толщиной 3,5 — 4,5 мм., соединенныхъ заклепками.

¹⁾ Notice sur l'aqueduc d'Achères et du parc d'agriculture par *de Lamoignon*.

Въ Америкѣ также сильно распространились сталебетонные водосточные каналы. Примѣръ подобной конструкции даетъ чертежъ 125, гдѣ



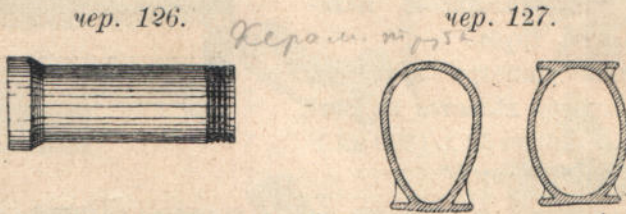
изображенъ главный коллекторъ пересѣчной системы въ городѣ Harrisbourg¹⁾. Онъ имѣетъ параболическое очертаніе, заканчивающееся внизу наклонными линиями, сопряженными съ кругомъ; по линіи кривой давленія заложена арматура изъ тянутой стали, толщ. 7,5 сантим.

§ 4. Керамиковыя трубы.

Керамиковыя трубы дѣлаются въ Россіи обыкновенно круглаго сѣченія (черт. 126); за границей за последнее время выдѣлываютъ

овоидальныя и эллиптическія керамиковыя трубы (черт. 127).

Керамиковыя трубы выдѣлываютъ изъ чистой, пластичной, тугоплавкой глины съ примѣсью порошка изъ слабо обожженной глины (шамота), квар-



цовыхъ и полевошпатовыхъ породъ и другихъ веществъ въ зависимости отъ состава сырой глины. Послѣ переминанія и очистки глины отъ примѣсей она въ связи съ вышеназванными веществами сильно смачивается водой и превращается такимъ образомъ въ формовочную массу. Формовочная масса поступаетъ въ формовальныя машины, изъ которыхъ получаютъ сырыя трубы; онѣ до обжига тщательно просушиваются. Послѣ просушки онѣ обжигаются въ печи, куда забрасывается поваренная соль, которая отъ дѣйствія сильнаго жира (отъ 1300° C до 1800° C) испаряется и, приходя въ химическое соединеніе съ кремнеземомъ, содержащимся въ трубѣ, образуетъ на поверхности трубъ силикатъ натрія, который не вступаетъ въ соединенія ни съ какими кислотами. Этотъ силикатъ натрія, называемый обыкновенно соляной глазурью, входитъ въ весьма тѣсное соприкосновеніе съ тѣломъ трубы, образуя на ея поверхностяхъ мелкія крапинки.

Керамиковыя соляно-глазуrowанныя трубы получили широкое распространеніе во всѣхъ системахъ канализаціи вслѣдствіе того, что онѣ обладаютъ достаточной прочностью и водонепроницаемостью и прекрасно

1) См. Engineering Record, 1902; вообще въ этомъ журналѣ за 1905—1910 годы можно найти много конструкций желѣзо и сталебетонныхъ водостоковъ.

противостоятъ химическимъ реагентамъ; кромѣ того онѣ обладаютъ весьма большой гладкостью стѣнокъ и наконѣцъ представляютъ большія удобства въ быстротѣ укладки вслѣдствіе фабричнаго способа ихъ выдѣлки, который позволяетъ предъявлять къ издѣліямъ самыя строгія требованія.

Хорошія достаточно обоженныя керамиковыя соляно-глазурованные трубы издають чистый ясный звукъ и въ изломѣ имѣють плотное слегка стекловидно-зернистое строеніе. Присутствіе въ тѣлѣ трубы даже небольшихъ количествъ извести дѣлаетъ ее совершенно негодной къ употребленію: находящаяся въ трубѣ известь гасится отъ присутствія воды въ трубахъ, и труба даетъ трещины, становится гнилой. Приблизительное сужденіе о качествѣ тѣла трубы можно получить при обработкѣ его зубиломъ, труба въ таковой обработкѣ напоминаетъ собой мягкой такъ же обработанный чугунъ.

Керамиковыя трубы состоятъ изъ цилиндрической части *a* и раструба или муфты *b*, діаметръ котораго долженъ быть нѣсколько больше для возможности вставки цилиндрической части слѣдующей трубы (черт. 128). Наружная поверхность конца цилиндрической части и внутренняя раструба дѣлаются бороздчатыми, рифлеными, чѣмъ достигается уплотненіе матеріала для стыковъ трубъ.

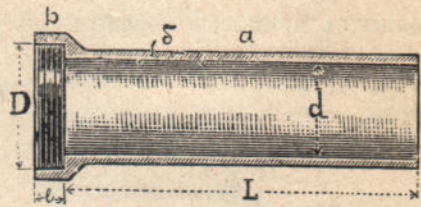
Внутренній діаметръ круглыхъ керамиковыхъ трубъ дѣлается въ Россіи отъ 2 д. (50 мм.) до 32 д. (800 мм.), а за границей до 1000 мм.

Овоидальныя и эллиптическія трубы дѣлаются размѣрами отъ 300/200 до 750/500. Длина круглыхъ трубъ дѣлается отъ 0,60 мет. до 1 метра за границей, у насъ въ Россіи—1 арш.; овоидальныя и эллиптическія трубы имѣють длину въ 0,50 мет. Глубина муфты 6 мм. для трубъ до 150 мм. и 7—8 мм. для трубъ большихъ діаметровъ. Здѣсь слѣдуетъ замѣтить, что овоидальныя эллиптическія и круглыя трубы, діаметромъ больше 600 м., выходятъ изъ обжига неправильной формы и потому представляютъ затрудненія при взаимномъ соединеніи трубъ¹⁾; поэтому на практикѣ употребляютъ для уличныхъ коллекторовъ круглыя трубы отъ 150 до 600 мм. діаметромъ.

Кромѣ прямыхъ трубъ употребляютъ и различныя фасонныя керамиковыя трубы, служащія для удовлетворенія разнообразныхъ случаевъ, встрѣчающихся при устройствѣ канализаціонной сѣти (черт. 129 *a—o*).

Длина этихъ фасонныхъ частей — 0,60 - 0,75 мет.

чер. 128.



¹⁾ *Schmiedt*. Das wirtschaftliche Wertverhältniss zwischen den ei und ellipsenförmigen und den kreisförmigen Steinzeugröhren bei Schmutzwasserkanalisation, Gesundheits Ing. 1906 г.

Для того, чтобы убедиться въ качествѣ керамиковыхъ трубъ необходимо произвести разнородныя испытанія. Для провѣрки прочности трубъ въ лабораторіяхъ по испытанію строительныхъ матеріаловъ производятъ или испытаніе трубъ

чер. 129.



нагрузкой, повѣряя тѣмъ способность трубъ выдерживать извѣстное наружное давленіе или же испытываютъ трубы на внутреннее давленіе до 5 атмосферъ на гидравлическихъ прессахъ.

Приведемъ таблицу результатовъ испытаній крѣпости керамиковыхъ трубъ подѣ дѣйствіемъ внѣшней нагрузки, произведенныхъ надѣ круглыми трубами Фридрихсфельдскаго завода въ лабораторіи по сопротивленію матеріаловъ въ Шарлоттенбургскомъ политехникумѣ (см. Табл. XL).

Результаты испытаній на внутреннее давленіе трубъ той же фабрики таковы: Для трубъ въ 800 мм. діам. отъ 6,5 до 8,2 атмосферъ—въ 600 мм.—отъ 8,3 до 10,2 атмосферъ.

Кромѣ этихъ испытаній еще провѣряютъ водонепроницаемость соляной глазури и тѣла трубъ, а также способность ихъ сопротивляться химическому воздействию кислотъ.

Для опредѣленія плотности глазури берутъ пролежавшую нѣсколько дней въ сухомъ мѣстѣ керамиковую трубу, взвѣшиваютъ и погружаютъ въ ванну съ водой (комнатной температуры); черезъ сутки трубу вынимаютъ изъ ванны и послѣ обтиранія тряпкой вновь взвѣшиваютъ; приращеніе вѣса для хорошихъ трубъ не должно быть болѣе 3%. Для опредѣленія качества керамиковой глины берутъ чере-

послѣ отъ испытуемой трубы и, опиливъ его такимъ образомъ, чтобы глазурь оставалось нетронутой, высушиваютъ его въ воздушной банѣ при 150°С и затѣмъ взвѣшиваютъ. Прокипятивъ тотъ же образецъ въ теченіе 3 часовъ, обсушиваютъ его пропускной бумагой и снова взвѣшиваютъ; приращеніе вѣса не должно быть болѣе 8%. Для испытанія сопротивляемости глазури кислотамъ и щелочамъ ихъ подвергаютъ пробному дѣйствию послѣднихъ въ теченіе 24 часовъ; на глазурь не должно дѣйствовать 5—10% раствора сѣрной, азотной и соляной кислотъ, а также ѣдкаго кали и амміака.

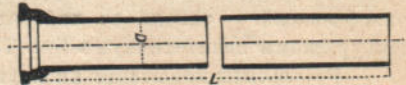
ТАБЛИЦА XL.

Диаметръ трубы D въ миллиметрахъ.	Толщина стѣнокъ въ миллиметрахъ δ	Ломающій грузъ въ килограммахъ.
1000	45	2500
800	40	2050
500	37	3000
480	36	3100
450	35	2350
175	20	2500

§ 6. Чугунныя, желѣзныя, асфальтовыя и деревянныя трубы. Чугунныя трубы въ канализаціонномъ дѣлѣ примѣняются главнымъ образомъ для канализаціи зданій ¹⁾ (черт. 130).

Далѣе они находятъ себѣ примѣненіе для уличныхъ проводовъ по системѣ Лирнура и для напорныхъ линій (Берлинъ). Примѣръ примѣненія чугунныхъ трубъ для сплавныхъ коллекторовъ даетъ г. Кіевъ, примѣнившій при перестройкѣ своей канализаціи для главнаго коллектора неполной раздѣльной системы чугунныя асфальтированныя трубы, діам. 36" — 42". Затѣмъ изъ чугуна устраиваютъ докера и сифоны и такія части уличной сѣти, которыя прокладываются въ плохихъ грунтахъ или подвергаются дѣйствию значительной внешней нагрузки.

Чугунная труба
чер. 130.



Широкаго примѣненія чугунъ не заслуживаетъ, такъ какъ въ такихъ пунктахъ, гдѣ разрушилась асфальтировка при перевозкѣ и укладкѣ или же подъ механическимъ дѣйствиемъ движущихся тяжельхъ частицъ, возможно ожидать разъяданія его сточными водами. Также въ сплавныхъ коллекторахъ при неполномъ ихъ заполненіи

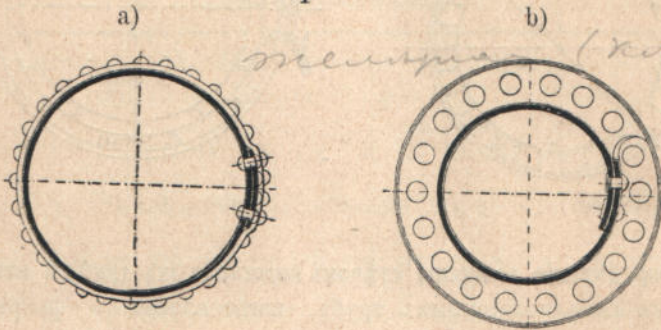
¹⁾ См. В. Ф. Ивановъ. Санитарная техника. Устройство водопроводовъ и водосточковъ въ домахъ. Часть I.

слѣдуетъ ожидать быстрой порчи чугунныхъ коллекторовъ вследствие разъяденія ихъ стѣнокъ канальнымъ воздухомъ. Кроме того при широкомъ распространеніи трамваевъ чугуныя трубы могутъ подвергаться дѣйствию электролиза подѣ влияніемъ блуждающихъ токовъ электрическихъ трамваевъ, если послѣдніе не имѣютъ обратныхъ проводовъ.

Желѣзныя трубы (асфальтированныя и оцинкованныя) малыхъ діаметровъ употребляются для канализаціи домовъ¹⁾; иногда они могутъ быть примѣнены для проводки воды въ промысловыя приспособленія. Желѣзныя трубы большихъ діаметровъ употребляются для устройства дюкеровъ и сифоновъ; въ этомъ случаѣ онѣ также асфальтируются; эмаллировка въ качествѣ защитнаго слоя для большихъ желѣзныхъ трубъ обходится дорого.

Желѣзныя трубы большихъ діаметровъ устраиваются изъ листового желѣза, при чемъ листы склеиваются или въ нахлестку или соединяются накладками (черт. 131 *a—b*).

чер. 131.



Асфальтовыя трубы примѣняются при канализаціонныхъ работахъ очень рѣдко. Они дѣлаются изъ картона, пропитаннаго и покрытаго съ обѣихъ сторонъ асфальтомъ, или желѣзнаго покрытаго асфальтомъ каркаса. Они отлично сопротивляются химическому воздѣйствію отъ кислотъ и щелочей и потому могутъ употребляться для канализаціи фабрикъ съ подобными водами; по стоимости онѣ дороже керамиковыхъ и бетонныхъ трубъ, что зависитъ отчасти отъ ихъ малаго распространенія. Соединеніе асфальтовыхъ трубъ между собой, какъ мы увидимъ ниже, составляетъ ихъ слабую сторону и требуетъ опытныхъ рабочихъ.

Свинцовыя, цинковыя, медныя и латунныя трубы употребляются для домовыхъ канализаціонныхъ устройствъ, описанныхъ нами въ книгѣ „Устройство водопроводовъ и водостоконъ въ домахъ“.

Деревянныя трубы употребляются главнымъ образомъ для тѣхъ частей канализаціонной сѣти, которыя всегда находятся подѣ водой; поэтому онѣ примѣняются для устройства затопленныхъ частей устьевъ канализаціонной сѣти, ливнеспусковъ, запасныхъ выпусковъ. Также они употребительны для отведенія фабричныхъ водъ, но съ обдѣлкой ихъ внутренней

¹⁾ В. Ф. Ивановъ. Санитарная техника. Устройство водопроводовъ и водостоконъ въ домахъ.

поверхности свинцовыми листами. Онѣ дѣлаются обыкновенно изъ простыхъ плотно пригнанныхъ другъ къ другу клепокъ на щипахъ и стягиваются желѣзными обручами (черт. 132—133).

Впрочемъ въ нѣкоторыхъ лѣсныхъ мѣстностяхъ Сѣверной Америки онѣ примѣняются не только для канализаціи, но и для самотечныхъ водопроводовъ, при чемъ въ послѣднемъ случаѣ для большей плотности соединенія устраиваютъ изъ двухъ рядовъ клепокъ и по прежнему стягиваются обручами съ винтовыми нарѣзками и гайками (черт. 133).

Деревянные трубы чер. 133.

чер. 132.



§ 7. **Определение толщины стѣнокъ водосточныхъ трубъ и каналовъ.** Толщина стѣнокъ канализаціонныхъ трубъ, изготовляемыхъ фабричнымъ способомъ, могла бы быть опредѣлена теоретическимъ путемъ, если бы мы разсматривали трубу, какъ упругое тѣло. Но, такъ какъ полученныя такимъ образомъ величины должны были быть увеличены вслѣдствіе трудности выдѣлки тонкостѣнныхъ трубъ и возможности поломки подобныхъ трубъ при перевозкѣ, то на практикѣ довольствуются примѣненіемъ эмпирическихъ формулъ вида δ (толщина стѣнки) = $aD + b$, гдѣ D діаметръ трубы, a и b —численные коэффициенты.

Толщина стѣнокъ для бетонныхъ круглыхъ трубъ (до 600 мм.) опредѣляется по формулѣ.

$$\delta = 0,1 d + 15 \text{ мм. или } 0,1 d + 20 \text{ мм.} \quad (149)$$

При большихъ діаметрахъ δ близко къ выраженію $0,1 d$, какъ это видно изъ величинъ толщины стѣнокъ германскихъ заводовъ; такъ для $d = 800$; $\delta = 80$; $d = 900$; $\delta = 90$; $d = 1000$; $\delta = 100$. Круглыя трубы известной нѣмецкой фабрики Duckerhof имѣютъ неодинаковую толщину въ шельгѣ и пятахъ трубы (черт. 117а).

Діаметръ (черт. 117а)	. . .	d	=	600	700	800	1000
Толщина въ шельгѣ и подошвѣ	s и s_1	=	75	81	100	115	
Толщина въ пятахъ	. . .	w	=	63	70	78	88
Ширина плоской части	. . .	b	=	$\infty^{2/3} d$.			

Размеры оvoidальных коллекторовъ съ неравной толщиной стѣнокъ даетъ канализаціонная сѣтъ г. Дрездена (черт. 117b), гдѣ для построения ихъ очертанія пользовались формулами: толщина свода въ шельгѣ $s = 0,185 d$; толщина свода въ пятахъ $w = 0,1 d + 20$ мм.; толщина стѣнокъ въ подошвѣ $0,14 d + 15$ мм.; ширина плоской части $0,6 d + 30$ мм.

Для опредѣленія величины δ для керамиковыхъ трубъ пользуются выраженіемъ $\delta = \frac{1}{7}$ до $\frac{1}{12} d$ или же формулой $\delta = 0,05 d + 10$ мм. . . (150).

Различные фабриканты при обыкновенныхъ діаметрахъ различную толщину стѣнокъ, что зависитъ отъ качества глины и постановки производства. Приведемъ данныя о толщинахъ стѣнокъ трубъ нѣмецкаго завода „Deutsche Steinzeugwaarenfabrik für Kanalisation und Chemische Industrie“ въ м. Фридрихсфельдъ близъ Мангейма, который дѣлалъ поставки для Варшавской канализаціи.

ТАБЛИЦА ХLI.

d въ мм.	50	75	100	110	125	150	160	175	200	210	225	240	250	270	275	300	330
δ въ мм.	15	15	15	16	16	18	18	19	19	19	20	21	22	23	23	25	26
d въ мм.	350	360	375	390	400	420	450	480	500	510	550	600	650	700	800	100	—
δ въ мм.	28	28	29	30	30	32	34	36	36	37	39	41	43	45	47	50	—

Толщина стѣнокъ чугунныхъ канализаціонныхъ трубъ дѣлается тоньше, чѣмъ водопроводныхъ на 2—3 миллиметра т. е. опредѣлется по формулѣ $\delta = 0,02 D + 4$ пли 3 мм. . . (151); къ сожалѣнію эти трубы въ Россіи не нормированы, и поэтому вполне возможенъ произволъ со стороны заводовъ, которые могутъ сдѣлать потребителямъ трубы съ болѣе тонкими стѣнками, чѣмъ это требуется условіями ихъ работы.

Что же касается жельзобетонныхъ трубъ, то толщина ихъ стѣнокъ опредѣляется на основаніи расчета. Для трубъ системы Монье, подверженныя внутреннему давленію инженеръ Акимовъ ¹⁾ приводитъ слѣдующія формулы:

$$\delta = 0,165 b \sqrt{Ha} \quad (152)$$

$$d_1 = 0,03 \sqrt{DbH} \quad (153) \text{ и}$$

$$d_2 = 0,071 \sqrt{\delta a} \quad (154), \text{ гдѣ } D \text{ — внутрѣнный діаметръ трубы, } \delta \text{ — толщина стѣнокъ трубы, } H \text{ — давленіе жидкости въ килограммахъ на 1 кв. сант., } d_1 \text{ — діаметръ круглaго желѣза для направляю-$$

¹⁾ Б. Н. Акимовъ, Жельзобетонъ въ практикѣ.

щей, d_2 —діаметръ круглаго желѣза для производящей, a —разстояніе между производящими и b —разстояніе между направляющими. Для трубъ, подверженныхъ дѣйствію внѣшней нагрузки, у которыхъ образующія будутъ расположены съ наружной стороны направляющихъ колець

$$\delta = \frac{D_1 H}{2R(1+nk)} \dots (155) \quad \text{и} \quad d_1 = 1,13 \sqrt{k b \delta} \dots (156)$$

гдѣ D_1 наружный діаметръ, R —допускаемое напряженіе на сжатіе бетона $25 \frac{\text{килгр.}}{\text{сант.}^2}$, k процентное содержаніе металла, равное для настоящаго случая 0,005 и n —отношеніе коэффиціентовъ упругости металла и бетона=10,5; при выводѣ формулъ (152)—(156) принято допускать напряженіе въ 7 килогр. на кв. сантим.

Величина δ также должна быть провѣрена еще и по формулѣ (152); а d_2 опредѣлено по формулѣ (154).

Для бетонныхъ каналовъ, изготовленныхъ во рвахъ эмпирической формулы вида $\delta = aD + b$ не примѣняются; въ этихъ случаяхъ можно было бы разчитывать каналъ или какъ упругое тѣло или же какъ абсолютно твердое тѣло по способу предѣльнаго равновѣсія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для полученія большей устойчивости каналовъ значительныхъ размѣровъ имъ придаютъ параболическую форму, какъ форму, соотвѣтствующую кривой давленія. Подобные расчеты составляютъ достояніе курсовъ Статика сооружений и Теоріи Упругости, а поэтому мы, не останавливаясь на способахъ расчета, перейдемъ къ изложенію приѣмовъ для опредѣленія величины нагрузки на каналы.

Водосточные провода въ обыкновенныхъ условіяхъ своей работы сравнительно рѣдко подвергаются внутреннему давленію: такіе случаи имѣютъ мѣсто въ каналахъ общесплавной системы и дождевыхъ каналахъ полной раздѣльной системы во время сильныхъ ливней, которые, переполняя каналы, заставляютъ ихъ работать подъ нѣкоторымъ небольшимъ давленіемъ; кромѣ того высокій подъемъ воды въ протокахъ, въ которыя выходятъ устья каналовъ, также можетъ вызвать работу каналовъ подъ давленіемъ, наконецъ вызвать подобное явленіе могутъ засореніе каналовъ, скопленіе воздуха и т. п. Исключительно подъ давленіемъ работаютъ напорные провода канализаціонной сѣти, дюкера и сифоны, которые разсматриваются при расчетѣ, какъ водопроводныя трубы.

Предѣльная величина внутренняго давленія, которую слѣдуетъ ожидать для даннаго города, можно опредѣлить изученіемъ мѣстныхъ условій.

Гораздо большее значеніе для установленія размѣровъ каналовъ имѣетъ внѣшняя нагрузка, которая состоитъ изъ вертикальнаго и боковаго давленій грунта, въ которомъ укладываются каналы (постоянная нагрузка) и изъ нагрузки отъ проезжающихъ по улицамъ экипажей и фуръ, передаваемой черезъ грунтъ на каналы (подвижная нагрузка).

Внешняя нагрузка от давления земли естественно возрастает по мере увеличения глубины рвовъ, въ которыхъ укладываются водосточные каналы. Къ сожалѣнію имѣется довольно мало опытовъ надъ опредѣленіемъ величины давления земли. Правда, нѣкоторыя наблюденія надъ давлениемъ грунта были сдѣланы при рытвѣ штоленъ, но они мало подходятъ къ разсматриваемому случаю, гдѣ идетъ рѣчь объ опредѣленіи давления отъ свѣже-насыпаннаго грунта, а не отъ уплотненнаго, слежавшагося грунта какъ это имѣетъ мѣсто при прорытіи штоленъ, и гдѣ давление грунта, обыкновенно, меньше, чѣмъ отъ свѣже-насыпанной земли.

Величина давления свѣже-насыпаннаго грунта зависитъ отъ многочисленныхъ факторовъ: отъ рода грунта, отъ способа его засыпки, отъ способа его проницаемости, отъ уровня грунтовыхъ водъ, отъ состоянія погоды во время засыпки и т. п. Такъ, напримѣръ, если работы ведутся въ дождливое время въ глинистомъ грунтѣ, то послѣдній удерживаетъ въ себѣ много атмосферной влаги, вслѣдствіе чего измѣняется уголъ естественнаго откоса грунта, и величина бокового давления возрастаетъ. Обыкновенные песчаные грунты, какъ болѣе пористые, имѣютъ сравнительно съ глинистыми большія преимущества, такъ какъ быстро освобождаются отъ атмосферныхъ водъ; кромѣ того они допускаютъ уплотненіе грунта, что для глинистыхъ грунтовъ не имѣетъ значенія.

Только пески съ тончайшими порами при пропитываніи ихъ водой обладаютъ свойствами глинистыхъ грунтовъ. Установить для всякаго грунта въ различныхъ его состояніяхъ (отъ сухого до насыщеннаго водой) величину давления грунта на водосточные каналы не представляется возможнымъ; для практическихъ цѣлей будетъ достаточно принять въ 1 куб. мет. сильно пропитаннаго водой грунта въ 2000 килогр., что будетъ соответствовать наиболѣе невыгодному случаю въ дѣйствительности.

чер. 134.



Далѣе мы сдѣлаемъ предположеніе, что вертикальное давление грунта передается только до глубины рвовъ до 5 метровъ, что при бѣльшей глубинѣ величина давления не возрастаетъ, и что измѣненіе давления происходитъ согласно заштрихованной очерченной двумя параболами площади на черт. 134.

Эта гипотеза близка къ дѣйствительности, насколько объ этомъ можно судить изъ сдѣланныхъ наблюденій.

Такимъ образомъ площадь *abed* представитъ собой величину давления 1 пог. метра канала при ширинѣ *B* и глубинѣ рва *t*.

Обозначимъ давление, выражаемое площадью *abde* чрезъ p_1

$$\text{Отсюда } p_1 = 2000 \left(2 \frac{1}{3} \cdot \frac{B}{2} \cdot 5 \text{ — площ. } dce \right).$$

$$\text{площ. } dce = (5-t) \frac{de}{3}; \frac{de}{2} + \frac{2.5^2}{B} = (5-t)^2; \quad \text{площ. } dce = \frac{(5-t)^3 B}{5^2} \frac{1}{3}$$

$$p_1 = 2000 B \left[\frac{5}{3} - \frac{(5-t)^3}{75} \right] \dots \dots \dots (157)$$

Для $B=1$ мет., величина p_1 на 1 кв. метръ площади при измѣненіи t чрезъ метръ приметъ значеніе

$$t = 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5$$

$$p_1 = 1627; 2613; 2613; 3120; 3333 \text{ килогр.}$$

Наблюденій надъ передачей давленія отъ подвижной нагрузки на глубину до настоящаго времени не существуетъ; но во всякомъ случаѣ величина этого давленія будетъ зависеть отъ плотности свѣже насыпаннаго грунта. Чѣмъ сильнѣе грунтъ разрыхленъ и болѣе насыщенъ водой, тѣмъ будетъ больше величина давленія отъ подвижной нагрузки.

Для опредѣленія давленія отъ подвижной нагрузки обыкновенно принимаютъ, что она уменьшается пропорціонально квадрату глубины, и что такой законъ дѣйствуетъ только до глубины 5 метровъ. Принимая давленіе отъ подвижной нагрузки на поверхности въ 5000 килгр. на кв. мет., мы для p_2 давленія на нѣкоторой глубинѣ t при ширинѣ въ B будемъ имѣть

$$p_2 = 5000 B \frac{(5-t)^2}{5^2} = 200 B (5-t)^2 \dots \dots \dots (158)$$

При измѣненіи t чрезъ метры

$$t = 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5$$

$$p_2 = 3200; 1800; 800; 200; 0.$$

Для опредѣленія полной нагрузки p казалось бы нужно суммировать приведенныя нами величины p_1 и p_2 . Но на самомъ дѣлѣ послѣ засыпки рововъ подлежитъ еще произвести работы по замощенію отведенной подъ нихъ площади, вслѣдствіе чего движеніе экипажей будутъ производиться лишь по истеченію нѣкотораго времени послѣ засыпки рововъ, и земля за это время успѣетъ частью слежаться, частью освободиться отъ находящейся въ ней воды вслѣдствіе дренажнаго дѣйствія рововъ.

Вслѣдствіе этого слѣдуетъ при суммированномъ дѣйствіи нагрузки брать не p_1 , а kp_1 . Величину этого k Frühling устанавливаетъ въ $\frac{2}{3}$. Поэтому для полученія полной нагрузки мы вычисляемъ ее по формулѣ $\frac{2}{3} p_1 + p_2$;

$$t = 1; 2; 3; 4; 5.$$

$$p = \frac{2}{3} p_1 + p_2 = 4285; 3542; 2880; 2405; 2222.$$

Изъ сопоставленія этого ряда p съ рядомъ p_1 мы видимъ, что величина нагрузки при одномъ вертикальномъ давленіи грунта, начиная съ глубины 3 метровъ, будетъ больше величины суммированной нагрузки $\frac{2}{3} p_1 + p_2$

Полученныя данныя для опредѣленія внѣшней нагрузки мы можемъ примѣнять для расчета большихъ каналовъ (главныхъ коллекторовъ) по способу предѣльнаго равновѣсія.

Подобные приемы применяются и для каналовъ средних размѣровъ, когда ихъ приходится прокладывать въ слабыхъ грунтахъ и уширять подошву. Для большинства же обыкновенныхъ кирпичныхъ и бетонныхъ каналовъ толщину стѣнокъ опредѣляютъ въ зависимости отъ рода матеріала и ширины сѣченія. Для кирпичныхъ каналовъ минимальная толщина сводчатой части—1 кирпичъ; дальнѣйшее увеличеніе размѣровъ дѣлается чрезъ $\frac{1}{2}$ кирпича. Для сокращенія толщины стѣнокъ кирпичныхъ каналовъ прибѣгаютъ къ употребленію и трехчетвертного кирпича.

Для приблизительнаго подсчета толщины стѣнокъ кирпичныхъ коллекторовъ пользуются также и эмпирической формулой:

$$\delta = \frac{0,6 P D}{R - P} \dots (159), \text{ гдѣ } P \text{— нагрузка на 1 кв. ед. поверхности свода, } D \text{— внутренний диаметр коллектора и } R \text{— прочное сопротивление 1 кв. ед. матеріала сжатію; полученные по этой формулѣ размѣры округляются до цѣлаго числа полукирпичей.}$$

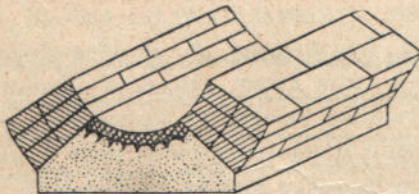
Толщина стѣнокъ бетонныхъ овоидальныхъ каналовъ, набиваемыхъ во рвахъ, дѣлается больше на 15—25% толщины стѣнокъ фабричныхъ каналовъ, такъ какъ при производствѣ работъ во рвахъ нельзя получить бетонъ того же качества, какъ въ фабричныхъ формахъ.

Для опредѣленія толщины стѣнокъ въ пятахъ овоидальныхъ каналовъ можно пользоваться эмпирической формулой $\delta = 0,01 D + 80$ мм. или $0,01 D + 90$ мм. гдѣ δ — толщина стѣнки въ пятахъ, а D — внутренний диаметр канала въ миллиметрахъ.

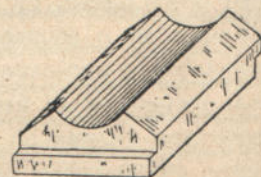
Для опредѣленія толщины стѣнокъ въ пятахъ овоидальныхъ каналовъ можно пользоваться эмпирической формулой $\delta = 0,01 D + 80$ мм. или $0,01 D + 90$ мм. гдѣ δ — толщина стѣнки въ пятахъ, а D — внутренний диаметр канала въ миллиметрахъ.

§ 8. Подошва каналовъ. Мы при описаніи бетонныхъ каналовъ упоминали о примѣненіи бетонной подошвы съ керамиковой обдѣлкой. Такая подошва вполне примѣнима и для кирпичныхъ каналовъ (черт. 135). Она въ водоносныхъ грунтахъ можетъ дѣлаться наверху рвовъ и опускаться внизъ уже въ готовомъ видѣ; соединенія отдѣльныхъ швовъ подобныхъ подошвъ дѣлаются посредствомъ прямоугольнаго шпунта (чер. 136).

Кирпичи на керамике
чер. 135.



чер. 136.

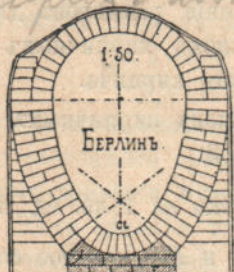


Въ некоторыхъ случаяхъ возможно устройство подошвъ изъ тесоваго камня, если городъ владѣетъ самъ каменоломнями, и камень легко поддается обработкѣ. Въ случаѣ трудности достать керамиковыя плитки представляется возможнымъ замѣнить бетонныя подошвы кирпичными, для заковой цѣли устраиваютъ наверху рвовъ части кирпичныхъ подошвъ,

которые показаны заштрихованными на черт. 137; на этой подошвѣ уже укладываютъ арочку *a*, которая даетъ хорошую перевязку швовъ. Прежде употребляли подошвы, сдѣланныя изъ керамиково́й глины (черт. 138 а-б),

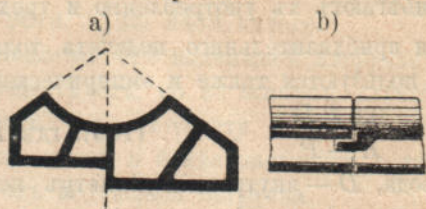
чер. 137.

Кирпичъ подошвы



подошва изъ керамиково́й глины

чер. 138.



но, какъ показалъ опытъ, стыки ихъ пропускали воду; поэтому не смотря на детальную разработку цѣлаго сортамента типовъ подобныхъ подошвъ, керамиковыя подошвы нежелательно примѣнять для постройки каналовъ.



ГЛАВА XI.

§ 1. **Устройство и укрѣпленіе рвовъ.** При постройкѣ уличныхъ водосточковъ нельзя думать объ устройствѣ рвовъ съ естественными откосами, такъ какъ вырытая земля и разобранная мостовая могутъ сильно стѣснить уличное движеніе. Поэтому устройство рвовъ почти повсюду требуетъ укрѣпленія ихъ вертикальныхъ стѣнокъ; исключеніе могутъ представить случаи, когда ведутся работы по укладкѣ главныхъ отводныхъ коллекторовъ за предѣлами городовъ, или когда работы ведутся на незначительныхъ глубинахъ, гдѣ для укрѣпленія стѣнокъ рвовъ на разстояніи 1,5—2 метровъ оставляютъ земляныя перемычки.

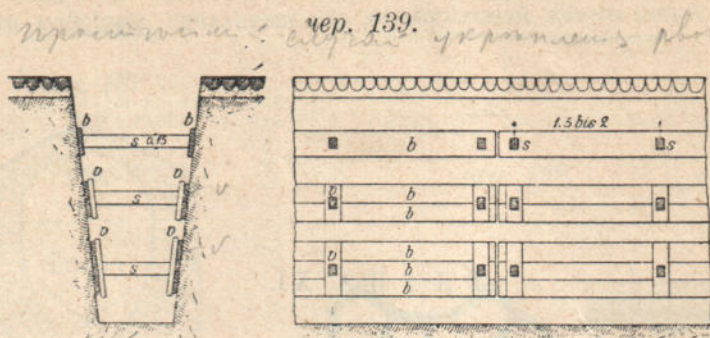
Далѣе, обдѣлка рвовъ имѣетъ цѣлью предотвратить осыпаніе грунта и тѣмъ предупредить не только возможность поврежденія сооружаемыхъ коллекторовъ, но и несчастные случаи съ рабочими. Кромѣ того при слабомъ, пропитанномъ водой грунтѣ и близости рвовъ къ зданіямъ, обдѣлка служитъ предохранительной мѣрой противъ осѣданія почвы, которое въ свою очередь можетъ вызвать поврежденіе ближайшихъ домовъ. При плохомъ грунтѣ въ очень узкихъ улицахъ можетъ оказаться полезнымъ, а иногда и необходимымъ укрѣплять стѣны и фундаменты прилегающихъ домовъ.

Если приходится при этомъ прокладывать водосточные каналы ниже подошвъ фундаментовъ домовъ, то полезно горизонтальныя распорки оставлять въ рвахъ навсегда.

Вообще слѣдуетъ замѣтить, что работы по укрѣпленію рвовъ нужно производить съ возможной тщательностью и не стремиться къ излишней экономіи, такъ какъ могуція произойти вслѣдствіе небрежнаго отношенія къ этому вопросу несчастія съ рабочими или поврежденія зданій могутъ сразу потребовать большихъ расходовъ.

Простѣйшій случай укрѣпленія рвовъ на небольшихъ глубинахъ въ сухихъ грунтахъ при незначительной глубинѣ рвовъ представленъ на черт. 139. Здѣсь стѣнки рвовъ сдѣланы съ откосами 1:5 и укрѣплены горизонтальными досками *b*, которыя передаютъ давленіе земли на клинья *v* и на распорки *z*. Примѣненіе въ настоящемъ случаѣ слабыхъ откосовъ даетъ экономію въ количествѣ досокъ, расходуемыхъ на укрѣпленіе рвовъ, но требуетъ примѣненія горизонтальныхъ досокъ различной длины. Раз-

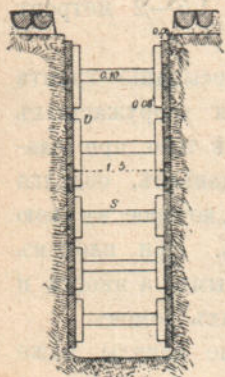
стояніе между распорками l выбирается въ зависимости отъ размѣра тѣхъ частей каналовъ (трубъ, подошвъ), которыя должны быть свободно помѣщены



между распорками; на практикѣ такое разстояніе дѣлается въ 1,5 — 2 мет. Обычные размѣры площади сѣченія распорокъ $0,15 \times 0,05 - 0,06$ мет. ($6'' \times 2''$).

Большая ширина рвовъ или худшій грунтъ требуетъ или увеличенія l или усиленія площади сѣченія распорокъ.

Для рвовъ большой глубины въ сухихъ грунтахъ употребляется сплошная досчатая обдѣлка рвовъ, показанная на черт. 140.



При проведеніи длинныхъ рвовъ замѣняютъ неподвижныя деревянныя распорки подвижными винтовыми распорками, которыя даютъ возможность поддерживать сильное распираніе досчатой обдѣлки и довольно удобны для примѣненія въ рвахъ съ различными ширинами. (черт.



141) Съ экономической точки зрѣнія подвижныя распорки могутъ дать сокращеніе расходовъ, такъ какъ болѣе высокая стоимость

одной подобной распорки сравнительно съ деревянной окупается уменьшеніемъ расходовъ, потребныхъ на постановку большаго числа деревянныхъ распорокъ.

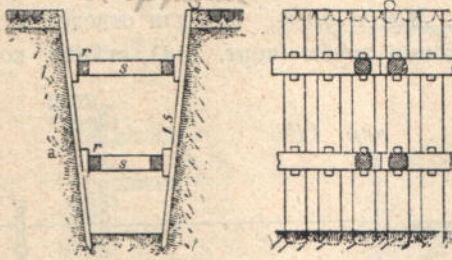
При проведеніи рвовъ въ обсыпавшихся или влажныхъ грунтахъ или для устройства различныхъ канализаціонныхъ колодцевъ примѣняется вертикальная обдѣлка рвовъ, показанная на чер. 142.

Здѣсь давленіе земли передается чрезъ клинья на продольные лежни r , между которыми помѣщены распорки s . Вертикальную обдѣлку неудобно примѣнять для глубокихъ рвовъ, такъ какъ при этомъ можетъ потребоваться очень большая длина отдѣльныхъ досокъ.

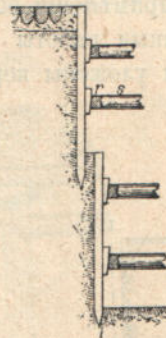
Поэтому при большой глубинѣ рвовъ при вертикальной обдѣлкѣ приходится раздѣлить поперечное сѣченіе рва на двѣ части и, нѣсколько уширивъ его, обдѣлать каждую часть рва независимо (черт. 143).

Приведенные нами способы по обдѣлкѣ рововъ пригодны только для сухихъ грунтовъ при глубинѣ до 8—10 мет.

Верхний обдѣл. ровъ при влажныхъ грунтахъ
чер. 142.



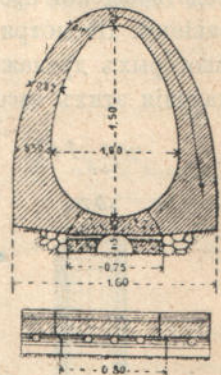
чер. 143.



Если же приходится при прокладкѣ водосточной сѣти имѣть дѣло съ грунтовыми водами, то приемы по устройству рововъ въ большей или меньшей степени усложняются. Простѣйшимъ приемомъ является прокладка подъ подошвами будущихъ водосточныхъ каналовъ дренажныхъ каналовъ и отводъ грунтовыхъ водъ въ ближайшіе водные протоки и сухіе овраги. Для этой цѣли рвы роются снизу вверхъ и укладываются подошвы съ дренажными каналами; послѣ пониженія уровня грунтовыхъ водъ рвы могутъ быть разработаны до проектной профили, и кладка каналовъ будетъ вестись въ сухомъ грунтѣ (черт. 144).

чер. 144.

Вмѣсто подобныхъ подошвъ прежде употребляли еще поля керамиковыя подошвы (чер. 138) въ которыя воды попадаютъ чрезъ стыки. Теперь вмѣсто подобныхъ подошвъ употребляютъ дренажныя трубы или обыкновенныя керамиковыя безъ задѣлки стыковъ, обсыпая ихъ отъ прониканія песку гравіемъ.



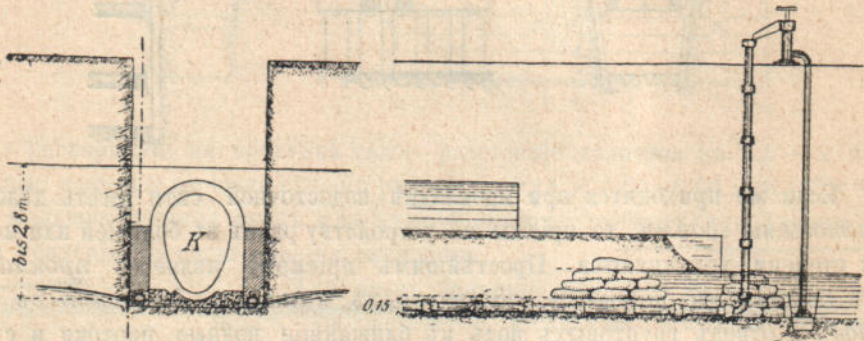
Но эти приемы можно рекомендовать только при слабомъ притокаѣ грунтовыхъ водъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ можно ожидать въ будущемъ поврежденія подошвы каналовъ вслѣдствіе движенія въ дренажную сѣть грунтовыхъ водъ съ пескомъ.

Болѣе безопаснымъ является отнесеніе дренажныхъ линій къ стѣнкамъ рва, но при этомъ увеличивается ширина рововъ. Если примѣняются двѣ дренажныя линіи, то одна укладывается глубже другой; при устройствѣ подобныхъ дренажныхъ линій для осажденія песку, увлекаемаго грунтовыми водами, и для наблюденія за дѣйствіемъ дренажныхъ трубъ устанавливаются ревизионные (смотровые) колодцы.

Если устроенная дренажная сѣть будетъ оставлена въ грунтѣ послѣ постройки водосточныхъ каналовъ, то необходимо дренажные колодцы располагать вблизи будущихъ смотровыхъ колодцевъ или же сразу строить осо-

бые смотровые колодцы съ частью, предназначае­мой для дренажныхъ колодцевъ. Въ дренажныя линіи обыкновенно заклады­вается мѣдная или оцин­кованная желѣзная проволока для ихъ прочистки отъ песку. Интересный примѣръ примѣненія боковыхъ дренажныхъ трубъ представляють собой ка­нализационныя работы въ г. Магдебургѣ, гдѣ для отведенія грунтовыхъ водъ были уложены керамиковыя трубы (черт. 144), стѣнки которыхъ для

чер. 145.



предотвращенія прониканія песку были задѣланы пучками сѣна и обсыпаны гравіемъ. Несмотря на подобныя мѣры замѣчались засоренія пескомъ въ нѣкоторыхъ дренажныхъ линіяхъ, уложенныхъ со слабымъ уклономъ; для удаленія этихъ засореній прибѣгали къ промывкѣ этихъ проводовъ до бли­жайшаго смотрового колодца обратнымъ токомъ

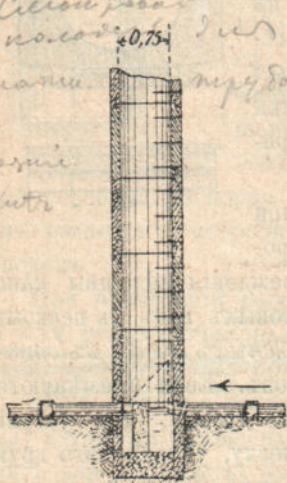
воды. Для этой цѣли къ дренажной линіи при­соединяли вертикальную трубу, у которой на верху рва ставили ручной насосъ; всасываю­щая труба этого насоса забирала воду, скоплен­ную перемычками изъ мѣшковъ съ пескомъ. Смо­тровые колодцы для дренажныхъ трубъ, установ­ленные на разстояніи до 200 метровъ, устраивались съ осадочной частью, которые были фильтромъ изъ гравія раздѣлены на двѣ части (черт. 146).

Изъ этого примѣра можно видѣть, что по­добныя дренажныя трубныя линіи трудно предо­хранить отъ засасыванія мелкимъ пескомъ.

Въ случаѣ пересѣченія небольшихъ про­слойковъ грунтовыхъ водъ прибѣгаютъ къ смѣ­шанной обдѣлкѣ рвовъ (черт. 147); часть рва до

уровня грунтовыхъ водъ обдѣлывается горизонтальными досками, а ниж­няя часть вертикальными, забиваемыми вручную въ грунтъ, на глубину 0,5 — 0,8 метр. Вода изъ этихъ рвовъ удаляется насосами, къ которымъ она подводится при помощи уложеннаго ниже подошвы каналовъ провода;

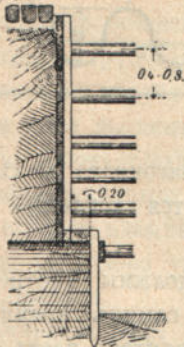
чер. 146.



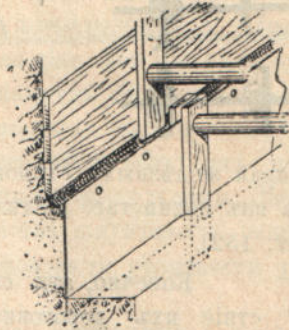
въ пунктѣ установки насоса для удобства всасыванія во рвѣ дѣлается небольшое углубленіе для помѣщенія сѣтки всасывающей трубы.

Для подобныхъ же случаевъ вмѣсто вертикальныхъ досокъ при постройкѣ канализациі г. Кіева примѣняли жельзные листы, забиваемые ручной бабой (черт. 148).

чер. 147.

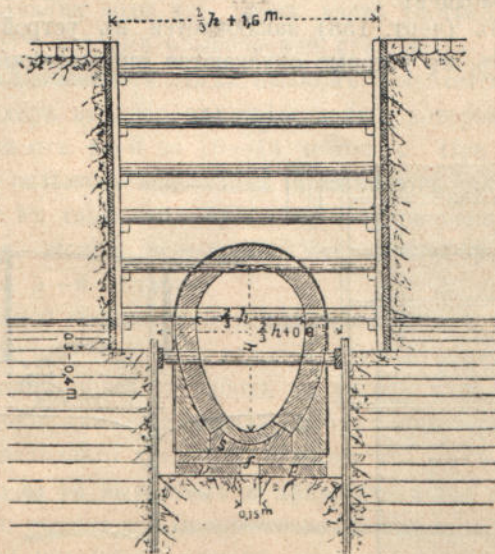


чер. 148.



Вдоль рва забивались доски (толщиной 2"), между которыми загонялись желѣзные листы, стыки конѣвъ съ вертикальными досками проконопачивались паклей. Въ желѣзныхъ листахъ оставлялись дыры для того, чтобы по окончаніи работъ на данномъ участкѣ можно было бы ихъ легко вытащить и использовать для слѣдующаго.

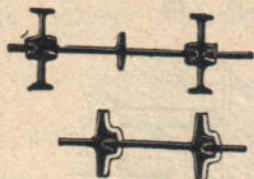
чер. 149.



Въ сильно пропитанныхъ водой грунтахъ приходится прибѣгать къ забивкѣ шпунтовыхъ рядовъ (черт. 149). Этотъ способъ обдѣлки рвовъ обходится дорого вслѣдствіе большого протяженія водосточныхъ каналовъ.

Если при постройкѣ водосточныхъ каналовъ приходится проѣзжать сильно пропитанные водой слои гальки или грубаго гравія, то прибѣгаютъ къ устройству металлическихъ шпунтовыхъ стѣнокъ изъ оцинкованнаго фасоннаго или волнистаго желѣза (черт. 150—151).

чер. 150.



чер. 151.



Нижній край желѣзныхъ стѣнокъ изъ фасоннаго желѣза заостряется, а въ стѣнкахъ изъ волнистаго желѣза дѣлается усиленіе нижняго конца кольцомъ (черт. 152).

чер. 152.



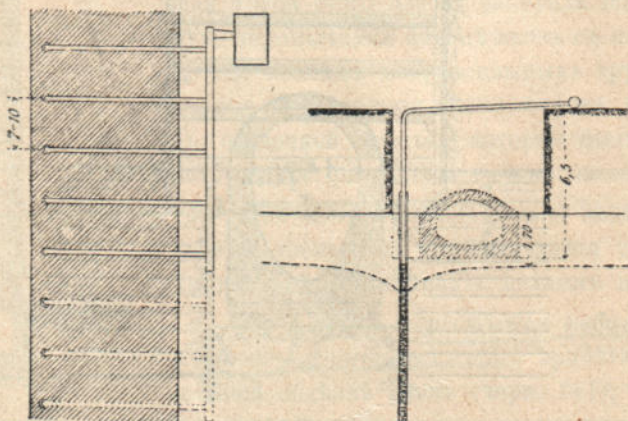
Конечно, эти способы должны употребляться вслѣдствіе ихъ дороговизны въ самихъ крайнихъ случаяхъ, когда забивка деревянныхъ шпунтовъ идетъ очень медленно.

За послѣднее время въ Германіи для борьбы съ грунтовыми водами стали примѣнять новый способъ „способъ искусственнаго пониженія уровня грунтовыхъ водъ“, представляющій весьма большое удешевленіе сравнительно съ примѣненіемъ шпунтовыхъ рядовъ. Способъ этотъ пред-

ставляетъ собой примѣненіе къ осушкѣ рвовъ водопровода изъ трубчатыхъ (бруклинскихъ) колодцевъ.

Этотъ способъ (черт. 153) заключается въ устройствѣ ряда трубчатыхъ колодцевъ, въ которые опускаются всасывающія трубы, соединяю-

чер. 153.



щія въ одну общую всасывающую сифонную трубу. Вода высасывается постоянно дѣйствующими паровыми насосами, установленными у крайняго

трубчатого колодца. При понижении уровня ниже подошвы будущего канала кладка последнего производится в сухом рвѣ. Пока ведутся работы по устройству известнаго участка канала, в сосѣднемъ участкѣ закладываются трубчатые колодцы съ такимъ расчетомъ, чтобы по окончаніи работъ по устройству канала можно было бы перенести паровую насосную станцію на новое мѣсто и на новомъ участкѣ начать откачку грунтовыхъ водъ.

Примѣръ примѣненія этого способа представляютъ работы по устройству двухъ ливнепускныхъ общесплавной канализации г. Шарлоттенбурга. Тамъ были заложены трубчатые колодцы діам. 150 мм. на разстояніи 7—10 м. Главная всасывающая труба имѣла діаметръ 200 мм., по которой день и ночь грунтовая вода высасывалась паровымъ насосомъ. Трубчатые колодцы во время этихъ работъ были использованы 8 разъ; ихъ муфтовые стыки для легкой разборки закрывались резиновыми кольцами. Экономія при примѣненіи этого способа взаимнѣ устройства шпунтовыхъ рядовъ была болѣе 100 процентовъ, не говоря уже о возможности произвести работы самымъ тщательнымъ образомъ.

Для выкачивания воды изъ рововъ примѣняются насосы разнообразныхъ конструкций, при чемъ ихъ выборъ производится въ зависимости отъ количества поднимаемой ими въ единицу времени воды. Такъ, для малыхъ количествъ до 5 литровъ въ секунду достаточно пользоваться ведрами или простѣйшими ручными насосами. Для болѣе сильныхъ притоковъ воды пользуются крыльчатymi и дисковыми насосами. Такъ, напр., крыльчатые насосы сист. Альвейлера подаютъ отъ 90 до 1600 ведеръ въ часъ, насосы системы „Диафрагма“ отъ 1500 до 2200 ведеръ въ часъ.

Также для откачки воды изъ рововъ часто употребляютъ насосы системы „Летестю“, которые обыкновенно приводятся въ движеніе силой рабочихъ. Производительность этихъ насосовъ колеблется въ предѣлахъ отъ 1400 до 10000 ведеръ въ часъ, соотвѣтственно которой потребное число рабочихъ мѣняется отъ 4—6 до 10—14 человекъ. При дороговизнѣ рабочихъ рукъ и при сильномъ водоотливѣ примѣняютъ центробѣжные насосы, приводимые въ движеніе паровыми, электрическими или калорическими двигателями; высота всасыванія для центробѣжныхъ насосовъ не должна быть болѣе 5—6 метровъ.

При достаточной ширинѣ улицъ вынимаемая изъ рововъ земля складывается у верхнихъ краевъ ихъ, гдѣ и лежитъ до обратной засыпки рововъ. Производство канализационныхъ работъ въ узкихъ улицахъ можетъ повлечь за собой прекращеніе движенія экипажей, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ сильное стѣсненіе пѣшеходнаго движенія. Поэтому въ этихъ случаяхъ отвозятъ землю немедленно за ея вырытіемъ и привозятъ вновь количество, необходимое для засыпки; вывозъ земли представляется также необходимымъ, если вынимаемый изъ рововъ грунтъ сильно загрязненъ, что можетъ вызвать появленіе эпидемическихъ болѣзней среди рабочихъ и городского населенія. Въ такихъ случаяхъ полезно укладывать по краямъ рововъ рельсы, опирающіеся на задѣланные въ стѣнки рововъ поперечины; на этихъ

рельсахъ передвигаются вагонетки, на которыя складывается вынутая земля. Еще удобнѣе примѣненіе парового подъемнаго крана, который поднимаетъ ящики съ землей на вагонетки, двигающіяся по рельсамъ, уложеннымъ вблизи одного изъ краевъ рововъ. Этотъ кранъ можно утилизировать и для подъема отдѣльныхъ частей каналовъ (подошвы, частей бетонныхъ каналовъ и т. под.). Если бы имѣлось достаточно мѣста, то кранъ могъ бы быть помѣщенъ и на боковомъ пути. Кромѣ того слѣдуетъ упомянуть, что въ нѣкоторыхъ городахъ для вывозки земли пользовались канатными дорогами¹⁾.

§ 2. Устройство туннелей для водосточныхъ каналовъ. Выше мы указывали, что не слѣдуетъ дѣлать глубину заложения водостоковъ выше 8—10 мет., такъ какъ рытье рововъ большей глубины вызываетъ серьезныя затрудненія для производства работъ и громадныя расходы; обыкновенно при достиженіи подобныхъ глубинъ приходится вести работы по устройству рововъ *туннельнымъ способомъ*. Такіе случаи встрѣчаются въ канализаціонной практикѣ и обыкновенно вызываются мѣстными условіями.

Прежде всего устройство туннелей является неизбѣжнымъ, если коллекторъ пересекаетъ возвышенность, обойти которую по условіямъ мѣстности не представляется возможнымъ.

Далѣе туннели могутъ быть вызваны необходимостью помѣстить водосточные каналы ниже водоносныхъ пластовъ. Примѣръ устройства подобнаго туннеля даетъ гор. Чикаго²⁾, гдѣ онъ былъ устроенъ въ глинистомъ грунтѣ, надъ которымъ находился плывунъ. Затѣмъ туннели устраиваются и на небольшой глубинѣ, если водосточные каналы проходятъ по очень оживленнымъ или узкимъ улицамъ, гдѣ устройство рововъ могли бы сильно стѣснить уличное движеніе. Примѣръ устройства туннеля на очень незначительной глубинѣ отъ поверхности уличной мостовой (0,45—1 мет.) представляетъ собой главный коллекторъ Clichy³⁾ въ Парижѣ, который на протяженіи 1750 метровъ былъ проведенъ въ туннель.

При работахъ въ плотномъ сухомъ грунтѣ при устройствѣ туннелей прибѣгаютъ къ способу, показаному на чертежѣ 153. *Туннельныя работы*⁴⁾ начинаются съ устройства *колодезь*, для которыхъ выбираются мѣста, доступныя для отвозки выбираемой изъ туннелей земли. Количество колодезь зависитъ отъ общаго протяженія туннеля и отъ выбраннаго разстоянія между колодцами, которое колеблется на практикѣ между 100—200 саж., и отъ степени трудности работъ въ данномъ грунтѣ. Послѣ доведенія колодезь до глубины подошвы будущаго канала и установки приспособленій, необходимыхъ для спуска въ колодезь, начинаютъ рытье и послѣдовательное

1) Zentralblatt der Bauverw. 1883; Bull. de la société d'encouragement 1896.

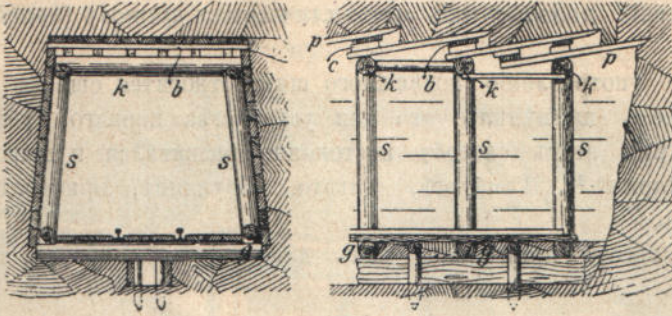
2) Engineering Record, 1899.

3) Beschmann, Distribution d'eau et assainissement des villes.

4) Описаніе туннельныхъ работъ изложено также въ статьѣ Sewer tunneling in London, Eng. Rec 1909.

закрѣпленіе стѣнокъ туннеля. Обдѣлка туннелей въ данномъ случаѣ состоитъ изъ трапецидальной рамы, состоящей изъ верхней и нижней обвязки *k* и *g* и наклонныхъ стоекъ *s*; на эту раму, устроенную изъ 5—6 вершко-

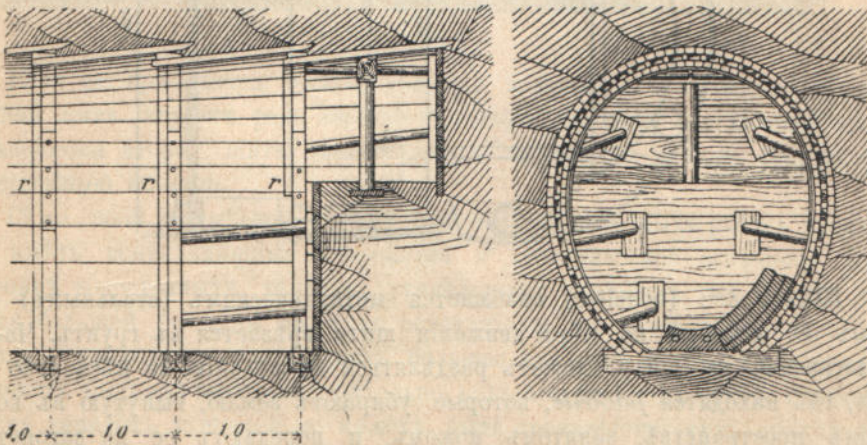
чер. 153.



выхъ бревенъ, чрезъ посредство 3"-овыхъ поперечныхъ *p* и клиньевъ *c* передается давленіе отъ плотно пригнанныхъ другъ къ другу и заостренныхъ съ концовъ 3" досокъ, воспринимающихъ непосредственно давленіе отъ грунта.

Подобный типъ обдѣлки пригоденъ для каналовъ среднихъ и малыхъ размѣровъ; для большихъ каналовъ приходится прибѣгать сначала къ

чер. 154.



устройству направляющихъ штолень, а затѣмъ уже къ разработкѣ туннелей до проектнаго профиля.

Въ водоносныхъ грунтахъ инженеромъ Линдлеемъ былъ примененъ при постройкѣ канализаціи въ Франкфуртѣ на Майнѣ и въ Варшавѣ слѣдующій приемъ для постройки туннелей (черт. 154).

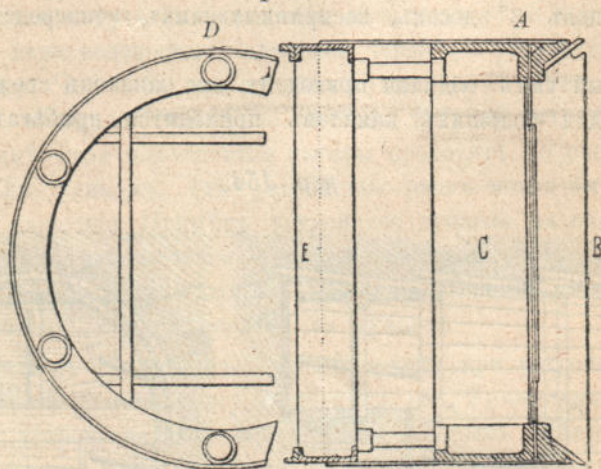
Форма поперечной досчатой обдѣлки соответствуетъ формѣ поперечнаго сѣченія каналовъ; досчатая обдѣлка поддерживается черезъ каждыя 1½ арш. желѣзными разборными ободьями *r*. По окончаніи кладки коллектора ободья развинчивались и вынимались, а доски оставались на мѣстѣ для предупрежденія осѣданія земли. Въ качествѣ способа для устройства туннелей слѣдуетъ еще упомянуть о распространенномъ за границей способѣ примѣненія *подвижныхъ металлическихъ щитовъ* (*bouclier, brustschild*).

Первое употребленіе подвижнаго щита относится еще къ 1825 году, когда *Брюнель* примѣнилъ его для устройства перваго туннеля *подъ Темзой*. Затѣмъ этотъ способъ постепенно развивался и широко примѣнялся въ Парижѣ¹⁾, Гамбургѣ, Чикаго, Бруклинѣ, Брюсселѣ²⁾ Мельбурнѣ³⁾ и др.

Этотъ способъ примѣнимъ, какъ для сухихъ грунтовъ, такъ и для водоносныхъ.

При примѣненіи его для сухихъ грунтовъ устройство подвижнаго щита заключается въ слѣдующемъ (черт. 155).

чер. 155.



*Щитъ А*⁴⁾ (*bouclier*) снабжается металлическимъ (стальнымъ) *ножомъ В*, который по мѣрѣ движенія щита врѣзается въ грунтъ. Часть, прилегающая къ щиту, можетъ раздѣляться по желанію на нѣсколько камеръ, гдѣ находятся *работіе*, которые убираютъ землю, вынутую въ кольцевомъ пространствѣ, занятомъ ножомъ, и передаютъ ее на вагонетки; въ *камерѣ С* помѣщаются по окружности щита *гидравлическіе прессы D*,

1) Hervieu, Traité pratique de la construction des égouts.

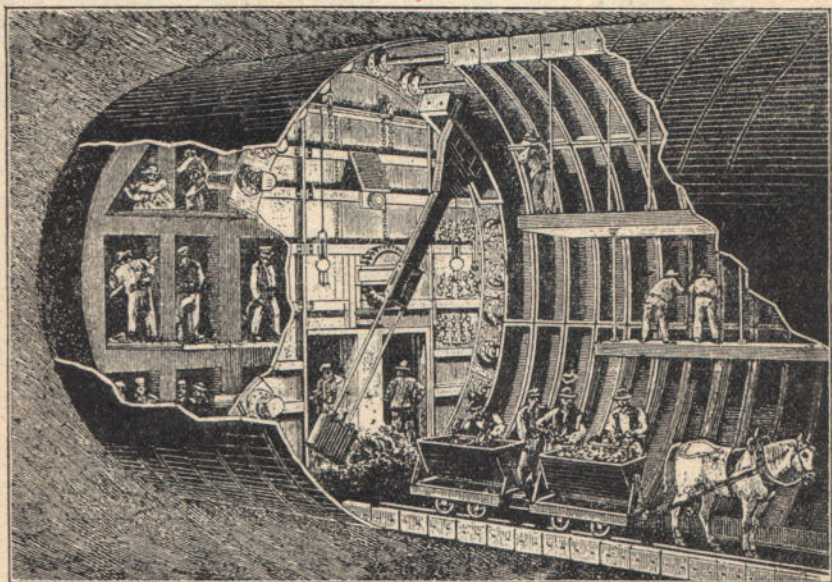
2) Eng. News, 1896 I.

3) Eng. Record, 1899.

4) Hervieu, loc cit.

приводящіе щитъ въ движеніе. За камерой *C* находится *задняя камера E*, гдѣ рабочіе уже нагружаютъ вагонетки землей, которую отвозятъ по рельсовымъ путямъ къ устроеннымъ для подъема земли колодцамъ; въ камерѣ *E* уже находится часть обдѣланнаго туннеля или въ видѣ металлической трубы или каменной кладки. Иллюстрацію подобнаго рода работъ въ сухихъ грунтахъ представляетъ собой черт. 156 ¹⁾.

чер. 156.



Если же приходится имѣть дѣло съ водоноснымъ грунтомъ, то подвижной щитъ играетъ роль *горизонтальнаго кессона*, для каковой цѣли устраиваются второй щитъ (переборка) и *воздушные шлюзы для входа въ кессонную камеру*.

Само собой разумѣется, что при производствѣ подобныхъ работъ необходимо имѣть вентиляціонныя устройства и электрическое освѣщеніе. При постройкѣ водосточныхъ каналовъ туннельнымъ способомъ ихъ стѣнки дѣлаются большей толщины на тѣхъ основаніяхъ, что глубоко заложенымъ каналамъ приходится выдерживать большее давленіе, и что самая кладка не можетъ быть сдѣлана такъ тщательно, какъ при дневномъ свѣтѣ. Расчетъ стѣнокъ каналовъ туннелей не можетъ быть произведенъ; тутъ приходится руководиться наблюденіями надъ устроенными каналами; весьма выгодной формой сѣченія будетъ кругъ. Въ качествѣ строительнаго матеріала слѣдуетъ для туннелей рекомендовать кирпичную или тесовую кладку; бетонъ здѣсь непримѣнимъ вслѣдствіе трудности его трамбованія въ туннеляхъ.

¹⁾ La Nature, 1890 г

§ 3. **Постройка кирпичных каналов.** Постройка самих кирпичных каналов идет непрерывно за вырытием рвовъ.

Для большей успешности работъ по прокладкѣ коллекторовъ необходимо распределить рабочихъ на группы, при чемъ поручить каждой группѣ специальную работу. Впереди работаютъ 2 партіи рабочихъ, изъ коихъ одна занимается разработкой и крѣпленіемъ рвовъ, а другая удаленіемъ земли изъ рвовъ. Затѣмъ послѣдовательно работаютъ 3 партіи каменщиковъ, изъ коихъ первая работаетъ по устройству подошвъ во рвахъ или по укладкѣ изготовленныхъ на верху подошвъ на днѣ рвовъ, вторая занимается устройствомъ щековыхъ частей каналовъ и третья устройствомъ сводчатыхъ частей. При благоприятныхъ обстоятельствахъ артель изъ 4 каменщиковъ и 4 подносчиковъ по даннымъ проф. Бюзинга можетъ въ сутки сдѣлать известное количество погонныхъ метровъ каналовъ, какъ это можно видѣть изъ слѣдующей таблицы XLII.

ТАБЛИЦА XLII.

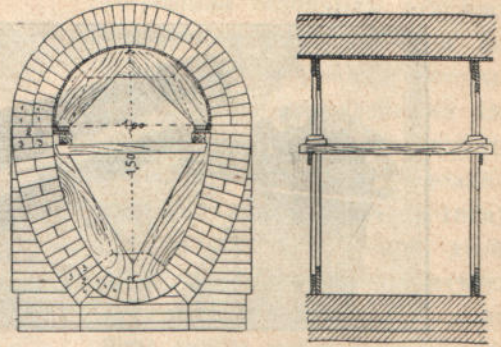
Круглые каналы.	Овоидальные каналы.	Протяженіе каналовъ въ пог. мет.
Диаметр.	Размѣръ.	
0,500	0,7 / 1,05	12—15
0,625	0,84 / 1,26	9—12
0,750	1,0 / 1,25	6—8
0,875	1,16 / 1,74	4—6

Само собой разумѣется, что эти цифры имѣютъ приблизительное значеніе, такъ какъ на нихъ могутъ оказать вліяніе многочисленные факторы: борьба съ грунтовыми водами, укрѣпленіе рвовъ, устройство основаній, состояніе погоды и т. п.

При устройствѣ кирпичныхъ каналовъ обращается особое вниманіе на *правильность укладки подошвъ каналовъ по оси рвовъ на заданной глубинѣ*, такъ какъ ошибка въ уклонѣ дна каналовъ можетъ повлечь за собой *измѣненіе отводоспособности каналовъ*. Поэтому по окончаніи устройства подошвы до устройства щековыхъ частей каналовъ необходимо произвести ея тщательную нивелировку; оконченныя подошвы перекрываются продольными досками во избѣжаніе загрязненія отъ цементнаго раствора. Для устройства *щековыхъ* и сводчатыхъ частей устраиваютъ деревянные кружала (черт. 157). Во время работъ по устройству щековыхъ частей вставляются въ назначенныхъ мѣстахъ керамиковые или бетонные патрубки для присоединенія домовыхъ отвѣтвленій и соединительныхъ

трубъ отъ дождеприемниковъ (черт. 158). Всѣ швы внутренней поверхности водостоковъ тщательно расширяются. Для кружалъ, которыя дѣлаются для сводовъ, устраиваются деревянные барабаны изъ строганныхъ досокъ, длиной 1,5—2 мет. Послѣ того какъ прошло время, необходимое для отвердѣнія цементнаго раствора, заполняютъ часть рва надъ сводомъ на высоту до 0,30 м. пескомъ, который послѣ осадки плотно уплотняется; вслѣдъ за этимъ производится дальнѣйшее заполненіе рвовъ слоями 0,20—0,30 мет., которые плотно трамбуются. Уже послѣ этого удаляются клинья изъ подъ кружалъ, и они перемѣщаются на сосѣдній участокъ.

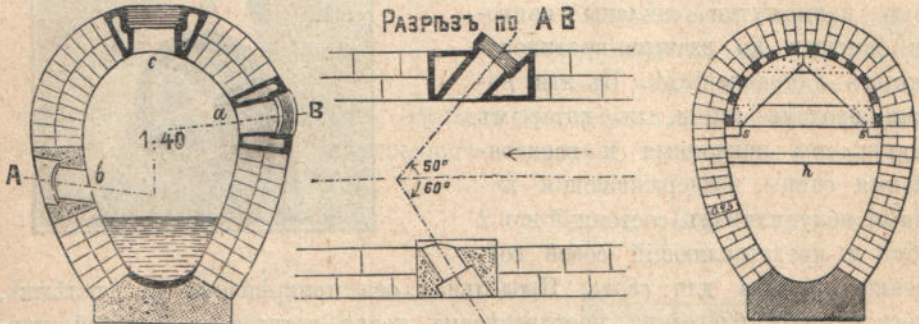
чер. 157.



При устройствѣ небольшихъ каналовъ кружала устанавливаются на выступающихъ кирпичахъ *s* (черт. 159), которые послѣ раскружаливанія

чер. 158.

чер. 159.

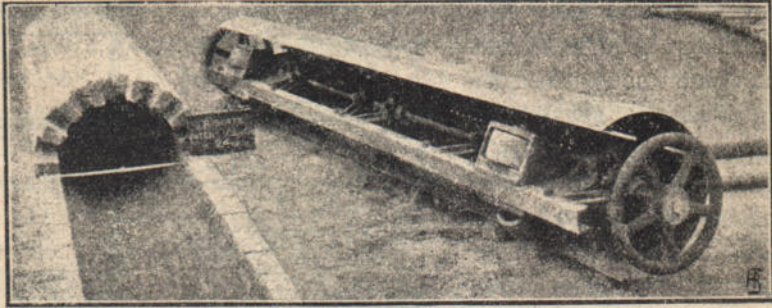


удаляются; вмѣсто кирпичей *s* можно установить поперечные брусья *h*, на которыхъ укладываются продольные брусья, поддерживающіе кружала. Свободное пространство между наружными стѣнками канала и рва заполняютъ или пескомъ или вынутымъ грунтомъ, но при этомъ производится тщательная трамбовка; въ слабыхъ грунтахъ каналамъ или даютъ контрфорсы или же заполняютъ бетономъ промежутокъ между стѣнками рва и канала. Лежащія на водосточныхъ линіяхъ смотровые колодцы и камеры для различныхъ назначеній лучше дѣлать одновременно съ каналами.

При постройкѣ длинныхъ кирпичныхъ каналовъ канализаціонной сѣти г. Калькутты Робертсомъ были примѣнены подвижные кружала, давшія возможность получить весьма точно заданные размѣры сѣчений каналовъ (черт. 160 a-b).

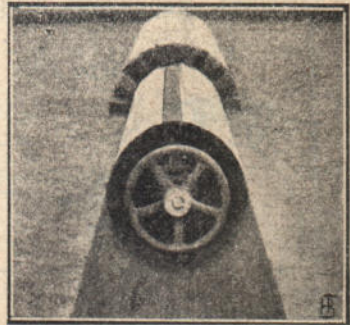
Эти кружала, будучи сдѣланы для известнаго типа сѣченій строящейся канализаціи, даютъ возможность пользоваться ими для любого діаметра даннаго типа. Черт. (160-a-b и 161) показываетъ типъ подоб-

чер. 160-a.



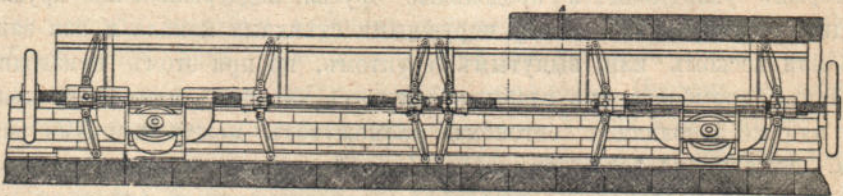
чер. 160-b.

ныхъ кружалъ для круглыхъ сѣченій. Они состоятъ изъ продольной желѣзной оси, на которой чрезъ извѣстные промежутки сдѣланы винтовые наръзки по взаимно-противоположныхъ направленіяхъ. Въ эти наръзки входятъ гайки, къ которымъ прикрѣплены наклонныя и горизонтальныя спицы, поддерживающія желѣзный полуцилиндръ, состоящій изъ 2 частей и представляющій собой собственно кружала для свода. Продольная ось прикрѣплена къ тѣлѣжкѣ,



коготорой благодаря противовѣсамъ точно катятся по нижней про-

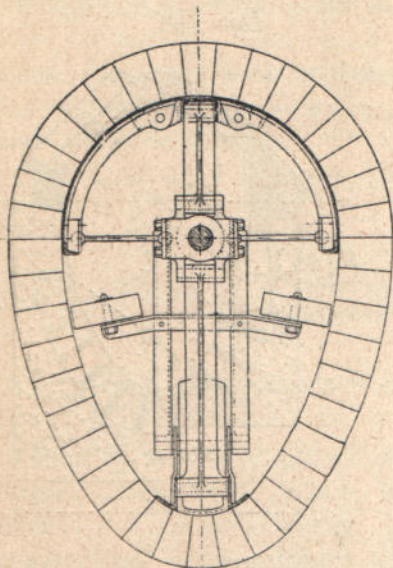
чер. 161.



изводящей водостока. Для управленія продольной осью съ 2 сторонъ ея имѣются рукоятки, вращая которыя мы можемъ получить кружала любого діаметра для известнаго типа сѣченія. На Калькутской канализаціи при при-

мѣненіи кружалъ Робертсу удавалось проходить до 36 англ. фут. (\approx 11 метр.) въ день. На черт. 162 показаны *подвижныя кружала для овоидальныхъ стѣнній*.

чер. 162.

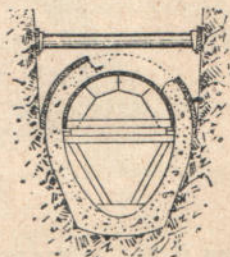


и чугуномъ или деревяннымъ, обитымъ желѣзомъ или цинкомъ, сердечникомъ, имѣющимъ форму внутренняго очертанія коллектора. Сердечникъ,

§ 4. **Постройка бетонныхъ и желѣзобетонныхъ каналовъ.** Для устройства бетонныхъ каналовъ пользуются желѣзными или деревянными формами, которыя устраиваются или двойными или же одиночными, если вмѣсто второй стѣнки можно воспользоваться стѣнками рва (черт. 163а). Въ случаѣ примѣненія двойныхъ формъ наружныя стѣнки формы и стѣнки рвовъ должны быть между собою раскрѣплены; этимъ достигается неподвижность формъ для бетонныхъ каналовъ. Бетонную массу тщательно втрамбовываютъ въ промежутки между хорошо выравненными стѣнками рва, играющаго роль наружнаго кожуха, или въ промежутки между стѣнками формы

чер. 163-b.

чер. 163-а.



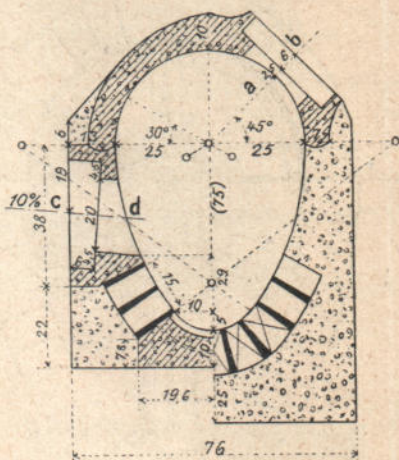
(длиной 2—3 метра), опирается однимъ концомъ въ оконченную часть коллектора, а другимъ въ раму, установленную поперекъ рва.

По окончаніи набивки и достаточномъ затвердѣніи бетона сердечникъ вынимается, и свободный конецъ его устанавливается на раму, передвинутую впередъ на длину сердечника. При подобномъ способѣ производства работъ слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на тщательную трамбовку слоями въ 0,125 (5")—0,2 м. (8"), что иногда бываетъ затруднительно,

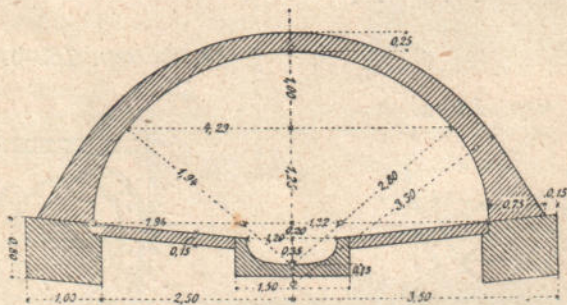
особенно въ узкихъ рвахъ около дна, а потому лучше и для бетонныхъ каналовъ примѣнять готовыя подошвы, обдѣланныя керамиковыми плитками.

Для упрощенія и ускоренія производства работъ по устройству бетонныхъ каналовъ, набиваемыхъ во рвахъ, можно нѣкоторыя ихъ части (сводъ, подошву, патрубки) изготовлять внѣ рововъ и затѣмъ соединять ихъ съ набитыми во рвахъ частями. Примѣръ такого устройства показанъ на чер. 164, гдѣ части изготовленныя внѣ рововъ заштрихованы; тутъ же показана двоякая обдѣлка подошвы: съ лѣвой стороны клинкеръ и керамиковыя плитки, а съ правой-только клинкеръ. Въ цементной штукатуркѣ нѣтъ большой необходимости, такъ какъ она плохо связывается съ внутренней поверхностью каналовъ, которая получается достаточно гладкой при употребленіи металлическихъ формъ. Бетонные каналы являются весьма пригодными, если представляется необходимымъ придать имъ большіе размѣры, напримѣръ при перекрытіи городскихъ ручьевъ (чер. 165). При производствѣ подобныхъ работъ представляется выгоднымъ употребленіе машинъ для промывки и просѣиванія

чер. 164.



чер. 165.



песку и щебня и для составленія самого бетона. Время, потребное для постройки бетонныхъ каналовъ, меньше на 25—30%, чѣмъ кирпичныхъ.

§ 5. **Постройка желѣзобетонныхъ каналовъ.** Приемы по постройкѣ желѣзобетонныхъ каналовъ зависятъ, главнымъ образомъ, отъ конструкціи водосточнаго канала и системы арматуры, и поэтому деревянныя (а иногда и металлическія) формы для ихъ устройства отличаются большимъ разнообразіемъ. Тѣмъ не менѣе можно дать нѣкоторыя общія указанія, которымъ должно подчиняться устройство формъ.

Формы должны быть настолько *прочны и жестки*, чтобы выдерживать давленіе бетона и арматуры, дѣйствіе трамбованія и вѣсь работающих людей. Онѣ должны легко разбираться, чтобы можно было бы ихъ использовать для другихъ участковъ канализаціонныхъ коллекторовъ. Поверхность соприкасанія формъ съ бетономъ должна быть по возможности глаже, для каковой цѣли доски опалубки выстругиваются; доски опалубки должны быть пригнаны по возможности плотно; отъ влажности бетона доски разбухаютъ и сжимаются довольно плотно; но при этомъ необходимо, чтобы онѣ не корбились.

Для этой цѣли слѣдуетъ на одномъ ребрѣ каждой доски снимать фаску (чер. 166); во время бетонированія такое скошенное ребро набухаетъ и прижимается плотно къ сосѣднему ребру. Для устраненія сцѣпленія цемента съ деревомъ или металломъ хорошо

чер. 166.



выструганныя доски формъ смазываются мыломъ, саломъ, минеральнымъ масломъ и т. под.

Для производства работъ по устройству большихъ желѣзобетонныхъ каналовъ съ пологимъ сводомъ по системѣ Монье для перекрытія ручьевъ пользуются тѣми же приемами, какъ и для устройства мостовыхъ сводовъ. Прежде всего устанавливаютъ сѣтку по внутренней поверхности свода канала на самыхъ кружалахъ. Для этого на опалубкѣ намѣчаютъ линіями расположеніе вѣхъ стержней и укладываютъ на мѣсто *направляющія*, предварительно изогнутыя, а потомъ *образующія*, соединяемыя съ первыми при помощи перевязокъ. Для облегченія установки сѣтки поступаютъ иногда такъ: на кружала кладутъ прежде всего, на разстояніи отъ 0,50 до 1 мет., кратномъ разстоянію между образующими, нѣсколько *продольныхъ* стержней, которыя прикрѣпляются слегка къ опалубкѣ; эти стержни называются *стержнями направленія*. Затѣмъ кладутъ *направляющія*, привязывая каждую изъ нихъ къ каждому изъ *стержней направленія*. Работу по установкѣ арматуры заканчиваютъ укладкой образующихъ, которыя располагаются параллельно стержнямъ направленія. Стыки направляющихъ и образующихъ размѣщаются вразгонку. Послѣ установки *арматуры* ее поднимаютъ на нѣсколько сантиметровъ при помощи плоскихъ камней; далѣе накладывается бетонъ прежде всего вокругъ и подъ металлической арматурой и подбивается тщательно подъ желѣзныя части; затѣмъ начинаютъ *трамбовку* бетона слоями 0,10—0,15 мет. посредствомъ деревянныхъ или металлическихъ трамбовокъ. При большихъ пролетахъ водосточныхъ каналовъ работу начинаютъ сразу въ нѣсколькихъ мѣстахъ, напри- мѣръ, у пяты и въ серединѣ cadaго полусвода; кладка ведется симметрично такъ, чтобы избѣжать искривленія кружалъ во время схватыванія бетона.

Затѣмъ, когда сооруженіе сядетъ, сводъ замыкается одновременно въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Боковыя стѣнки формы служатъ габаритомъ для при данія своду необходимой толщины.

Изъ описанія вышеизложенныхъ приѣмовъ видно, что *кружала устанавливаются до установки арматуры*. Инженеръ Куанье (Coignet) при постройкѣ Аржантейльской галлерей (черт. 121 и 167) примѣнилъ другой приѣмъ, при которомъ *установка остова предшествуетъ установкѣ формъ*.

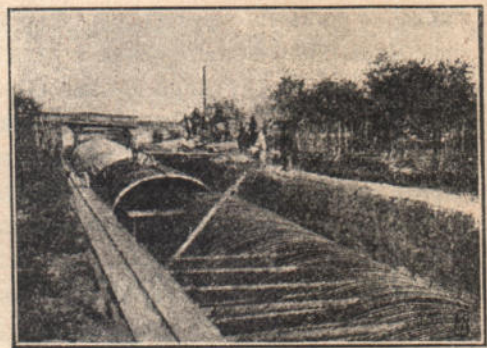
Послѣ устройства бетоннаго ростверка, работа была начата съ укладки на мѣсто и заливки желѣзныхъ прогоновъ корытного сѣченія, предназначенныхъ для поддержанія направляющихъ металлическаго остова. Эти направляющія предварительно изгибались ручнымъ способомъ по лекалу точно по кривой свода и опорныхъ стѣнъ и затѣмъ устанавливались на мѣсто. Ихъ спускали въ выемку, гдѣ онѣ поддерживались въ верхней части ихъ козлами, на которыхъ имѣлись замѣтки черезъ опредѣленные разстоянія, и затѣмъ устанавливали нижними концами на корытообразные прогоны. Послѣ того приступали къ установкѣ *образующихъ*, начиная съ нижней части опорныхъ стѣнъ. Предварительно укладывали нѣсколько *стержней направленія* для регулированія разстоянія между *направляющими*. Окончивъ металлическій остовъ опорныхъ стѣнъ, устанавливали внутри галлерей форму и набивали бетонъ и уплотняли его при помощи деревянныхъ трамбовокъ. Верхній слой выравнивался подъ лопатку и придавливался щитомъ. Иллюстраціи этихъ работъ изображены на черт. 167 а—б.

чер. 167.

а)



б)



Интересующихся большими подробностями производства желѣзобетонныхъ работъ отсылаемъ къ специальнымъ сочиненіямъ по желѣзобетону¹⁾.

§ 6. Устройство каналовъ изъ керамиковыхъ трубъ. Соединеніе *керамиковыхъ* трубъ можетъ быть устроено нѣсколькими способами. Простѣйшій способъ заделки стыка *керамиковыхъ* трубъ представляетъ собой

¹⁾ 1. Поль Кристоффъ, Желѣзобетонъ и его примѣненія, перев. съ французскаго 1903.

2. Von Emperger, Handbuch für Eisenbetonbau—1907.

3. Керстенъ, Желѣзобетонныя сооруженія перев., съ нѣм. 1907.

4. Инж. Акимовъ, Желѣзобетонъ въ практикѣ, 1908.

5. Göldel, Die Praxis und Theorie des Eisenbetons, 1908.

6. Rheinhard Weder, Leitfaden des Eisenbetonbaues, 1909.

соединеніе его на глинь. Для этой цѣли (черт. 168) сначала обмываютъ снаружи рифленый конецъ трубы нѣсколькими рядами хорошо просмоленной пеньковой пряди, вдвигаютъ его въ муфту предыдущей трубы и, провѣривъ взаимное положеніе, плотно уколачиваютъ смоляную прядь помощью инструмента, называемаго *конопаткой*, (черт. 169) добавляя прядь въ случаѣ надобности. Послѣ этого обмазываютъ стыкъ кругомъ слоемъ жирной, хорошо перематой глины толщиной въ 3 д. и шириной д. 8—9.

По опытамъ проф. Фрюлинга подобные глиняные стыки въ состояніи выдерживать давленіе отъ столба до 2 мет. безъ ихъ разстройства.

Глиняный стыкъ прежде былъ весьма распространенъ (канализація Берлина), но позднѣйшія наблюденія за сдѣланными линіями изъ керамиковыхъ трубъ выяснили при его употребленіи слѣдующіе недостатки. Прежде всего самый матерьялъ для заполнения стыковъ выбирался безъ должнаго вниманія къ качеству глины, такъ что не получалось плотнаго заполнения; нерѣдко вмѣсто глины примѣняли суглинокъ, взятый изъ канализаціонныхъ рововъ. Затѣмъ этотъ

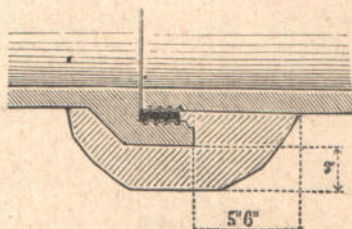
стыкъ легко разрушался подъ постояннымъ дѣйствіемъ грунтовыхъ водъ; также онъ портился дождевыми червями и корнями деревьевъ, которые тянутся къ водѣ, протекающей по канализаціоннымъ трубамъ. Разрушеніе глиняныхъ стыковъ было обнаружено еще недавно при устройствѣ канализаціи Царскаго Села, улицы котораго обсажены деревьями. Вслѣдствіе подобныхъ *качествъ глинянаго стыка онъ долженъ быть признанъ непригоднымъ для отвода канализаціонныхъ водъ.*

Вмѣсто глинянаго стыка стали употреблять *цементный стыкъ*. Для устройства этого стыка заполняютъ первую половину его смоляной прядью, а вторую—цементнымъ растворомъ (1:1—1:2); наружная обмазка также дѣлается изъ цемента.

Въ Англіи дѣлали стыкъ изъ одного цемента, благодаря чему цементъ легко проваливался и образовывалъ цементные наплывы, способствующіе образованію осадковъ въ трубахъ (черт. 170).

Для устраненія подобныхъ наплывовъ тамъ же употребляютъ особые, состоящіе изъ двухъ дисковъ *скрепки*, которые счищаютъ наплывы немед-

чер. 168.



чер. 169.



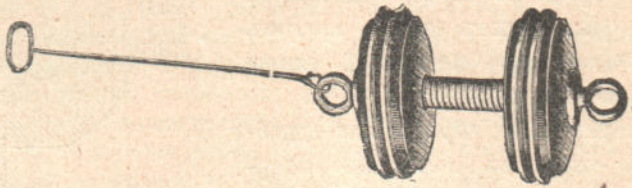
чер. 170.



ленно по задѣлкѣ стыковъ (черт. 171); чер. 172 представляетъ собою трубу, уложенную при употребленіи скребка.

Выбираемый для стыковъ цементъ не долженъ увеличиваться въ объемъ при затвердѣніи, такъ какъ это можетъ вызвать разрушеніе муфты.

черт. 171.



Главный недостатокъ *цементнаго* стыка, отличающагося своей водонепроницаемостью, — *отсутствіе упругости* — качества, важнаго для возможности подвергаться нѣкоторымъ перемѣщеніямъ безъ разстройства стыковъ подѣйствіемъ засыпки и подвижной нагрузки. Поэтому подобный стыкъ могъ бы быть рекомендованъ лишь при надежномъ основаніи, организаціи засыпки небольшими слоями и на

черт. 172.



улицахъ со слабымъ движеніемъ. Кроме того цементный стыкъ требуетъ не только откачиванія грунтовыхъ водъ во время работъ, но и нѣкоторое время

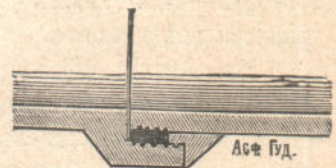
спустя до необходимаго отвердѣнія раствора.

Поэтому неудивительно, что и *цементный стыкъ былъ вытѣсненъ другими, въ составъ которыхъ входилъ упругій матеріалъ-асфальтъ.*

Для составленія асфальтовыхъ замазокъ употребляютъ различные рецепты.

Инженеръ Линдлей рекомендуетъ дѣлать смѣсь изъ 1 части асфальта и 2 частей гудрона, инженеръ Улла изъ 1 части гудрона и 1 части асфальтовой мастики. Инженеръ Шнейеръ¹⁾, производившій опытъ надъ асфальтовымъ стыкомъ въ московской канализаціи, рекомендуетъ составъ изъ 1 части гудрона и 3—4 частей сызранскаго асфальта. Для устройства асфальтоваго стыка сначала такъ же, какъ и для глинянаго, забиваютъ смоляную прядь на $\frac{1}{3}$ глубины муфты конопаткой, а остальную часть заливаютъ расплавленной асфальтовой замазкой (черт. 173).

чер. 173.



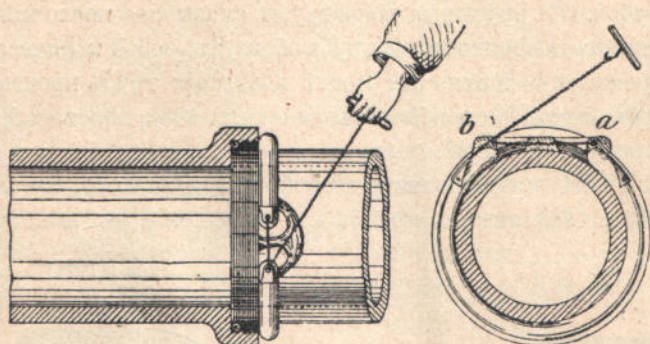
Самую же заливку стыковъ слѣдуетъ производить при помощи накладныхъ съемныхъ колецъ, которыя могутъ быть сдѣланы или изъ резины

¹⁾ Труды IV Водопроводнаго Съѣзда, докладъ инженера В. К. Шнейера. Объ асфальтовомъ стыкѣ для водопроводныхъ трубъ.

(способ Reichlinger) или из джутовых набитых пробковыми опилками полосъ (способ Unna). Прикрѣпленіе кольца сист. Унна къ керамиковой трубѣ дѣлается слѣдующимъ образомъ (черт. 174).

Кольцо (толщ. 5—6 см.) плотно накладывается на трубу у ея рас-
труба и стягивается посредствомъ мѣдной проволоки; эта проволока при-

чер. 174.

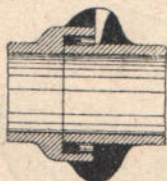


рѣпляется къ ушку *a*, пропускается чрезъ ушко и затѣмъ натягивается для плотнаго прикрѣпленія кольца къ трубѣ. Чтобы уничтожить скольженіе кольца по трубѣ оно смазывается слоемъ жирной глины. Кольцо не смыкается на трубѣ, и въ образующіяся такимъ образомъ отверстія заливается асфальтовая замазка изъ литника (черт. 175) при чемъ заливка производится медленно, чтобы дать выходъ воздуху. Для заливки асфальтовая замазка расплавляется въ имѣющемся на работахъ небольшомъ передвижномъ котлѣ діам. до 1 ар. Застываніе стыка происходитъ чрезъ нѣсколько минутъ, послѣ чего кольцо снимается. При производствѣ работъ зимой необходимо немного подогрѣвать трубы, чтобы не было быстрого охлажденія. Для малыхъ трубъ вмѣсто колецъ Унна и имъ подобныхъ употребляютъ глиняную обмазку съ отверстіемъ для заливанія замазки (черт. 176).

чер. 175.



чер. 176.



Керамиковыя линіи съ асфальтовыми стыками по сдѣланнымъ опытамъ въ Германіи выдерживали давленіе до 5,5 атмосферъ; кромѣ того эти асфальтовые стыки оказались весьма устойчивыми въ отношеніи къ химическимъ воздѣйствіямъ сточныхъ водъ и способными выдерживать температуры до 40—50° С.

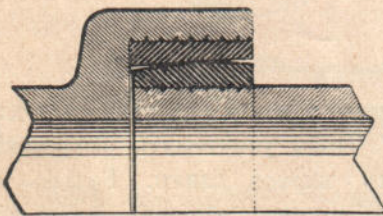
Этими качествами асфальтоваго стыка объясняется широкое распространеніе его за послѣднее десятилѣтіе въ Западной Европѣ.

У насъ въ Россіи асфальтовые стыки для канализаціи были примѣнены въ Москвѣ¹⁾ и въ Кіевѣ.

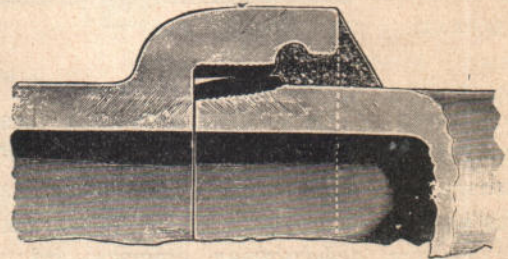
Кромѣ простаго раструбнаго соединенія въ Англіи употребляютъ еще иныя весьма многочисленныя соединенія керамиковыхъ трубъ, мало употребительныя на континентѣ. Къ такимъ стыкамъ слѣдуетъ причислить стыкъ Stanford, Tynnal, Paragon и пр. Стыкъ Stanford'a устраивается слѣдующимъ образомъ (черт. 177). Внутренняя поверхность раструба и конецъ керамиковыхъ трубъ снабжаются бороздами, обезпечивающими спѣленіе заполняющей стыкъ замазки съ трубой. Обѣ рифленныя части трубъ смазываются слоями асфальтовой замазки, при чемъ поверхность раструба образуетъ собой коническую, а конецъ трубы сферическую поверхность. Послѣ вдвиганія трубъ производится подогрѣваніе трубъ, послѣ чего обѣ разъединенныя поверхности образуютъ одно цѣлое и образуется плотный стыкъ.

Стыкъ Tindal представляетъ собой видоизмѣненіе стыка Станфорда. Раструбъ (черт. 178) имѣетъ желобъ для заполнения его цементомъ, конецъ

чер. 177.

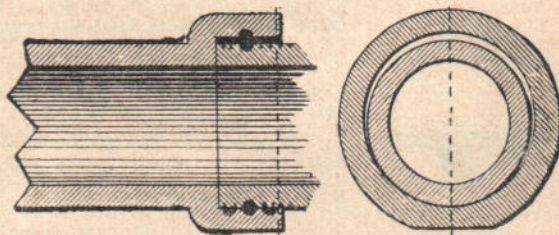


чер. 178.



трубы слегка скошенъ. Заполненіе этого стыка дѣлается сначала асфальтовой замазкой, а потомъ окружается цементнымъ кольцомъ.

чер. 179.



Стыкъ Paragon¹⁾ построенъ по типу американскихъ стыковъ для водопроводныхъ трубъ (черт. 179).

¹⁾ Труды IV Водопроводнаго Съезда, докладъ В. К. Шпейера, Объ асфальтовомъ стыкѣ для водопроводныхъ трубъ.

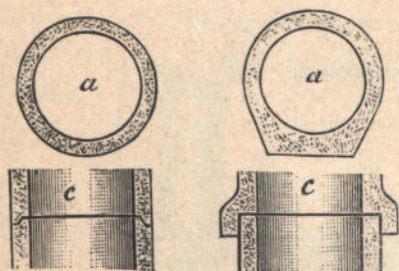
¹⁾ Подробное описаніе англійскихъ стыковъ см. Moore and Silcock, Sanitary Engineering.

Онъ заключается въ примѣненіи желоба въ раструбѣ и концѣ трубы; заполненіе дѣлается или асфальтовой замазкой, или цементомъ. Кромѣ того въ этомъ стыкѣ раструбѣ и трубы располагаются эксцентрично.

§ 7. Устройство каналовъ изъ бетонныхъ и желѣзобетонныхъ трубъ.

Бетонныя трубы соединяются между собой посредствомъ *раструбовъ* или чаще *фальцевъ*, глубина которыхъ мѣняется въ зависимости отъ діаметровъ трубъ отъ 15 до 60 мм.

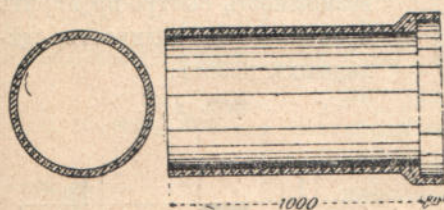
чер. 180.



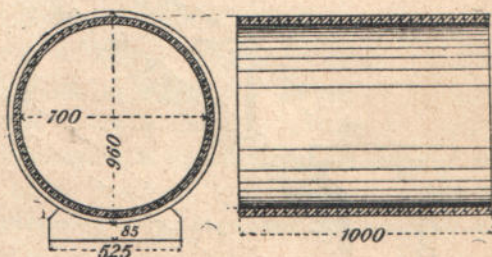
При укладкѣ внутренняя поверхность раструба или фальца смазывается растворомъ цемента, послѣ чего въ нихъ вставляется узкій конецъ слѣдующей трубы. Стыкъ бетонныхъ трубъ смазывается и съ внѣшней стороны слоемъ цемента особенно при фальцевомъ соединеніи. Жесткій стыкъ бетонныхъ трубъ требуетъ для нихъ надежнаго естественнаго или искусственнаго основанія.

Желѣзобетонныя трубы сист. Монье по вѣсу значительно меньше бетонныхъ; для трубъ малыхъ и среднихъ размѣровъ это уменьшеніе доходитъ до 30⁰%, а для большихъ до 50⁰%. Соединеніе круглыхъ желѣзобетонныхъ трубъ (діам. до 500—600 мм.) дѣлается при помощи раструбовъ, заполняемыхъ цементомъ или асфальтовой замазкой (черт. 181); для большихъ же трубъ круглаго діаметра и оvoidальныхъ трубъ употребляются подвижныя муфты, длиной 100—120 мм., при чемъ самый стыкъ поконится на бетонныхъ ступляхъ, сдѣланныхъ по очертанію трубы (черт. 182).

чер. 181.



чер. 182.

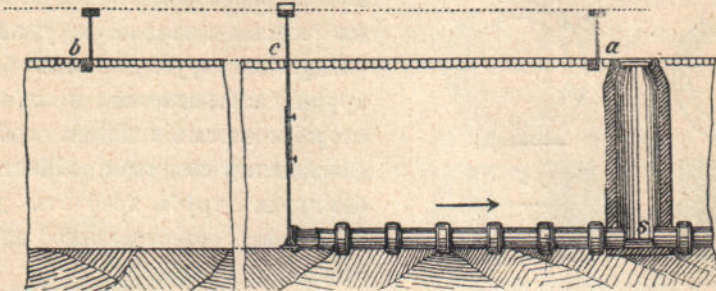


Стыки желѣзобетонныхъ трубъ съ арматурой изъ сортового желѣза (Борденава, Бонна) устраиваются посредствомъ подвижныхъ муфтъ, конструкція которыхъ зависитъ отъ системы трубы. Стыкъ трубъ Бонна со стальнымъ листомъ показанъ нами въ главѣ X на черт. 124.

Соединенія желѣзныхъ, чугунныхъ и асфальтовыхъ трубъ приведены нами въ нашемъ трудѣ „Устройство водопроводовъ и водостоконъ въ домахъ“, куда мы и отсылаемъ нашего читателя.

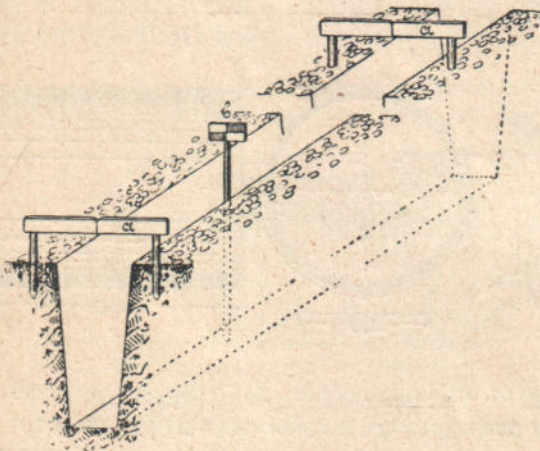
§ 8. Производство работ по укладкѣ водосточныхъ линій изъ трубъ. Укладку водосточныхъ линій производятъ послѣ провѣрки правильности уклона дна вырытыхъ рововъ. Эта провѣрка производится посредствомъ визирныхъ дощечекъ, изъ коихъ двѣ *a* и *b*, будучи прикрѣплены къ задѣланнымъ въ мостовую поперечнымъ брускамъ, устанавливаются неподвижно, а третья визирка *c* передвигается между неподвижными визирками и служитъ для провѣрки неправильностей дна (черт. 183).

чер. 183.



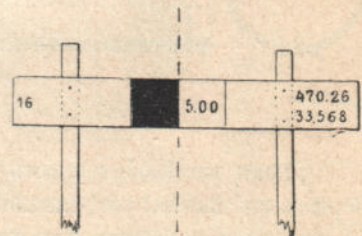
Визирки въ этомъ случаѣ устанавливаются строго по продольной оси рововъ, но довольно часто ихъ устанавливаютъ и поперекъ рва (черт. 184), при чемъ неподвижныя визирки дѣлаются изъ перекладинъ, прикрѣпленныхъ къ столбикамъ, задѣланнымъ въ мостовую.

чер. 184.



На визирныхъ дощечкахъ или перекладинахъ часто помѣщаютъ отмѣтки поверхности улицъ и дна рововъ и пикетажъ, благодаря чему дается возможность быстро провѣрить правильность и количество сдѣланныхъ работъ.

чер. 185.



Такъ на показанной на чертежѣ 185 визиркѣ обозначенъ съ лѣвой стороны номеръ визирки, считая отъ начала работъ, черная полоска точно опредѣляетъ ось канала, рядомъ съ ней выписывается глубина заложения дна

канала (5,00), а съ лѣвой стороны общее разстояніе отъ начала работъ (470,26) и подѣй ней отмѣтка поверхности земли относительно уровня Вислы (33,568).

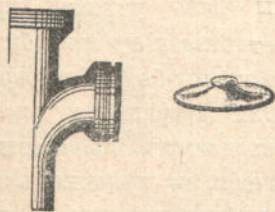
Укладку трубъ ведутъ снизу вверхъ, при чемъ раструбы трубъ обращаются противъ теченія. Для соединенія трубъ одинъ рабочій вырываетъ въ днѣ ровъ при помощи особыхъ лопаточекъ углубленіе для раструбовъ керамиковыхъ трубъ и придерживаетъ руками раструбъ уже уложенный, въ то время какъ другой рабочій вдвигаетъ обмотанный на верху рва конецъ новой трубы въ раструбъ предыдущей; послѣ этого провѣряется правильность укладки трубы, при чемъ производится или съемка излишняго или подбивка недостающаго количества земли, а затѣмъ уже уплотненіе пряди конопаткой и заливка стыка. Такой способъ соединенія, конечно возможенъ въ сухихъ грунтахъ, въ водоносныхъ приходится во все время производства работъ поддерживать горизонтъ грунтовыхъ водъ ниже дна рововъ однимъ изъ вышеприведенныхъ способовъ.

Для лучшаго направленія укладки трубъ въ смотровомъ колодцѣ с (черт. 183) устанавливаются свѣтло горящія (ацетиленовыя) лампы, которыя, освѣщая внутреннюю поверхность уложенныхъ трубъ, даютъ возможность судить о сдѣланныхъ при работахъ неправильностяхъ. Постановкой въ смотровомъ колодцѣ с зеркала подѣ угломъ въ 45° можно получить изображеніе трубы на поверхности улицъ, что имѣетъ значеніе при примѣненіи смотровыхъ колодцевъ небольшого діаметра.

При укладкѣ бетонныхъ и желѣзобетонныхъ трубъ сохраняютъ силу всѣ приемы, примѣняемые для керамиковыхъ трубъ. Но соединеніе стыковъ бетонныхъ трубъ фальцами отнимаетъ меньше времени, чѣмъ раструбами. Кромѣ того плоская постель бетонныхъ трубъ облегчаетъ правильность ихъ укладки по сравненію съ керамиковыми.

§ 9. Устройство отвѣтвленій для керамиковыхъ и бетонныхъ трубъ. При постройкѣ канализаціи приходится въ водосточныхъ линіяхъ укладывать различнаго рода *патрубки для присоединенія вѣтвей отъ домовъ, дождеприемниковъ, вентиляціонныхъ колодцевъ* и пр. Эти патрубки для упрощенія работъ желательно вводить въ сѣть одновременно съ укладкой самихъ водосточныхъ линій. Такъ какъ работы по произведенію домовыхъ вѣтвей

чер. 186.



къ уличной канализаціи производятся лишь послѣ ея окончанія и провѣрки правильности ея дѣйствія, то на практикѣ встрѣчается надобность домовые патрубки закрывать особыми крышками, соединяющимися съ трубами асфальтовой замазкой или цементомъ (черт. 186).

Эти крышки (сист. Jennings'a) не въ состояніи выдерживать давленіе больше 10 метровъ, что надо имѣть въ виду при испытаніи уже уложенныхъ водосточныхъ линій.

До засыпки ровъ положеніе каждаго патрубка измѣряется точно до оси ближайшаго смотрового колодца. Эти цифры заносятся на чертежѣ

(черт. 187), гдѣ наносится расположеніе водосточнаго канала со смотровыми колодцами; соединеніе такихъ чертежей даетъ возможность легко составить исполнительные чертежи уличныхъ водосточныхъ каналовъ.

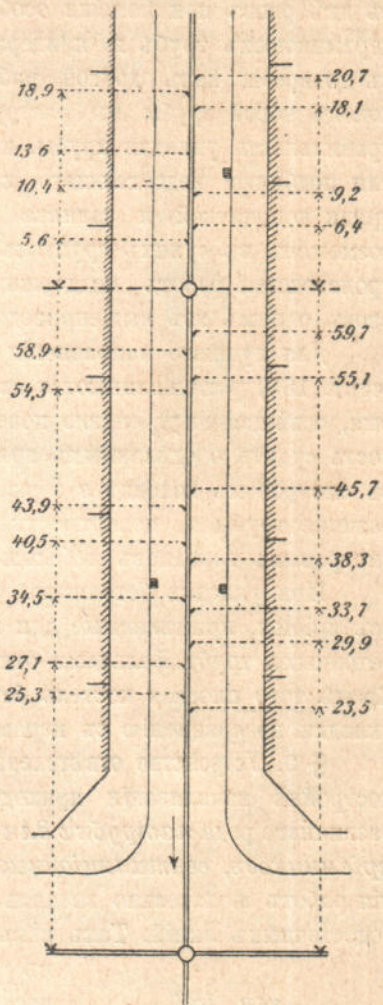
Также полезно дѣлать отмѣтки о положеніи отвѣтвленій масляной краской на доколяхъ или углахъ домовъ.

При устройствѣ канализаціи въ новыхъ улицахъ также необходимо заранѣе назначать расположеніе домовыхъ отводовъ.

Устройство отвѣтвленій естественно вызываетъ уширеніе рвовъ, что необходимо имѣть въ виду при разбивкѣ рвовъ; наименьшая необходимая ширина рвовъ въ этомъ случаѣ будетъ выражаться формулой $d + 0,7$ или $d + 0,8$ мет.

Не смотря на включеніе патрубковъ въ сѣть впоследствии можетъ случиться надобность вставить новые патрубки или вслѣдствіе перестройки домовъ или для присоединенія какихъ либо новыхъ вѣтвей отъ дополнительно устраиваемыхъ колодцевъ. Такія явленія могутъ особенно часто встрѣчаться въ незастроенныхъ или мало застроенныхъ кварталахъ. При устройствѣ патрубковъ въ уложенныхъ линіяхъ пользуются сѣделками, прикрѣпляемыми къ продѣланному въ трубѣ отверстию посредствомъ цемента или асфальтовой замазки, при примѣненіи какового способа не нарушается эксплуатація сѣти. Но болѣе простымъ и надежнымъ соединеніемъ является вставка вмѣсто трубы (длиной 1 метръ) патрубка, короткой трубы (коротыша) и надвигной муфты (черт. 188); этотъ способъ долженъ примѣняться во избѣжаніе задержки теченія воды рано утромъ, при

(черт. 187).



черт. 188-а.

черт. 188-б.



чемъ все отвѣтвленіе должно быть подведено къ трубѣ заблаговременно. Для сокращенія числа частей, входящихъ въ составъ присоединенія, на нѣмецкихъ заводахъ, выдѣлываютъ такъ называемыя Гофмановскія муфты,

которыя соединяють въ себѣ патрубокъ и муфту (черт. 189 а—с).

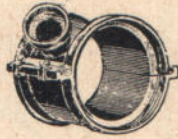
Отвѣтвления для бетонныхъ трубъ устраиваются по способу отмѣченному на чертежѣ 164.

a)

чер. 189.

b)

c)



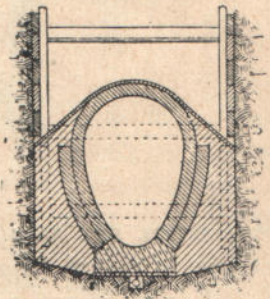
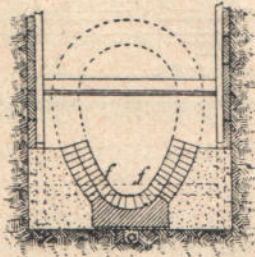
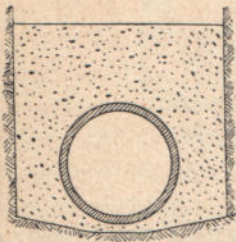
§ 10. Устройство основаній для каналовъ. При устройствѣ водосточныхъ каналовъ малыхъ и среднихъ размѣровъ не требуется искусственнаго укрѣпленія грунта, такъ какъ каналы, будучи заполнены водой, не вѣсятъ больше объема земли, мѣсто которой они занимаютъ. Поэтому задача при постройкѣ каналовъ сводится, главнымъ образомъ, къ созданію равномерной передачи давленія грунта и виѣшней нагрузки на каналъ; только при постройкѣ для большихъ каналовъ приходится провѣрять ихъ размѣры на распоръ отъ боковыхъ давленій грунтовъ.

Этими соображеніями легко объясняется то, что какъ для большихъ каналовъ, такъ и для трубчатыхъ линій, рабочее пространство между стѣн-

чер. 190.

чер. 191.

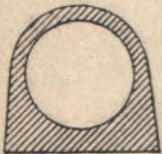
чер. 192.



ками засыпаютъ на нѣкоторую высоту (до 0,50 мет.) надъ шельгой сводовъ пескомъ (черт. 190—191).

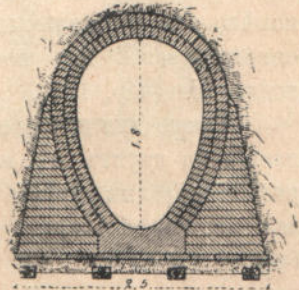
чер. 193.

Другимъ средствомъ для уменьшенія давленія на грунтъ является или уширеніе подошвы путемъ устройства контр-форсовъ (черт. 192), или уширеніе всего сѣченія въ зависимости отъ степени надежности грунта (черт. 193).



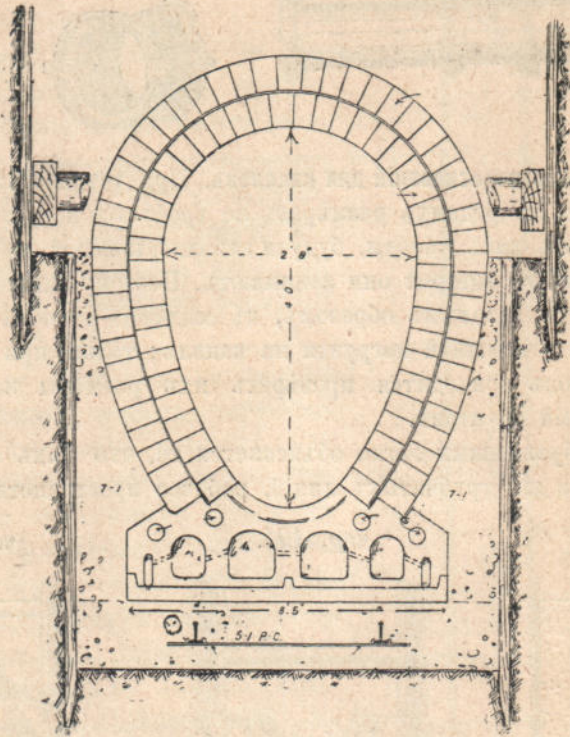
чер. 194.

На черт. 194 изображенъ уширенный водостокъ, уложенный на ростверкѣ. При постройкѣ каналовъ въ слабыхъ грунтахъ при небольшой ихъ толщинѣ выбираютъ этотъ грунтъ и, замѣняя его бетоннымъ массивомъ, рас-



полагають на последнемъ водосточные каналы (черт. 195). Въ случаѣ устройства водосточныхъ каналовъ въ свѣже-насыпанныхъ грунтахъ рекомендуется

чер. 195.

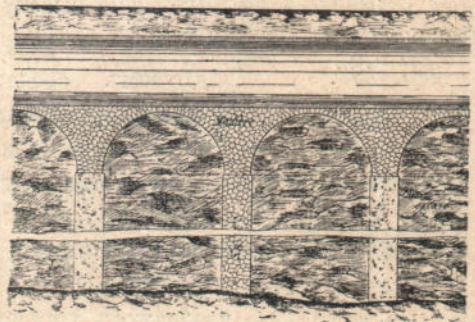


располагать ихъ на аркахъ, упирающихся въ столбы, которые доводятся до надежнаго грунта (черт. 196).

При прокладкѣ же водосточныхъ линій изъ трубъ въ слабыхъ грунтахъ ихъ укладываютъ въ песчаномъ слоѣ и на днѣ рва и помещаютъ продольные лежни, опирающіеся на поперечныя подкладки (чер. 197).

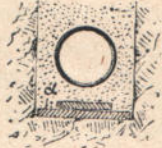
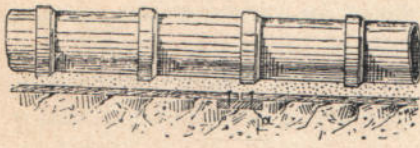
Также для уменьшенія давленія на грунтъ въ глубокихъ рвахъ круглыя трубы заѣмляютъ въ бетонные массивы (черт. 198), что въ нѣкоторыхъ городахъ Зап. Европы (Мюнхенъ) примѣняется для всѣхъ уличныхъ трубъ.

чер. 196.

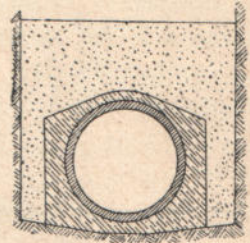


При крайне слабыхъ или глинистыхъ грунтахъ въ предупрежденіе неравномѣрной осадки трубы зажимаютъ между поперечинами, прикрѣплен-

чер. 197.

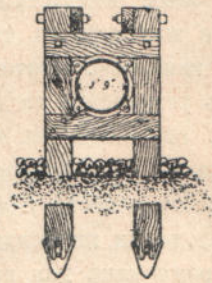
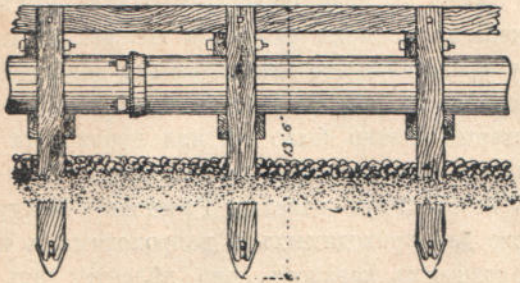


чер. 198.



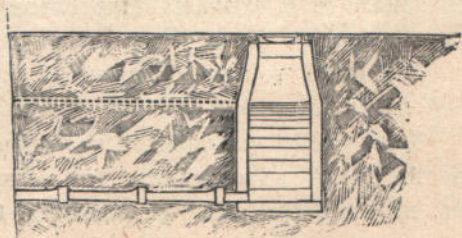
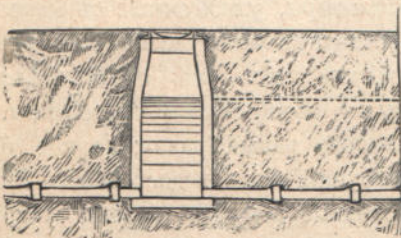
ными къ парнымъ сваямъ, (черт. 199) или укладываютъ непосредственно на сваи съ пригнанными по очертанію трубы верхушками и зажимаютъ ихъ между сваями, притягивая къ нимъ трубы желѣзными хомутами.

чер. 199.



§ 11. Испытаніе уложенныхъ водосточныхъ каналовъ. Послѣ того, когда трубчатые каналы уложены, необходимо до засыпки провѣрить ихъ водонепроницаемость. Это достигается тѣмъ, что испытываемый участокъ разобщаютъ заглушками отъ сосѣднихъ частей, устанавливаемыми въ смотровыхъ колодцахъ, и наполняютъ трубу и смотровые колодцы до извѣтнаго уровня воды. (черт. 200). Если уровень воды въ колодцахъ понизится чрезъ

чер. 200.



извѣстный промежутокъ времени, то это укажетъ на неплотности стыковъ, которыя по обнаруженіи исправляются. Крайне желательно повтореніе подобнаго испытанія и послѣ засыпки, чтобы установить неизмѣнность положенія стыковъ.

Изготавливаемые во рвахъ каналы также желательно испытать на водонепроницаемость до ихъ засыпки.

§ 1. **Смотровые колодцы.** Не смотря на принимаемыя мѣры, обезпечивающія скорость, достаточную для самоочищенія каналовъ, все-таки сточныя воды вслѣдствіе своего состава образуютъ въ нихъ осадки, скопленіе которыхъ съ теченіемъ времени могло бы повести къ полной закупоркѣ каналовъ. Поэтому представляется необходимымъ для водосточныхъ каналовъ устройство на извѣстныхъ разстояніяхъ особыхъ *смотровыхъ колодцевъ*, спускаясь въ которые можно было бы или прочистить скопившіеся осадки въ непроходимыхъ каналахъ или же непосредственно войти въ каналы и произвести тамъ необходимую очистку. Разстояніе между смотровыми колодцами неодинаково для проходимыхъ и непроходимыхъ каналовъ. Въ то время какъ для проходимыхъ каналовъ, оно дѣлается отъ 100 до 250 метровъ, для каналовъ же, недоступныхъ осмотру, отъ 50 мет. до 100 метр., при чемъ меньшіе предѣлы соотвѣтствуютъ меньшимъ діаметрамъ трубъ и меньшимъ уклономъ поверхности водъ. Проф. Фрюлингъ даетъ для разстоянія между смотровыми колодцами l эмпирическую формулу $l = 160 d$, гдѣ d діаметръ или ширина канала въ метрахъ.

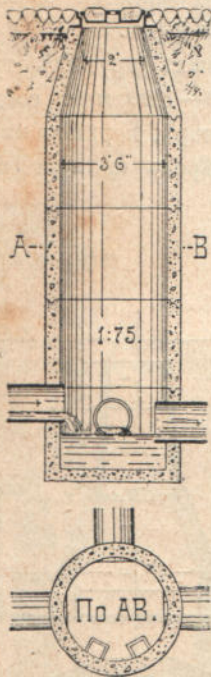
Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что *смотровые колодцы* ставятся во-всѣхъ пунктахъ сѣти, гдѣ мѣняются направленіе, діаметры или уклоны водосточнаго канала т. е. *каналы извѣстнаго діаметра, уложенные съ извѣстнымъ уклономъ* (если длина его не превосходитъ вышеуказанныхъ нормъ для разстояній между смотровыми колодцами), *должны представлять собой прямую линію, ограниченную двумя смотровыми колодцами.*

Конструкція смотровыхъ колодцевъ весьма разнообразна; на нее оказываетъ, главнымъ образомъ, вліяніе конструкція тѣхъ водосточныхъ каналовъ, на которыхъ они устраиваются. Смотровые колодцы должны устраиваться такимъ образомъ, *что бы они не задерживали теченія жидкости и не вызывали бы скопленія на ихъ днѣ осадковъ.* Поэтому такіе типы колодцевъ, у которыхъ входныя трубы расположены на нѣкоторой высотѣ отъ дна (черт. 201), являются *неудовлетворяющими основнымъ требованіямъ канализаціи, поэтому слѣдуетъ совершенно избѣгать подобныхъ конструкцій: они обуславливаютъ собой появленія около*

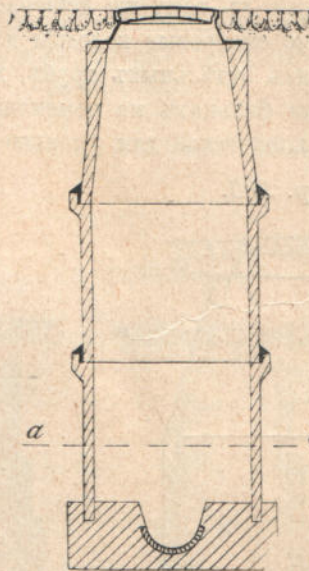
нихъ дурного запаха отъ гніенія осѣвшихъ на ихъ днѣ органическихъ веществъ. Далѣе каждый смотровой колодець долженъ быть снабженъ чугунной крышкой, закрывающей его входное отверстіе и ступенями для спуска на дно колодца; подшива его должна быть снабжена открытыми каналами, замѣняющими въ предѣлахъ колодца водосточныя трубы и каналы.

Сѣченіе колодцевъ въ планѣ дѣлается круглое, эллиптическое, прямоугольное и квадратное; наилучшей формой, требующей наименьшей толщины стѣнокъ, является круглая.

чер. 201.



чер. 202.



Круглые и эллиптическіе колодцы употребляются преимущественно для керамиковыхъ, бетонныхъ и железобетонныхъ трубъ, прямоугольные и квадратные—для кирпичныхъ и бетонныхъ каналовъ.

Матеріаль для колодцевъ выбирается обыкновенно сообразно тому матеріалу, изъ котораго сдѣланы сами водосточные каналы, т. е. *керамиковая глина, кирпичъ и бетонъ*, хотя по существу возможно примѣненіе для всѣхъ случаевъ *бетона*, какъ матеріала весьма удобнаго для приданія колодцамъ любого очертанія.

Керамиковые смотровые колодцы (черт. 202) дѣлаются надъ керамиковыми трубами; они состоятъ изъ отдѣльныхъ керамиковыхъ трубъ діам. отъ 24" до 32", соединяемыхъ между собой на асфальтовой замазкѣ или цементѣ; число этихъ трубъ зависитъ отъ глубины смотрового колодца.

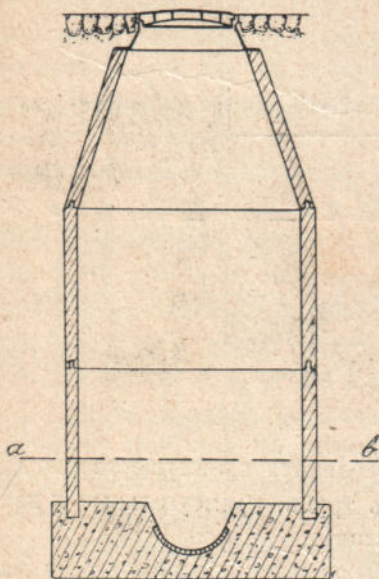
Верхняя часть колодцевъ, дѣлается конической для уменьшенія діаметра крышки, запирающей входное отверстіе; послѣдняя прямая труба

входить на известную глубину въ подошву смотрового колодца въ зависимости отъ необходимой для него глубины заложения; подошва колодца можетъ быть сдѣлана изъ бетона или кирпича, при чемъ по срединѣ ея по оси водосточной линіи устроенъ открытый желобъ, представляющій въ сѣченіи полукругъ, сопряженный съ наклонными прямыми и обдѣливаемый половиной керамиковой трубы (разрѣзной трубой).

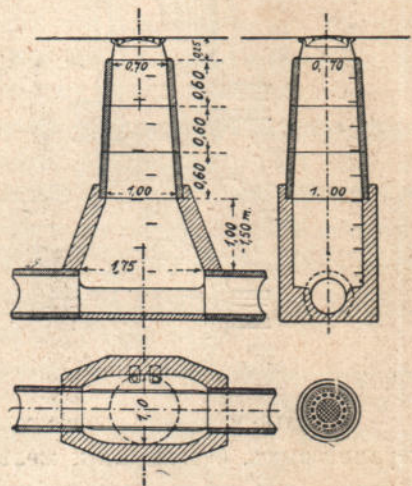
Къ устройству подобныхъ *керамиковыхъ смотровыхъ колодцевъ* прибѣгать не слѣдуетъ, такъ какъ ихъ предѣльный діаметръ 32" недостаточно удобенъ для пользованія рабочимъ пространствомъ колодцевъ, и поэтому вполне понятно, что эти колодцы вытѣсняются *бетонными колодцами*, которые къ тому же дешевле керамиковыхъ.

Бетонные смотровые колодцы для бетонныхъ крутыхъ трубъ также состояются изъ отдѣльныхъ трубъ, діам. 0,90—1,00 мет., соединяющихся между собой на фальцахъ на цементномъ растворѣ; верхняя часть ихъ также дѣлается конической для уменьшенія размѣровъ крышки (черт. 203).

чер. 203.



чер. 204.



Подошва бетонного смотрового колодца также имѣетъ желобъ, выложенный полуразрѣзной керамиковой трубой.

Описанные типы колодцевъ отличаются *малымъ пространствомъ* для помѣщенія рабочаго въ колодцѣ и поэтому являются *неудобными* для прочистки каналовъ; ихъ распространеніе можно объяснить исключительно экономическими соображеніями. Типъ смотрового колодца для непроходимыхъ каналовъ *съ большимъ рабочимъ пространствомъ* представленъ на чер. 204.

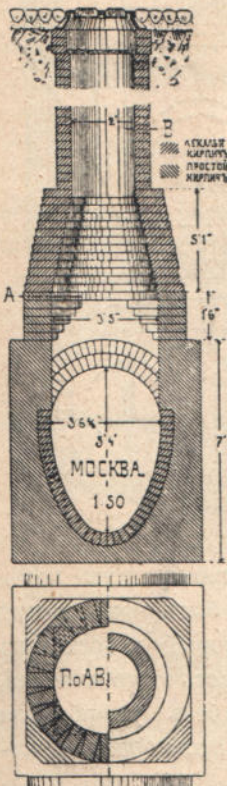
Здѣсь верхняя часть, діаметромъ 0,70 мет. сдѣлана, изъ бетонныхъ трубъ; нижняя часть, сдѣланная также изъ бетона, представляетъ собой

уширенную камеру эллиптического сѣченія (съ размѣрами внизу $1,75 \times 1,00$). Этотъ типъ для своего сооруженія требуетъ больше времени, чѣмъ колодцы, сдѣланные изъ отдѣльныхъ трубъ.

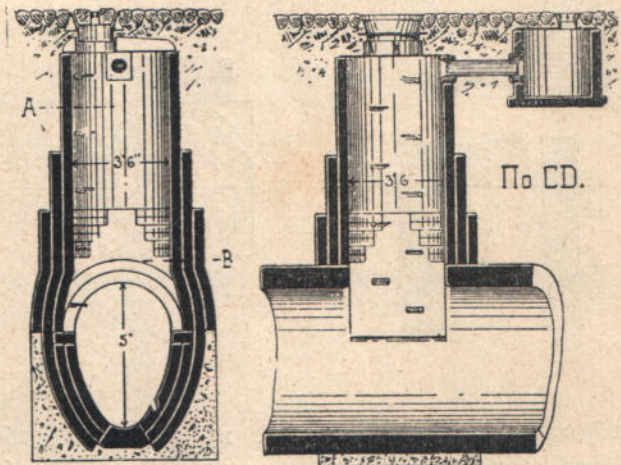
Конструкція колодцевъ надъ большими, доступными для осмотра водосточными каналами, зависитъ исключительно отъ конструкціи самихъ каналовъ. Они устраиваются или строго по оси каналовъ, или съ небольшимъ отклоненіемъ отъ оси, или наконецъ съ особымъ боковымъ входомъ, устраиваемымъ у троттуаровъ.

Типъ кирпичнаго колодца, расположеннаго по оси кирпичнаго канала изображенъ на черт. 205; здѣсь для колодца сдѣлано особое кирпичное основаніе; входное отверстіе закрыто двумя крышками, между которыми пространство заполняется на зимнее время плоскимъ проводникомъ тепла (соломой, навозомъ).

чер. 205.



чер. 206.

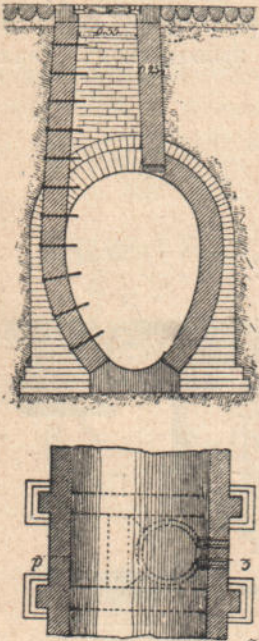


Верхняя часть этого колодца вслѣдствіе небольшого діаметра сдѣлана изъ лекальнаго кирпича. Типъ кирпичнаго колодца на бетонномъ основаніи изображенъ на черт. 206; здѣсь внутренній діаметръ колодца не мѣняется по всей его высотѣ. Сопряженіе колодца, съ каналомъ сдѣлано при помощи кирпичныхъ колець. Если каналы имѣютъ размѣры большіе, чѣмъ

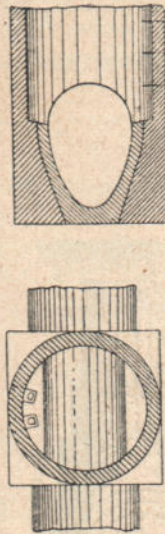
это требуется для колодца, то применяют тип *смотрового колодца с некоторым сдвижением оси* (черт. 207); в этом типе основание замѣнено контрфорсами.

Бетонные смотровые колодцы дают болѣе простую конструкцію, чѣмъ кирпичные; увеличение рабочаго пространства въ нижней части колодца достигается простымъ его уширениемъ и постановкой на фундаментѣ (черт. 208). Очень хорошую конструкцію представляет собой типъ,

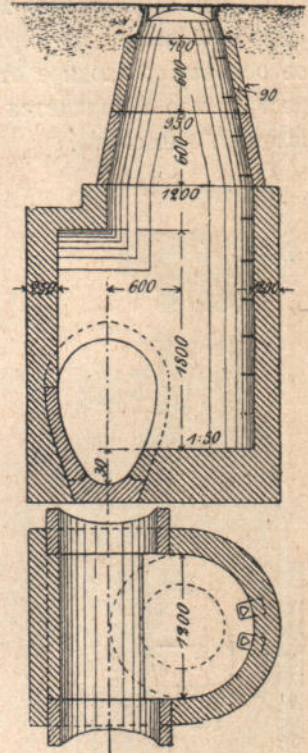
чер. 207.



чер. 208.

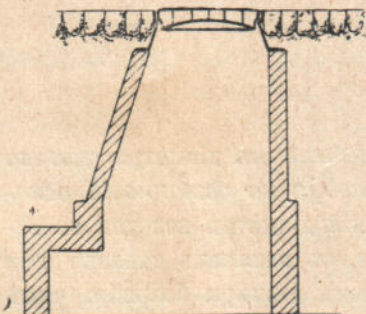


чер. 209.



изображенный на чертежѣ 209, въ которомъ рабочее пространство помещается сбоку канала, что даетъ возможность рабочему быть при осмотрѣ въ сухой камерѣ. Нѣкоторый недостатокъ составляетъ коническая часть этого колодца,

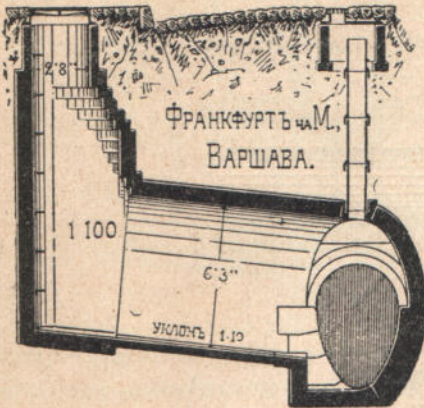
чер. 210.



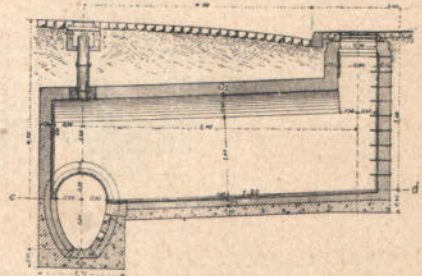
которая могла бы быть безъ ущерба для конструкціи замѣнена *прямоугольно-конической частью* (черт. 210), что представляется болѣе удобнымъ для расположенія ступеней. На улицахъ съ большимъ движениемъ экипажей и трамваевъ применяют *смотровые колодцы съ боковымъ входомъ*, устраиваемые въ троттуарахъ или около нихъ.

Кромѣ того *смотровые колодцы съ боковымъ входомъ* являются полезными для такихъ пунктовъ съѣти, за которыми требуется частое наблюдение. Они состоятъ обыкновенно изъ смотрового колодца и соединяющей его съ каналомъ галереи. Типъ подобнаго смотрового колодца изображенъ на черт. 211 а—b, гдѣ ступени для спуска задѣланы въ самомъ

чер. 211 а).

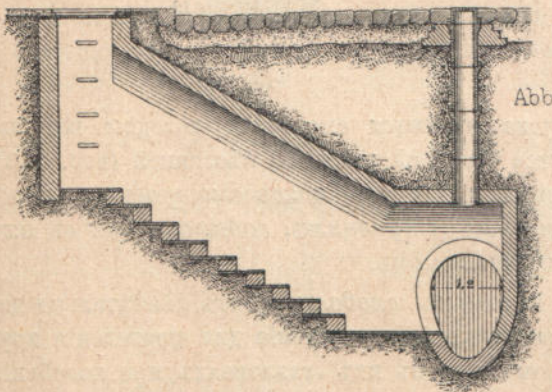


чер. 211 b).

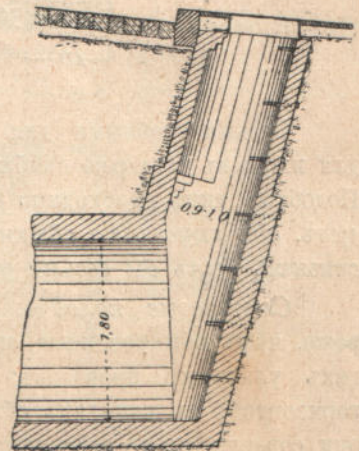


смотровомъ колодцѣ. Для каналовъ, глубоко заложенныхъ, примѣняется показанный на чертежѣ 212 типъ колодца, гдѣ имѣются ступени и въ колодцѣ и въ галереѣ. Для удобства спуска устраиваютъ самый колодець наклоннымъ (черт. 213).

чер. 212.



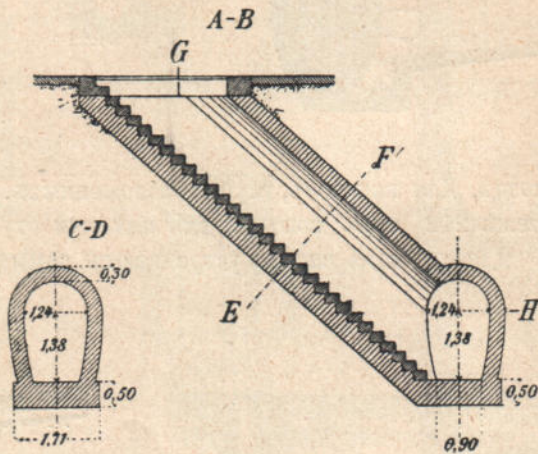
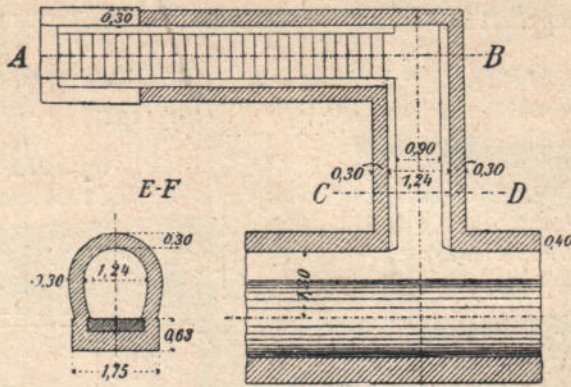
чер. 213.



Дальнѣйшая эволюція типа смотрового колодца съ боковымъ входомъ заключается въ уничтоженіи колодца и замѣнѣ слабо наклоненной горизон-

тальной галереи, галереей съ крутымъ уклономъ, на стѣнкѣ которой устроены каменные ступени (черт. 214).

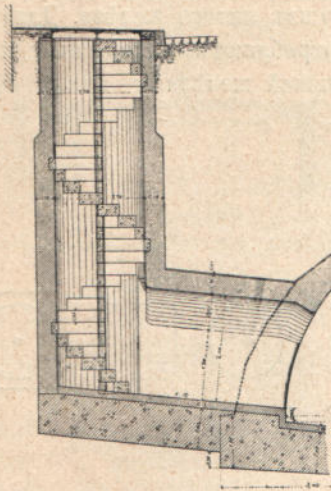
чер. 214.



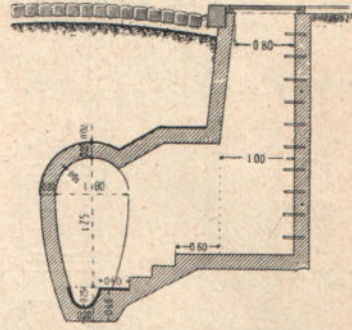
Весьма удобными для спуска являются смотровые колодцы, которые для входа въ галерею снабжаются чугунной винтовой лѣстницей (чер. 215). Подобный типъ необходимо примѣнять для *глубокихъ смотровыхъ колодцевъ*, гдѣ спускъ по обыкновеннымъ ступенямъ, задѣланнымъ въ ихъ стѣнки, былъ бы весьма утомительнымъ.

Смотровые колодцы съ боковымъ входомъ стоятъ значительно дороже, чѣмъ обыкновенные, и представляютъ стѣсненіе для проведенія другихъ уличныхъ проводовъ; кромѣ того въ ихъ галереяхъ при колебаніи горизонтовъ въ каналахъ общесплавной системы отлагается грязь. Но зато они совершенно не стѣсняютъ движенія экипажей. Смотровые колодцы съ боковымъ входомъ представляютъ собой единственный типъ колодцевъ, примѣняющійся въ Парижѣ (черт. 216), что объясняется помѣщеніемъ въ водосточныхъ каналахъ всѣхъ уличныхъ проводовъ кромѣ газовыхъ.

Отверстія смотровыхъ колодцевъ, какъ мы уже упоминали выше, дѣлаются для уменьшенія размѣровъ и веса крышекъ меньше, чѣмъ чер. 215.



чер. 216.

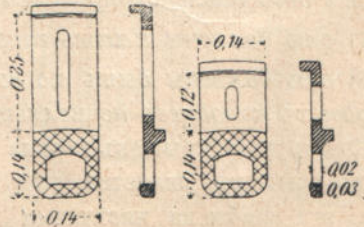
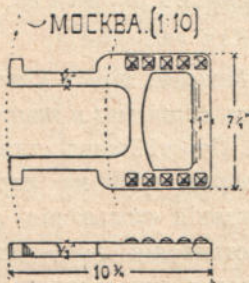


ихъ внутренніе размѣры; такъ для круглыхъ колодцевъ отъ 0,5 до 0,7 мет., для эллиптическихъ $0,4 \times 0,6$ и для прямоугольныхъ $0,8 \times 1,0$. Уменьшеніе верхней части дѣлается въ кирпичныхъ колодцахъ напускомъ кирпичей, а въ набивныхъ бетонныхъ примѣненіемъ специальныхъ формъ; въ колодцахъ же составляемыхъ изъ отдѣльныхъ трубъ (керамиковыхъ, бетонныхъ) введеніемъ коническихъ звеньевъ.

Спускъ въ смотровые колодцы прежде производился посредствомъ приставныхъ лѣстницъ; но, такъ какъ ихъ примѣненіе требуетъ большей рабочей камеры, то въ настоящее время ступени для спуска задѣлываются въ стѣнки смотровыхъ колодцевъ. Ступени для колодцевъ дѣлаются изъ чугуна и желѣза и располагаются обыкновенно для облегченія спуска въ шахматномъ порядкѣ. Разстояніе между осями ступеней: вертикальное 14"—20"

чер. 217.

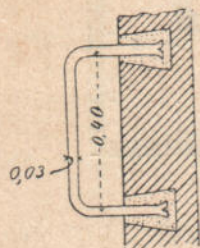
чер. 218.



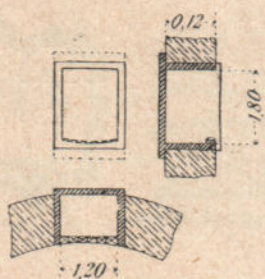
(0,35—0,50 мет.), горизонтальное 8"—12" (0,20—0,30 мет.). Чугунныя ступени снабжаются для предотвращенія скольженія насѣчками; сдѣланныя въ нихъ отверстія даютъ возможность держаться за нихъ при спускѣ (черт. 217—218).

Во Франціи ступени располагаются по одной вертикали, вследствие чего они дѣлаются нѣсколько большихъ размѣровъ; типъ подобныхъ ступеней изъ оцинкованнаго сварочнаго желѣза показанъ на черт. 219. Въ Америкѣ¹⁾ также въ ходу желѣзныя ступени, но изъ литого желѣза. Для сокращенія размѣровъ колодца въ Мангеймѣ употребляютъ интересный приѣмъ, задѣлывая въ стѣнки колодцевъ вмѣсто ступеней желѣзныя поля коробки (черт. 220).

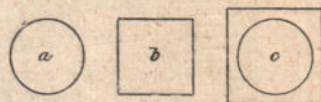
чер. 219.



чер. 220.



чер. 221.



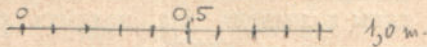
Для закрыванія входныхъ отверстій употребляются обыкновенно *чугунныя крышки* круглаго или прямоугольнаго очертанія (черт. 221); чугунъ въ качествѣ матеріала для крышекъ предпочтительнѣе другихъ матеріаловъ, такъ какъ онъ медленнѣе ржавѣетъ, чѣмъ желѣзо, достаточно проченъ, чтобы выдерживать толчки отъ экипажей, и обладаетъ вѣсомъ достаточнымъ для плотнаго запиранія смотровыхъ колодцевъ. Квадратныя или прямоугольныя крышки удобны для сопряженія съ уличными мостовыми, въ особенности для мостовыхъ изъ прямоугольныхъ каменныхъ брусковъ. Къ крышкамъ предъявляются слѣдующія требованія:

- 1) *наружная поверхность ихъ не должна быть скользкой, чтобы не было паденія на нихъ лошадей;*
- 2) *онѣ не должны возвышаться надъ уровнемъ мостовыхъ;*
- 3) *онѣ должны удовлетворять требованіямъ прочности въ зависимости отъ давленія проезжающихъ по улицамъ экипажей;*
- 4) *онѣ должны имѣть приспособленія для запиранія;*
- 5) *онѣ должны быть по возможности дешевы, такъ какъ число смотровыхъ колодцевъ исчисляется въ городахъ сотнями и тысячами.*

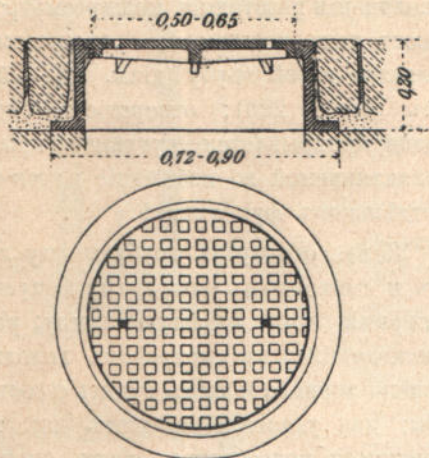
Конструкція крышекъ весьма разнообразна. Простѣйшимъ типомъ чугунныхъ крышекъ является типъ крышки, изображенной на черт. 222; крышка эта снабжена насѣчками для предупрежденія скольженія лошадей и устроена въ уровнѣ мостовой во избѣжаніе застаиванія дождевыхъ водъ. Толщина стѣнокъ для подобныхъ крышекъ дѣлается для средняго экипажнаго движенія въ 20 мм., а для сильнаго движенія съ тяжелыми грузами она доходитъ до 35 мм. Быстрое стираніе насѣчекъ на крышкахъ на ули-

1) Folwell, Sewerage 1909 г.

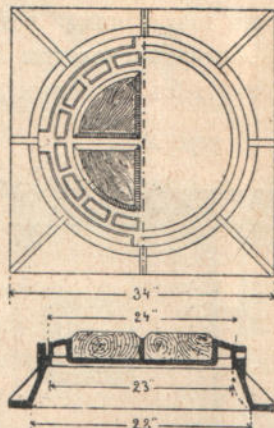
цахъ съ большимъ движеніемъ заставило перейти въ этомъ случаѣ къ другимъ типамъ, въ которыхъ средняя часть заполнена какимъ-либо матеріаломъ.



чер. 222.



чер. 223.



На чертежѣ 223 показанъ типъ крышки, въ середину которой вставлены пропитанныя противогниlostнымъ растворомъ деревянныя шашки (г. Москва), а на черт. 224 сердцевина крышки заполнена асфальтомъ или бетономъ.

чер. 224.

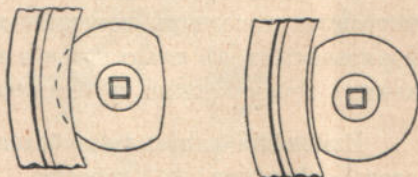


а) чер. 225. б)



заперто.

открыто.



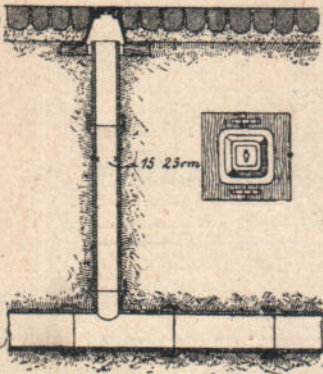
Первыя являются удобными для брусчатыхъ деревянныхъ и каменныхъ мостовыхъ, а вторыя для асфальтовыхъ. Запирание крышекъ производится посредствомъ поворотныхъ болтовъ съ головками для поворачиванія ихъ ключемъ (черт. 225 a-b).

Крышки смотровыхъ колодцевъ, устраиваемыхъ на троттуарахъ, легче крышекъ на мостовыхъ, но онѣ для удобства движенія по троттуарамъ запол-

няются асфальтомъ или бетономъ. Всѣ описанные типы смотровыхъ колодезь относятся къ системамъ, имѣющимъ одну сѣть каналовъ (общесплавнымъ и неполнымъ раздѣльнымъ); типы колодезь для полныхъ раздѣльных системъ будутъ помѣшены ниже въ главѣ XVIII.

§ 2. Ламповые колодцы. При увеличеніи разстоянія между смотровыми колодцами между ними устанавливають такъ называемые *ламповые колодцы*. Ламповые колодцы представляютъ собой трубу діам. 15—25 см., соединенную съ уличнымъ каналомъ (черт. 226); отверстіе смотрового колодца прикрывается чугуиной крышкой, устанавливаемой во избѣжаніе порчи трубы на отдѣльномъ фундамѣнтѣ.

чер. 226.



Желая осмотрѣть трубу между ламповымъ и смотровымъ колодцами, опускають въ первый ярко горящую лампу; рабочій же находящійся въ смотровомъ колодцѣ съ помощью зеркала можетъ судить о состояніи трубы; для удаленія осадковъ изъ трубы приходится пользоваться лишь смотровыми колодцами, такъ какъ ламповые неудобны для спуска рабочихъ. Ихъ можно утилизировать лишь для спуска шланга пожарнаго крана для промывки засореній.

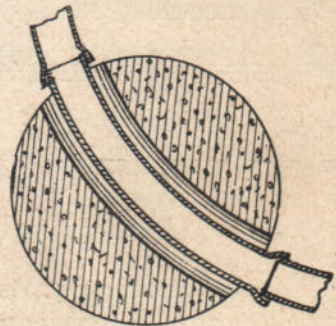
Ламповые колодцы не даютъ большой экономіи сравнительно съ постановкой большаго числа смотровыхъ колодезь; при этомъ пользованіе ими далеко не такъ удобно, какъ смотровыми колодцами.

Поэтому въ настоящее время они употребляются для другихъ цѣлей, въ качествѣ впускныхъ отверстій для вентиляціи сѣти, для чего крышки ихъ должны быть снабжены отверстіями.

§ 3. Измѣненіе направленія коллекторовъ. Измѣненіе направленія *малыхъ коллекторовъ* производится въ предѣлахъ смотровыхъ колодезь помощью желобовъ, сформованныхъ въ ихъ основаніи и обдѣляемыхъ керамиковыми трубами (черт. 227).

Измѣненія направленія большихъ каналовъ дѣлаются по кривымъ пологихъ радіусовъ, равныхъ 5—10 ширинамъ; въ вершинѣ угла поворота ставятся смотровые колодцы (черт. 228).

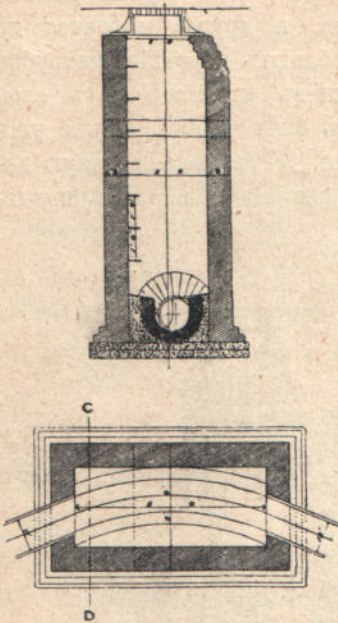
чер. 227.



Въ случаѣ угловъ поворота большихъ 90°, уголъ подраздѣляютъ на два угла, при чемъ въ вершинѣ каждого устанавливають смотровые колодцы

(черт. 229). Вслѣдствіе нѣкотораго уменьшенія скорости въ кривыхъ частяхъ каналовъ полезно нѣсколько увеличить уклонъ въ предѣлахъ изгиба.

чер. 228.



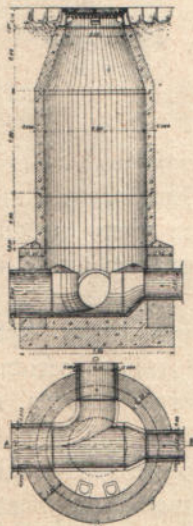
чер. 229.



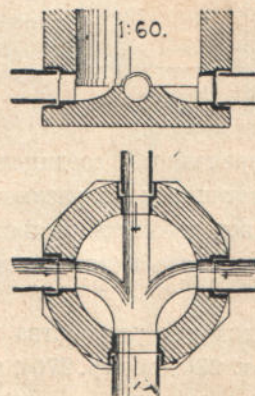
§ 4. Соединеніе малыхъ и большихъ коллекторовъ. Соединеніе коллекторовъ мало діаметра дѣлается обыкновенно посредствомъ смотровыхъ колодцовъ, въ фундаментахъ которыхъ или формуются патрубки для соединенія трубъ, обдѣливаемые керамиковыми желобами или же вставляются спеціальныя фасонныя керамиковыя части, или же высѣкаютъ желоба изъ твердаго камня. Соединительные колодцы, также какъ и смотровые, могутъ дѣлаться изъ керамиковой глины, бетона и кирпича. Черт. 230

представляетъ собой соединительный бетонный колодець для 2-хъ коллекторовъ, сходящихся подъ прямымъ угломъ; чертежъ 231 — соединеніе 3 малыхъ коллекторовъ, сходящихся также подъ прямымъ угломъ.

чер. 230.



чер. 231.

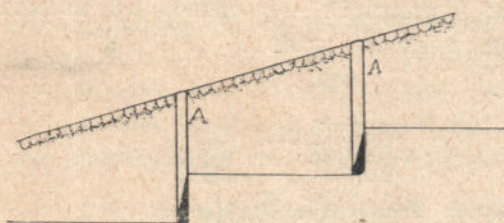


Въ обоихъ случаяхъ прямыя углы замѣнены плавными кривыми вставками въ предѣлахъ соединительныхъ колодцевъ во избѣжаніе умень-

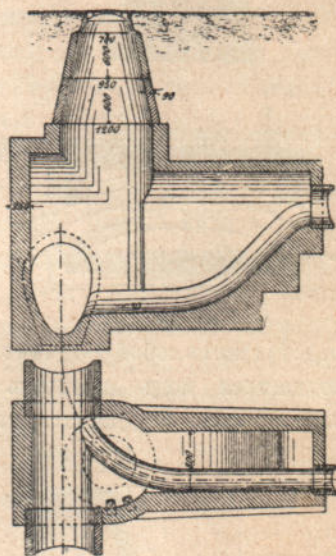
шенія скорости. Вълѣдствіе кривыхъ вставокъ желательнo дѣлать добавочный уклонъ.

Наиболѣе слабымъ мѣстомъ какъ смотровыхъ, такъ и соединительныхъ колодцевъ является соединеніе трубъ съ колодцами; здѣсь одинъ конецъ трубы задѣлывается въ жесткую стѣнку колодца, а другой покоится на свѣже насыпанномъ грунтѣ. Поэтому или употребляютъ короткіе патрубки или же подъ первый стыкъ за предѣлами колодцевъ подкладываютъ слой бетона. Въ крутыхъ улицахъ уклонъ ихъ можетъ быть, какъ мы уже упоминали выше, больше того уклона, который уже даетъ максимальную допускаемую въ водостокахъ скорость. Поэтому приходится каналамъ придавать меньшіе уклоны и для достиженія необходимой глубины заложенія каналовъ прибѣгать къ устройству особыхъ перепадныхъ колодцевъ А, (черт. 232) въ которыхъ между собой соединяются каналы, находящіеся на разныхъ высотахъ. Во избѣжаніе превращенія соединительнаго колодца въ осадочный каналы между собой соединяются плавными кривыми (параболами). Типъ такого *перепаднаго колодца*, сдѣланнаго изъ бетона, указанъ на черт. 233.

чер. 232.



чер. 233.



Типъ перепаднаго соединительнаго бетоннаго колодца для трехъ каналовъ, сливающихся на разныхъ высотахъ, изображенъ на черт. 234.

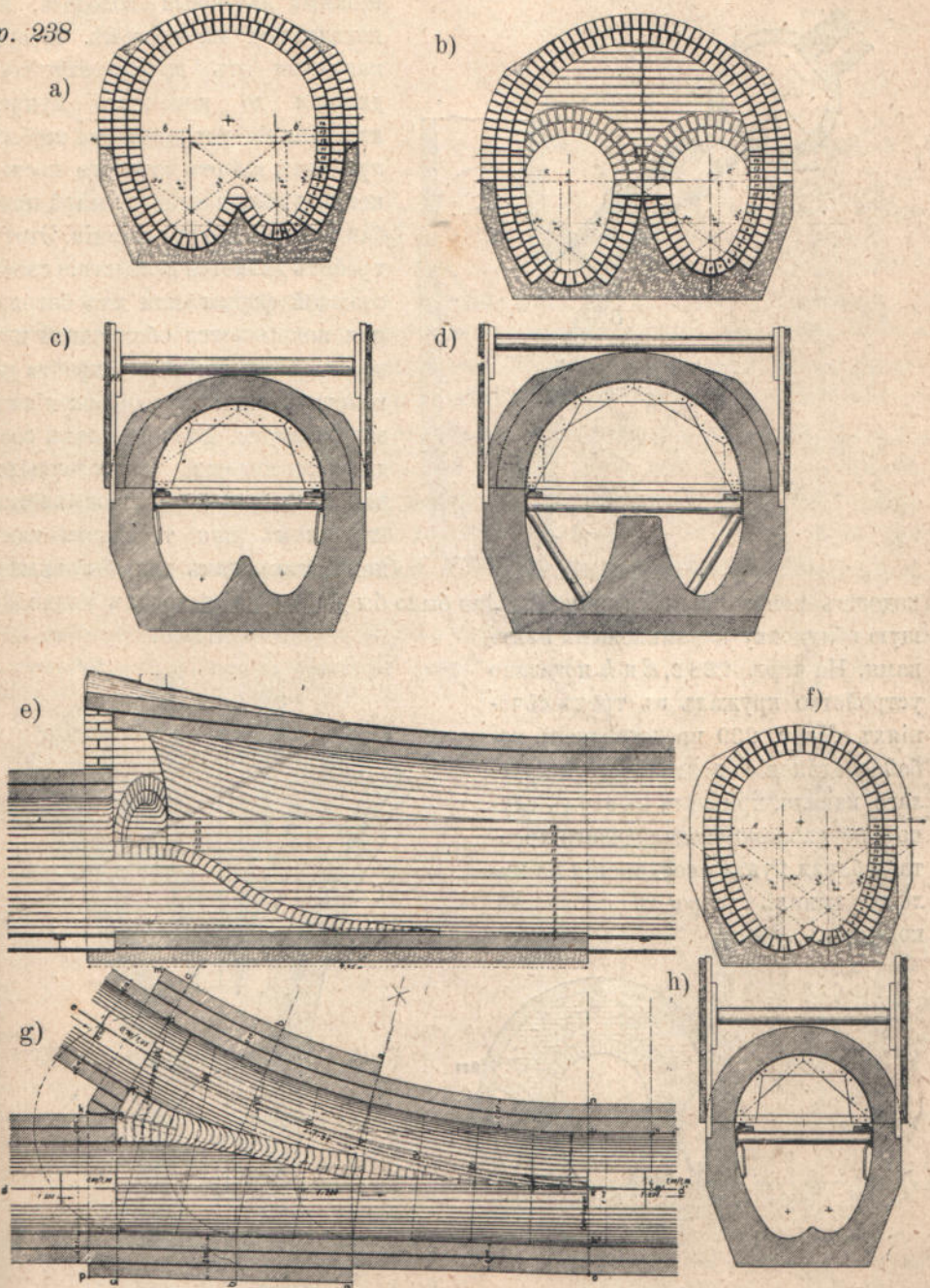
Если на водосточныхъ линияхъ получается много перепадныхъ колодцевъ, то вмѣсто нѣсколькихъ колодцевъ устраиваютъ одинъ общій *каскадъ* (черт. 235).

Въ Америкѣ для устройства перепадовъ примѣняютъ чугунныя изогнутыя трубы (черт. 236, см. стр. 270); при этомъ верхній водостокъ продолжается до стѣнокъ перепаднаго колодца для удобства осмотра верхней водосточной линіи.

Соединеніе большихъ каналовъ необходимо устраивать такимъ образомъ, чтобы при этомъ не случилось бы уменьшенія скорости, а следовательно и образованія осадковъ, и чтобы сточныя воды одного канала не подтирали бы водъ другого. Для удовлетворенія первому требованію боковые каналы соединяются по плавнымъ кривымъ, касательнымъ къ осямъ

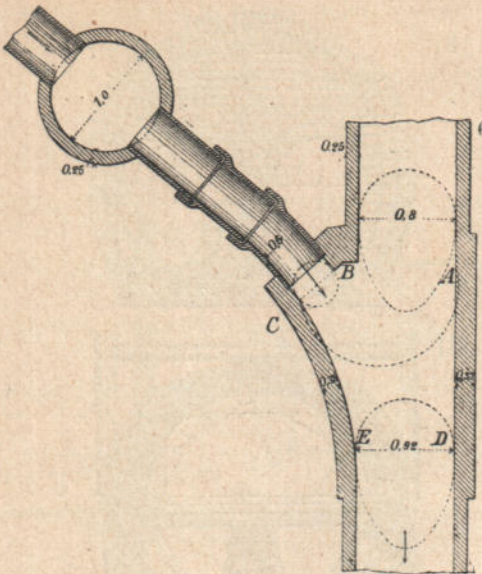
личину l болѣе точно. Чертежи 238 *a-h* представляютъ собой типичный примѣръ соединенія двухъ кирпичныхъ овоидальныхъ каналовъ уровни воды которыхъ расположены при наибольшемъ стокѣ въ сухую погоду.

чер. 238



Это соединеніе перекрыто ползучимъ барабаннымъ сводомъ, для котораго начальной направляющей кривой служитъ большой кругъ, соединяющій

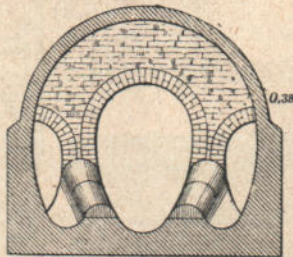
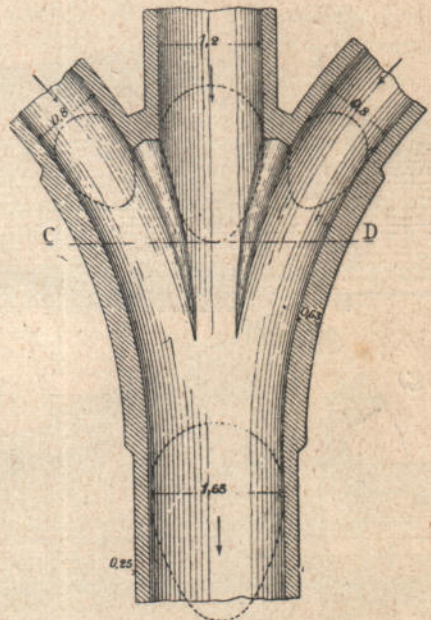
оба канала, и конечной направляющей—кругъ съ діаметромъ уширенного водостока. Надъ каналами устроена забутка въ началѣ свода; въ высшей точкѣ свода дѣлается вентиляціонный ламповый колодезь, не показанный на чертежѣ. Между каналами отъ начала ихъ соединенія до конечнаго пункта ихъ сліянія устраивается особый *хребетъ*, высота котораго постепенно уменьшается по мѣрѣ приближенія къ пункту сліянія. Этотъ хребетъ дѣлается вслѣдствіе своей сложной формы или изъ бетона, или покрывается облицовкой изъ тесанаго камня; верхъ хребта по конструктивнымъ соображеніямъ закругляется. Въ предѣлахъ соединенія подошва водосточныхъ каналовъ также облицовывается кирпичемъ или тесанымъ камнемъ, такъ какъ для бетонныхъ



подошвъ неправильной формы трудно было бы найти на заводахъ подходящую облицовку керамиковыми плитками. На черт. 238 *c, d* и *h* показано устройство кружалъ въ трехъ сѣченіяхъ. Черт. 239 представляетъ собой соединеніе овоидальнаго и круглаго канала, при чемъ въ этомъ случаѣ не сдѣлано раздѣляющаго хребта; вблизи пункта соединенія на маломъ каналѣ устроенъ смотровой колодезь.

Въ предѣлахъ соединенія подошва водосточныхъ каналовъ также облицовывается кирпичемъ или тесанымъ камнемъ, такъ какъ для бетонныхъ

чер. 240.



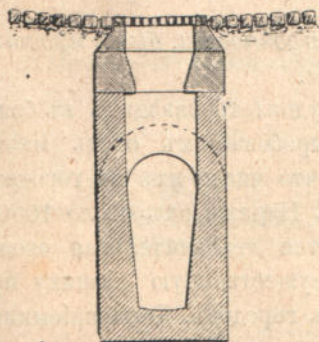
Чертежъ 240 представляетъ собой соединеніе подходящихъ подъ одинаковыми углами къ главному двухъ кирпичныхъ каналовъ, требующее для плавности перехода двухъ раздѣлительныхъ хребтовъ.

Г Л А В А XIII.

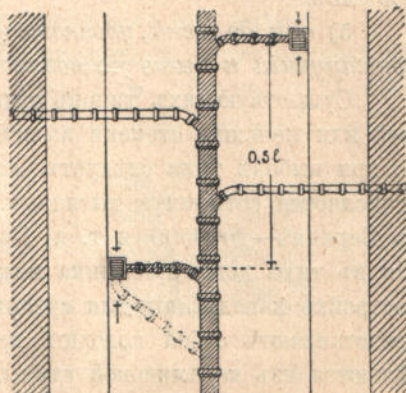
§ 1. **Дождепріемники.** Для приѣма дождевыхъ водъ, стекающихъ съ поверхности улицъ и со скатовъ крышъ, направленныхъ къ улицамъ, устраиваются особые колодцы, называемые *дождеприемниками*. Первоначальные типы дождеприемниковъ представляли собой простые снабжаемые рѣшетками колодцы, устроенные непосредственно надъ водосточными каналами, благодаря чему увлекаемая дождевой водой грязь осаждалась на подшві каналовъ и способствовала ихъ быстрому закупориванію (черт. 241). Современные типы дождеприемниковъ далеко отошли отъ своего прототипа, хотя во многихъ городахъ сохранились и старые несовершенные типы.

Такъ, въ конструкціяхъ дождеприемниковъ были введены *грязеловки* и *гидравлическіе затворы*, и сами колодцы стали *устанавливаться* около троттуаровъ и *соединяться съ водосточными каналами трубами*.

чер. 241.



чер. 242.



Дождеприемники располагаются при выпуклой профили улицы въ шахматномъ порядкѣ (черт. 242) и при вогнутой по одной линіи.

Разстояніе между дождеприемниками l зависитъ отъ уклона и ширины улицы, отъ устройства и содержанія мостовой и отъ степени оживленности уличнаго движенія.

Дѣйствительно, чѣмъ круче уклонъ улицы, тѣмъ меньше потребуется времени для притеканія дождевой воды къ дождеприемнику, слѣдовательно l можетъ быть больше; далѣе, чѣмъ уже улица, тѣмъ меньше получается площадь стока, обслуживаемая дождеприемникомъ, и въ этомъ случаѣ l должно быть увеличено. Плохой типъ уличной мостовой и небрежное ея содержаніе являются причиной того, что въ дождеприемники попадаетъ больше уличной грязи, чѣмъ въ обратномъ случаѣ. Чтобы помочь этому приходится или увеличивать ёмкость дождеприемника, что сопряжено съ нѣкоторыми эксплуатационными затрудненіями, или же сократить разстояніе l между дождеприемниками. Оживленное движеніе на улицахъ требуетъ для скорѣйшаго отведенія воды увеличенія числа дождеприемниковъ, чѣмъ улицы со слабымъ движеніемъ.

Эти соображенія слѣдуетъ имѣть въ виду при выборѣ величины l , которое колеблется на практикѣ отъ 20 до 100 метр.; обычнымъ размѣромъ разстоянія между дождеприемниками слѣдуетъ считать для плоскихъ улицъ, шириной до 20 мет.,—60 мет. Къ современному типу дождеприемника должно предъявить слѣдующія требованія:

1) дождеприемники должны давать свободный стокъ для дождевыхъ водъ, задерживая по возможности плавающія вещества (листья, солому);

2) они должны задерживать по возможности всѣ тяжелья вещества (песокъ, уличную грязь, навозъ);

3) они должны задерживать выходъ наружу газовъ, образующихся въ каналахъ;

4) они должны давать возможность быстро и легко, не стѣсняя уличнаго движенія, очищать и удалять всю грязь, осѣвшую въ колодцахъ;

5) они должны, удовлетворяя условіямъ прочности, быть простой конструкціи и быть по возможности дешевы.

Существующихъ типовъ дождеприемниковъ, удовлетворяющихъ въ большей или меньшей степени вышеприведеннымъ требованіямъ очень много; но при выборѣ типа слѣдуетъ имѣть въ виду, что число ихъ въ городахъ исчисляется сотнями и тысячами. Такъ напр. въ Парижѣ ихъ около 10000, въ Берлинѣ—до 8000 и т. п. Поэтому достигнутая незначительная экономія въ типѣ дождеприемника можетъ дать уже существенную разницу при постройкѣ канализаціи для среднихъ и большихъ городовъ. Дождеприемники представляютъ собой колодцы круглаго или прямоугольнаго сѣченія; они дѣлаются изъ керамиковой глины, бетона, кирпича и желѣзобетона, при чемъ кирпичные дѣлаются на мѣстѣ, а дождеприемники изъ остальныхъ матеріаловъ—фабричнымъ способомъ. Для круглыхъ дождеприемниковъ изъ кирпича требуется примѣненіе лекальнаго кирпича.

Отверстіе дождеприемниковъ дѣлается обыкновенно въ 0,45 мет., но въ хорошо вымощенныхъ улицахъ со слабымъ движеніемъ оно уменьшается до 0,40 и даже до 0,35.

Глубина дождеприемниковъ зависитъ отъ ихъ конструкціи; для современнаго типа дождеприемниковъ она дѣлается въ 2—2,2 метра (около 1 саж).

Толщина стѣнокъ кирпичныхъ дождеприемниковъ 1 кирп., бетонныхъ дождеприемниковъ 4—8 см., для керамиковыхъ 2,5—3,5 см.; столь незначительная толщина стѣнокъ для послѣднихъ дождеприемниковъ вызываетъ необходимость устройства отдѣльныхъ фундаментовъ для крышекъ дождеприемниковъ на оживленныхъ улицахъ. Кирпичные дождеприемники обходятся дороже керамиковыхъ и бетонныхъ и поэтому, не обладая какими либо преимуществами предъ ними, употребляются въ настоящее время очень рѣдко.

Для удовлетворенія выставленныхъ нами требованій дождеприемникъ долженъ состоять изъ:

- 1) *крышки съ отверстиями известной величины для приема дождевыхъ водъ;*
- 2) *дождеприемнаго колодца съ осадочной частью;*
- 3) *гидравлическаго затвора для изолированія канальныхъ газовъ отъ уличнаго воздуха;*
- 4) *трубы, соединяющей дождеприемникъ съ уличнымъ колодцемъ, діаметромъ отъ 10 до 15 см.*

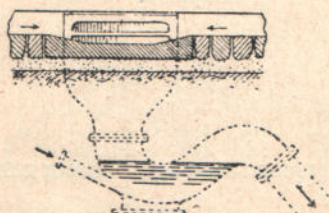
Однако не во всѣхъ примѣненныхъ въ городахъ типахъ дождеприемниковъ имѣются эти части; такъ нѣкоторые не имѣютъ осадочной части, другіе—затвора, третьи—ни того, ни другого.

Поэтому, переходя къ рассмотрѣнію конструкціи дождеприемниковъ, мы опишемъ послѣдовательно четыре группы дождеприемниковъ:

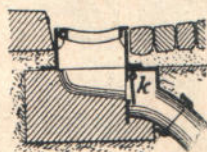
- 1) *дождеприемники безъ осадочной части, но съ затворомъ;*
- 2) " " *съ осадочной частью, но безъ затвора;*
- 3) " " *безъ осадочной части и безъ затвора;*
- 4) " " *съ осадочной частью и съ затворомъ.*

Представителемъ *первой* группы является дождеприемникъ, примѣненный для канализаціи г. Брюсселя (черт. 243). Онъ представляетъ собой

чер. 243.



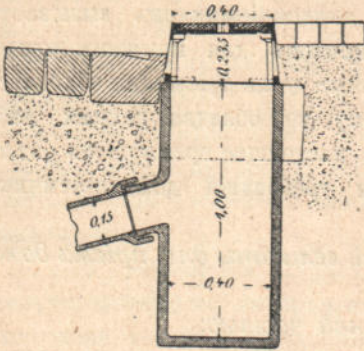
чер. 244.



неглубоко заложенный сифонъ, вслѣдствіе чего въ суровомъ климатѣ водяной затворъ можетъ замерзнуть. Для устраненія закупорки сифона онъ можетъ промываться струей изъ городского водопровода, что съ санитарной точки зрѣнія является недопустимымъ вслѣдствіе возможности зараженія питьевой воды канальными газами. Къ этой же группѣ можно отнести дождеприемникъ, снабженный висячимъ клапаномъ *k* вмѣсто гидравлическаго затвора (черт. 244).

Этот тип, примененный в Гамбурге, оказался весьма неудачным, так как клапан легко пропускал канальные газы.

чер. 245.

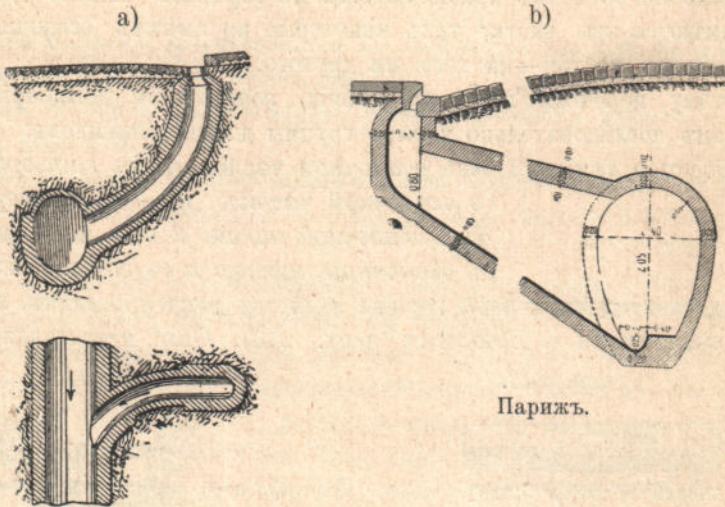


Ко второй группе следует отнести тип дождеприемника, применявшийся прежде в канализации г. Дрездена, и в настоящее время преобразованный в тип с гидравлическим затвором (черт. 245). Он представляет собой керамиковый колодезь с осадочной частью, общей глубиной 1 мет., на котором установлена крышка с боковым входом для воды.

К третьей группе относятся дождеприемники Гамбурга и Парижа (черт. 246а-б).

Они состоят из галереи, один конец которой входит в уличный коллектор, а другой выходит на поверхность и служит приемником воды. Дождеприемники, находящиеся на территории Центрального рынка

чер. 246.



Гамбургъ.

Парижъ.

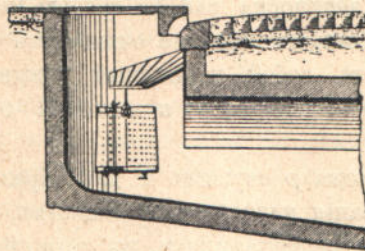
г. Парижа, снабжены подвешенными к крышкам корзинками для задерживания рыночных отбросов (черт. 247).

Недостатки Парижских дождеприемников, заключавшиеся в ощущаемом прохожими неприятном запахе, заставили применить к ним гидравлические затворы, вследствие чего эта категория дождеприемников должна была быть уже отнесена к 1-му классу.

К таким типам относится дождеприемник сист. Langlet (черт. 248 а-б).

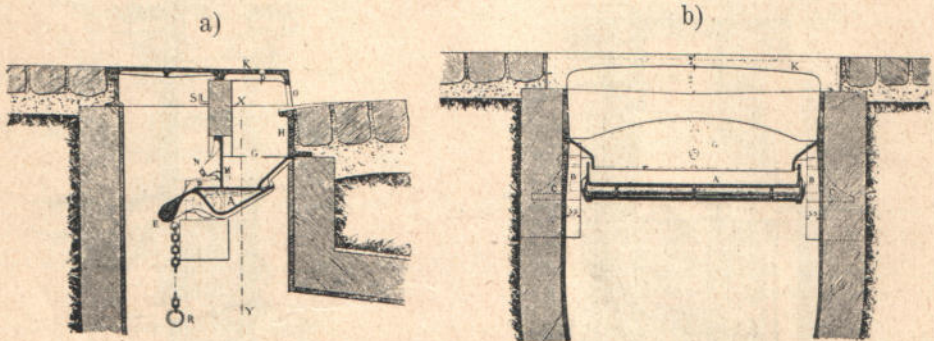
Он состоит из подвижного сосуда А, вращающегося на осях вложенных в подшипники, сдвинутые в чугунных планках В; этот

сосудъ, наполненный водой, уравнивается противовѣсомъ. Когда дождевая вода нанесетъ много грязи въ сосудъ А, онъ опрокинется и сброситъ



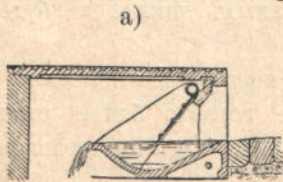
грязь въ каналъ, послѣ чего, ударившись въ упоръ N, придетъ въ прежнее горизонтальное положеніе и по скопленіи въ немъ воды образуетъ вновь затворъ.

чер. 248.

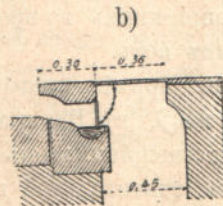


Къ этой же категоріи дождеприемниковъ слѣдуетъ отнести дождеприемники съ затворомъ сист. Крюгера (Kruiger) и Ришара (Richard), дѣйствіе которыхъ ясно изъ чертежа 249 a-b.

чер. 249.

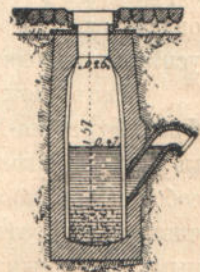


система Крюгера.



система Ришара.

чер. 250.



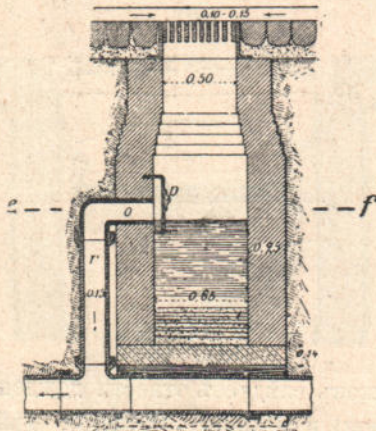
Четвертая категорія обнимаетъ собой цѣлый рядъ типовъ.

Старинными типами дождеприемниковъ этого класса являются типы, примѣненные въ г. Данцигъ, Берлинъ и Франкфуртъ на Майнъ. Данцигскій типъ (черт. 250) представляетъ собой бетонный колодець съ грязеловкой, перекрытый крышкой діаметра меньшаго, чѣмъ діаметръ

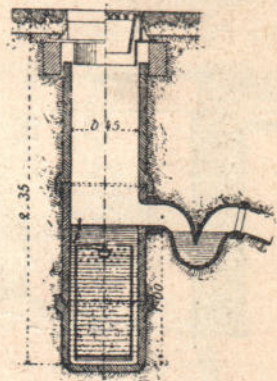
дождеприемника; гидравлическій затворъ сдѣланъ изъ чугунаго патрубкѣ и состоитъ изъ обратнаго сифона. *Обратный сифонъ* представляетъ собой вполне целесообразное примѣненіе для гидравлическаго затвора, такъ какъ при такой формѣ закупорка сифона грязью можетъ быть только въ томъ случаѣ, когда дождеприемники не очищаются периодически. Берлинскій типъ представляетъ собой кирпичный дождеприемникъ (черт. 251) квадратнаго сѣченія (0,65 м. \times 0,65) и діаметра 0,50 м., установленный на гранитной плитѣ.

Желѣзная перегородка *p* служитъ и для образованія гидравлическаго затвора и для задерживанія плавающихъ веществъ, прошедшихъ черезъ горизонтальную рѣшетку дождеприемника, въ которой сдѣлано отверстіе, закрываемое шарнирнымъ клапаномъ. Въ верхней части перегородки *p* имѣются отверстія, служація для свободнаго входа воздуха, увлекае-

чер. 251.



чер. 252.



маго при сильномъ ливнѣ въ трубу *r*. Вслѣдствіе наличности перегородки и примыканія соединительной трубы подъ прямымъ угломъ можно опасаться, что этотъ дождеприемникъ во время сильныхъ ливней не будетъ успѣвать отводить ливневыхъ водъ.

Типъ дождеприемника, примѣненнаго инженеромъ *Линдлеемъ* во Франкфуртѣ-на-Майнѣ и у насъ, въ Варшавѣ, уже гораздо ближе стоитъ къ современнымъ типамъ дождеприемниковъ (черт. 252). Онъ представляетъ собой керамиковый колодезь, значительной глубины (2,35 мет.), что обезпечиваетъ его затворъ отъ замерзанія. Осадочная часть снабжена оцинкованнымъ дырчатымъ вердромъ, куда направляются осадки посредствомъ воронки, прикрѣпленной къ крышкѣ. Гидравлическій затворъ здѣсь образованъ прямымъ сифономъ, помѣщенномъ на глубинѣ, обезпеченной отъ замерзанія и отъ испаренія подѣ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей; но затворъ этого типа страдаетъ крупнымъ недостаткомъ: онъ легко засоряется плавающимъ соромъ, а очистка его требуетъ разборки дождеприемника. Крышка этого дождеприемника покоится на отдѣльномъ фундаментѣ. Поэтому въ современ-

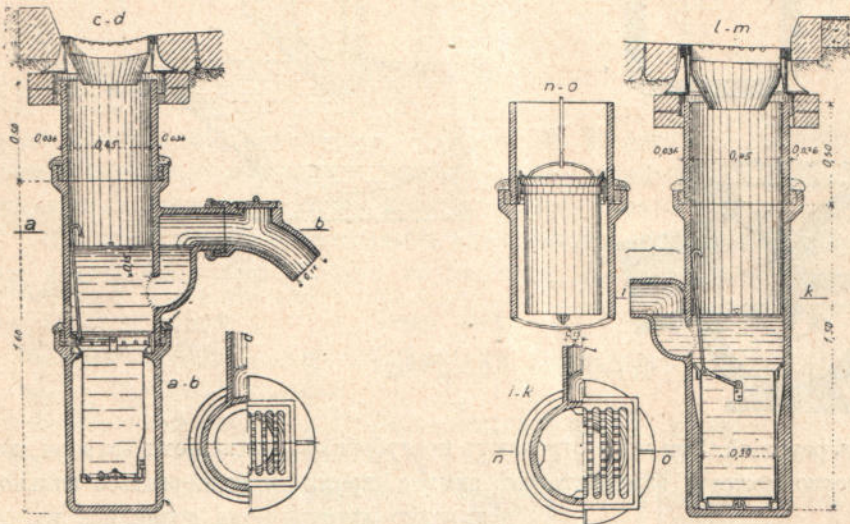
ныхъ типахъ употребляются обратные затворы, которые должны быть помѣщены на достаточной глубинѣ во избѣжаніе испаренія, могущаго вызвать появленіе канальныхъ газовъ на троттуарахъ.

Дальнѣйшую эволюцію представляютъ собой дождеприемники сист. *Geiger'a u Mairich'a*, отличающіеся отъ типа Линдлея нѣкоторыми усовершенствованіями.

Дождеприемники, изготовляемые на заводѣ *Гейгеръ* въ Карлсруэ (черт. 253), отличаются отъ Линдлеевскихъ подвѣшиваніемъ осадочнаго ведра на коническомъ чугунномъ установленномъ на выступѣ колодца кольцѣ, (благодаря чему устраняется возможность попаданія грязи въ кольцевое пространство между ведромъ и колодцемъ) и примѣненіемъ обратнаго затвора,

черт. 253.

черт. 254.



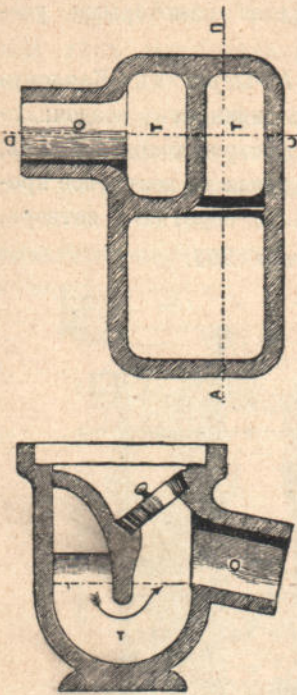
снабженнаго ревизионнымъ отверстіемъ. Подобные колодцы дѣлаются изъ керамической глины, бетона и чугуна. Типъ дождеприемника сист. *Mairich'a* отличается отъ типа *Geiger'a* особой установкой осадочнаго ведра (черт. 254). Въ этомъ типѣ ведро внизу упирается въ утолщенные стѣнки колодца, а вверху снабжено резиновымъ кольцомъ, которое при движеніи внизъ плотно упирается въ стѣнки колодца, а при движеніи вверхъ (подъемъ ведра) отжимается водой. Въ обоихъ типахъ затворъ составляетъ одно цѣлое съ колодцемъ.

Нѣкоторый интересъ представляютъ собой дождеприемники, употребляющіеся въ *Англии*, отличительную черту которыхъ составляетъ неглубокое заложеніе и введеніе ревизионныхъ отверстій для прочистки затворовъ.

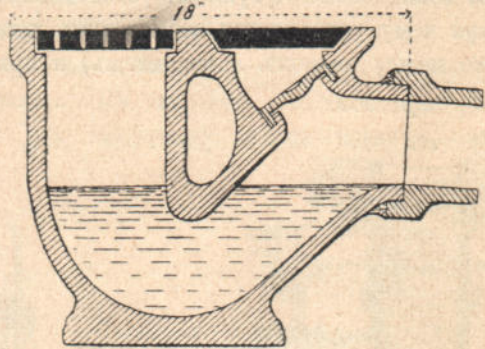
Къ такимъ типамъ слѣдуетъ отнести дождеприемники сист. *Grosvenor* (черт. 255 а) и *Stokes* (черт. 255 б).

Дождеприемникъ системы *Grosvenor* состоитъ изъ двухъ отдѣленій, изъ коихъ первое является простой грязеловкой, а второе снабжено

гидравлическим затворомъ; для прочистки послѣдняго введена съемная крышка (ревизія). Система Stokes'a приостанавливаетъ собой упрощеніе дождеприемника Grosvenor'a, такъ какъ здѣсь имѣется только широкій затвор. *чер. 255 а.*

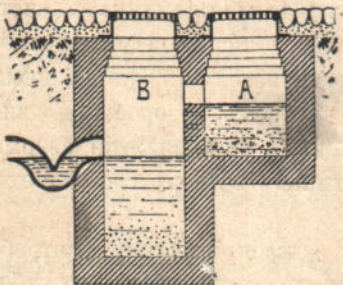


чер. 255 b.



воръ съ ревизіей. Эти типы страдаютъ неглубокимъ заложениемъ затвора, который легко можетъ замерзнуть въ зимнее время и подвергаться сильному испаренію лѣтомъ; они появились въ Англии, какъ патентованныя системы, и интересны только, какъ конструкціи съ точки зрѣнія Минеральной Технологіи. Въ Англии ихъ употребляютъ часто въ тѣхъ случаяхъ, когда въ дождеприемники можетъ попасть вмѣстѣ съ дождевыми водами много отбросовъ, напр., на рыночныхъ территорияхъ.

чер. 256.

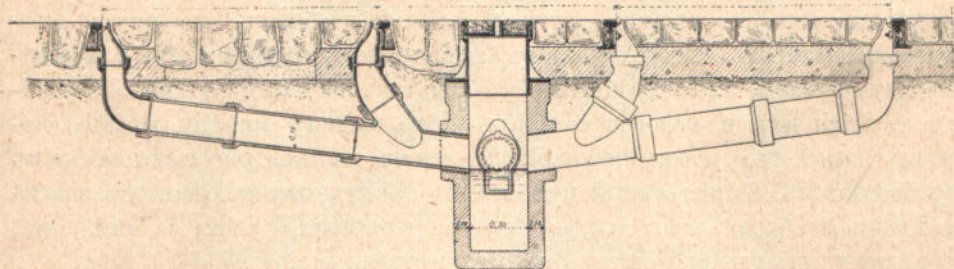


Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ дождеприемники поступаетъ вода, протекающая по немощнымъ поверхностямъ (что имѣетъ мѣсто на окраинахъ города) приходится дождеприемникъ снабжать предварительнымъ осадочнымъ ящикомъ. Типъ такого дождеприемника изображенъ на черт. 256, гдѣ *A* осадочный ящикъ, а *B* дождеприемникъ.

Для отвода дождевой воды, протекающей по желобамъ рельсовъ электрическихъ трамваевъ, примѣняются особая устройства, которые устанавливаются въ пунктахъ окончанія уклоновъ улицъ. Типъ такой конструкціи,

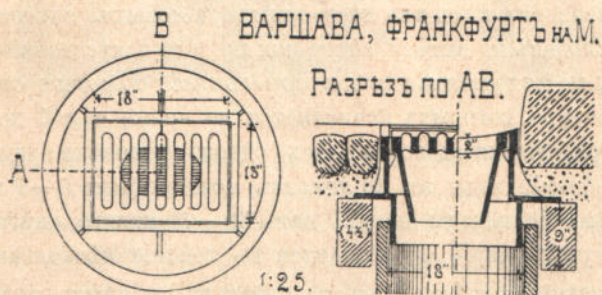
примѣненный въ г. Гамбургѣ, показанъ на черт. 257. Здѣсь дождевыя воды отводятся 4 керамиковыми трубами діам. 15 сант. въ общій смотровой бетонный колодезь діам. 0,30, прикрытый чугунной крышкой; верхняя часть отводныхъ трубъ сдѣлана изъ чугунныхъ фасонныхъ трубъ; эти конструкціи было бы желательно пополнить установкой осадочнаго ведра въ смотровомъ колодезѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ не устраиваютъ особаго ревизионнаго колодца, а соединяютъ отводныя трубы отъ рельсовъ трамваевъ съ ближайшими дождеприемниками или смотровыми колодцами.

чер. 257.



Изъ разсмотрѣнія приведенныхъ нами типовъ дождеприемниковъ можно было видѣть, что отверстія для впуска воды дѣлаются или горизонталь-

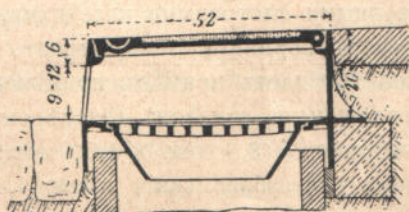
чер. 258.



ными или вертикальными, прикрываемыя соответственно *горизонтальными* (черт. 258) и *вертикальными* чугунными крышками, (черт. 259).

Горизонтальныя крышки, устраиваемыя обыкновенно въ видѣ рѣшетокъ съ направляющими воронками, скорѣе засоряются во время сильнаго ливня, такъ какъ онѣ лучше задерживаютъ плавающіе вещества отъ попаданія въ приѣмникъ; съ другой стороны ихъ примѣненіе вызываетъ разборку болѣе дорогой одежды—уличной мостовой, тогда какъ при примѣненіи вертикальныхъ крышекъ дождеприемники помѣщаются подъ троттуаромъ. Размѣры

чер. 259.



вертикальныхъ крышекъ дождеприемники помѣщаются подъ троттуаромъ. Размѣры

горизонтальныхъ крышекъ могутъ быть сдѣланы сообразно надобности легче, чѣмъ вертикальныя, высота коихъ ограничивается подзоромъ троттуаровъ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что и тѣ и другія крышки могутъ употребляться безъ ущерба для выполнения своего назначенія; выборъ той или другой системы зависитъ отъ взглядовъ строителя. Одни инженеры (Франція, Америка) считаютъ важнымъ все отбросы сплавлять въ уличные каналы, что вызываетъ примѣненіе дождеприемниковъ безъ грязеловокъ съ вертикальными отверстиями; другіе (Германія) наоборотъ стремятся освободить каналы отъ тѣхъ элементовъ, которые могутъ повреждать или закупоривать каналы, чѣмъ и объясняется конструкція дождеприемниковъ Geiger, Mairich и т. п. каковая конструкція, по нашему мнѣнію, должна считаться *наибольше удовлетворяющей всемъ санитарно-техническимъ требованіямъ*. Единственный недостатокъ такихъ дождеприемниковъ заключается въ необходимости аккуратнаго и регулярнаго ухода за ними, что, по нашему мнѣнію, представляется неущественнымъ.

§ 2. **Снѣговья шахты.** Въ мѣстностяхъ, подверженныхъ сильнымъ снѣгопадамъ, вопросъ о быстромъ удаленіи снѣга имѣетъ весьма серьезное значеніе; обычно свѣжій выпавшій снѣгъ отвозится или въ ближайшія рѣки и каналы или же на особыя площадки—свалки снѣгу. Понятно, что при большихъ разстояніяхъ пунктовъ свалки снѣга отъ мѣстъ ихъ выпаденія расходы по вывозу снѣга составляютъ значительныя суммы для домовладѣльцевъ, которые для ихъ сокращенія прибѣгаютъ къ искусственному таянію снѣга въ передвижныхъ или постоянныхъ домовыхъ снѣготаялкахъ. Для сокращенія расходовъ по вывозу снѣга или по его искусственному таянію *въ Германіи стали для таянія снѣга примѣнять домовыя сточныя воды*, средняя температура которыхъ исчисляется во время самой холодной зимы въ $+10^{\circ}\text{C}$. Отработавшими водами отъ одного человѣка при расчетѣ на суточное потребленіе воды въ 60 литровъ можно стаять 6—7 килогр. снѣга. Конечно, сильные снѣгопады могутъ дать 60—70 килогр. снѣга на человѣка, но въ этомъ случаѣ таяніе производится въ теченіе нѣсколькихъ дней.

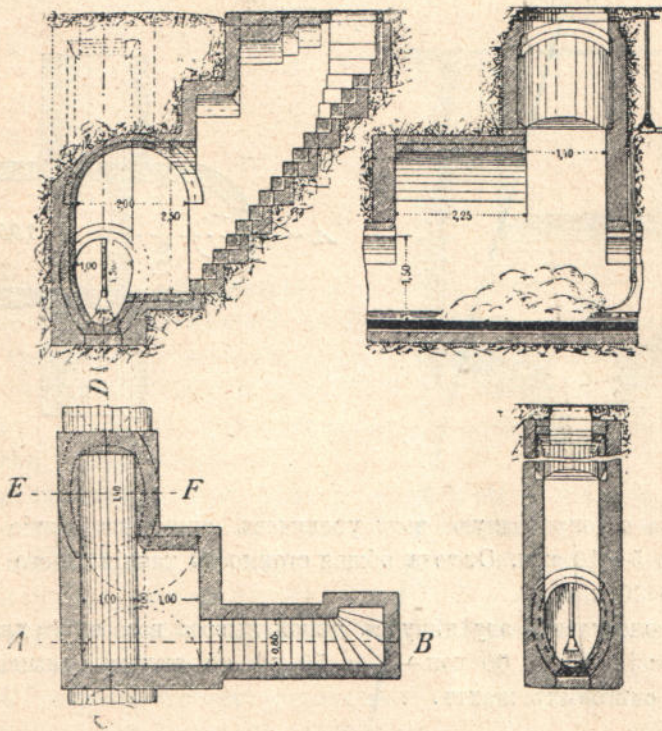
Для утилизаціи теплоты, содержащейся въ сточныхъ водахъ возможно пользоваться только большими каналами общесплавной системы, такъ какъ процентное соотношеніе протяженія большихъ каналовъ (5—10⁰/₀) къ общему протяженію сѣти не велико.

Для сбрасыванія въ большіе каналы снѣга можно пользоваться обыкновенными смотровыми колодцами, но за послѣднее время въ нѣкоторыхъ городахъ Германіи стали строить спеціальныя *снѣговья шахты*¹⁾. Чертежъ 260 даетъ примѣръ примѣненія снѣговыхъ шахтъ въ г. Кельнѣ. Надъ овоидальнымъ каналомъ (размѣромъ 1,0 × 1,5 мет.) сдѣлана особая *снѣговая камера* (3,8 мет. × 1,00 мет.) надъ которой сдѣланъ колодець съ отверстиемъ для забрасыванія снѣга (1,40 м. × 0,70 м.), подвозимаго на возахъ;

¹⁾ Gesundheits-Ingenieur, 1903, Schneebeseitigung durch Einwurf in städtische Kanäle von Forbät-Fischer.

въ этомъ типѣ для ускоренія таянiя подведена водопроводная вода. Рабочiе, разравнивающiе снѣгъ въ камерахъ и управляющiе наконечниками рукавовъ,

чер. 260.



помѣщаются на боковой площадкѣ, къ которой ведетъ смотровой колодезь съ лѣстницей. Въ г. Бременѣ примѣненъ нѣсколько иной типъ снѣговой шахты съ поперечнымъ расположенiемъ снѣговой камеры (черт. 261).

Колодезь *E* служитъ для забрасыванiя снѣга, а колодезь *E*₁ для спуска рабочаго къ площадкѣ. На оживленныхъ улицахъ снѣговья шахты относятся отъ оси каналовъ къ троттуарамъ.

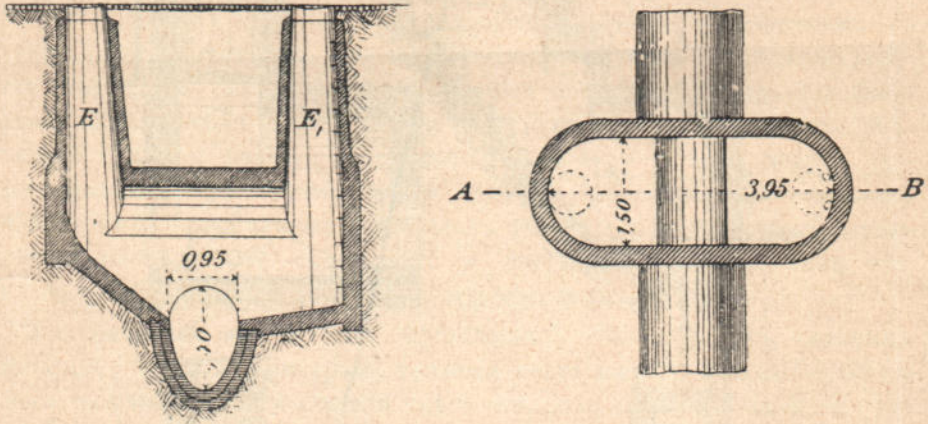
Использованiе теплоты сточныхъ водъ для таянiя снѣга еще было сдѣлано въ г. Гамбургѣ, Висбаденѣ и Дрезденѣ; въ послѣднемъ изъ общаго годового количества выпавшаго въ 1900 году снѣга въ 234000 куб. мет. было стаяно въ каналахъ до 111000 куб. мет.

Экономическiя выгоды примѣненiя снѣговыхъ шахтъ несомнѣнны, что станетъ яснымъ изъ слѣдующаго простаго разчета стоимости таянiя фуры со снѣгомъ въ г. Кельнѣ.

По даннымъ г. Кельна въ каждой шахтѣ въ теченiе 8 часовъ стайвали 150 возовъ, для чего требовалось 6 рабочихъ съ десятникомъ. Принимая стоимость рабочаго въ 1 р. 50 к., десятника въ 2 р. 50 коп. стоимость подводы въ 2 р. 50 коп. въ сутки, и считая, что каждая подвода можетъ сдѣлать 10 оборотовъ въ сутки, мы получимъ, что сумма, затрачиваемая

на таяніе 150 возовъ будетъ равна $\left(6 \times 1,50 + 3 + \frac{150}{10} \times 2,50 \right) = 37р.$
что составитъ на одинъ возъ—21 коп. Расходы по оплатѣ процентовъ и
погашенію затраченнаго на сооруженіе шахты капитала (400—600 руб.) и

чер. 261.



по оплатѣ за водопроводную воду увеличатъ сумму на таяніе воза незначи-
тельно на 5—10 коп. Отсюда общая стоимость таяніа одного воза будетъ
равна около 30 коп.

Если сопоставить эту цѣну съ цѣной вывоза воза снѣга для крупныхъ
городовъ Россіи—(1 р. 00 коп.—1 р. 50 к.), то станетъ яснымъ выгодность
примѣненія снѣговыхъ шахтъ.

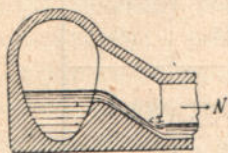
Г Л А В А XIV.

§ 1. **Назначеніе ливнеспусковъ.** Количество сточныхъ водъ, протекающее въ каналахъ общесплавной системы, сильно возрастаетъ во время сильныхъ ливней (до 100 разъ), что, разумѣется, вызываетъ большое увеличеніе поперечныхъ сѣченій водостоковъ и, слѣдовательно, значительно увеличиваетъ стоимость канализаціи города, а иногда можетъ сдѣлать ее экономически невыполнимой.

Устройство каналовъ по общесплавной системѣ станетъ еще дороже, если придется поднимать такія огромныя количества воды и очищать ихъ за предѣлами городовъ. Изъ этихъ соображеній становится яснымъ, почему одновременно съ первоначальными устройствами общесплавной канализаціи возникъ вопросъ о быстромъ освобожденіи канализаціонной сѣти отъ излишнихъ количествъ ливневой воды.

Это достигается путемъ устройства особыхъ сооружений для выпуска ливневой воды—*ливнеспусковъ* (черт. 262).

чер. 262.



Ливнеспуски состоятъ изъ устроенныхъ въ извѣстныхъ пунктахъ сѣти *водосливовъ*, чрезъ порогъ которыхъ ливневая вода посредствомъ ливнеотводныхъ каналовъ спускаются въ ближайшіе водные потоки и овраги.

Ливнеспуски представляется *выгоднымъ* устраивать *послѣ соединенія нѣсколькихъ коллекторовъ въ одинъ* для того, чтобы сразу освободить сѣть отъ огромнаго количества воды. Также ливнеспуски являются *полезными* при устройствѣ *переводныхъ трубъ чрезъ рѣки (дюкеровъ)* для возможнаго уменьшенія ихъ размѣровъ. Не смотря на выгоду устройства ливнеспусковъ не слѣдуетъ стремиться къ ихъ большому числу, такъ какъ они представляютъ собой довольно *дорогія* сооружения, и ихъ положеніе можетъ вызвать *уменьшеніе общаго паденія*, расходимаго на уклоны коллекторовъ.

Начало дѣйствія ливнеспуска зависитъ *отъ высоты порога водослива* и начинается *спустя нѣкоторое время послѣ начала дождя*; это дѣлается съ той цѣлью, чтобы дать возможность первымъ каплямъ дождя,

смывающимъ скопившуюся на улицахъ грязь, стечь по каналамъ вмѣстѣ съ домовыми водами за предѣлы города. Соотношеніе между количествомъ воды, спускаемой чрезъ ливнеспуски и остающейся послѣ спуска воды въ каналахъ, устанавливается такъ называемымъ *коэффициентомъ разжиженія n* . Коэффициентъ разжиженія показываетъ, сколько объемовъ ливневой воды при данныхъ мѣстныхъ условіяхъ можетъ быть добавлено къ объему домовыхъ водъ безъ вреда съ санитарной точки зрѣнія. Т. е., если обозначимъ наибольшій расходъ домовыхъ водъ въ секунду чрезъ Q а ливневыхъ— Q_1 , то непосредственно за водосливомъ ливнеспуска должно протекать количество воды, равное $(n + 1) Q$ а чрезъ ливнеспускъ Q_1 — $(n + 1) Q$. Величина коэффициента разжиженія зависитъ отъ мѣстныхъ факторовъ.

Такъ для n берутъ большія величины, если расходъ и скорость воднаго протока невелики, если ливнеспускъ устраивается съ предѣлахъ города (возможность загрязнить воду купаленъ), и если улицы плохо вымощены или небрежно содержатся. Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что n въ предѣлахъ одной и той же сѣти можетъ быть выбранъ неодинаковымъ (въ случаѣ выпуска ливневой воды въ потоки съ неодинаковымъ расходомъ и скоростью, въ случаѣ устройства ливнеспусковъ за городомъ и въ городѣ и т. п.).

Для величины n въ предѣлахъ города принимаютъ величины отъ 2 до 10, а за предѣлами города, если на пути нѣтъ какихъ либо селеній, питающихся рѣчной водой, то n колеблется между болѣе низкими предѣлами отъ 1 до 2. Данныя о принятой величинѣ для n въ нѣкоторыхъ западно-европейскихъ и русскихъ городахъ сведены въ нижеслѣдующей таблицѣ—XLIII.

ТАБЛИЦА XLIII.

Названіе города.	n .	Названіе города.	n .
Кельнъ	2,2—3,5	Мюльгаузенъ	8,8
Гамбургъ	3,4	Штетинъ	9,5
Франкф. на Майнѣ	4	С. Петербургъ ¹⁾	1,5—2
Висбаденъ	5	Варшава	0,5
Мюнхенъ	5—7	Самара ²⁾	4—6
Берлинъ	6,4	Данцигъ	2—3

¹⁾ Проектъ канализаціи СПБурга, составленный Линдлеемъ.

²⁾ Проектъ канализаціи Самары, составленный Линдлеемъ.

Среднія величины для n въ предѣлахъ города 4—5, а за городомъ 1,5. Пункты канализаціонной сѣти, въ которыхъ слѣдуетъ устраивать ливне-спуски, должны выбираться на тѣхъ коллекторахъ, которые близко расположены къ воднымъ протокамъ и оврагамъ, такъ какъ благодаря этому сокращается длина ливнеотводныхъ каналовъ. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ представиться выгоднымъ при отдаленности отъ нѣкоторыхъ канализируемыхъ частей города воднаго протока или оврага создать его искусственно въ видѣ особыхъ *ливневыхъ каналовъ*, въ которые должны входить ливнеотводные каналы ливнеспусковъ.

При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что желательно располагать первые ливнеспуски по возможности въ верхнихъ частяхъ коллекторовъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ уменьшеніе площадей водосточныхъ каналовъ болѣе значительно. Если коллекторъ лежитъ вблизи воднаго протока, то устройство ливнеспуска будетъ выгодно, если онъ будетъ обслуживать площадь стока въ 10—15 гектаровъ. Въ сомнительныхъ случаяхъ слѣдуетъ *произвести экономическое сравненіе строительныхъ и эксплуатаціонныхъ расходовъ двухъ вариантовъ: коллектора съ ливнеспускомъ и безъ него.*

§ 2. **Типы ливнеспусковъ.** Конструкція ливнеспусковъ естественно распадается на три части: *водосливъ, ливнеотводный каналъ и устье ливнеотвода.* Устройство водослива зависитъ отъ горизонтовъ воды въ протокахъ, въ которые спускаются ливневые воды.

Наилучшимъ расположеніемъ ливнеспуска было бы такое, чтобы дно его устья лежало бы выше горизонта самыхъ высокихъ водъ протока, такъ какъ это обезпечивало бы постоянный истокъ изъ ливнеспуска.

Но въ такомъ поднятій ливнеспусковъ не было бы надобности, если бы періодъ стоянія высокихъ водъ не совпадалъ съ наибольшими ливнями; въ этомъ случаѣ желательно было бы обезпечить стокъ при меженемъ горизонтѣ. Но на самомъ дѣлѣ расположеніе ливнеспусковъ выше уровня высокихъ водъ встрѣчается очень рѣдко за отсутствіемъ необходимыхъ мѣстныхъ условий, которые могутъ встрѣтиться главнымъ образомъ въ городахъ на рѣкахъ съ крутыми берегами. Въ обычныхъ же условіяхъ высокое расположеніе ливнеспусковъ отразится на уменьшеніи величины уклоновъ въ сѣти, что можетъ вызвать въ свою очередь увеличеніе сѣчныхъ водостоковъ и уменьшеніе скоростей ниже допускаемыхъ нормъ (см. главу VII.)

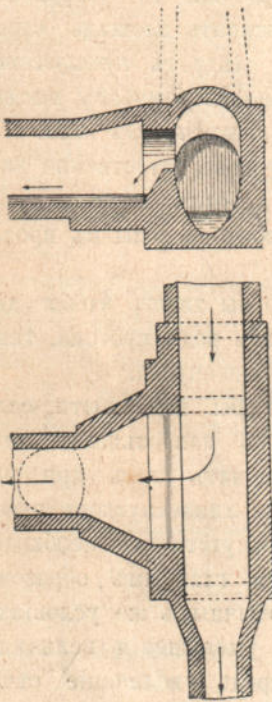
Поэтомъ обычными условіями для заложенія ливнеспусковъ надо признать заложеніе ихъ устья выше уровня меженныхъ водъ или часто бывающихъ на данной рѣкѣ паводковъ; во избѣжаніе же заполнения канализаціонной сѣти во время высокихъ водъ ливнеотводные каналы снабжаются *предохранительными затворами.* Если бы періодъ ливней совпадалъ съ періодомъ высокихъ водъ, но уровень высокихъ водъ былъ бы ниже горизонта воды въ каналѣ, въ которомъ устраивается ливнеспускъ, то истеченіе воды изъ ливнеспуска имѣло бы мѣсто, и онъ бы игралъ роль *несовершеннаго водослива.*

Въ противномъ случаѣ было бы необходимо или *увеличить ёмкость канализаціонной сѣти* для временнаго помѣщенія ливневой воды или снабдить ее *запасными (уравнительными) резервуарами*, въ которыхъ могли бы скопляться сточныя воды во время стоянія высокихъ водъ и спускаться изъ нихъ по каналамъ сѣти послѣ спада, или наконецъ прибѣгать къ *временной перекачкѣ сточныхъ водъ*.

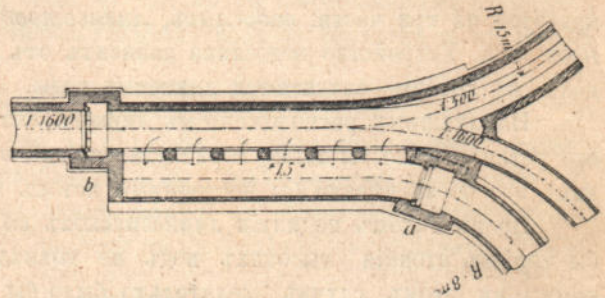
Существующія конструкции ливнеспусковъ весьма разнообразны, но чаще всего на практикѣ при опорожненіи большихъ коллекторовъ прибѣгаютъ къ одному изъ слѣдующихъ трехъ типовъ.

Въ первомъ типѣ (черт. 263) ливнеспускъ устраивается *перпендику-*

чер. 263.

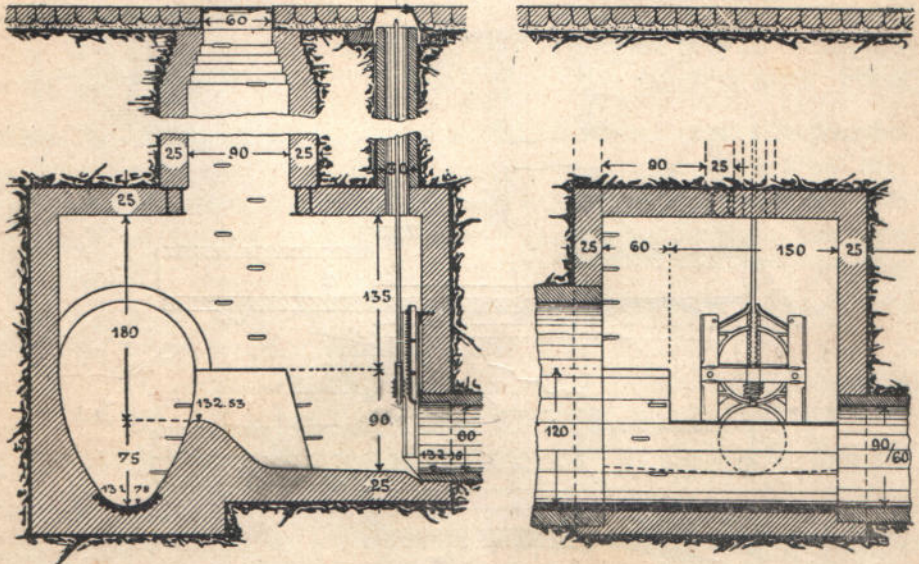
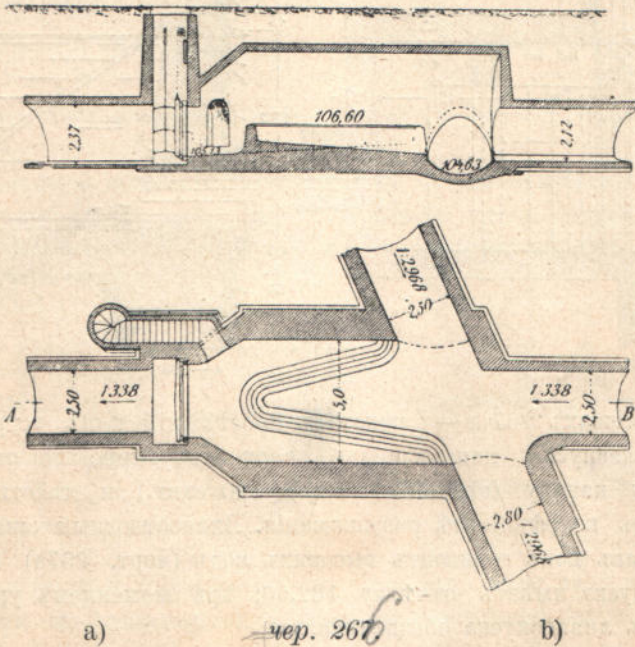


чер. 264.



лярно къ оси коллектора. Во второмъ (черт. 264) ось ливнеспуска составляетъ уголъ съ осью коллектора; здѣсь вслѣдствіе большой ширины водослива онъ раздѣленъ на части, перекрытыя сводами. Третій типъ, представляется собой вариантъ двухъ первыхъ, имѣетъ водосливъ, очерченный по кривой (черт. 265), что при большой расчетной длинѣ его можетъ дать нѣкоторую экономію; кромѣ того образуемая стѣнкой водослива камера можетъ служить для удержанія тяжелыхъ веществъ и улучшать качество воды, изливающейся изъ ливнеспуска. Первый типъ можетъ быть примѣненъ, если разность горизонтовъ воды въ ливнеотводномъ каналѣ и въ водномъ потокѣ значительна, второй же типъ примѣняется тогда, когда намъ

приходится для болѣе высокаго расположенія устья ливнеотводнаго канала надъ горизонтомъ воды въ рѣкѣ развить нѣсколько уклонъ. Третій типъ желательнѣе примѣнять въ тѣхъ же случаяхъ, что и въ пер- чер. 266)



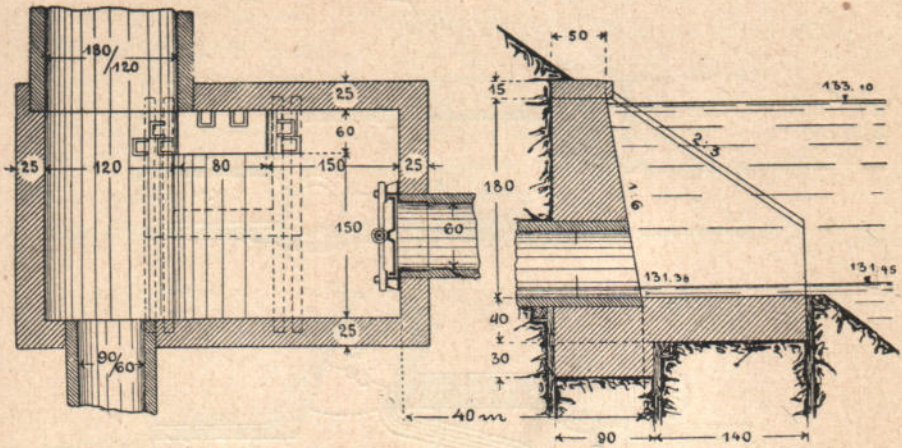
вомъ, но представляется возможнымъ его примѣнять и для небольшой разницы горизонтовъ. Стыченіе ливнеотводныхъ каналовъ дѣлается или круглымъ или чаще лотковымъ, такъ какъ здѣсь вслѣдствіе большого

уклона приходится заботиться о сокращении высоты профиля сѣчений. Для доступа къ ливнеспуску устраивается смотровой колодець.

c)

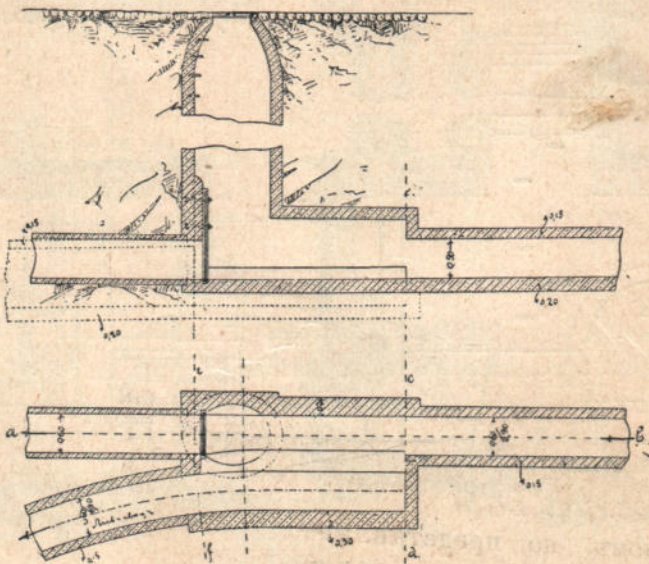
чер. 267.

d)



На чертежахъ 267 а—d показанъ простѣйшій типъ устройства кирпичнаго ливнеспуска, направленнаго перпендикулярно по отношенію къ овоидальному каналу (сѣченіемъ 180×120 сант.) и дѣйствующаго при 4-хъ-кратномъ коэффициентѣ разжиженія. Ливнеотводный каналъ снабженъ затворомъ, такъ какъ горизонтъ высокихъ водъ (черт. 267а) 133,10, а порогъ ливнеспуска имѣетъ отмѣтку 132,53; при меженнемъ уровнѣ 131,45 истечение изъ ливнеспуска обезпечивается.

чер. 268.



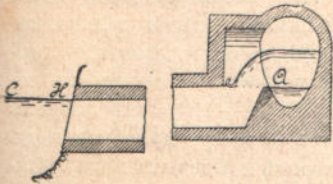
На черт. 268 показана конструкция Цюрихскаго ливнеспуска изъ бетона, но уже съ боковымъ отѣтвленіемъ ливнеотводнаго канала.

§ 3. **Разсчетъ ливнеспусковъ.** При разсчетѣ ливнеспусковъ намъ необходимо опредѣлить *сѣченіе и глубину слоя воды въ коллекторъ, подводящемъ воду къ ливнеспуску, сѣченіе и глубину слоя воды въ коллекторъ (послѣ опорожненія значительной части его расхода въ ливнеспускъ при известномъ коэффициентѣ разжиженія), ширину и высоту порога ливнеспуска и сѣченіе ливнеотвода.*

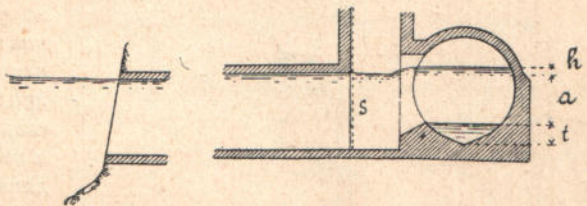
Для опредѣленія *сѣченія и глубины заполнения воды въ коллекторъ* выше и ниже ливнеспуска мы пользуемся обычными методами разсчета, изложенными въ главѣ IX, такъ какъ въ этомъ случаѣ намъ известны протекающіе по коллектору расходы и уклоны.

Что же касается *ширины ливнеспуска, то она обыкновенно опредѣляется по даваемой Гидравликой формулѣ расхода чрезъ совершенный водосливъ, если истеченіе свободно совершается въ водный потокъ (черт. 269)*

чер. 269.



чер. 270.



и *чрезъ несовершенный водосливъ, если горизонтъ воды въ потокѣ выше порога водослива, но ниже горизонта воды въ коллекторѣ (черт. 270).*

Такимъ образомъ для перваго случая *ширина водослива b* опредѣлится изъ формулы:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} (h + k)^{3/2} . . . (161), \quad \text{гдѣ } Q \text{ — расходъ воды чрезъ}$$

водосливъ, μ — коэффициентъ сжатія, $g = 9,81$, h высота слоя сливающейся чрезъ ливнеспускъ воды и k — высота скорости воды, притекающей по перпендикулярному направленію къ ливнеспуску. Пренебрегая k вслѣдствіе незначительной его величины и принимая, что наибольшее значеніе для $^{2/3} \mu$ будетъ равно 0,5, получимъ $Q = 0,5 bh \sqrt{2gh} (162)$

Въ случаѣ же примѣненія *несовершеннаго водослива* слѣдуетъ для *опредѣленія b* пользоваться формулой (черт. 270):

$$Q = bV \sqrt{2gh} \left(\frac{2}{3} \mu_1 h + \mu_2 a \right) . . . (163) \quad \text{гдѣ } a \text{ — высота слоя воды}$$

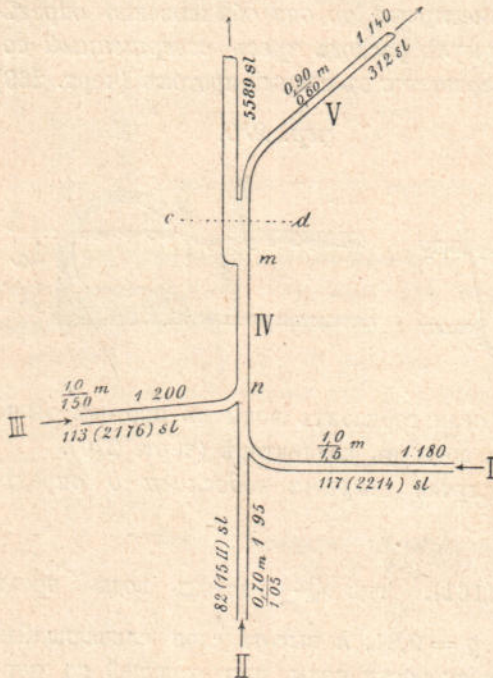
между порогомъ водослива и уровнемъ воды въ ливнеотводѣ, $\mu_1 = 0,8$ и $\mu_2 = 0,6$ т. е.

$Q = b (0,53 h + 0,6 a) \sqrt{2gh} . . . (164)$ *Высота порога ливнеспуска зависитъ отъ принятаго въ данномъ случаѣ коэффициента разжиженія и опредѣляется какъ разность между высотой слоя воды въ подводящемъ каналѣ и высотой переливающегося слоя воды h .*

Съченіе ливнеотводнаго канала опредѣляется обычнымъ путемъ по даннымъ I и Q , зависящему отъ разности уровней порога водослива и наивысшаго горизонта воды въ протокѣ. Для лучшаго уясненія расчета ливнепуска приведемъ примѣръ для совершеннаго и несовершеннаго водосливовъ.

Численный примѣръ 1. Требуется опредѣлить для коллектора IV размеры ливнепуска послѣ соединенія трехъ коллекторовъ I, II и III при коэффициентѣ разжиженія $n = 5$ (черт. 270)?

чер. 270.



Расходы и уклоны для коллекторовъ I—III написаны на чертежѣ, при чемъ цифры 117, 82 и 113 литровъ въ секунду выражаютъ собой расходы домовыхъ водъ въ сухую погоду, помноженные на коэф. разжиженія 5; цифры въ скобкахъ обозначаютъ собой расходы воды во время ливней. Слѣдовательно, каналъ V при началѣ дѣйствія ливнепуска долженъ проводить въ секунду $117 + 82 + 113 = 312$ литровъ (изъ коихъ 52 литра домовыхъ водъ и 260 литровъ дождевыхъ водъ). Задавая для него уклономъ въ 1:140, опредѣлимъ его сѣченіе, пользуясь для этого таблицами проф. Frühling'a, приведенными нами въ главѣ IX.

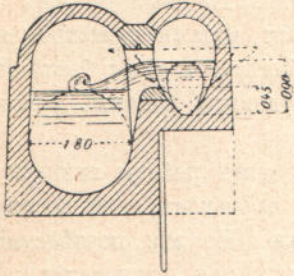
Этотъ каналъ при $I = 1:100$ могъ бы провести $312 \sqrt{\frac{140}{100}} = 369$ лит. въ сек.; пользуясь таблицами для овоидальныхъ сѣченій, мы видимъ, что искомое сѣченіе лежитъ между сѣченіями съ высотой 0,60 и 0,75 мет. Но для уничтоженія работы ка-

нала V подъ давленіемъ, мы для него выбираемъ высоту въ 0,90 мет., благодаря чему мы избѣжимъ увеличенія его сѣченія изъ-за впаденія въ него новыхъ каналовъ ниже ливнепуска. Каналъ, высотой 0,9 мет., по тѣмъ же таблицамъ будетъ имѣть высоту заполнения 0,45; на уровнѣ поверхности воды въ каналъ V долженъ лежать порогъ водослива, т. е. возвышаться на 0,45 мет. надъ подошвой камеры ливнепуска, которая закругляется для предотвращенія отложений (черт. 271). Такимъ образомъ для уничтоженія подпора въ каналъ V слой воды, переливающейся чрезъ водосливъ будетъ равенъ $0,9 - 0,45 = 0,45$ мет. Отсюда $b = \frac{Q}{0,5 \cdot 0,45 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,45}}$; $Q = 2214 + 1511 + 2176 + 312 = 5589$ лит.-сек.; здѣсь 312 литровъ прибавлено къ Q для бѣльшей безопасности вслѣдствіе недостаточной точности расчета; $Q = 5,59 \frac{\text{кг. мет.}}{\text{сек.}}$

Тогда $b = 8,36$ мет. Если бы мы уменьшили длину b , то получился бы подпоръ, и каналъ V проводилъ бы большее количество воды. Для опредѣленія сѣченія ливнеотвода намъ необходимо знать уклонъ поверхности воды. Примемъ его въ $\frac{3}{800} = \frac{1}{267}$ (черт. 272).

$5,50 \sqrt{\frac{267}{100}} = 9,13$. По таблицам Фрюлинга для круглаго сѣченія искомый діаметръ лежитъ между 1,5 и 2 мет. и получается приблизительно въ среднемъ равнымъ 1,67 мет., такъ какъ

чер. 271.



чер. 272.



$1,5 \sqrt[5]{\frac{9,13^2}{6,885^2}} = 1,68$ мет. и $2 \sqrt[5]{\frac{9,13^2}{14,861^2}} = 1,65$ мет. Уклонъ подошвы ливнеотвода въ этомъ случаѣ параллеленъ уклону поверхности т. е. равенъ $\frac{1}{267}$.

Теперь намъ остается опредѣлить глубины заполнения въ коллекторахъ I, II и III при пропускѣ расходовъ при пятикратномъ разжиженіи; по таблицамъ для овоидальныхъ сѣченій онѣ будутъ для I—23 см., II—23 см. и III—18 см. Такъ какъ глубина камеры, на которой устроенъ ливнеспускъ будетъ 0,45 мет., то во избѣжаніе отложенія въ ней осадковъ необходимо подошвы коллекторовъ расположить выше дна камеры для I на $45-23=22$, для II—22 и III— $45-18=27$, а части канала *mn* придать паденіе въ 27 سانت. для плавнаго перехода отъ коллектора III къ камерѣ. При такомъ устройствѣ при всякихъ расходахъ будетъ обезпечено непрерывное движеніе сточныхъ водъ.

Численный примѣръ 2. Имѣется главный коллекторъ круглаго сѣченія, діамет. 2 мет., уложенный съ уклономъ въ 1 : 1600 и проводящій до ливнеспуска расходъ въ 3160 лит. въ секунду. Требуется опредѣлить размеры ливнеспуска при условіи, что въ коллекторѣ послѣ опорожненія останется расходъ въ 160 лит. въ сек., разность горизонтовъ воды въ коллекторѣ и протокѣ будетъ 0,30 мет. и разстояніе до протока равно 30 мет.? Пользуясь таблицами Fröhling'a для круглыхъ сѣченій находимъ, что глубины заполнения воды въ коллекторѣ: за ливнеспускомъ для

$160 \sqrt{\frac{1600}{100}} = 640$ лит. въ секунду t будетъ равно $0,15 \ d = 0,15 \times 2 = 0,30$ мет., а до

ливнеспуска для 3160 $\sqrt{\frac{1600}{100}} = 12640$ лит./сек. около $0,7 \ d = 1,40$ мет. Такимъ образомъ (черт. 269) $a + h = 1,40 - 0,3 = 1,10$ мет. Если принять для h половину имѣющагося въ нашемъ распоряженіи паденія т. е. принять $h = 0,15$, то $a = 0,95$ мет.

Зная эти величины, опредѣлимъ b изъ выраженія $3,0 = b \cdot 4,43 \sqrt{0,15} \left(\frac{2}{3} \cdot 0,8 \cdot 0,15 + 0,6 \cdot 0,95 \right)$, откуда $b = 2,7$ мет.

Уклонъ для ливнеотвода будетъ равенъ $\frac{0,30-0,15}{60} = \frac{1}{400}$; подбираемъ діаметръ его по таблицамъ для круглыхъ сѣченій и получаемъ его въ 1,50 мет., такъ какъ $6885 \sqrt{\frac{100}{400}} = 3442$ лит. въ секунду.

§ 4. Гигиеническая оценка работы ливнепусковъ. Съ гигиенической точки зрѣнія ливнепуски представляютъ собой слабое мѣсто общесплавной системы, такъ какъ при ихъ дѣйствіи въ водные протоки попадаютъ не только загрязненные уличной грязью дождевыя воды, но и воды съ примѣсью частицъ экскрементовъ и грязи, осѣвшихъ на стѣнкахъ коллекторовъ и смываемыхъ во время ливня. Вмѣстѣ съ дождевыми водами и экскрементами легко могутъ попадать въ водные протоки и болѣзнетворныя бактеріи, что, конечно, является вреднымъ для здоровья судовыхъ командъ и прибрежныхъ жителей.

Разумѣется, при незначительномъ количествѣ дней работы ливнепусковъ въ году не происходитъ большого загрязненія протоковъ, если послѣдніе обладаютъ достаточнымъ расходомъ и скоростью. Но эти послѣдствія примѣненія ливнепусковъ необходимо имѣть ввиду при назначеніи положенія ихъ на водныхъ протокахъ и при выборѣ коэффициента разжиженія.

Въ этомъ отношеніи поучительный примѣръ представляетъ г. Берлинъ, городъ съ двухмилліоннымъ населеніемъ, стоящій на р. Шпree, рѣки съ незначительнымъ расходомъ (40 куб. мет. при межени) и небольшой скоростью (0,1—0,15 мет.); ливнепуски Берлинской сѣти настолько загрязняютъ Шпree, что ежегодно приходится удалять изъ нея до 14800 куб. мет. грязи.

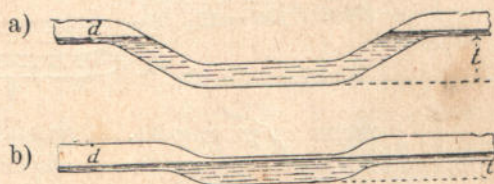
Г Л А В А XV.

§ 1. **Назначеніе дюкеровъ.** Если коллекторъ встрѣчаетъ на пути своемъ водный протокъ или оврагъ или другой коллекторъ, то эта часть коллектора устраивается въ видѣ *дюкера* или *сифона*.

Дюкера представляютъ собой изогнутую въ видѣ буквы *U* часть коллектора, горизонтальная часть которой лежитъ на днѣ воднаго протока или ниже дна. При устройствѣ *дюкера* могутъ быть 2 случая: *полнаго* и *неполнаго* заполнения *дюкерныхъ трубъ*. *Первый* случай (черт. 274а) встрѣчается при пересѣченіяхъ съ рѣками и оврагами, а *второй* (черт. 274б) при пересѣченіи съ другими коллекторами, лежащими съ ними въ одной плоскости.

Дюкера представляютъ собой въ большинствѣ конструкцій *недоступныя для осмотра части скважины*. Поэтому при ихъ устройствѣ примѣняется рядъ мѣръ, имѣющихъ цѣлю обезпечить постоянное движеніе сточныхъ водъ безъ закупорки сѣченія *дюкерныхъ трубъ*. Для этой цѣли прежде всего предъ началомъ *дюкера* устраиваются *осадочные колодцы* (*грязеловки*), снабжаемые рѣшетками для выдѣленія плавающихъ веществъ. Далѣе устраиваютъ при *дюкерахъ* *приспособленія для ихъ промывки* рѣчной или водопроводной или сточной водой и наконецъ при расчетѣ придаютъ *дюкернымъ трубамъ* по возможности *меньшія сѣченія для обезпеченія достаточной скорости*; при устройствѣ *дюкеровъ* для общесплавной системы снабжаютъ ихъ для полученія болѣе постояннаго расхода *ливнепускками*, устраиваемыми передъ ихъ входными частями. Въ нѣкоторыхъ *дюкерныхъ* устройствахъ для удобства ихъ промывки или прочистки устраиваются *осадочные колодцы* и съ другой стороны у концовъ *дюкеровъ*. Кромѣ того *дюкерныя* камеры снабжаются *смотровыми колодцами съ боковымъ входомъ*. Иногда приспособленія для спуска дѣлаются въ самихъ камерахъ. Рекомендуемыя нами приемы для обезпеченія промывки или прочистки *дюкеровъ* отпадаютъ, если *дюкера* укладываются въ *туннеляхъ*.

чер. 274.



Всякій дюкеръ при сплошномъ заполненіи подвергается *внутреннему давленію*, которое нѣсколько уменьшается *внѣшнимъ давленіемъ воды и грунта*. Это обстоятельство въ связи съ трудностью укладки дюкерныхъ трубъ заставляетъ употреблять для нихъ преимущественно металлическія трубы.

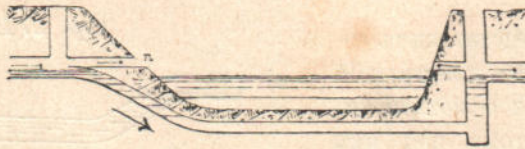
§ 2. **Конструкція дюкеровъ.** Дюкера дѣлаются изъ трубъ: чугуныхъ, клепаныхъ, желѣзныхъ, стальныхъ, желѣзо и сталебетонныхъ—круглаго сѣченія.

Конструкція дюкеровъ весьма разнообразна и зависитъ главнымъ образомъ отъ того, приходится ли пересѣкать рѣки или овраги. Конструкція же *рѣчныхъ дюкеровъ* зависитъ въ свою очередь отъ свойства самой *рѣки*: ея ширины, глубины, скорости теченія, рода грунта береговъ и дна, колебаній горизонтовъ и т. п., а также и отъ значенія *рѣки*, какъ *воднаго пути сообщенія*. Если *рѣкой* пользуются для *правильнаго судоходства*, то это сильно вліяетъ на конструкцію дюкера и въ особенности, какъ мы увидимъ ниже, на *способъ производства работъ*.

По своему устройству дюкера могутъ быть раздѣлены на нѣсколько типовъ, а именно:

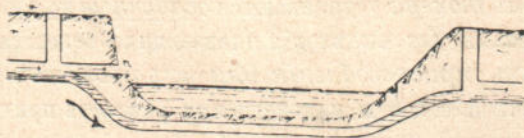
а) *горизонтальный дюкеръ съ пологими подъемами въ обоихъ концахъ* (черт. 275).

чер. 275.



б) *дюкера съ уклономъ, идущимъ по направленію теченія, и съ вертикальнымъ осадочнымъ колодеземъ въ концѣ его* (черт. 276).

чер. 276.

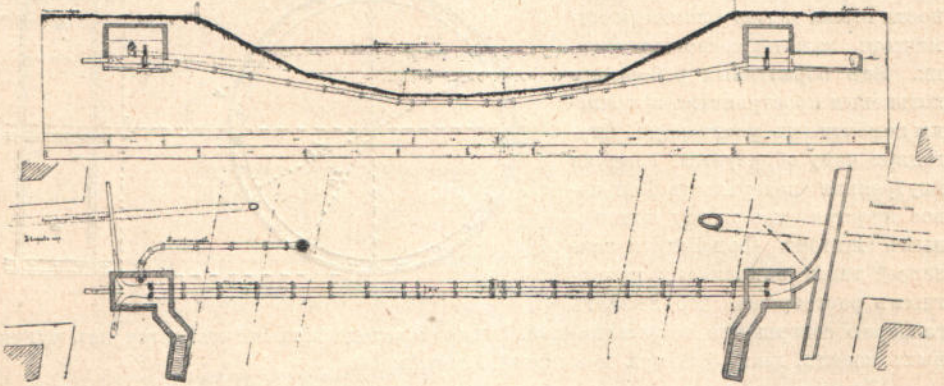


Примѣръ дюкера типа а) представляетъ собой устроенный въ *Москвѣ* дюкеръ, длиной 24,5 саж., изъ двухъ чугуныхъ трубъ, діам. 14", подъ водоотводнымъ каналомъ противъ Знаменскаго переулка ¹⁾ (черт. 277); во входную камеру дюкера входитъ промывная труба изъ канала, запираемая задвижкой. Каждая дюкерная труба снабжена задвижками по обѣимъ

¹⁾ Журналы Высочайше утвержденной комиссіи по надзору за устройствомъ новаго водопровода и канализаціи г. Москвы, 1897 годъ.

ея концамъ для ея выдѣленія на случай ремонта. Камеры и боковые смотровые колодцы сдѣланы изъ кирпича.

чер. 277.



Этотъ типъ *нельзя рекомендовать*, такъ какъ при немъ дюкеръ плохо обезпеченъ отъ засоренія *вслѣдствіе отсутствія осадочныхъ колодцевъ (грязеловокъ)*. Онъ является пригоднымъ только тогда, когда онъ входитъ въ часть *главнаго отводнаго напорнаго коллектора*, отводящаго сточныя воды за предѣлы города къ очистнымъ сооруженіямъ послѣ нѣкоторой механической очистки сточныхъ водъ въ песколовкахъ насосныхъ станцій. Вообще этотъ типъ слѣдуетъ считать употребительнымъ для проведенія болѣе чистой воды, что имѣетъ мѣсто въ водопроводахъ.

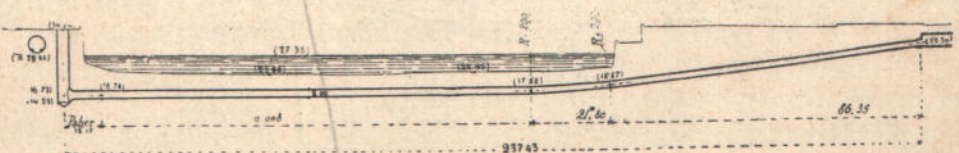
чер. 278.



Третій типъ с) — дюкеръ съ двумя осадочными колодцами по обоимъ концамъ и горизонтальной или слегка наклоненной по направленію теченія дюкерной трубой (черт. 278.).

Дюкеръ *de la Concorde* (типъ b) въ Парижѣ сдѣланъ изъ чугунныхъ трубъ, діам. 1.80, и уложенъ подъ дномъ Сены въ туннель при помощи *подвижнаго щита (bouclier, см. главу XI)* (черт. 279).

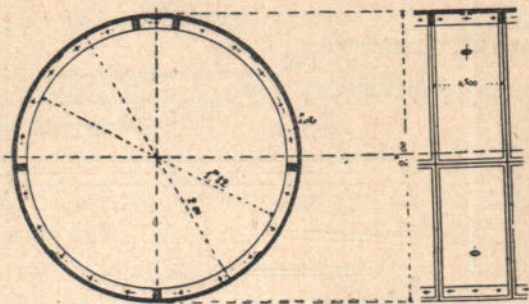
чер. 279.



Галерея для сифона сдѣлана изъ чугунныхъ колець, длиной 0,50 мет. соединяющихся ребордами (толщ. 0,023 мет.).

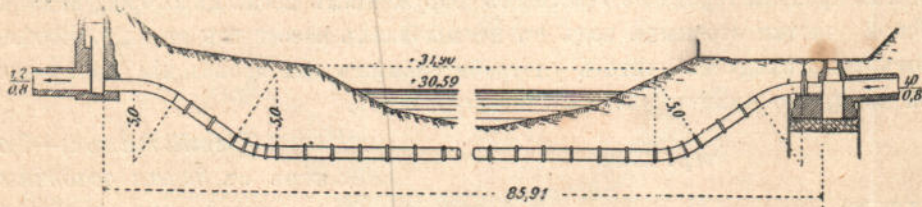
Каждое кольцо (черт. 280) состоит из 5 сегментов, толщ. 2 сант., из которых четыре имеют одинаковую длину, а пятый сегмент собой замыкает трубу; для плотности стыка между флянцами сегментов зажаты сосновые планки. Всё образуемая ребрами кольцевыя пространства заполнены цементным раствором, благодаря чему образуется гладкая внутренняя поверхность. Кольцевое пространство между подвижным щитом (bouclier) и галереей также заполняется цементным раствором, что дѣлает галерею совершенно непроницаемой. Входной колодезь также дѣлается из чугуных колець, діам. 3,28 мет. и высотой 1 метръ.

чер. 280.

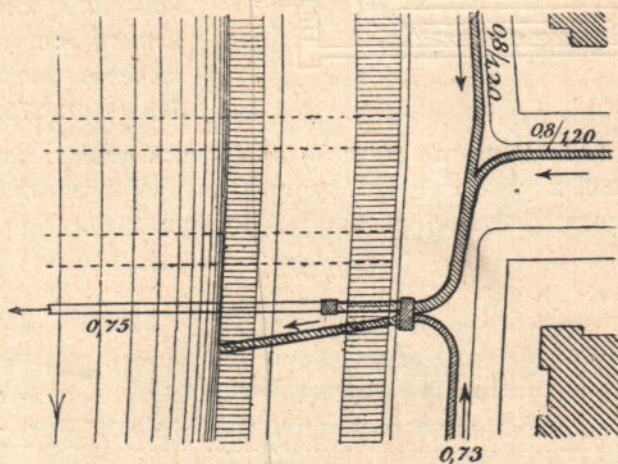


Дюкеръ съ осадочными колодцами показанъ на чертежѣ 281 а-в. Онъ представляетъ собой дюкеръ изъ чугуныхъ трубъ, пересѣкающій р. Шпрее въ г. Берлинѣ и устроенный послѣ соединенія трехъ коллекторовъ.

чер. 281. а)



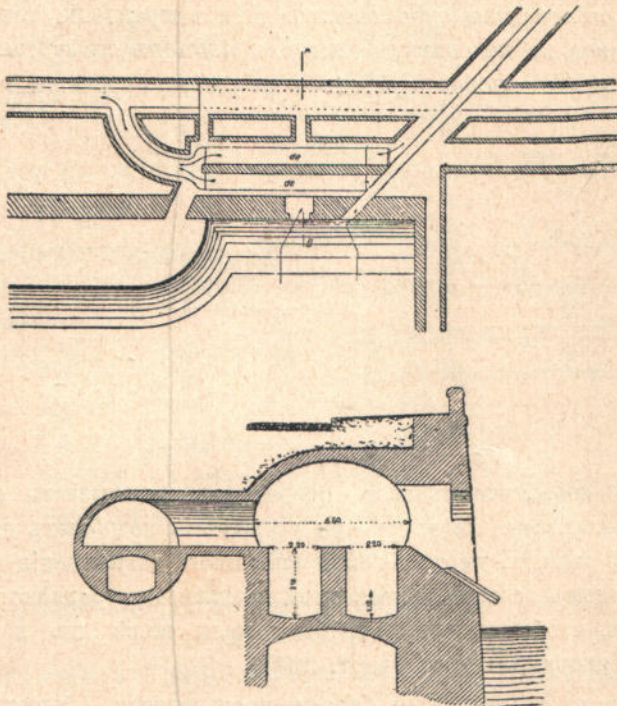
б)



Здѣсь *ливнепускъ* устроенъ отдѣльно отъ дюкера въ соединительной камерѣ для коллекторовъ, откуда уже выходитъ каналъ высотой 1 метръ, соединяющійся со входной дюкерной камерой (*грязеловкой*). У выходного конца также устро-

енъ осадочный колодець съ небольшимъ углубленіемъ. Здѣсь примѣнены три затвора, одинъ въ ливнеспускѣ и два въ осадочныхъ колодцахъ. Запирая первый, мы можемъ использовать притокъ ливневой воды для промывки дюкера; остальные два затвора служатъ для выдѣленія дюкера изъ канализаціонной сѣти на случай необходимаго ремонта, при чемъ въ это время сточныя воды должны спускаться черезъ ливнеспускъ.

чер. 282.



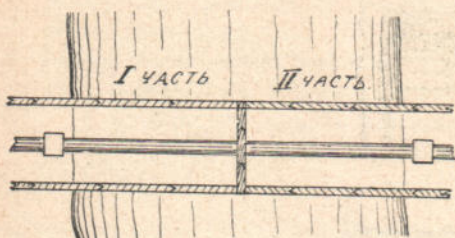
Въ нѣкоторыхъ городахъ осадочные колодцы устраиваются отдѣльно отъ дюкеровъ въ самой канализаціонной сѣти. Примѣръ такого устройства имѣется въ канализаціи г. Парижа (черт. 282), гдѣ на коллекторѣ, проходящемъ по набережной р. Сены, устроены *осадочный бассейнъ изъ 2-хъ отдѣленій (песколовка)*; задержанные бассейнами песокъ и уличная грязь передаются черезъ отверстіе по спуску на баржи, стоящія на р. Сенѣ, и отвозятся къ мѣстамъ назначенія.)

§ 3. **Производство работъ по укладкѣ дюкеровъ.** При пересѣченіи коллекторами *небольшихъ рѣкъ* производство работъ по устройству дюкеровъ заключается въ примѣненіи *шпунтовыхъ рядовъ* или *перемычекъ* и послѣдующей *откачки* воды изъ огражденнаго такимъ образомъ пространства; для пропуска воды приходится раздѣлить укладку дюкерныхъ трубъ на двѣ части и сначала дѣлать первую половину, по окончаніи которой и уборкѣ шпунтовыхъ загражденій приступить къ устройству второй (черт. 283). Если же по мѣстнымъ условіямъ представляется вполне возможнымъ *отвести рѣчку или ручей въ сторону при помощи вре-*

меньших деревянных лотков или устройством временного рукава, то работы по прокладкѣ сифона будутъ вестись безъ шпунтовыхъ огражденій. Въ обоихъ случаяхъ для дюкеровъ примѣняютъ обыкновенно чугуныя трубы.

При устройствѣ дюкеровъ на большихъ и судоходныхъ рѣкахъ приемы по производству работъ значительно усложняются, такъ какъ *перегораживаніе части рѣки* на сравнительно большой промежутокъ времени *сильно стѣсняетъ судоходство*, да и направленіе теченія въ сѣченіи, уменьшенное на половину, вызываетъ *подпоръ въ верхнихъ частяхъ рѣки*, *затопленіе части береговъ* и *усиленіе скорости въ отверстіи*

чер. 283.



чер. 284.

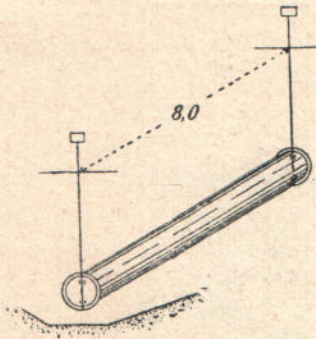


для пропуска воды, что въ свою очередь можетъ вызвать *размывъ дна на большую глубину*. Поэтому при устройствѣ подобныхъ дюкеровъ примѣняется иной методъ, не требующій сплошнаго загражденія рѣки. Прежде всего посредствомъ *землечерпательной машины* устраиваютъ поперечный желобъ въ днѣ, чтобы дюкерныя трубы лежали ниже дна и не могли бы повреждаться якорями судовъ (черт. 284).

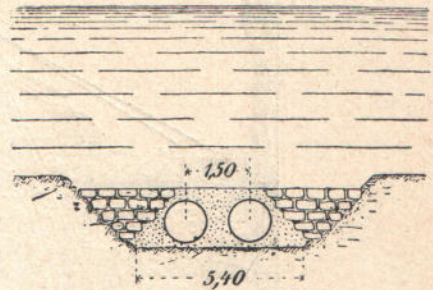
Параллельно съ этимъ *на берегу* производится *сборка дюкерныхъ трубъ*, концы которыхъ плотно закрываются, чтобы трубы могли при спускѣ въ воду держаться на плаву; во время сборки устраиваются въ рѣкахъ съ *сильнымъ теченіемъ неподвижныя подмости*, состоящія обыкновенно изъ ряда свай, связанныхъ прогонами и схватками, а въ рѣкахъ со *слабымъ теченіемъ плавучія подмости*. Послѣ испытанія трубъ гидравлическимъ прессомъ, онѣ *спускаются на воду* и подводятся къ подмостямъ; тамъ онѣ *устанавливаются точно по оси приготовленнаго рва* и нагружаются грузомъ (рельсами) для погруженія ихъ въ воду. *Опусканіе переводовъ съ подмостей* производится съ помощью дифференціальныхъ блоковъ и домкратовъ весьма осторожно, чтобы не было бы поврежденія трубъ при спускѣ, для чего прикрѣпляютъ къ трубамъ рейки съ дѣленіями и визирками, по положенію которыхъ можно судить о равномерности опусканія (черт. 285). Послѣ опусканія положеніе дюкерныхъ трубъ еще разъ *провѣряется по рейкамъ* и при помощи *водолазовъ*. Послѣ провѣрки водолазы *убираютъ заглушки дюкерныхъ трубъ* и соединяютъ ихъ съ береговыми

частями, устраиваемыми обыкновенно въ перемычкахъ, и, пустивъ воду въ трубы, убираютъ нагрузку и засыпаютъ дюкерные рвы. Въ нѣкоторыхъ

чер. 285.



чер. 286.



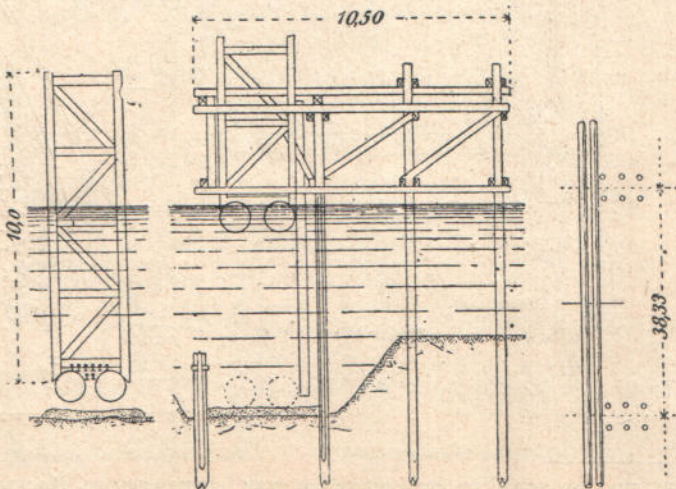
дюкерахъ применяютъ задѣлку дюкерныхъ трубъ въ бетонный массивъ (черт. 286), при чемъ подготовка бетона подъ трубы производится при помощи водолазовъ.

чер. 287.



Такъ какъ дюкера состоятъ обыкновенно изъ двухъ трубъ, то очень трудно положить ихъ *параллельно*; для облегченія этого трубы связываются поперечными распорками, что даетъ возможность опускать *обѣ трубы заразъ*

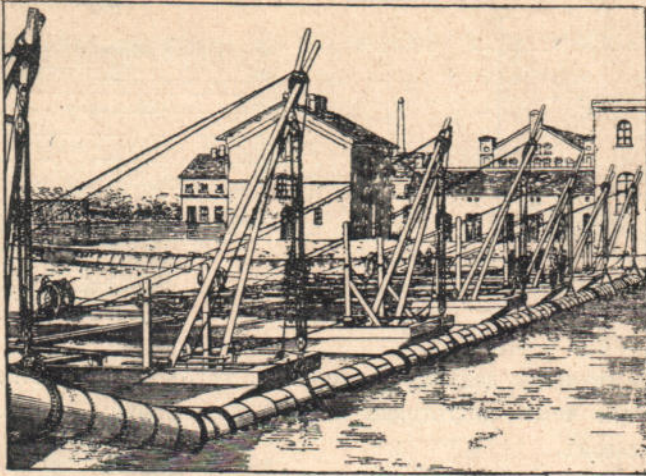
чер. 288.



(черт. 287). Для дюкеровъ, собираемыхъ на берегу и опускаемыхъ съ подмостей, употребляютъ клепаные желѣзные или стальные трубы.

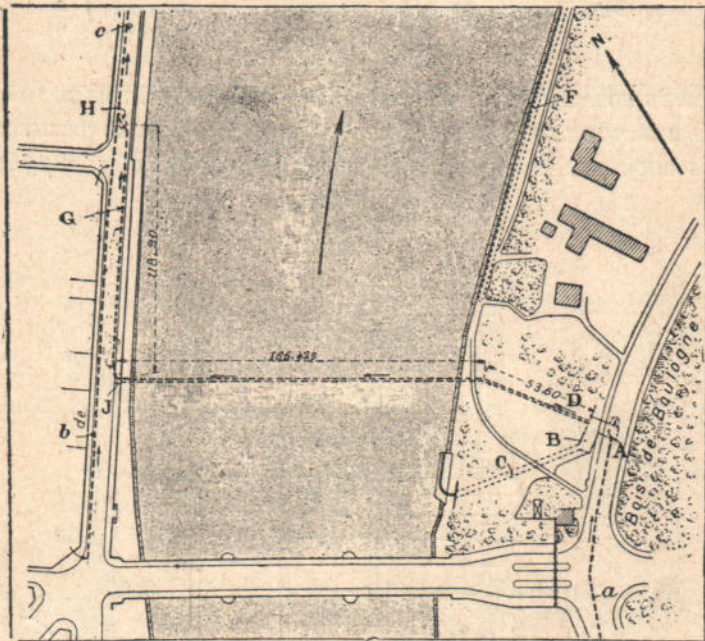
Чертежъ 288 показываетъ опусканіе парныхъ трубъ нагруженныхъ рельсами съ постоянныхъ подмостей; чертежъ 289 иллюстрируетъ опусканіе желѣзной клепананой трубы въ г. Данцигѣ съ плавучихъ подмостей.

чер. 289.



Для лучшей иллюстраціи приемовъ ¹⁾ по опусканію докерныхъ трубъ опишемъ работы по устройству докера изъ стальныхъ трубъ въ м. Suresnes около Парижа ²⁾.

чер. 290.



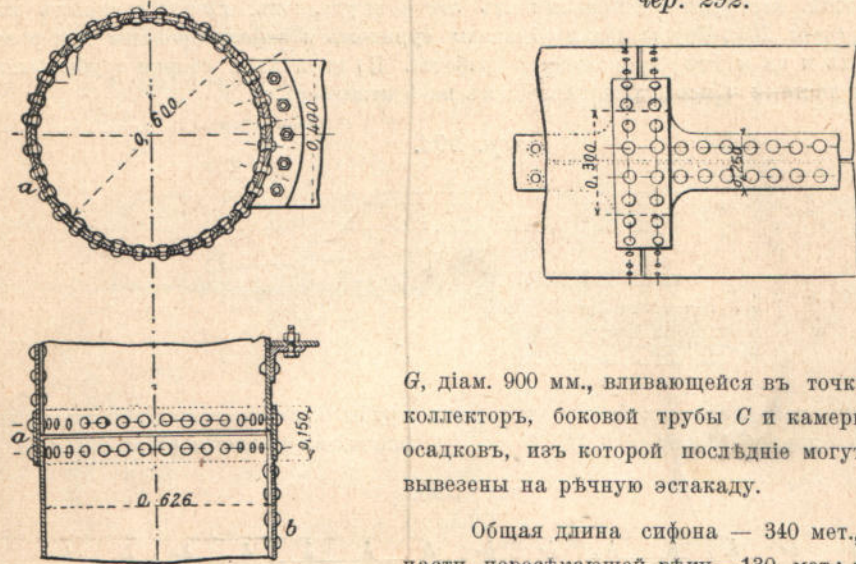
¹⁾ Сравни. производство работъ по устройству докеровъ въ Москвѣ, Труды V Водопроводнаго Съѣзда, докладъ В. К. Шнейера.

²⁾ Genie Civil, 1907, Siphon pour eaux d'égouts à Suresnes.

Сюренскій сифонъ (чер. 290 и 291) состоитъ изъ слѣдующихъ частей: входной камеры *A*, двухъ чугунныхъ трубъ *D*, діам. 600 мм., переходящихъ въ предѣлахъ пересѣченія р. Сены въ 2 стальные трубы того же діаметра, колодца *J*, трубы чер. 291.



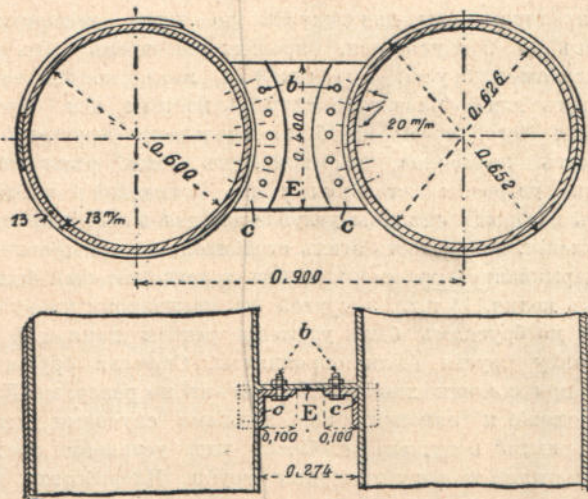
чер. 292.



G, діам. 900 мм., вливающейся въ точкѣ *H* въ коллекторъ, боковой трубы *C* и камеры *B* для осадковъ, изъ которой послѣдніе могутъ быть вывезены на рѣчную эстакаду.

Общая длина сифона — 340 мет., длина части, пересѣкающей рѣку,—130 мет.; разность отмѣтокъ между подошвами коллекторовъ праваго и лѣваго берега 0,95 мет.

Для устройства сифона стальные трубы были собраны на берегу, затѣмъ чер. 293.

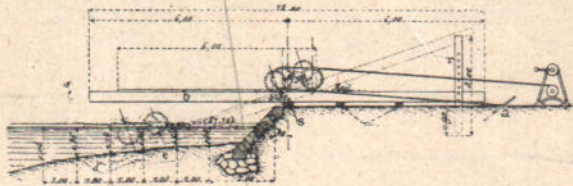


были спущены на рѣку, подведены къ мѣсту загрузки и опущены съ подмостей подъ дѣйствіемъ нагрузки въ приготовленное ложе.

Трубы для погруженной части были сдѣланы изъ стальныхъ листовъ, толщиной 0,013 мет. (черт. 292), соединяемыхъ посредствомъ накладокъ; заклепки этого соединения были сдѣланы съ очень плоскими головками, чтобы не было образования осадковъ въ дюкерныхъ трубахъ.

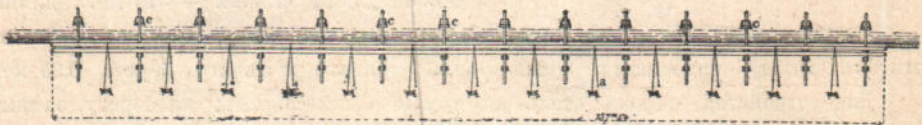
Стальные трубы имѣли длину 10 мет. и состояли изъ 3 колець, длиной 3,33 мет. каждое; накладки для трубъ были устроены въ двухъ направлѣнiяхъ (черт. 292): поперечныя *a* и продольныя *b*, при чемъ стыки располагались въ разныхъ плоскостяхъ. Для укладки трубъ параллельно другъ другу онѣ были связаны между собой жесткими распорками изъ листа и уголковъ, прикрѣпленныхъ къ трубамъ (черт. 293). Трубы были обмазаны сурикомъ и асфальтированы два раза (на заводѣ и на мѣстѣ производства работъ). По окончанiи сборки трубы были закрыты листами и испытаны давленiемъ на 9 атмосферъ.

чер. 294.



Подъ собранныя на берегу дюкерныя трубы были подведены поперечныя брусья *b*, длиной 12 мет. (сѣч. 30×25 см.), въ количествѣ 14 штукъ (черт. 294 и 295),

чер. 295.

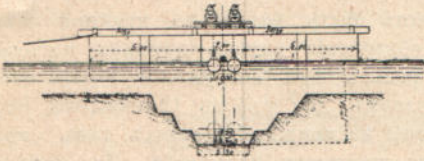


которыя были предназначены для спуска по нимъ дюкерныхъ трубъ; для вращенiя брусевъ *b* вокругъ осп. проходящей чрезъ ихъ средину, подъ нихъ уложены дубовыя бруска *с* (длиной 1 мет.), конецъ которыхъ былъ нѣсколько скошенъ для образованiя твердой постели для брусевъ *b* послѣ ихъ поворота. Для того, чтобы не было скольженiя брусевъ *b* послѣ того, какъ они примутъ наклонное положенiе, въ ложъ рѣпки во время гориз. с. н. водъ были устроены столбики с изъ каменной наброски, покрытой слоемъ бетона, въ которыхъ сдѣланы углубленiя для помѣщенiя столбиковъ с въ наклонномъ положенiи; поверхность этихъ столбиковъ была выравнена подъ угломъ въ 18°. Трубы удерживались канатами, одинъ конецъ который былъ прикрѣпленъ къ лебедкамъ (въ колич. 13 шт.), а другой къ наклонному упору *a*; для лучшаго скольженiя трубъ по брускамъ были уложены рельсы длиной 6 мет. (черт. 294). По данному сигналу брусья были опрокинуты. Сначала брусья повернули на 20 сантиметровъ при помощи домкратовъ, затѣмъ по реперамъ *F* провѣрили ихъ параллельное положенiе и наконецъ постепенными спусками установили ихъ въ углубленiяхъ упорныхъ подушекъ *с*. Послѣ ихъ установкi постепенно при помощи крановъ спустили на воду дюкерныя трубы. На работахъ по спуску работало 72 человекъ; вся операцiя продолжалась около часу.

Одновременно съ работами по сборкѣ и спуску дюкерныхъ трубъ велись работы по устройству траншей для ихъ укладки. Эти работы отличались труд-

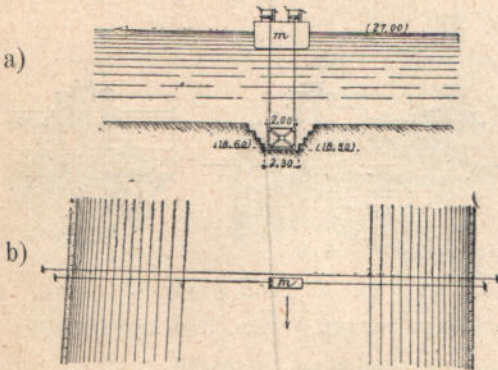
ностью, так как приходилось производить землерезание для рва шириной 2,30 мет. и высотой от 1,25 до 5,60 метр. на глубинѣ 8,50 мет. до поверхности воды; на лѣвомъ берегу пришлось прибѣгнуть къ динамиту для варыва плотныхъ мергелей и известняковъ (черт. 296).

чер. 296.



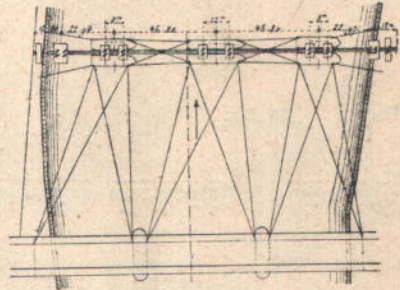
Движеніе шаланды направлялось

чер. 297.



Провѣрка размѣровъ траншеи производилась посредствомъ металлическаго габарита, состоявшаго изъ прямоугольной рамы (2 м.×1,5 м.) и прикрѣпленнаго къ шаландѣ двумя канатами, перекинутыми чрезъ 2 лебедки (черт. 297a).

чер. 298.

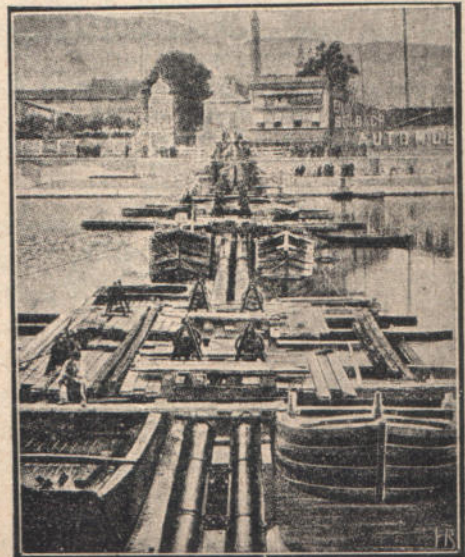


береговымъ лебедкамъ; этотъ канатъ долженъ былъ двигаться параллельно реперному желѣзному канату (черт. 297b).

Послѣ провѣрки размѣровъ рва для трубъ была произведена подготовка для нихъ бетонной постели, поверхность которой была выравнена деревянной трамбовкой; сама трамбовка направлялась внизъ водолазомъ, а тяжъ ея высовывался изъ воды. Затѣмъ спущенныя трубы были подведены къ мѣсту погруженія и помѣщены между 3 парами баржъ (черт. 298); эти баржи были между собой раскрѣплены рабочими платформами, на которыхъ были установлены по 4 лебедки.

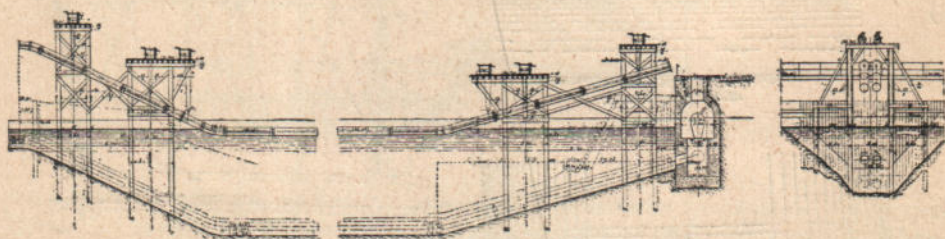
чер. 299.

При установкѣ на мѣсто дюкерныхъ трубъ было выставлено требованіе, чтобы эти работы не задерживали навигаціи на продолжительное время. Это обстоятельство не могло не повліять на организацію производства работъ. Для этого сначала перевели съ праваго берега шаланды и дюкерныя трубы и установили ихъ надъ рвомъ (черт. 299), на что было затрачено около получаса.



Затѣмъ баржи были раскрѣплены между собой, прикрѣплены къ берегамъ и опорами близъ лежащаго Сюренскаго моста (черт. 298). Далѣе наклонныя части дюкерныхъ трубъ, собранныя на береговыхъ подмостяхъ, были соединены съ прямыми частями трубъ (черт. 300). Плавающія трубы длиной 138 мет. вѣсили около 67000 килогр. и вмѣщали въ себѣ объемъ воды въ 865000 кил.; слѣдовательно нагрузка для ихъ погруженія должна была быть равна по крайней мѣрѣ $86500 - 67000 = 19500$ килогр.; но для облегченія спуска приняли нагрузку въ 32600 килогр. Нагрузка изъ старыхъ рельсъ при погруженіи теряла около $\frac{1}{3}$ вѣса т. е. около 4 тоннъ; такимъ образомъ для работъ 12 лебедокъ оставалось около 9 тоннъ. Рельсы были помѣщены на кривыхъ частяхъ, такъ какъ это было удобнѣе для подвѣшиванія ихъ къ лебедкамъ подмостей. Для укладки рельсовъ пользовались плавучимъ краномъ, на что было затрачено до 10 часовъ. На трубахъ были установлены рейки съ дѣлениями для вывѣрки трубъ положенія при опусканіи.

чер. 300.

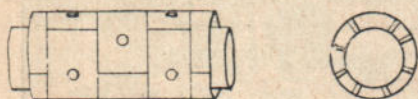


Самый спускъ сифона при 127 рабочихъ занялъ 3 часа. Весь перерывъ навигаціи выразился въ 36 часахъ.

На слѣдующій день было произведено наполненіе трубъ черезъ краны, задѣланные въ листы, закрывавшіе концы дюкерныхъ трубъ; эта работа была сдѣлана водолазомъ, который открылъ на правой сторонѣ кранъ для наполненія водой и для выпуска воздуха; на лѣвой сторонѣ въ листы, закрывавшіе дюкерныя трубы, были также задѣланы трубки для выпуска воздуха. Послѣ наполненія трубъ водой при помощи водолаза была удалена нагрузка изъ рельсовъ, и трубы были обдѣланы бетономъ. Соединеніе концовъ сифона съ береговыми частями было сдѣлано въ перемычкахъ.

Работы по укладкѣ Сюренскаго сифона въ предѣлахъ подводной его части обошлись въ 99000 франковъ, что даетъ стоимость одного погоннаго метра въ 600 франковъ.

чер. 301.

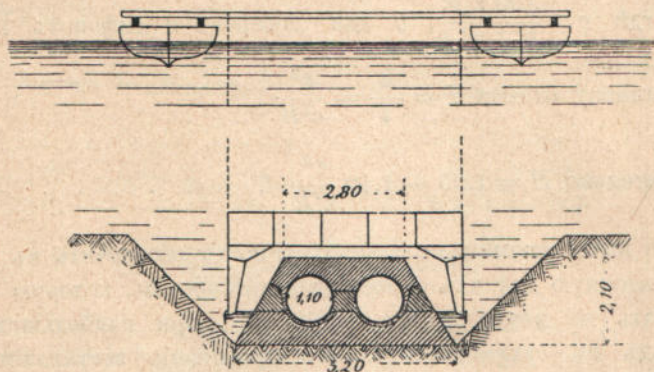


Среди работъ по устройству сифоновъ заслуживаетъ большого вниманія способъ, примѣненный инженеромъ Монбергомъ для постройки сифона для канализаціи г. Копенгагена¹⁾. Сущность этого способа заключается въ примѣненіи для устройства сифоновъ двухъ трубъ, изъ которыхъ одна входитъ въ другую (черт. 301); кольцевой промежутокъ по особо разработанному авторомъ методу заполняется бетономъ.

¹⁾ Подробнѣе см. Les siphons sous-marins des égouts de Copenhague, Genie Civil 1907, или Die Assanierung der Cöbenhavn von Dr. Weyl.

Также интересный прием по применению для опускания дюкерных труб при помощи пловучаго понтона употребленъ въ Гаврѣ (черт. 302), гдѣ дюкерныя трубы заложены въ каменномъ массивѣ трапецидальнаго сѣченія.

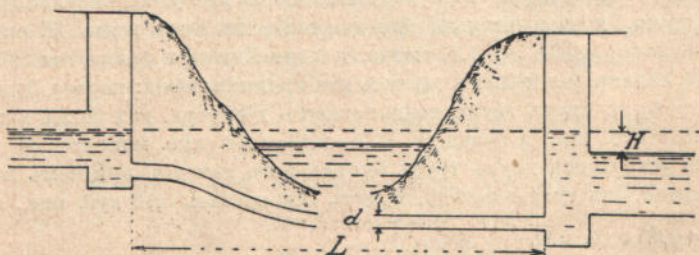
чер. 302.



При устройствѣ дюкеро́въ чрезъ *суходолы*, производство работъ мало отличается отъ обычныхъ канализационныхъ работъ и сильно упрощается; здѣсь находятъ себѣ болѣе широкое примѣненіе чугуны, желѣзобетонъ и сталебетонъ.

§ 4. **Разсчетъ дюкеро́въ.** Дюкеръ съ полнымъ заполненіемъ находится въ тѣхъ же условіяхъ, что и обыкновенная водопроводная труба. Поэтому разсчетъ ихъ сводится къ опредѣленію діаметра дюкерной трубы d и разности горизонтовъ сточныхъ водъ въ приводящемъ къ дюкеру сточныя воды коллекторѣ и отводящемъ H (черт. 303).

чер. 303.



Для опредѣленія d мы пользуемся извѣстнымъ выраженіемъ $Q = \frac{\pi d^2}{4} v$;

H же затрачивается главнымъ образомъ на треніе воды въ трубѣ длиной l , а также и на нѣкоторыя добавочныя сопротивленія, обусловливаемыя очертаніемъ дюкера (потеря при входѣ въ дюкерную трубу и выходѣ изъ нея, потеря при прохожденіи чрезъ повороты), которыя могутъ быть или

опредѣлены точно по соответственнымъ формуламъ Гидравлики или оценены приближенно въ 5⁰/₀—10⁰/₀ отъ сопротивленія на треніе.

Такимъ образомъ $H = 1,05 - 1,10 I l$, гдѣ I —потеря на единицу длины въ трубѣ діаметромъ d и со скоростью движенія v (гидравлическій уклонъ). Для I можно пользоваться обычной формулой Kutter'a. Извѣстно что

$$v = c \sqrt{RI}, \text{ гдѣ } c = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}; b \text{ для дюкеровъ и сифоновъ принимается въ } 0,30 \text{ (IX глава); отсюда } I = \frac{h}{l} = \frac{v^2}{c^2 R}.$$

$$\text{Слѣдовательно } H = 1,05 - 1,10 \frac{v^2}{c^2 R} \cdot l. \dots \dots \dots (165).$$

Мы уже выше упоминали о необходимости обезпечить въ дюкерныхъ трубахъ достаточную для ихъ самоочищенія *скорость*, которую желательно въ нихъ дѣлать не менѣе 1 мет.—1,20 мет. при наибольшемъ расходѣ сточныхъ водъ въ сухую погоду. Это требованіе заставляетъ при проектировкѣ дюкеровъ общесплавной системы устраивать передъ входами въ нихъ для регулированія расходовъ—ливнеспуски; также для обезпеченія скорости въ нѣкоторыхъ случаяхъ устраиваютъ двѣ трубы неодинаковаго діаметра, при чемъ меньшая работаетъ въ сухую погоду, а большая во время ливня.

Въ раздѣльныхъ системахъ назначеніе скоростей въ дюкерныхъ трубахъ производится значительно проще, такъ какъ здѣсь имѣемъ дѣло лишь съ колебаніями расхода въ теченіе одного дня. Для поясненія приведеннаго нами разчета мы помѣщаемъ ниже численный примѣръ.

Численный примѣръ. Черезъ дюкеръ общесплавной канализаціи долженъ быть пропущенъ расходъ при стоѣ въ сухую погоду—0,12 куб. мет., а при стоѣ во время ливня—0,60 куб. мет., такъ какъ находящійся предъ дюкеромъ ливнеспускъ работаетъ при коэффициентѣ разжиженія 4. Требуется опредѣлить діаметры дюкерныхъ трубъ и необходимый для движенія въ нихъ воды H , если средняя скорость не будетъ менѣе 1—1,2 метра, и длина дюкера равняется 200 мет.? Для рѣшенія этой задачи мы можемъ сдѣлать два предположенія: первое будетъ заключаться въ устройствѣ двухъ трубъ неодинаковаго діаметра, изъ коихъ малая будетъ пропускать 0,12 куб. мет., а большая 0,60—0,12=0,48 куб. мет.; второе будетъ заключаться въ устройствѣ двухъ трубъ одинаковаго сѣченія, при чемъ каждая, работая по очереди, въ сухую погоду, будетъ пропускать 0,12 куб. мет., а во время ливня $\frac{0,60}{2} = 0,30$ куб. мет.

Первое предположеніе.

При скорости въ 1,2 метра діаметръ малой трубы:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,12}{1,2}} = 1,13 \times 0,316 = 0,36; \text{ діаметръ большой трубы:}$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{0,48}{1,2}} = 1,13 \times 0,63 = 0,71. \text{ Примемъ для } d_1 = 0,35 \text{ мет., для } d_2 = 0,70.$$

При принятых диаметрах скорость в малой трубѣ:

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \times 0.12}{3.14 \times 0.35^2} = 1.25 \text{ м/сек}; \text{ в большой трубѣ}; v_2 = \frac{4 \times 0.48}{3.14 \times 0.70^2} = 1.25 \text{ м/сек.}$$

Имѣя величины скоростей, определяемъ потерю напора в дюкерныхъ трубахъ по формулѣ:

$$H = 1.05 \frac{v^2}{c^2 \cdot R} \cdot l, \text{ гдѣ } l \text{—длина трубы, } R \text{—гидравлическій радиусъ, } c = \frac{100 \sqrt{R}}{0.30 + \sqrt{R}}$$

$$R_1 = \frac{d_1}{4} = 0,0875; R_2 = \frac{d_2}{4} = 0,1750; c_1 = \frac{100 \times \sqrt{0,0875}}{0,30 + \sqrt{0,0875}} = 49,6$$

$$c_2 = \frac{100 \times \sqrt{0,1750}}{0,30 + \sqrt{0,1750}} = 58,1$$

$$\text{Потери напора: } H_1 = 1,05 \frac{1,25^2 \times 200}{49,6^2 \times 0,0875} = 1,29 \text{ мет. } H_2 = 1,05 \frac{1,25^2 \times 200}{58,1^2 \times 0,1750} = 0,46 \text{ мет.}$$

Второе предположеніе.

При скорости 1,2 метра во время ливня дюкерныя трубы должны имѣть

$$\text{діаметръ } d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{0,30}{1,5}} = 0,57 \text{ или округляя } 0,6 \text{ мет. Отсюда } v = \frac{0,30}{0,28} = 1,06 \text{ мет.}$$

Скорость при расходѣ в сухую погоду $v = \frac{0,12}{0,28} = 0,42$ метра, т. е. будетъ менѣе 1 метра.

Сравнивая оба предположенія, мы должны отдать предпочтеніе первому, какъ обезпечивающему скорость, достаточную для самоочищенія дюкерныхъ трубъ. Но при принятыхъ при этомъ предположеніи скоростяхъ получается очень большая величина H , которой очень трудно достигнуть при устройствѣ канализационной безъ ущерба для заложения части канализационной сѣти, расположенной за дюкеромъ. Возьмемъ скорость в 1 метрѣ. Тогда при первомъ предположеніи:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{0,12} = 1,13 \times 0,35 = 0,39 \text{ или } \infty \text{ } \mathbf{0,40}$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{0,48} = 1,13 \times 0,69 = 0,78 \text{ или } \infty \text{ } \mathbf{0,80}$$

$$R_1 = 0,1; R_2 = 0,2; c_1 = \frac{100 \sqrt{0,1}}{0,3 + \sqrt{0,1}} = \frac{31}{0,61} = 51,3;$$

$$c_2 = \frac{100 \sqrt{0,2}}{0,3 + \sqrt{0,2}} = \frac{44}{0,74} = 60;$$

$$\text{Отсюда } H_1 = \frac{1,05 \times 200}{51,3^2 \times 0,1} = 0,8 \text{ метра; } H_2 = \frac{1,05 \times 200}{60^2 \times 0,2} = 0,3 \text{ метра.}$$

Для построенія слѣдуетъ взять большую величину $H_1 = 0,8$.

Такимъ образомъ при уменьшеніи скорости до 1 метра удается понизить H_1 до 0,8 метровъ; если бы по условіямъ проектированія сѣти было бы тяжелымъ понизить на 0,8 мет. уровень воды въ выходномъ коллекторѣ, то остается перепроектировать сѣть, находящуюся выше дюкера для уменьшенія въ немъ расхода, или избрать меньшую скорость 0,6—0,8 мет. и восполнить недостатокъ въ расходѣ промывной водой. Проверка 2-го предположенія для $v = 1$ мет. не имѣетъ смысла, такъ какъ при уменьшеніи скорости увеличивается сѣченіе, а слѣдовательно должна уменьшиться скорость при стока въ сухую погоду. При $v = 0,8$ метра діаметръ малой трубы будетъ

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{0,12}{0,8}} = 1,13 \times 0,39 = 0,44 \text{ или } \approx 0,45.$$

$$R_1 = 0,11: c_1 = \frac{100 \sqrt{0,11}}{0,30 + \sqrt{0,11}} = \frac{33}{0,63} = 53.$$

$$H_1 = \frac{1,05 \times 0,8^2 \times 200}{53^2 \times 0,11} = 0,43 \text{ мет.},$$

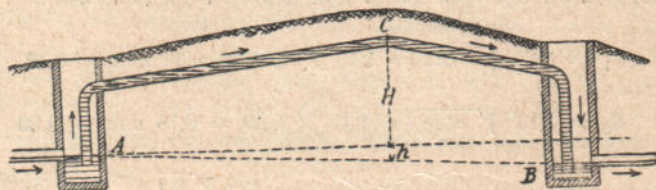
величина, которая уже является приемлемой для устройства дюкера.

Слѣдовательно, если бы мы пожелали поддерживать въ дюкерныхъ трубахъ скорость въ 1 мет., то для промывки необходимо восполнить расходъ въ секунду равный для $d = 0,45$ —1. $\frac{314 \cdot 0,45^2}{4} - 0,12 = 0,04$ кубич. метра въ секунду.

Для расчета мы должны выбрать $H_2 = 0,58 > H_1 = 0,45$, то скорость въ d_1 будетъ на самомъ дѣлѣ больше 0,8 мет., и къ промывкѣ мы будемъ прибѣгать въ рѣдкихъ случаяхъ.

§ 5. Сифоны. Какъ видно изъ вышеизложеннаго, производство работъ по устройству дюкеровъ представляется весьма сложнымъ и до-

чер. 304.



рогимъ. Поэтому представляется естественнымъ стремленіе санитарныхъ инженеровъ использовать для перехода рѣкъ городскіе мосты или устроить спеціальныя пѣшеходные мосты, подъ проѣзжей частью или подъ троттуарами которыхъ можно помѣстить канализаціонныя трубы. Использование существующихъ мостовъ для переходовъ вызываетъ устройство обратныхъ дюкеровъ или сифоновъ (черт. 304). Также сифоны примѣняются

въ случаѣ прокладки коллекторовъ въ сильно пропитанныхъ водою или скалистыхъ грунтахъ.

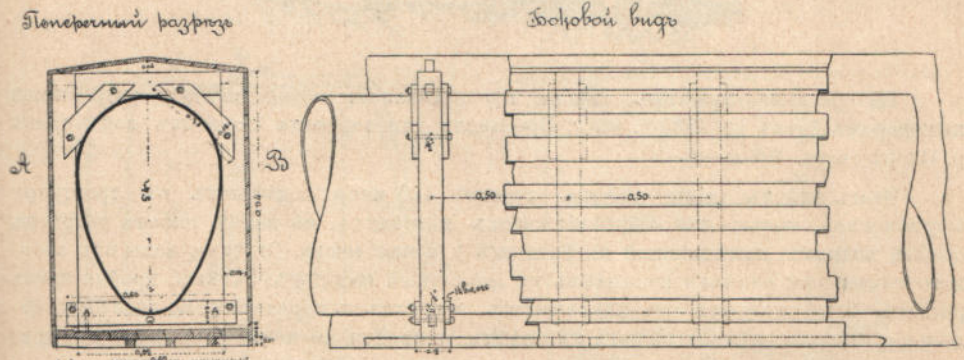
Сифоны давно употребляются въ водосборныхъ сооруженіяхъ для грунтовыхъ водъ, но въ канализаціонной техникѣ они употребляются гораздо рѣже. Главной причиной ихъ малаго употребленія является образование въ сифонныхъ трубахъ выдѣляющихся изъ сточныхъ водъ газовъ и необходимость ихъ постоянного высасыванія, чтобы не было прекращенія дѣйствія сифоновъ.

Сифоны по своему начертанію меньше подвержены засоренію, чѣмъ дюкера, такъ какъ направленіе движенія воды противоположно направленію силы тяжести, но для выдѣленія осадковъ снабжаются осадочными колодцами съ обѣихъ сторонъ, въ которыхъ стоитъ на нѣкоторой глубинѣ сточная вода; концы сифона погружаются въ сточную воду, чтобы помѣшать прониканію воздуха въ сифонъ.

Сифонныя трубы могутъ быть сдѣланы изъ чугуна, желѣза, стали и желѣзо-бетона, при чемъ употребленіе чугуна ограничивается размѣрами до 1,20 мет., при среднихъ и большихъ размѣрахъ употребительнѣе желѣзо и сталь.

При переводѣ сифонныхъ трубъ *черезъ мосты* онѣ обыкновенно подвѣшиваются при небольшихъ размѣрахъ подъ троттуарами, а при большихъ помѣщаются подъ проѣзжей частью. Во избѣжаніе замерзанія сифонныхъ трубъ въ суровыхъ климатахъ, въ особенности въ ночное время при маломъ расходѣ сточныхъ водъ, онѣ помѣщаются въ *деревянныхъ ящикахъ*, обитыхъ кровельнымъ желѣзомъ и заполненныхъ древесными опилками или торфянымъ порошкомъ (черт. 305).

чер. 305.

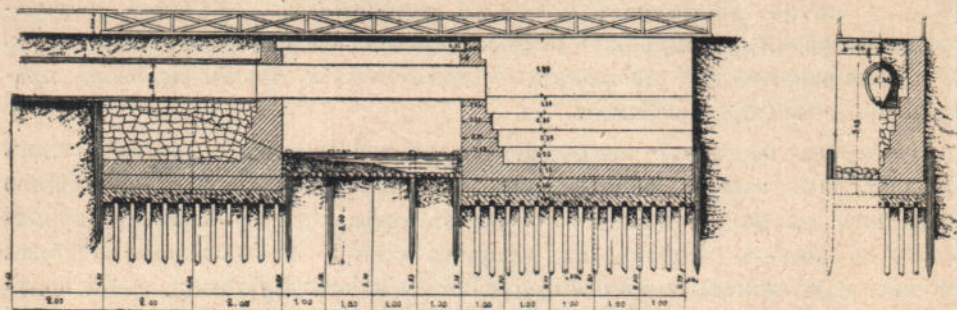


На черт. 306 показано помѣщеніе водосточнаго канала подъ проѣзжей частью одного изъ мостовъ въ г. Москвѣ; здѣсь благодаря поднятію моста удалось избѣжать устройства сифона.

Кромѣ того при примѣненіи желѣзныхъ или стальныхъ трубъ для сифоновъ является необходимымъ устраивать на одномъ изъ концовъ ихъ

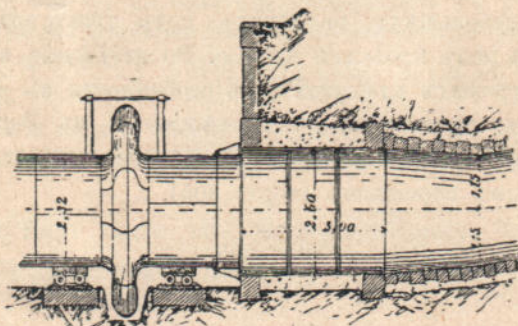
подвижныя части, чтобы сдѣлать возможными перемѣщенія трубъ отъ дѣйствія температуры. Черт. 307 представляетъ собой типъ подвижного

чер. 306.



стыка для желѣзной трубы діам. 2,60 мет., устроеннаго въ видѣ *металлической расширительной коробки*, скрѣпленной съ подвижными катками ¹⁾.

чер. 307.

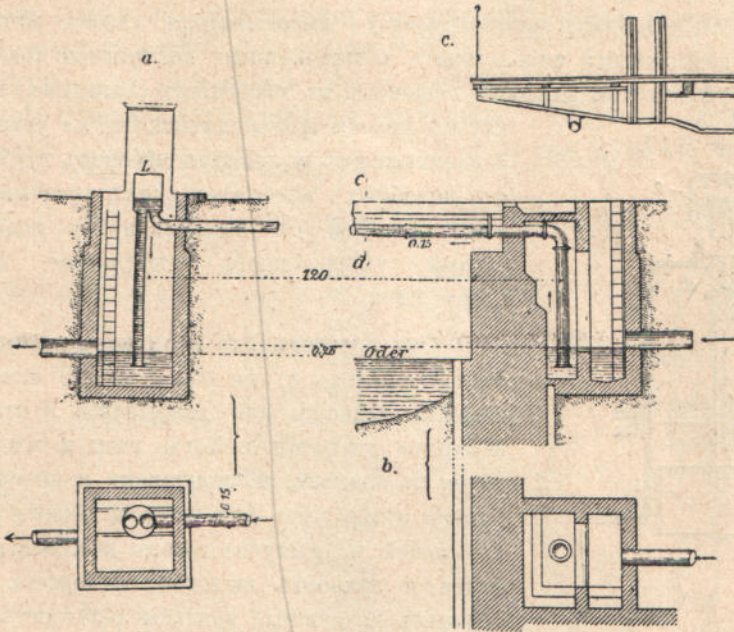


Интересный примѣръ сифона представляетъ собой сифонъ, устроенный инженеромъ Эгеръ въ 1885 г. въ г. Бреславль для перевода сточныхъ водъ чрезъ р. Одеръ (черт. 308 a—c).

Этотъ сифонъ (діам. 150 мм., длиной 120 мет.) подвѣшенъ къ троттуару Фордомскаго моста; для собиранія газовъ и воздуха въ концѣ сифона устроенъ особый колпакъ, помѣщенный въ башенкѣ у конца моста. Сточные воды изъ входнаго коллектора сначала попадаютъ въ осадочный колодець, затѣмъ, пройдя чрезъ рѣшетку освобождаются отъ плавающихъ веществъ и переливаются во второе отдѣленіе. Отсюда онѣ поступаютъ въ сифонъ, и пройдя по нему, вливаются въ другой осадочный колодець, откуда уже выводится отводными коллекторами и.

¹⁾ Подробнѣе см. Handbnch der Ingenieurwissenschaften, Der Brückenbau, II Teil, Zweiter Band, 1904.

Воздушный колпакъ детально изображенъ на чертежѣ 309 а-в. Дѣйствіе его основано на примѣненіи инжектора Кертинга къ высасыванію газовъ изъ колпака, при чер. 308.

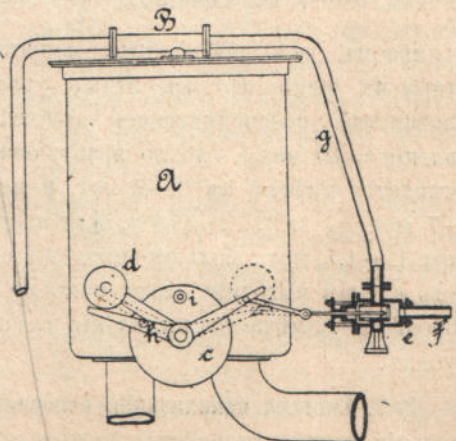
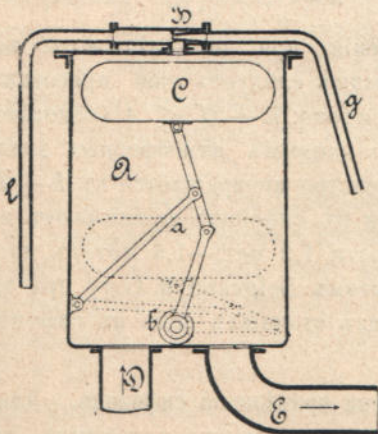


чемъ для работы инжектора использована вода городского водопровода. Инжекторъ совершаетъ свою работу автоматически посредствомъ поплавка *С* и системы связанныхъ съ нимъ рычаговъ. Когда подъ давленіемъ скопившихся въ колпакѣ газовъ поплавокъ займетъ положеніе, показанное пунктиромъ, то онъ чрезъ рычагъ *а* поворачиваетъ ось *б*, на которой насаженъ маленькій дискъ *с* съ прикрѣпленными къ нему двумя рычажками *h* и *i*. При поворотѣ оси *б* рычажекъ *h* повернетъ

а)

чер. 309.

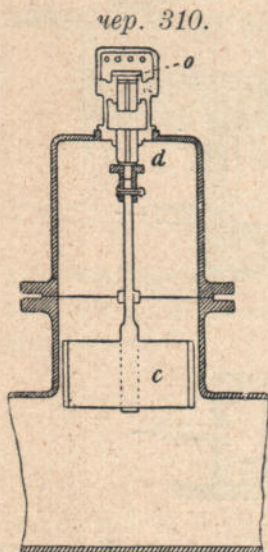
б)



направо противовѣсъ *d*, связанный съ клапаномъ *e*, запирающимъ водопроводную трубку *f*, вслѣдствіе чего вода вступитъ въ трубку *g* и приведетъ въ дѣйствіе инже-

кторъ *B*, который и высосетъ газы изъ колпачка *A*. Послѣ высасыванія поплавковъ поднимется, вѣдствие чего рычажокъ *i* прекратитъ доступъ воды. Высасываніе газовъ по этому способу занимаетъ время отъ 1 до 2 минутъ; инжекторъ въ теченіе дня работаетъ 5—6 разъ въ сутки.

Вмѣсто подобнаго автоматическаго высасывателя газовъ изъ сифона является возможнымъ использовать обыкновенные *воздушные насосы*, что особенно удобно при близости сифоновъ къ насоснымъ станціямъ; въ этомъ случаѣ насосы устанавливаются на станціяхъ и соединяются съ колпачками сифоновъ трубой. Вмѣсто подобныхъ автоматическихъ высасывателей и высасывателей съ выкачиваніемъ воздуха насосами употребляютъ *воздушные вантузы* (черт. 310).



Они состоятъ изъ колпачка, въ которомъ ходитъ поплавокъ *c*, на оси котораго наверху насаженъ клапанъ для закрыванія и открыванія верхняго отверстія *o*. Когда газы и воздухъ скопятся въ колпакѣ, то поплавокъ понизится и откроетъ отверстіе *o* для выпуска газовъ и воздуха; послѣ же выпуска газовъ поплавокъ поднимется и закроетъ выходное отверстіе. Такимъ образомъ воздушные вантузы работаютъ автоматически.

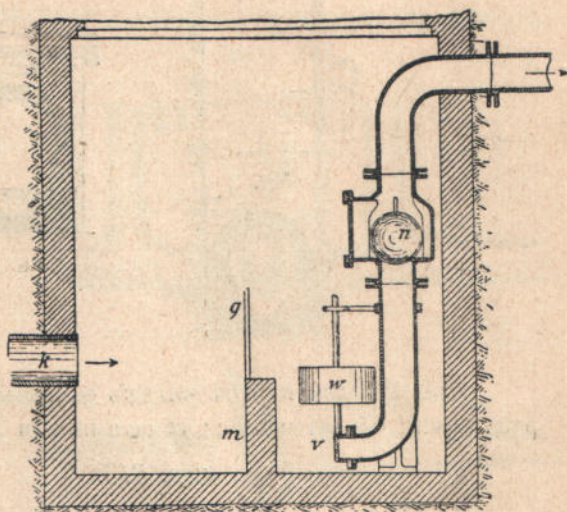
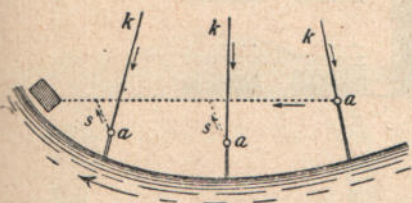
§ 6. **Разсчетъ сифоновъ.** Для разсчета сифона мы пользуемся *тѣми же формулами, что и для дюкеровъ* (черт. 304). Разность горизонтовъ въ колодцахъ *h*—расходуется на преодоленіе сопротивленій при движеніи сточныхъ водъ въ сифонной трубѣ. Для опредѣленія діаметра сифонной трубы мы пользуемся выраженіемъ $\frac{\pi d^2}{4} v = Q$ и $h = 1,10 \frac{v^2}{c^2 R}$, гдѣ 10% мы отъиваемъ всѣ добавочныя сопротивленія при движеніи воды кромѣ потери на треніе. Но къ этимъ уравненіямъ слѣдуетъ еще присоединить неравенство, обезпечивающее дѣйствіе сифона: $h + H < A$ (атмосферное давленіе = 10 мет.), но по практическимъ даннымъ атмосферное давленіе замѣняется цифрой въ 6—7 мет. и неравенство превращается въ $h + H < 6—7$ мет. . . . (166). Для скорости въ сифонахъ принимаютъ величины 1,—1,5 мет.; большіе предѣлы скорости 1,2 мет.—1,5 мет. въ настоящемъ случаѣ выгоднѣе, такъ какъ по опытамъ Belgrand и Levy при такой скорости не замѣчается выдѣленія газовъ изъ сточныхъ водъ въ сифонныхъ трубахъ.

§ 7. **Система канализаціи, основанная на примѣненіи сифоновъ.** Для сокращенія стоимости работъ по прокладкѣ въ сильно пропитанныхъ водой грунтахъ пересѣчнаго коллектора въ г. Потсдамѣ инженеръ Фогтъ примѣнилъ сифоны (черт. 311). По этой системѣ коллектора входятъ въ точкахъ *a* въ

шахты, изъ которыхъ избытокъ воды направляется чрезъ ливнеспуски; въ эти же шахты опущены концы сифоновъ *s*, соединяющихся въ общую сифонную трубу, конецъ которой опущенъ въ главный сборный колодець у насосной станціи. Пониженіе уровня воды въ главномъ колодецѣ насосами вызываетъ дѣйствіе сифоновъ.

Примѣненіе въ настоящемъ случаѣ сифоновъ обошлось въ $3\frac{1}{2}$ раза дешевле, чѣмъ прокладка пересѣчнаго коллектора. Въ Потсдамской канализаціи чер. 312.

чер. 311.



заціи сифоны снабжены интересными приспособленіями, препятствующими проникновенію воздуха и выходу воды изъ сифона (черт. 312). Сточные воды протекаютъ по трубѣ *k* и осаждаютъ тяжелыя частицы въ осадочной камерѣ; отсюда онѣ послѣ освобожденія отъ плавающихъ веществъ посредствомъ рѣшетки *g* переливаются во второе отдѣленіе. Входное отверстіе сифонной трубы закрыто бронзовымъ щиткомъ *v*, связаннымъ съ поплавкомъ *w*; по мѣрѣ поднятія горизонта поплавковъ *w* поднимается и, поднимая щитокъ, открываетъ доступъ въ сифонную трубу. Шаровой клапанъ *n* служитъ для предотвращенія выливанія воды изъ сифона во время его бездѣйствія.

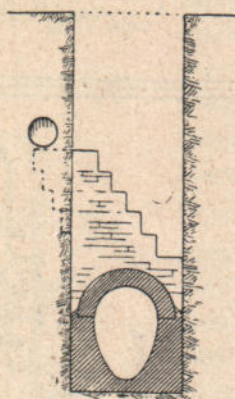
§ 8. Пересѣченія съ уличными проводами. Въ главѣ IV мы упоминали, что до составленія проекта канализаціи необходимо для назначенія осей коллекторовъ на улицахъ знать точно положеніе и заложеніе другихъ уличныхъ проводовъ (газовыхъ, водопроводныхъ), чтобы затѣмъ при проектированіи отодвинуть оси коллекторовъ отъ другихъ проводовъ на разстояніе до 2—3 мет. во избѣжаніе ихъ поврежденій. Разумѣется, что эти условія трудно выполнить въ узкихъ улицахъ, и въ этихъ случаяхъ коллектора и провода поневолѣ помѣщаются близко другъ къ другу.

Кромѣ того являются неизбежными пересѣченія проводовъ въ пунктахъ скрещенія улицъ. Въ случаѣ близкаго расположенія продольныхъ

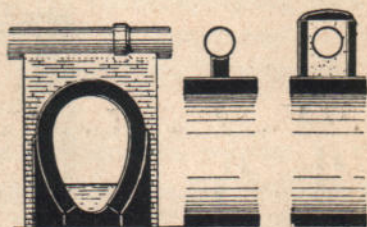
осей коллекторовъ и газо-водопроводныхъ трубъ подь проводъ подводятся на разстояніи 1, 5—2 мет. каменные столбы, которыя послѣдовательными уступами соединяются съ верхомъ коллекторовъ (черт. 313).

Въ поперечномъ направленіи взаимныя пересѣченія коллекторовъ и уличныхъ трубъ устраиваются согласно черт. 314.

чер. 313.

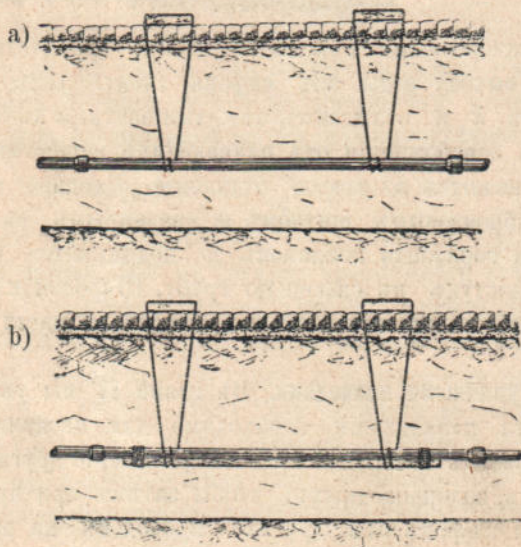


чер. 314.

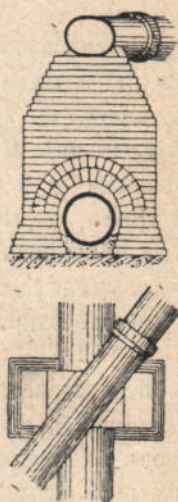


При косыхъ пересѣченіяхъ уличныя трубы во время производства работъ или обхватываются канатами или прикрѣпляются къ продольнымъ

чер. 315.



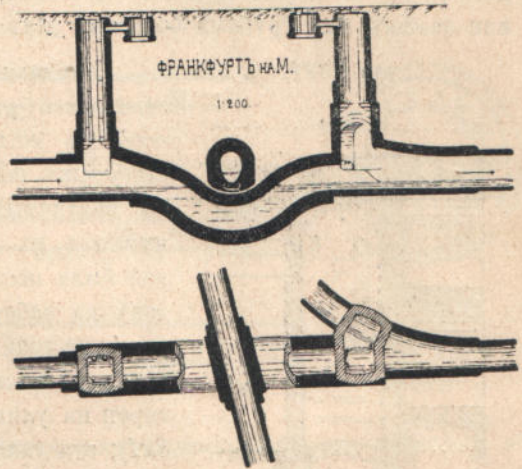
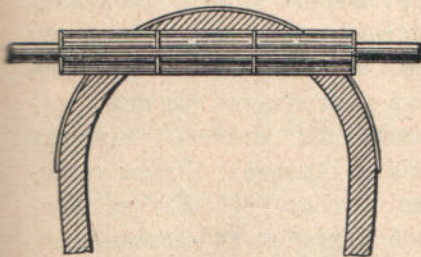
чер. 316.



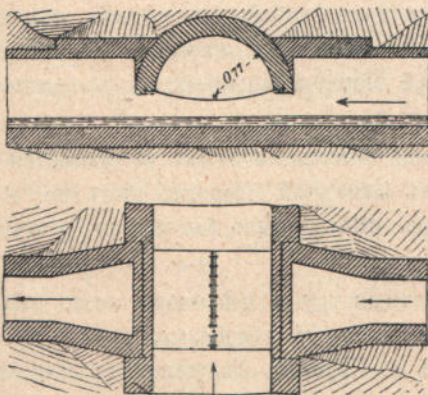
лежамямъ и подвѣшиваются канатами къ брускамъ, уложеннымъ на верху рва (черт. 315); по окончаніи работъ подь уличныя трубы подводятся каменные поперечныя стѣнки. При пересѣченіяхъ небольшихъ коллекторовъ съ уличными трубами оно устраивается согласно черт. 316, гдѣ въ

устроенной для пропуска нижняго коллектора стѣнкѣ сдѣлано соответствен-
ное отверстие. Если коллекторъ находится на одинаковой глубинѣ съ ули-
чными трубами, то слѣдуетъ перекладывать уличныя трубы выше или ниже
коллектора. *Непосредственный пропускъ уличныхъ трубъ черезъ коллек-
торъ слѣдуетъ признать плохимъ соединеніемъ, которое можетъ
вызвать образование въ этомъ пунктѣ осадковъ*; поэтому при такихъ
устройствахъ нѣсколько уширяютъ сѣченіе коллектора для возмѣщенія по-
тери въ сѣченіи и устраиваютъ выше пересѣченія приспособленія для про-
мывки этого мѣста. При пропускѣ, же черезъ коллекторъ *газовыхъ трубъ*
онѣ укладываются въ чехлахъ изъ трубъ, которыя защищаютъ коллекторъ
чер. 318.

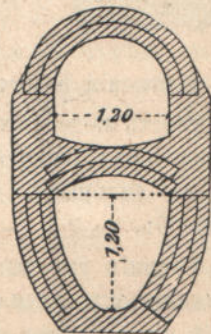
чер. 317.



отъ возможной утечки газа, а слѣдовательно и взрыва (черт. 317); при
пересѣченіи двухъ коллекторовъ одинъ изъ нихъ изгибается и устрой-
чер. 319.



чер. 320.



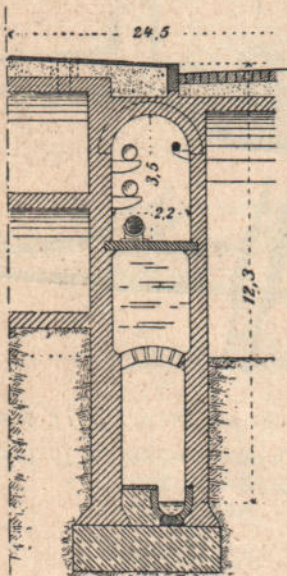
ство получаетъ видъ дюкера съ неполнымъ заполненіемъ. Примѣръ та-
кого устройства имѣется въ Франкфуртѣ на Майнѣ (черт. 318). Но въ нѣ-
которыхъ случаяхъ возможно обойтись и безъ устройства дюкера, а лишь

сдѣлать дно верхняго коллектора изъ упругаго матеріала. Такое устройство примѣнено въ канализаціи г. Берлина, гдѣ пересѣченіе устроено по черт. 319, и дно верхняго канала сдѣлано изъ желѣзныхъ листовъ.

Если бы два коллектора (разныхъ зонъ) лежали бы на одной оси, то въ этомъ случаѣ можно было бы на такомъ участкѣ прибѣгнуть къ *двухъ-яруснымъ каналамъ*, какъ это и было сдѣлано въ г. Кельнѣ (черт. 320).

За послѣднія десятилѣтія въ Западной Европѣ улицамъ придаютъ должную ширину и распредѣляютъ въ ихъ сѣченіи уличныя трубы такимъ образомъ, что прокладка коллекторовъ можетъ производиться съ очень небольшимъ количествомъ пересѣченій. Также при постройкѣ улицъ стремятся помѣщать проводъ подъ широкими троттуарами, чтобы не затруднять уличнаго движенія перемещеніемъ мостовой, неизбѣжнымъ при ремонтѣ трубъ или замѣнѣ ихъ трубами большаго діаметра.

чер. 321.



Идеальнымъ рѣшеніемъ этого вопроса представляется *устройство подъ троттуарами особыхъ галлерей*, въ которыхъ на соответственныхъ высотахъ размѣщаются уличныя трубы различныхъ назначеній. Подобныя галлерей имѣются въ Англии и Америкѣ. Первая галлерей была построена еще въ 1869 году въ Лондонѣ на набережной Викторіи; въ настоящее же время на узкихъ улицахъ Лондона подобныя галлерей тянутся километрами. Приведемъ типъ галлерей на улицѣ Гольборнъ¹⁾ въ Лондонѣ (черт. 321); эта галлерей раздѣляется на двѣ части: въ верхней уложены трубы для проведенія газа, воды и напорной воды для промышленныхъ цѣлей и электрическіе кабели; нижняя часть, отдѣленная отъ верхней плоскимъ перекрытіемъ представляетъ собой банкетный каналъ общесплавной системы. Размѣры верхней части $2,2 \times 3,5$ мет., а нижней въ зависимости отъ

глубины заложенія водостока.

Стоимость подобныхъ галлерей высока, и этимъ объясняется сравнительно малое ихъ распространіе въ Западной Европѣ; тѣмъ не менѣе въ улицахъ съ сильнымъ движеніемъ смѣло было бы можно рекомендовать этотъ способъ.

Во Франціи укладываютъ уличныя трубы и проводы не въ галлерейхъ, а въ *банкетныхъ каналахъ общесплавной системы*. Этотъ приемъ нашелъ себѣ широкое примѣненіе въ г. Парижѣ, въ каналахъ котораго уложены всѣ проводы за *исключеніемъ газовыхъ трубъ* изъ-за опасенія

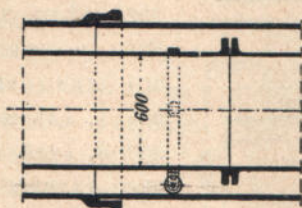
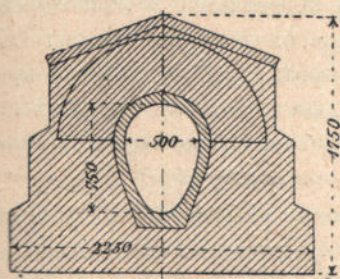
¹⁾ Zeit. für. Bauwesen, 1882.

взрыва вслѣдствіе утечки газа. Типы подобныхъ каналовъ приведены на чертежѣ 110 а—b (глава X).

§ 9. **Пересѣченія съ желѣзными дорогами.** При пересѣченіи коллекторами *железнодорожного полотна* могутъ встрѣтиться три случая: коллекторъ проходитъ ниже желѣзнодорожнаго полотна, въ уровень съ нимъ и выше его. *Первый случай* является наиболѣе *выгоднымъ*, такъ какъ при немъ въ случаѣ достаточнаго разстоянія отъ верхней производящей коллектора представляется возможнымъ не измѣнять типа сѣченія коллектора, а лишь усиливать въ немъ толщину стѣнокъ. или примѣнить въ предѣлахъ пересѣченія желѣзобетонную конструкцію. Примѣръ подобнаго усиленія коллектора показанъ на черт. 322.

чер. 323.

чер. 322.



Если вблизи коллектора имѣется желѣзнодорожный путепроводъ, то представляется весьма удобнымъ направить подъ него коллекторъ, такъ какъ при этомъ типъ коллектора въ случаѣ достаточной ширины путепровода не подвергается никакому измѣненію.

Въ случаѣ пересѣченія полотна ж. д. канализаціонными трубами малаго сѣченія послѣднія укладываются въ чехлахъ изъ чугуна или желѣзныхъ трубъ изъ волнистаго желѣза¹⁾ (черт. 323). Въ этихъ случаяхъ для возможности перемѣщенія внутренней канализаціонной трубы, которая въ предѣлахъ пересѣченія устраивается изъ чугунныхъ фланцевыхъ трубъ, къ ней придѣлываются подвижные катки.

У обоихъ концовъ пересѣченія устраиваются смотровые колодцы.

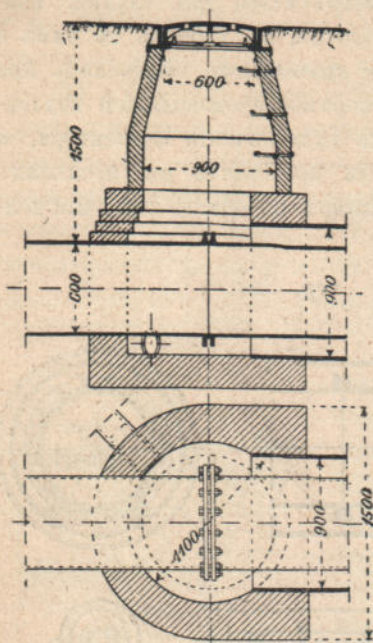
Типъ такого колодца, примѣненный для канализаціи г. Потсдама, показанъ на чертежѣ 324.

Подобное помѣщеніе трубъ въ чехлѣ является обязательнымъ и при пересѣченіи желѣзнодорожнаго полотна напорными канализаціонными проводами, хотя для послѣднихъ безопаснѣе имѣть проходимыя галереи для воз-

¹⁾ В. Ф. Ивановъ. Канализація желѣзнодорожныхъ станцій, Труды VI Водопроводнаго Съѣзда.

возможности осмотра трубъ. Если разстояніе отъ производящей коллектора до желѣзнодорожнаго полотна не велико, то приходится въ этихъ случаяхъ примѣнять сѣченія сжататаго типа и иногда прибѣгать къ плоскимъ перекрестіямъ.

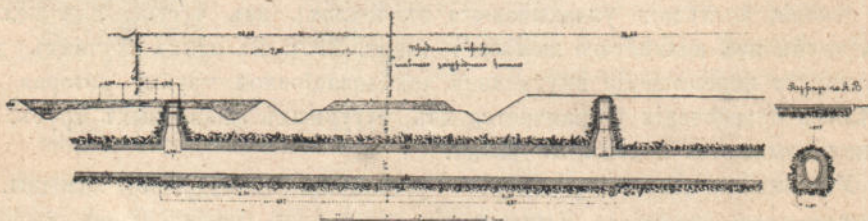
чер. 324



Въ случаѣ же, если коллекторъ лежитъ въ одной плоскости съ желѣзнодорожнымъ полотномъ или выше его, то въ обоихъ случаяхъ приходится прибѣгать къ устройству дюкера. Дюкеръ можетъ быть замѣненъ и сифономъ, если по мѣстнымъ условіямъ представится возможнымъ использовать ближайшій путепроводъ для подвѣшивания къ нему сифонныхъ трубъ. При выборѣ мѣста для пересѣченія желѣзнодорожнаго полотна необходимо для уменьшенія его длины выбирать его въ такихъ пунктахъ, гдѣ меньше всего желѣзнодорожныхъ путей, если, конечно, это не вызоветъ сильнаго удлиненія коллектора.

Производство работъ по устройству пересѣченій коллекторовъ съ желѣзными дорогами должно быть организовано такимъ образомъ, чтобы не было изъ-за нихъ перерыва въ желѣзнодорожномъ движеніи по главнымъ путямъ. При соблюденіи этого требованія приходится прибѣгать къ *устройству обходныхъ путей* во время производства работъ *подъ главными путями*. Примѣромъ такого производства работъ является пересѣченіе главнаго отводнаго канала Московской канализаціи съ полотномъ Московско-Курской ж. д. (черт. 325).

чер. 325.



При небольшой глубинѣ заложенія коллекторовъ поды шпалы подвѣдятся продольные лежни, длина которыхъ сообразуется съ шириной будущаго открытаго рва, при чемъ стѣнки укрѣпляются сплошной горизонтальной обдѣлкой изъ деревянныхъ досокъ; въ случаѣ нахождения въ мѣстѣ пересѣченія грунтовыхъ водъ приходится прибѣгать къ водоотливу или къ искусственному пониженію ихъ уровня. При проходѣ коллекторовъ поды высокими насыпями производство работъ ведется туннельнымъ способомъ. Самымъ простымъ случаемъ производства работъ будетъ примѣненіе сифоновъ.

§ 1. **Обшія понятія о промывкѣ каналовъ.** Мы уже неоднократно выше упоминали, что при проектированіи сѣти водосточныхъ каналовъ стремятся подобрать сѣченія каналовъ такимъ образомъ, чтобы въ нихъ была бы *скорость, достаточная для самоочищенія сѣти*. Тѣмъ не менѣе во всякой канализаціонной системѣ въ начальныхъ точкахъ (*слѣпыхъ концахъ*) вслѣдствіе *малаго* расхода воды *скорость* будетъ *близка къ нулю* и, слѣдовательно, въ такихъ трубахъ будутъ легко скопляться осадки. Далѣе въ самой сѣти, вслѣдствіе *невозможности по мѣстнымъ условіямъ* придать достаточные уклоны каналамъ, могутъ встрѣтиться *трубы*, гдѣ также будутъ существовать *благопріятныя условія для осажденія частицъ*. Наконецъ и въ общесплавныхъ каналахъ съ хорошими уклонами, въ нѣкоторыя времена года (зимой) вслѣдствіе отсутствія атмосферныхъ осадковъ могутъ также постепенно *нарастать осадки*.

Для удаленія осадковъ изъ трубъ съ давнихъ поръ въ канализаціонной техникѣ пользуются *промывкой каналовъ*. Если промывка засоряющихся каналовъ не будетъ производиться регулярно и своевременно, то это легко можно повести къ полной закупоркѣ каналовъ, для чего уже потребуются *механическая очистка стоковъ*. Кромѣ своей непосредственной задачи—удаленія осадковъ изъ каналовъ—*промывка* способствуетъ *обновленію воздуха каналовъ*, такъ какъ, промывочная вода, вытѣсняя и поглощая *газы*, образовавшіеся отъ *гниенія* въ каналахъ *органическихъ* частицъ, освобождаетъ такимъ образомъ мѣсто для поступленія въ каналы *свѣжаго атмосфернаго воздуха*. Слѣдовательно *промывка способствуетъ улучшенію вентиляціи стѣнокъ каналовъ*. Такимъ образомъ мы видимъ, что *промывка* водосточныхъ каналовъ имѣетъ *большое значеніе* для правильной *эксплуатаціи* канализаціонной сѣти, и поэтому нужно одновременно съ проектированіемъ канализаціи озаботиться *правильнымъ распределеніемъ промывочныхъ устройствъ*.

Сущность промывки заключается въ слѣдующемъ: въ *резервуаръ (колдубъ)*, расположенномъ выше промываемой трубы, скопляется извѣстный объемъ воды и затѣмъ разомъ спускается въ промываемый каналъ, вслѣдствіе чего осадки проносятся въ каналъ, гдѣ уже имѣется достаточная *скорость*; если бы такой каналъ не находился бы непосредственно за про-

мываемымъ каналомъ, то требовалась бы установка второго промывочнаго резервуара и дальнѣйшая промывка канала.

Вода для промывки можетъ быть *спеціально-промывочная*, т. е. взятая внѣ сточныхъ проводовъ и подведенная къ промывочнымъ устройствамъ водосточной сѣти или же подпираемая затворами *сточная вода*. *Спеціально-промывочная вода* употребляется въ большинствѣ случаевъ для промывки *слѣпыхъ концовъ сѣти* и вообще *трубъ малаго сѣченія*; *сточная же вода* служитъ преимущественно для *промывки большихъ каналововъ*, укладываемыхъ обыкновенно съ небольшими уклонами, такъ какъ образованіе въ нихъ подпора во время протеканія по нимъ большихъ расходовъ воды не вызоветъ подпора въ домовыхъ проводахъ. Тѣмъ не менѣе *чистую воду* слѣдуетъ вездѣ предпочитать *сточной*, если доставка ея къ промывочнымъ устройствамъ обходится по мѣстнымъ условіямъ недорого.

Для добыванія промывочной воды пользуются или *естественными источниками водоснабженія* (рѣками, озерами, прудами и подземными водами) или *спеціально собранными въ особыхъ резервуарахъ отработавшими водами въ общественныхъ и промышленныхъ заведеніяхъ* (баняхъ, скотобойняхъ, фабрикахъ, заводахъ) или *городскимъ водопроводомъ*. *Промывные приборы* могутъ получать для себя воду или каждый *независимо* отъ ближайшаго къ нему источника водоснабженія, или же *изъ спеціальной промывочной сѣти*, питающейся изъ особаго центрального резервуара.

Выборъ источника водоснабженія для промывочныхъ устройствъ производится исключительно *по экономическимъ соображеніямъ*. Представляется весьма выгоднымъ использовать естественные источники водоснабженія, если изъ нихъ къ промывнымъ приборамъ вода можетъ быть подведена самотекомъ, на примѣръ, въ случаѣ нахожденія вблизи города высоко-лежащаго озера или пруда или подпертой плотиной рѣки. Въ послѣднемъ случаѣ является весьма удобнымъ производить промывку слѣпыхъ концовъ сѣти при расположеніи главныхъ коллекторовъ по вѣрной системѣ.

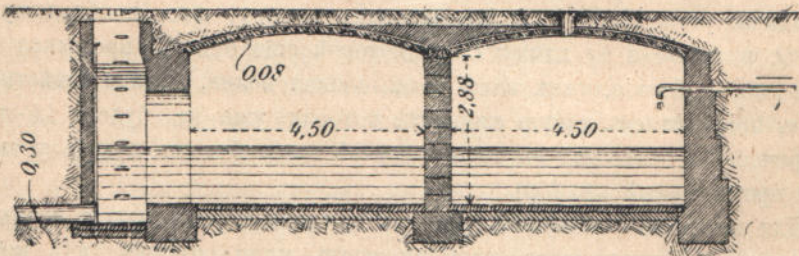
Если же въ городѣ не имѣется высоко-лежащаго источника водоснабженія, то можно его создать искусственнымъ путемъ, преградивъ для этой цѣли оврагъ или небольшой ручей и скопивъ въ немъ атмосферную воду; такой прудъ, какъ мы увидимъ дальше можетъ играть и другую весьма важную роль—оградить канализаціонную сѣть отъ поступающей верховой воды съ окрестностей города. Весьма также выгодно использование самотечной артезианской воды, для скопленія которой приходится устраивать сборные резервуары; такіе же резервуары нужны и для сбора грунтовыхъ водъ водосборными трубами.

Для пользованія отработавшими водами общественныхъ сооружений и промышленныхъ заведеній также представляется необходимымъ предварительно собрать воду въ резервуарахъ. Само собой разумѣется, что самымъ простымъ съ *технической точки зрѣнія* будетъ примѣненіе водопроводной

воды, которая легко можетъ быть подведена къ любой промывной камерѣ; это можетъ быть особенно выгоднымъ при существованіи въ городѣ раздѣльной системы водоснабженія. Способы забора воды при примѣненіи естественныхъ источниковъ водоснабженія зависятъ отъ рода источника; конструкціи водосборныхъ сооружений должны отвѣчать наиболѣе простымъ конструкціямъ, употребляющимся при постройкѣ водопроводовъ, съ той только разницею, что здѣсь нѣтъ надобности въ послѣдующей очисткѣ воды. Не останавливаясь въ настоящемъ сочиненіи на приведеніи подобныхъ конструкцій, составляющихъ достояніе курсовъ водоснабженія, мы лишь упомянемъ, что вслѣдствіе незначительнаго давления въ промывочныхъ разводныхъ приводахъ, они могутъ дѣлаться изъ керамиковыхъ и бетонныхъ трубъ. Центральные резервуары для расходоуемой на промывку воды могутъ быть круглаго или прямоугольнаго сѣченія; матеріаломъ для нихъ могутъ служить кирпичъ, бетонъ и желѣзо-бетонъ. Полезная емкость такихъ резервуаровъ выбирается по соображенію съ расходомъ и потребленіемъ воды для промывки.

Показанный на чертежѣ 326 промывной резервуаръ въ г. Бременѣ имѣетъ полезную емкость въ 200 куб. мет., считаемую до пяти сводовъ; онъ

чер. 326.



снабженъ трубами: приводной и разводной, которая въ данномъ случаѣ можетъ служить и спускной трубой для полного опорожненія резервуара. Для прекращенія притока воды въ резервуаръ слѣдуетъ поставить на приводной трубѣ не показанный на чертежѣ затворный кранъ. Для осмотра и очистки резервуара сбоку его устроенъ смотровой колодезь. Резервуаръ сдѣланъ изъ бетона и перекрытъ сводами Монье. Подобные резервуары имѣются и въ другихъ городахъ: Франкфуртъ на Майнѣ, Сераевѣ¹⁾ и др. Такимъ образомъ для полученія промывочной воды требуется построить водосборное сооруженіе, сборный резервуаръ и сѣть для разведенія промывочной воды къ слѣпымъ концамъ и другимъ нуждающимся въ промывкѣ пунктамъ канализаціонной сѣти.

§ 2. Теорія промывки. Большинство промывочныхъ приборовъ въ канализаціонной сѣти представляютъ собой камеру А, гдѣ скоплена въ нѣко-

¹⁾ Frühling, Die Entwässerung der Städte.

торомъ количествѣ вода на известной высотѣ надъ центромъ канала, входъ въ который закрытъ какимъ-нибудь затворомъ *B* (черт. 327); для производства промывки мы быстро открываемъ шить *B*, и промывная волна устремляется въ трубу и смываетъ скопившіеся въ ней осадки на известномъ разстояніи *L*. При этомъ вслѣдствіе постепеннаго расходованія воды въ



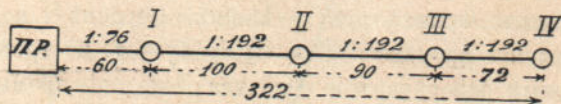
резервуарѣ *A* уровень въ немъ понижается, а слѣдовательно понижается и высота гребня волны. Слѣдовательно, мы здѣсь имѣемъ дѣло съ волнообразнымъ движеніемъ воды въ трубѣ съ переменнѣйшей высотой волны.

Гидравлика въ современномъ состояніи не рассматриваетъ подобнаго движенія, и поэтому намъ для нашихъ *практическихъ цѣлей* приходится пользоваться формулами, построенными на сдѣланныхъ для выясненія этого вопроса опытахъ. При проектированіи канализаціи предъ инженеромъ стоитъ задача: установить число промывныхъ камеръ, ихъ необходимую емкость *Q*, а также и ту длину *L*, на которой еще будетъ промывка производить свое дѣйствіе, такъ какъ промывочная волна, пройдя известное разстояніе, пріобрѣтаетъ такую скорость, которая уже не будетъ достаточна для пронесенія осадковъ; въ такомъ мѣстѣ намъ будетъ нужно установить новый промывочный приборъ.

Для выясненія величины скорости и длины промывочной волны было предпринято до настоящаго времени очень мало опытовъ, изъ которыхъ нужно отмѣтить опыты *Ogden*¹⁾ и *Adams*²⁾.

Инженеръ *Ogden* организовалъ въ г. Ithaca (Соед. Штаты) опыты надъ дѣйствіемъ промывки на участкѣ сѣти діам. 200 мм. общей длиной 342 мет., раздѣленномъ тремя смотровыми колодцами. Разстоянія между колодцами и уклоны отдѣльныхъ частей трубы написаны на чертежѣ 328.

чер. 328.



Воду для промывного резервуара онъ бралъ изъ сосѣдняго водоразборнаго крана въ среднемъ количествѣ 28 литровъ въ секунду; на дно смо-

1) *Ogden*, Sewer design.

2) См. пояснительную записку къ проекту канализаціи СПБ—а, состав. Общ. Брянскихъ заводовъ.

тровыхъ колодцевъ онъ набросалъ окрашенные куски щебня различной величины и небольшіе куски кирпича. Затѣмъ онъ произвелъ 17 опытовъ, мѣняя количество воды въ камерѣ отъ 700 литровъ до 3400 литровъ.

Результаты опытовъ Ogden'a сведены въ слѣдующей таблицѣ XLIII.

Т а б л и ц а XLIII.

Количество промывной воды.	Число промы-вокъ.	С м о т р о в ы е к о л о д ц ы .			
		I.	II.	III.	IV.
700 лит.	1			никакого дѣй- ствія.	Н и к а к о г о д ѣ й с т в і я .
850 „	1	Все выне-	Все выне-	„	
1130 „	8	сено изъ	сено изъ	ничтожное	
1700 „	2	смотрового	смотрового	дѣйствіе.	
2260 „	2	колодца.	колодца.	немного	
3400 „	3			щебня смыто.	

Затѣмъ инженеръ *Adams* испытывалъ дѣйствіе своего промывателя-сифсна, поставленнаго въ слѣпыхъ концахъ сѣти, на основаніи которыхъ онъ пришелъ къ заключенію, что *длина, на которую дѣйствуетъ промывка прежде всего зависитъ отъ начальной скорости промывного потока и сравнительно меньше отъ объема промывной трубы.*

Опыты *Adams'a*¹⁾ интересны въ томъ отношеніи, что они дали возможность инженеру Гансену предложить эмпирическую формулу, устанавливающую связь между объемомъ воды въ резервуарѣ Q , уклономъ трубы I , скоростью промывной волны v и длиной, на которую распространяется промывка L , и дающую результаты, совпадающіе съ опытами *Adams'a*.

$$Q = \frac{64,3\omega L^2(I_m - I)}{v_1^2 - v_2^2} \dots \dots \dots (167),$$

гдѣ Q (въ куб. фут.), L (саж.) и I имѣютъ указанная обозначенія, ω площадь сѣченія трубы въ кв. фут., v_1 —скорость промывной волны въ начальномъ сѣченіи промываемой трубы въ футахъ, v_2 —заданная нами скорость промывки въ сѣченіи, соответствующимъ другому концу длины L , и I_m —нѣкоторый фиктивный гидравлическій уклонъ, по которому какъ бы двигается вода. Этому I_m соответствуетъ фиктивная скорость v_m , определяемая по формулѣ

1) Подробнѣе см. Moore, Sanitary Engineering.

$$v_m = v_2 \left(1 + l_s e \frac{v_1}{v_2} \right) - \frac{v_2^2}{v_1^2} \dots \dots \dots (168)$$

по общей формулѣ Ganguillet и Kutter'a

$$I_m = \frac{v_m^2}{A}, \text{ гдѣ } A = C\sqrt{R}, \text{ гдѣ } C \text{ (для футовыхъ мѣръ)} = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n}}{1 + \frac{41,6n}{\sqrt{R}}};$$

$$\text{отсюда } A = \frac{\left(41,6 + \frac{1,811}{n} \right) R}{\sqrt{R} + 41,6n}$$

v_1 принимается имъ равной $0,75\sqrt{2gh}$, гдѣ h —высота слоя воды въ промывномъ колодцѣ; v_2 берется на практикѣ въ 2,'5—3,'5 (0,6—0,8 мет.). Принявъ извѣстный діаметръ промывного колодца и предполагая наполнить его до высоты h , мы, вычисливъ v_1 , v_2 и I_m для трубы извѣстнаго діаметра, уложенной съ извѣстнымъ уклономъ, можемъ вычислить L , и наоборотъ зная L можемъ вычислить Q .

Формула Гансена разнится отъ данныхъ опытовъ Adams'a на 2—3% и потому можетъ рекомендована для употребленія.

На практикѣ задача по нахожденію длины промывной волны обычно разрѣшается экспериментальнымъ путемъ: сначала устанавливають промывныя камеры *во всѣхъ слѣпыхъ концахъ* и такихъ *пунктахъ*, гдѣ *расчетомъ* указана *недостаточная скорость*, а затѣмъ по мѣрѣ эксплуатаціи присоединяють добавочныя камеры для наиболѣе заносимыхъ каналовъ, что легко достигается перестройкой смотровыхъ колодцевъ. Тѣмъ не менѣе необходимо было бы произвести рядъ опытовъ въ этомъ направленіи и распространить эти опыты и на большіе каналы разнообразныхъ сѣченій. Въ заключеніе упомянемъ, что формула Гансена примѣнена въ проектахъ канализаціи С-Петербурга¹⁾ и Астрахани²⁾.

Численный примѣръ. Имѣется промывной резервуаръ, уровень воды въ которомъ на 1,5 фута выше оси выходящей изъ него уличной трубы діам. 7" (175 мм.), конечная скорость $v_2 = 2,5$ фута, $L = 100$ саж.; $I = 0,0045$. Требуется опредѣлить полезную емкость промывного резервуара?

Площадь сѣченія $\omega = 0,27$ кв. фут.; $v_1 = 0,75 \times 8,03\sqrt{1,5} = 7,35$ фута въ секунду

$$v_m = 2,5 \left(1 + lge \cdot \frac{7,35}{2,5} \right) - \frac{2,5}{1,35^2} = 4,33; \quad I_m = 0,0165;$$

$$\text{Отсюда } Q = \frac{64,3}{7,35^2 - 2,5^2} \times 100^2 \times 0,27 (0,0165 - 0,0045) = 44 \text{ куб. фут.}$$

Слѣдовательно, при данныхъ условіяхъ достаточно имѣть резервуаръ емкости въ 44 куб. фута, чтобы было достаточно промыть трубу діам. 7" на протяженіи 100 сажень.

¹⁾ Пояснительная записка къ канализаціи г. С.-Петербурга, общ. Брянскихъ заводовъ.

²⁾ Пояснительная записка къ канализаціи г. Астрахани.

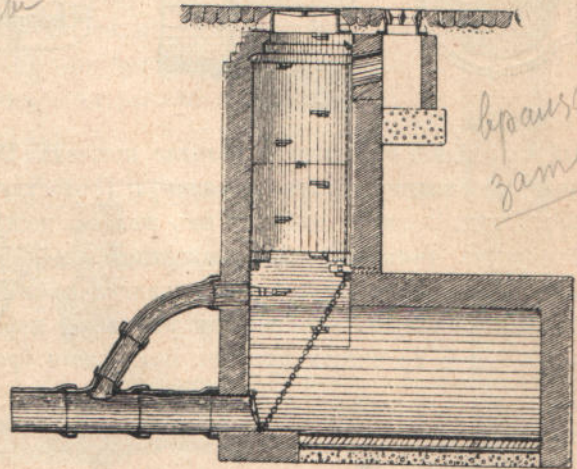
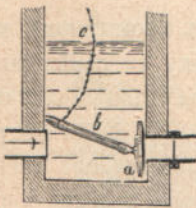
§ 3. Промывка небольших каналов. Промывные сифоны. Приспособления для промывки можно разделить на два класса: для промывки малых труб и для промывки больших каналов.

Для промывки слепых концов и труб небольшого сечения применяют ручные переносные затворы (черт. 329); в обыкновенный смотровой колодезь для закрытия отверстия промываемой трубы вставляют деревянный щиток *a*, который подпирается прикреплённым к нему на шарнире шестом *b*; к концу этого шеста привязана цѣпочка, держа которую можно произвести промывку. Неудобство применения таких затворов заключается в необходимости их переноски и установки на мѣсто. Кроме того они вызывают подпор в домовых проводахъ. Поэтому ихъ стоитъ применять главнымъ образомъ для промывки дворовыхъ трубъ¹⁾.

чер. 330.

ручные переносные затворы

чер. 329.



вращающ. затвор

Болѣе удобными для промывки небольшихъ трубъ представляются вращающіеся и подъемные затворы. Типъ вращающагося затвора (клапана), назначеннаго для промывки слѣпыхъ концовъ показанъ на чер. 330.

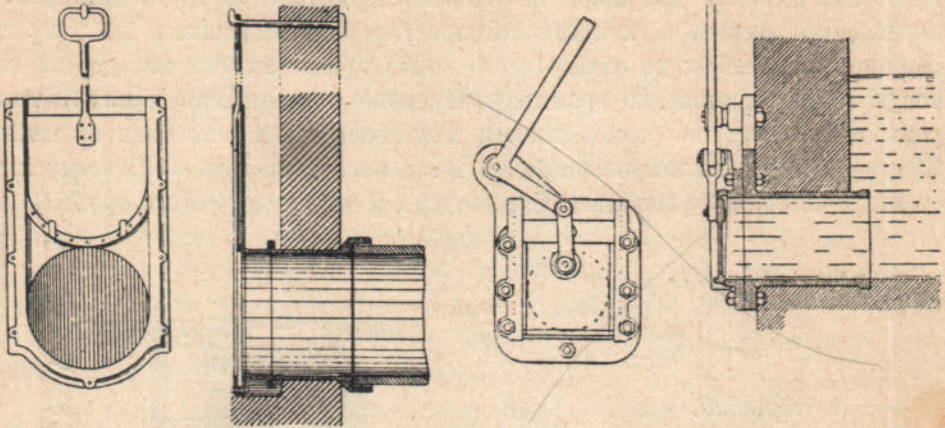
Затворъ для промываемой трубы устроенъ въ видѣ заслонки, вращающейся вокругъ горизонтальной оси; къ нижнему концу заслонки прикрѣпляется цѣпочка, которая перекидывается черезъ блокъ и надвѣвается на крючекъ подъ крышкой смотрового колодца. Промывная вода берется изъ водопровода посредствомъ шланга изъ сосѣдняго поливного крана; помѣщенная въ стѣнкѣ колодца переливная труба сдѣлана для того, чтобы поднятіе воды въ камерѣ не вызвало большого подпора въ домовыхъ проводахъ.

¹⁾ см. В. Ф. Ивановъ, Санитарная техника. Устройство водопроводовъ и водостоковъ въ домахъ, т. I, вып. I-й.

Подъемные затворы имѣютъ то преимущество предъ клапанами, что болѣе плотно закрываютъ сѣченіе промываемой трубы. Простѣйшій типъ *подъемнаго щита*, изображенъ на черт. 331; движеніе щита по направляющимъ производится посредствомъ штанги, которая зацѣпляется за вдѣлан-

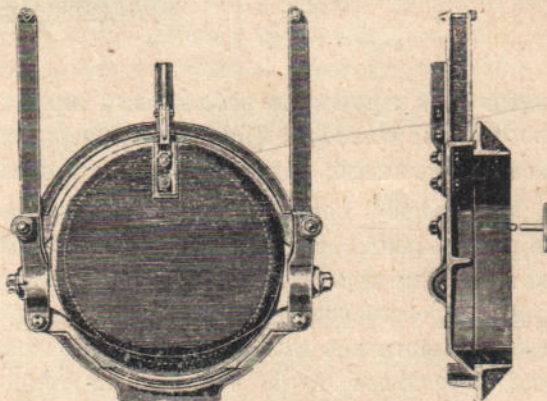
чер. 331.

чер. 332.



ный въ стѣнкѣ промывнаго колодца крючекъ. Въ этомъ промывномъ колодцѣ также необходимо имѣть переливную (холостую) трубку во избѣжаніе подпора. Этотъ затворъ сдѣланъ изъ желѣза, но предпочтительнѣе дѣлать ихъ изъ чугуна, такъ какъ онъ подвергается менѣе ржавчинѣ. Къ классу подъемныхъ затворовъ можетъ быть причисленъ и Парижскій затворъ (чер. 332), движущійся вверхъ при помощи рычажной передачи; этотъ затворъ сдѣланъ для большей прочности противъ разбѣданія бронзовымъ.

чер. 333.



Къ этому же классу относится затворъ *системы Geiger* (черт. 333). Затворъ представляетъ собой чугунный щитъ, который скользитъ по чугуннымъ направляющимъ; онъ можетъ быть поднятъ и опущенъ посредствомъ штанги и привинчиваемаго къ нему ключа прямо съ улицы.

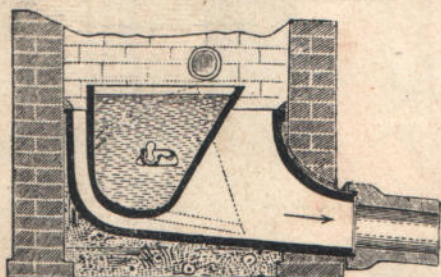
Чтобы поднятый щитъ не могъ упасть, на штангѣ сдѣлана зарубка (черт. 334), которая зацѣпляется за обоймицу.

Подъемные щиты изнашиваются подѣ действиемъ сточныхъ водъ, что вызываетъ собой неплотное запираніе ими отверстій, а слѣдовательно и бесполезную трату промывной воды. Также неплотному запиранію щитовъ можетъ способствовать попаданіе въ пазы рамъ частицъ, содержащихся въ сточныхъ водахъ.

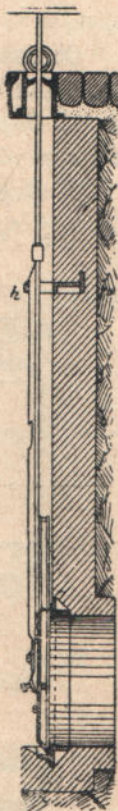
Другую многочисленную группу составляютъ *автоматическіе приборы*, которые по наполненіи промывной камеры водой сами производятъ промывку. Автоматическіе промывные приборы могутъ быть устроены или съ примѣненіемъ подвижныхъ частей или же безъ таковыхъ.

Простѣйшимъ типомъ первой подгруппы является *опрокидывающійся сосудъ Duckett'a* (чер. 335). Сосудъ, вращающійся на горизонтальной оси, устроенъ такимъ образомъ, что, когда онъ наполненъ водой, центръ тяжести его перемѣщается вправо, вслѣдствіе чего сосудъ опрокидывается, и находящаяся въ немъ вода разомъ выливается въ

чер. 335.



чер. 334.



промывную трубу. Приборъ этотъ является пригоднымъ лишь для промывки и дворовыхъ трубъ, гдѣ для его наполненія утилизируются туалетныя и кухонныя воды; его недостатокъ—малый объемъ сосуда, вслѣдствіе чего промывная волна будетъ имѣть небольшую длину.

Промывной приборъ сист. *Geiger'a* изображенъ на черт. 336. Къ промываемымъ трубамъ присоединяется вертикальная труба, входящая въ промывной резервуаръ; въ этой вертикальной трубѣ ходитъ мѣдная трубка, къ которой прикрѣпленъ открытый сверху сосудъ *s*. По трубѣ *l* поступаетъ вода, а трубка *p* служитъ для спуска грязи изъ промывного резервуара. Дѣйствіе прибора заключается въ слѣдующемъ: по мѣрѣ наполненія резервуара водой мѣдная труба и сосудъ поднимаются до тѣхъ поръ, пока клапанъ *v* не закроетъ входъ въ трубу; тогда наполняющая резервуаръ вода быстро наполнитъ сосудъ *s*, и онъ быстро опустится, вслѣдствіе чего вода изъ резервуара устремится въ промываемую трубу. Недостатокъ приборовъ

съ подвижными частями, подвергающимися быстрому изнашиванію, заставилъ техниковъ перейти къ примѣненію *неподвижныхъ промывочныхъ приборовъ—сифоновъ*.

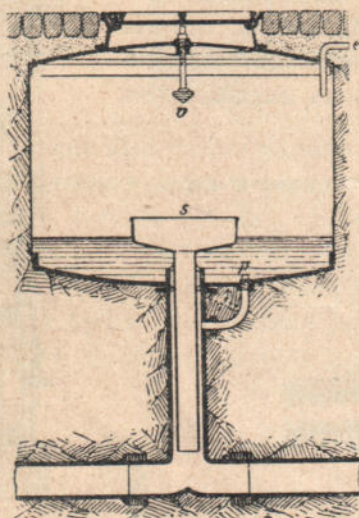
Сифоны представляютъ собою многочисленный классъ приборовъ, которые отличаются другъ отъ друга деталями, обеспечивающими быстрое ихъ зарядженіе по достиженіи водой извѣстнаго уровня въ промывныхъ резервуарахъ.

Основные требованія, которымъ должны удовлетворять *сифоны*, суть слѣдующія:

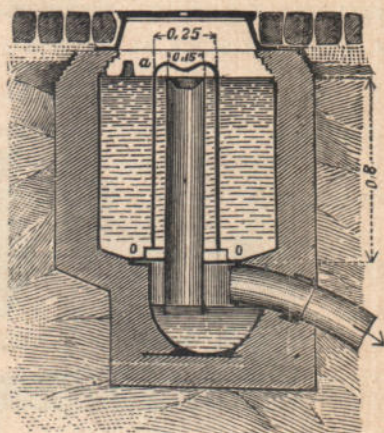
1) *Зарядженіе сифоновъ должно быть мгновенное, чтобы не было бесполезной траты воды, предназначенной для промывки.*

2) *Зарядженіе сифоновъ не должно зависеть отъ быстроты наполненія промывного резервуара.*

чер. 336.



чер. 337.



3) *Сифоны не должны имѣть въ своей конструкціи подвижныхъ частей.*

4) *Во время дѣйствія сифоновъ вытѣсненный воздухъ не долженъ возвращаться въ сифонную трубу, чтобы не мѣшать ихъ дѣйствию.*

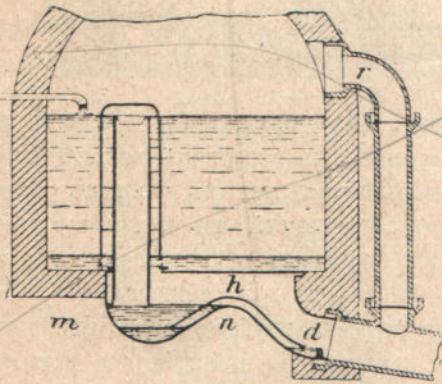
5) *Прекращеніе дѣйствія сифоновъ т. е. возстановленіе въ нихъ атмосфернаго давленія должно происходить весьма быстро.*

Однимъ изъ старинныхъ типовъ сифоновъ является *сифонъ Роджерса Фильда (Rogers Field)*, патентованный въ Англiи еще въ 1889 году и нѣсколько усовершенствованный фирмой *Böcking* (черт. 337). Вода поступаетъ чрезъ трубу *a* въ резервуаръ и, наполняя его, проходитъ чрезъ отверстія *o* въ наружную трубу сифона; воздухъ, заключенный въ трубѣ, сжимается, и уровень воды въ ней отстаетъ отъ уровня воды въ резервуарѣ; при дальнѣйшемъ повышеніи уровня воды часть сжатого воздуха проры-

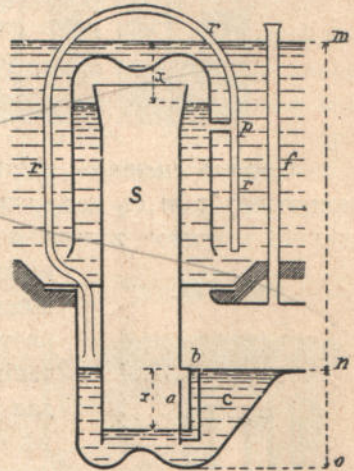
ваетъ гидравлическій затворъ подъ копкакомъ; тогда устанавливается атмосферное давленіе и уровень воды въ трубѣ будетъ на одной высотѣ съ уровнемъ воды въ резервуарѣ. Такимъ образомъ при наполненіи промывного резервуара вода подъ копкакомъ поднимается не послѣдовательно, а скачками. Когда уровень воды въ резервуарѣ дойдетъ до верхняго края трубы, то при послѣдующемъ прорывѣ нижняго затвора, находящаяся подъ копкакомъ вода, рванувшись вверхъ и встрѣтивъ препятствіе въ глухой зигзагообразной крышкѣ сифона, устремляется во внутреннюю трубу, и наполнивъ его, выгоняетъ воздухъ наружу, вслѣдствіе чего заряжается сифонъ; дѣйствіе сифона продолжается до обнаженія нижняго края наружной трубы сифона, такъ какъ вступающій въ трубу воздухъ восстанавливаетъ атмосферное давленіе. Въ этомъ типѣ фирмой *Böcking* примѣнена вмѣсто закругленной крышки *Rogers Field* изогнутая крышка, уменьшающая объемъ воздуха, подлежащаго вытѣсненію.

Къ типу *Field Верингъ* добавилъ *дополнительный сифонъ*, облегчающій дѣйствіе главнаго сифона (черт. 338).

чер. 338.



чер. 339.



Дополнительный сифонъ начинаетъ дѣйствовать при заряденіи главнаго сифона и понижаетъ уровень гидравлическаго затвора до линіи *mn*, благодаря чему облегчается выходъ изъ главнаго сифона воздуха, увлеченнаго изливающейся черезъ него водой.

Для заряденія главнаго сифона послѣ образованія полнаго гидравлическаго затвора достаточно очень небольшого разряженія воздуха. Сифоны Веринга¹⁾ были примѣнены изобрѣтателемъ въ Мемфисѣ и пользуются довольно большимъ распространеніемъ въ сѣверо-американскихъ городахъ.

Въ Парижѣ весьма употребителенъ сифонъ системы *Geneste-Herscher* и *Carette*²⁾ (черт. 339).

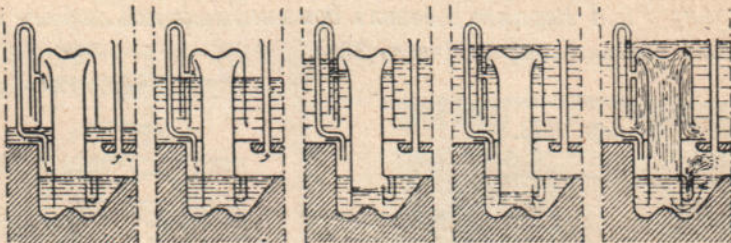
1) Waring, Sewerage and Land drainage.

2) Hervieu Traité pratique de la construction des égouts.

Сифонъ состоитъ изъ центральной трубы *s*, покрытой колпакомъ, въ которомъ сдѣлано отверстіе, соединяющее колпакъ съ регуляторной трубой *rr*; *ab*—малый сифонъ разрядитель, *c*—гидравлическій затворъ. Регуляторная трубка *rr* служить для отвода воздуха изъ сифона въ нижнюю камеру, пока не будетъ затоплено отверстіе *p*. Трубка *f*, называемая *воздушной или барометрической*, служить для прохода атмосфернаго воздуха въ случаѣ затопленія нижняго кювета сифона.

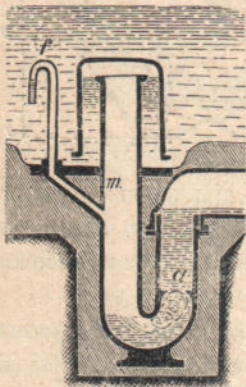
Дѣйствіе сифона начинается послѣ затопленія отверстія *p* и извѣстнаго сжатія воздуха подъ колоколомъ; дополнительный сифонъ и въ этомъ случаѣ способствуетъ ускоренію заряженія. Дѣйствіе сифона этой системы видно изъ черт. 340, гдѣ изображены пять послѣдовательныхъ фазъ положенія сифона по мѣрѣ поднятія уровня воды въ промывномъ резервуарѣ.

чер. 340.



Сифонъ системы Adams¹⁾ (черт. 341) представляетъ собой *u*-образную трубу *m* съ невысокимъ колоколомъ, въ короткомъ колѣнѣ котораго сдѣлано чугунное кольцо *a* для задерживанія малыхъ частицъ воздуха, вслѣдствіе чего выгоняемый изъ колокола воздухъ выходитъ сразу большими количествами. Это ускоряетъ заряженіе сифона даже при слабомъ его питаніи. Баростатическая трубка *f* подводитъ воздухъ для быстрого прекращенія дѣйствія сифоновъ. Кроме описанныхъ типовъ сифоновъ имѣются еще сифоны съ подвижными частями (van Yranken, Parenty), съ гидравлическимъ инжекторомъ (Kuntz) и съ неподвижными частями (Miller, Miller-Geiger, Marich, Doulton, Aimond и др.).

чер. 341.



§ 4. Промывныя камеры. Промывныя камеры для слѣпыхъ концовъ устанавливаются по оси промываемыхъ каналовъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ такія камеры съ сифонами могутъ обслуживать два и даже три слѣпыхъ конца заразъ (черт. 64—глава VII). Если же промываемая труба имѣетъ длину, большую, чѣмъ промывная волна, то по ея длинѣ устанавливаются дополнительные камеры;

¹⁾ См. Труды VIII Водопроводнаго Съѣзда, сообщеніе инженера Н. П. Доброумова, Проектъ канализаціи г. С.-Петербурга общества Брянскихъ заводовъ.

въ этомъ случаѣ ихъ приходится ставить сбоку, чтобы не задерживать движенія воды въ каналахъ. (черт. 342). Количество воды въ промывныхъ камерахъ зависитъ отъ діаметра и длины промываемой трубы и для трубъ небольшихъ сѣченій колеблется въ предѣлахъ 2—4 куб. метровъ; въ Парижѣ камеры для промывки каналовъ— вслѣдствіе большихъ ихъ размѣровъ дѣлаются отъ 6 до 8 куб. мет.

Діаметръ внутренней трубы сифоновъ дѣлается отъ 10 до 35 см. (сифонъ Geneste-Herscher), отъ 10 до 22,5 (Miller-Geiger) и т. под. Количество притекающей воды зависитъ отъ конструкции сифона, отъ діаметра промываемой трубы и др. факторовъ.

Такъ, напр., Geiger указываетъ, что для сифоновъ діаметромъ 10 см. должно притекать въ секунду 20 литровъ, для 15 см.—40 литровъ и 22,5 см.—80 литровъ.

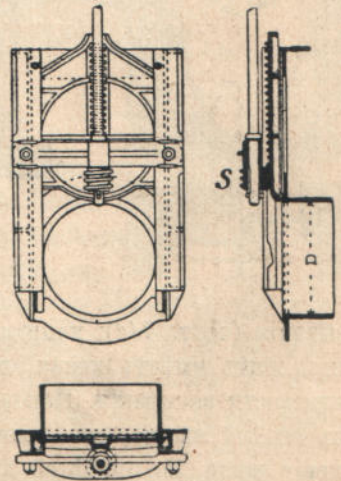
§ 5. Промывка большихъ каналовъ. Промывка большихъ каналовъ требуетъ естественно и большихъ количествъ промывной воды, чѣмъ, конечно, и объясняется, что для ихъ промывки стараются использовать содержащуюся въ нихъ сточную воду, подпирая ее щитами разнообразной конструкции. Это представляется тѣмъ болѣе возможнымъ, что большіе каналы укладываются съ небольшими уклонами, и поэтому скопленіе сточной воды не вызоветъ большого подпора въ домовыхъ проводахъ. Щиты, которые здѣсь примѣняются, могутъ быть разбиты на двѣ группы: *подъемные* и *вращающіеся*, при чемъ они могутъ закрывать собой или все сѣченіе или только его часть.

Типы *подъемныхъ* щитовъ для большихъ каналовъ сходны съ типомъ, изображеннымъ на чертежахъ 332 и 333, отличаясь лишь конструкціями приспособленій для подъема самыхъ щитовъ. *Подъемныя* конструкции пріобрѣтаютъ здѣсь большое значеніе, такъ какъ при подъемѣ щитовъ приходится преодолѣвать не только возрастающій съ размѣрами канала вѣсъ щита, но и давленіе, прижимающее щитъ къ своей рамѣ.

Одной изъ распространенныхъ въ Англійи конструкціи щитовъ является изображенная на черт. 343, гдѣ движеніе производится *вращеніемъ штанги*, заканчивающейся *червякомъ* (безконечнымъ винтомъ), сцепленнымъ съ придѣланной къ нему *кремальерой*. При большихъ щитахъ для сокращенія мертваго вѣса самого щита его уравниваютъ



черт. 343.

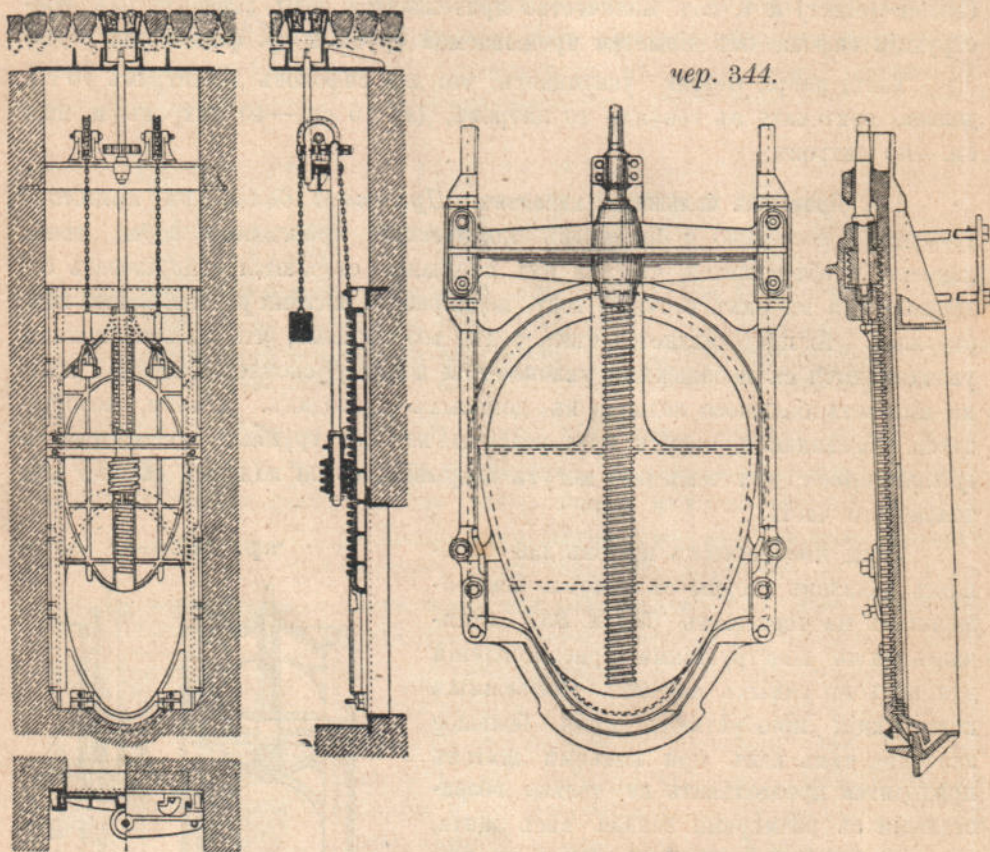


противовѣсомъ, подвѣшеннымъ на цѣпи, перекинутой чрезъ блокъ (черт. 343).

Въ разсмотрѣнныхъ нами типахъ происходитъ загрязненіе подъемнаго винта частицами, содержащимися въ сточныхъ водахъ, влѣдствіе чего подъемъ ихъ затрудняется.

Поэтому въ типъ, предложенномъ заводомъ *Geiger*, червякъ предохраненъ отъ загрязненія чехломъ и снабженъ приспособленіемъ для сма-

чер. 343.

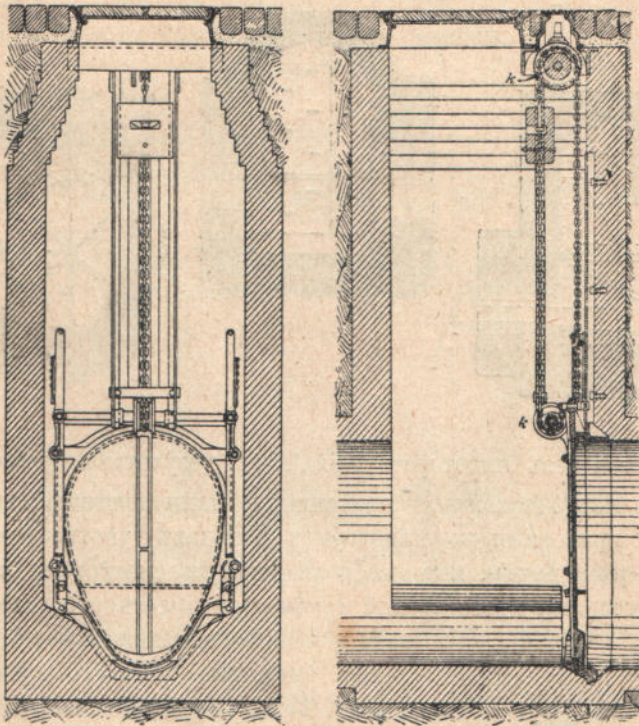


чер. 344.

зыванія (черт. 344); направляющіе рельсы сдѣланы изъ красной мѣди, а самый щитъ имѣеть внизу двойное острое ребро, что ведетъ къ большей плотности запиранія. Наконецъ, на поверхности земли ось винта, входящая въ особый ящикъ, снабжена указателемъ, который позволяетъ видѣть положеніе щита, не прибѣгая къ открытію крышки смотрового колодца. Изображенный на черт. 344 щитъ не закрываетъ цѣликомъ сѣченія, что сокращаетъ величину подпора воды за щитомъ; скопленное такимъ образомъ количество является въ большинствѣ случаевъ достаточнымъ для промывки большого канала. Недостатокъ описанныхъ затворовъ—медленность ихъ

открыванія, благодаря чему часть промывной воды, вытекая сравнительно съ небольшою скоростью, тратится бесполезно. Этотъ недостатокъ устраненъ въ слѣдующемъ типѣ (черт. 346), гдѣ движеніе червяка по кремальерѣ замѣнено движеніемъ безконечной цѣпи по зубчатымъ блокамъ.

чер. 346.

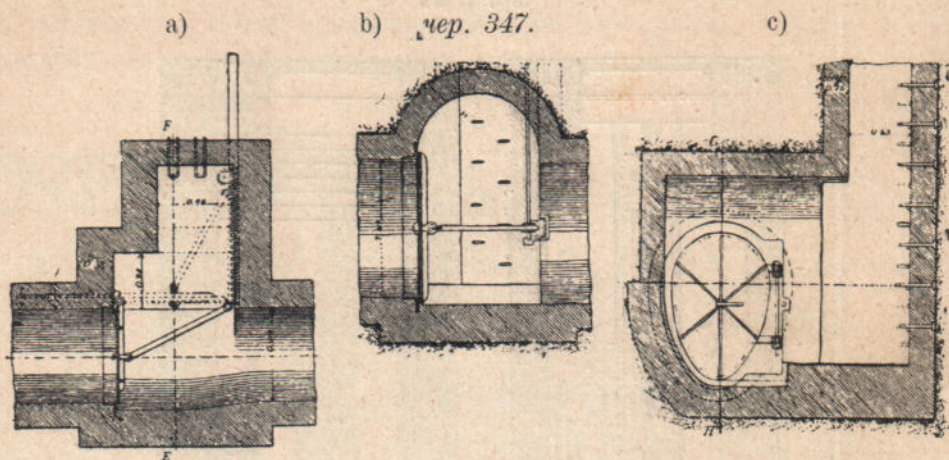


Подъемъ щитовъ требуетъ для промывныхъ камеръ большой высоты, которой вслѣдствіе неглубокаго заложения каналовъ съ одной стороны и большихъ размѣровъ каналовъ можетъ въ данномъ пунктѣ не быть. Въ этомъ случаѣ болѣе подходящимъ является примѣненіе *вращающихся щитовъ*, закрывающихъ также все сѣченіе или часть его.

Вращающіеся щиты подвѣшиваются на петляхъ къ рамѣ, задѣланной въ стѣнку колодца, вращаясь вокругъ вертикальной оси (чер. 347 а—с). Они запираются по направленію движенія воды, такъ что отпираніе ихъ вслѣдствіе напора воды происходитъ безъ всякаго труда. Вслѣдствіе этого приходится прибѣгать къ примѣненію сложныхъ приборовъ для плотнаго запиранія щита. На изображенномъ на чертежѣ 347 типѣ можно видѣть, что для запиранія пользуются штангой, соединенной шарнирами со щитомъ и съ кремальерой, которая скользитъ по охватывающимъ ее съ боковъ рельсамъ; самое же запираніе производится вращеніемъ вправо (помощью ключа съ

поверхности земли) вертикального стержня съ насаженной на него шестерней, которая, цѣпляясь за кремальеру, заставляетъ ее двигаться влѣво и помощью штанги закрывать щитъ.

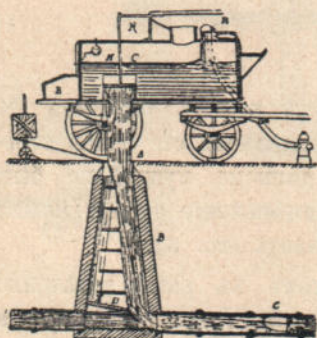
Вращающіеся щиты страдаютъ тѣмъ недостаткомъ, что вслѣдствіе вращенія дверецъ промывной потокъ устремляется въ одну сторону,



что не остается безъ нѣкотораго вліянія на результаты промывки.

Вмѣсто многочисленныхъ описанныхъ нами постоянныхъ камеръ съ промывными приборами въ нѣкоторыхъ городахъ употребляютъ *подвижныя промывныя бочки*, которыя подвозятся къ смотровому колодцу; послѣ прикрытія отверстія промываемой трубы простымъ переноснымъ затворомъ вода изъ бочекъ выливается въ смотровые колодцы.

чер. 348.



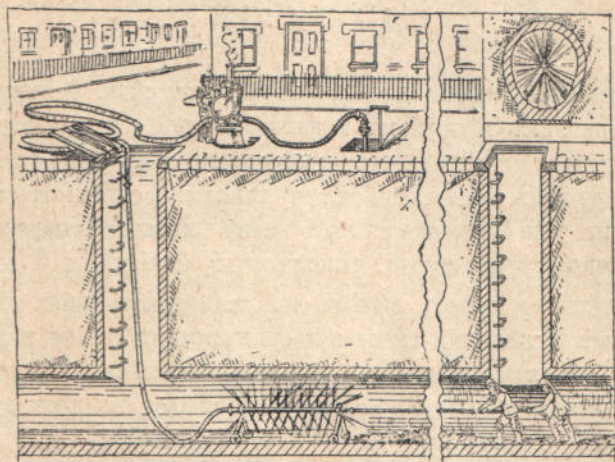
Открывая клапанъ, производятъ промывку. Такъ, напримѣръ въ Нью-Хэвентъ (Сѣв. Америка) для такой промывки вблизи дна смотровыхъ колодцевъ устанавливаютъ наклонную рѣшетку, въ которую упирается труба В (черт. 347); съ этой трубой соединяется труба А, движущаяся въ подвижной бочкѣ посредствомъ рычажной передачи Н. Подобныя промывныя бочки примѣняются также въ нѣкоторыхъ городахъ Бельгіи и Франціи.

Заслуживаетъ также вниманія интересный приборъ, который употребляется для промывки малыхъ и большихъ каналовъ и можетъ быть перемѣщенъ въ любомъ пунктѣ сѣти. Этотъ приборъ, называемый *гидравлическимъ промывателемъ* и изобрѣтенный *Merryweather*¹⁾ не только промываетъ ско-

¹⁾ Engineering, 1908 г.

пившіеся въ каналахъ осадки, но и моетъ стѣнки водосточковъ водой, вслѣдствіе чего онъ съ санитарной точки зрѣнія заслуживаетъ *глубокаго вниманія*. *Гидравлическій промыватель* (черт. 349) состоитъ изъ дырчатой трубы, передвигающейся на колесикахъ по каналу; труба эта протаскивается между смотровыми колодцами. Вода въ трубу поступаетъ изъ резинового рукава, соединяемаго съ ближайшимъ пожарнымъ краномъ. Опыты съ этимъ приборомъ были сдѣланы въ городѣ Eccles (близъ Манчестера). Эти опыты показали, что для прочистки 12"овой трубы протяженіемъ 120 англ. футовъ требуется всего 45 минутъ.

чер. 349.



Несмотря на установку и правильную работу промывныхъ приборовъ въ канализаціонной сѣти могутъ быть случайныя засоренія вслѣдствіе стремленія жителей бросать въ канализацію слишкомъ крупныя отбросы.

Далѣе и сама промывка не всегда достигаетъ цѣли, вслѣдствіе чего въ каналахъ образуются довольно плотныя наносы. Для удаленія такихъ осадковъ приходится прибѣгать къ примѣненію *механической очистки, особенно удобной для проходимыхъ каналовъ*. Изложеніе пріемовъ по механической очисткѣ канализаціонной сѣти будетъ изложено ниже въ главѣ XXIII, посвященной эксплуатаціи канализаціи.

Г Л А В А XVII.

§ 1. **Значеніе вентиляціи для канализаціонной сѣти.** Сточныя воды, протекающія по каналамъ и трубамъ канализаціонной сѣти, обладаютъ способностью подвергаться гнилостнымъ процессамъ, какъ бы хорошо ни были устроены и содержимы канализаціонные каналы; результатомъ процессовъ гніенія, какъ мы уже упоминали въ I главѣ, является образованіе дурно пахнущихъ газовъ (сѣрводорода, углекислоты, амміаку, и т. п.).

Если воздухъ не имѣетъ выхода изъ канализаціонной сѣти, онъ быстро загрязняется вслѣдствіе смѣшенія съ пахучими газами и протеканія по загрязненнымъ стѣнкамъ каналовъ. Воздухъ подобнаго состава является *вреднымъ* главнымъ образомъ, вслѣдствіе примѣси къ нему *сѣрводорода*, который уже въ количествѣ 1,0—1,5⁰/₁₀₀ смертеленъ для человѣка, а вдыханіе его въ теченіе нѣсколькихъ часовъ при содержаніи 0,7⁰/₁₀₀ представляетъ серьезную опасность для здоровья; содержаніе углекислоты отъ 8 до 10⁰/₁₀₀ также угрожаетъ здоровью людей.

Воздухъ такого состава становится вреднымъ какъ для здоровья городского населенія, если онъ выходитъ изъ каналовъ у троттуаровъ, или попадаетъ черезъ водосточныя трубы въ жилия помѣщенія, такъ въ особенности для здоровья рабочихъ, занимающихся очисткой каналовъ. Для борьбы съ этимъ явленіемъ является необходимымъ устраивать канализаціонную сѣть такимъ образомъ, чтобы *въ ней было бы какъ въ засуху, такъ и во время ливня, обезпечено обновленіе воздуха*, причемъ свѣжій воздухъ поступалъ бы чрезъ серію предназначенныхъ для этой цѣли отверстій, а испорченный вытягивался бы чрезъ другую серію отверстій. Это достигается *раціонально устроенной вентиляціей*, о чемъ можно судить по анализамъ состава воздуха хорошо вентилируемыхъ каналовъ. Такъ, анализы показываютъ, что воздухъ хорошо вентилируемой сѣти содержитъ въ себѣ лишь слѣды сѣрводорода, едва замѣтныя количества амміаку, до 3,5⁰/₁₀₀ въ среднемъ углекислоты; воздухъ подобнаго состава, какъ подтверждаютъ сдѣланныя наблюденія, уже *не оказываетъ на рабочихъ вреднаго вліянія*, тѣмъ болѣе еще и потому, что во время чистки каналовъ открываютъ крышки смотровыхъ колодцевъ для впуска свѣжаго воздуха.

Количество бактерий, которое содержится въ сточныхъ водахъ въ очень большомъ количествѣ (см. главу VI), *не переходитъ* въ такомъ количествѣ *въ воздухъ каналовъ*. Такъ по изслѣдованіямъ д-ра *Miquel'* въ воздухѣ парижскихъ каналовъ содержится микроорганизмовъ меньше, чѣмъ въ воздухѣ улицъ надъ ними. Это объясняется *полнымъ отсутствіемъ въ каналъ пыли и постепеннымъ осажденіемъ микробовъ на влажную поверхность подѣ влияніемъ силы тяжести*. Нахожденіе микроорганизмовъ въ воздухѣ каналовъ раньше вызывало опасенія, что они являются причиной распространенія эпидемическихъ болѣзней; на этомъ и была основана англійская теорія коллекторныхъ газовъ (*sewer gas—theory*). Но съ развитіемъ Бактеріологіи были произведены многочисленныя изслѣдованія, которыя не подтвердили этихъ опасеній, и установили, что эпидемическія болѣзни не распространяются воздухомъ водосточныхъ каналовъ. Это отчасти можетъ зависѣть отъ того, что *патогенныя бактеріи погибаютъ въ борьбѣ съ болѣе сильными сапрофитными бактеріями*, содержащимися въ огромномъ количествѣ въ сточныхъ водахъ, или отъ того, что коллекторный воздухъ по выходѣ изъ каналовъ попадаетъ въ нижніе загрязненные слои городского воздуха.

Далѣе, *введеніе въ каналы свѣжаго атмосфернаго воздуха* способствуетъ *окисленію* прилипшихъ къ стѣнкамъ каналовъ *органическихъ частицъ* и помогаетъ ихъ окисленію въ самой сточной водѣ, что не можетъ не отразиться на количествѣ выдѣляющихся изъ сточныхъ водъ газовъ.

Наконецъ, при помощи *вентиляціи* уравнивается *разница давленій внутри каналовъ и наружнаго воздуха*, благодаря чему въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ произойти нарушеніе работы водосточныхъ каналовъ. Такъ, при быстромъ наполненіи каналовъ дождевыми водами вмѣстѣ съ водой нагнетается много воздуха, который въ случаѣ отсутствія вентиляціи можетъ, скопившись въ большихъ количествахъ, замедлять теченіе сточныхъ водъ, прорвать затворы домовыхъ приборовъ и такимъ образомъ установить *собщеніе жилыхъ помѣщеній съ каналами*. Обратнo, при спадѣ водъ, въ каналахъ происходитъ разряженіе воздуха, которое можетъ вызвать прорывъ водяныхъ затворовъ домовыхъ приборовъ подѣ давленіемъ атмосфернаго воздуха т. е. и въ этомъ случаѣ установить *непосредственное собщеніе каналовъ съ жилыми помѣщеніями*.

Такимъ образомъ на обновленіе воздуха въ каналахъ оказываетъ извѣстное влияніе дожди, заполняющіе стѣненіе каналовъ до верха, и промывка каналовъ; но эти факторы дѣйствуютъ періодически и потому являются недостаточными. Поэтому для постоянной вентиляціи необходимо создать условія, при которыхъ былъ бы обезпеченъ притокъ свѣжаго и выпускъ испорченнаго воздуха.

Факторы, которые *обусловливаютъ собой движеніе воздуха внутри каналовъ*, весьма многочисленны. Движеніе воздуха внутри каналовъ прежде всего поддерживается *разницей въ температурѣ и степени влажности коллекторнаго и уличнаго воздуха*. Въ теплые дни коллектор-

ный воздухъ бываетъ холоднѣе, а потому и тяжелѣе уличнаго, вслѣдствіе чего онъ движется внизъ; въ холодные дни—наоборотъ коллекторный воздухъ теплѣе уличнаго, такъ какъ онъ подогревается сточной водой, средняя температура которой 10—12 С°, и потому движется вверхъ. Однако въ различныхъ мѣстахъ сѣти въ одно и то же время движеніе воздуха можетъ происходить въ различныхъ направленіяхъ вслѣдствіе различнаго обогрѣванія солнечными лучами отверстій для вентиляціи и выливанія горячей воды изъ ближайшихъ домовъ, а въ особенности бань и прачешныхъ. Далѣе оказываютъ вліяніе на направленіе движенія *уклоны каналовъ*, такъ какъ воздухъ, стремясь занять наивысшее положеніе, увлекается къ слѣпымъ концамъ сѣти. Затѣмъ нѣкоторое вліяніе оказываетъ *само движеніе сточныхъ водъ*, которое увлекаетъ за собой тонкій слой соприкасающагося съ нимъ воздуха, а слѣдовательно и *колебаніе горизонтовъ сточныхъ водъ* не безразлично для движенія канального воздуха. Потомъ незначительное вліяніе оказываетъ *треніе воздуха о стѣнки каналовъ и о поверхность сточныхъ водъ*.

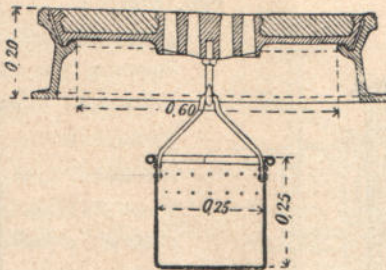
Наконецъ *подъ дѣйствіемъ вѣтровъ* возможно или задуваніе уличнаго воздуха или высасываніе коллекторнаго воздуха наружу; замѣтнымъ вліяніе вѣтра является при *открытыхъ устьяхъ ливнепускковъ и всей канализаціонной сѣти*.

Вслѣдствіе многочисленности различныхъ факторовъ, обусловливающихъ движеніе воздуха въ уличныхъ каналахъ, и непостоянства ихъ дѣйствія было бы весьма трудно учесть *теоретическимъ путемъ ихъ взаимодействіе* и потому можно или ограничиться изученіемъ нѣкоторыхъ наиболѣе важныхъ факторовъ или же устраивать вентиляцію, исходя изъ данныхъ, освященныхъ долготѣннымъ опытомъ.

§ 2. Устройство вентиляціи. *Вентиляція каналовъ общесплавной системы* должна правильно работать какъ во время дождей, такъ и въ сухую погоду, для каковой цѣли канализаціонная сѣть должна обладать серіей *впускныхъ отверстій для уличнаго воздуха и выпускныхъ отверстій для испорченнаго коллекторнаго воздуха*. Специально устроенныя *впускныя отверстія* представляются необходимыми, такъ какъ существующія отверстія дождеприемниковъ во время ливней при полномъ заполненіи каналовъ будутъ залиты водой; поэтому впускныя вентиляціонныя приспособленія представляютъ собой трубу, однимъ концомъ примыкающую къ шельгѣ сводовъ, а другимъ, выходящимъ на поверхность уличной мостовой. Для этой цѣли очень часто приспособляютъ смотровые и ламповые колодцы, устраивая въ нихъ дырчатыя крышки. Для того, чтобы чрезъ эти отверстія смотровыхъ колодцевъ не проваливалась бы грязь, къ такимъ крышкамъ прикрѣпляютъ *на цѣпочкахъ ведра изъ оцинкованнаго желѣза* (черт. 350); шарнирное прикрѣпленіе ведра даетъ возможность открывать крышку, не снимая ведра (черт. 351).

Другимъ способомъ для предотвращения попадания грязи является *отнесение вентиляционныхъ отверстій въ сторону въ видѣ небольшой*

чер. 350.

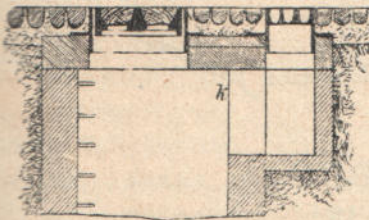


чер. 351.

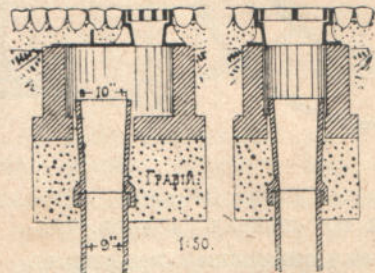


вырчатой крышки, подъ которой устраиваютъ маленькій осадочный колодець (черт. 352). Примѣненіе этого приѣма къ *ламповому колодцу* заставляетъ лишь только нѣсколько отодвинуть ось вентиляціонной трубы отъ оси крышки (черт. 353)

чер. 352.



чер. 353.

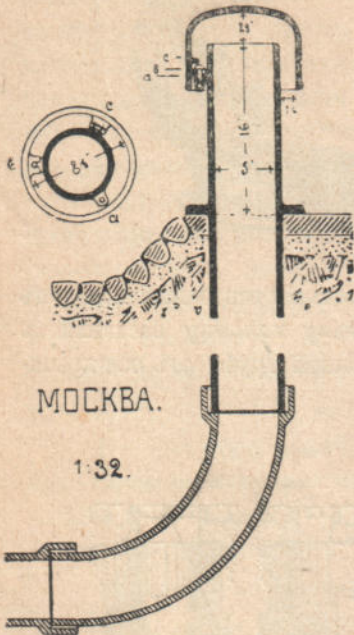


Подобные вентиляционные колодцы устанавливаются на такихъ каналахъ, гдѣ разстояніе между смотровыми колодцами велико; діаметръ вентиляціонной трубы дѣлается въ 15—25 см. Въ сѣверныхъ городахъ подобныя отверстія, лежація на поверхности мостовой, легко забиваются снѣгомъ; поэтому болѣе практичнымъ является устраивать впускныя отверстія на нѣкоторой высотѣ отъ мостовой. Къ такимъ устройствомъ принадлежитъ прижитенныя въ г. Москвѣ и Ц. Селѣ *вентиляціонныя тумбы*, которыя отнесены къ троттуарамъ и соединены керамиковыми трубами съ каналами (черт. 354).

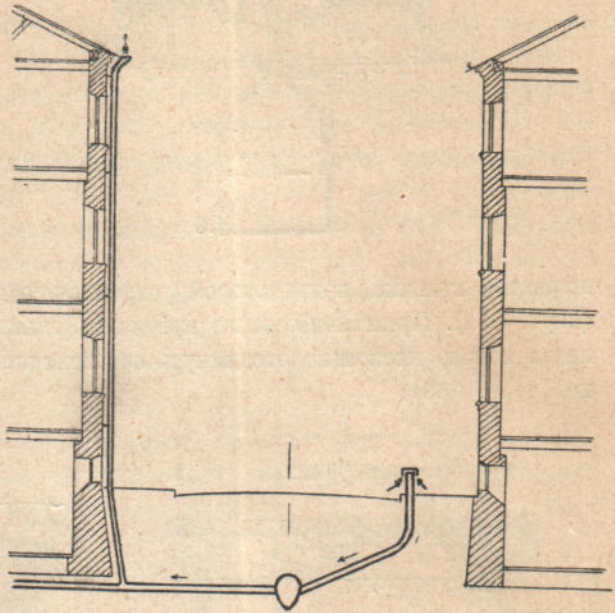
При расположеніи, показанномъ на черт. 353, опусканіе въ колодець лампы становится неудобнымъ, почему эти колодцы получаютъ названіе *вентиляціонныхъ*, такъ какъ онѣ служатъ исключительно цѣлямъ вентиляции. При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что вентиляціонные колодцы и тумбы въ случаѣ опрокидыванія тяги могутъ превратиться въ выпускныя отверстія, и такимъ образомъ являться *источниками зловонія на мостовой и троттуарахъ*. Для предотвращения подобныхъ явленій стремятся

поднять впускныя отверстія на большую высоту; для такихъ устройствъ является удобнымъ использовать полые столбы трамваевъ, дождевыя водосточныя трубы или устраивать спеціальныя столбы или вентиляціонныя

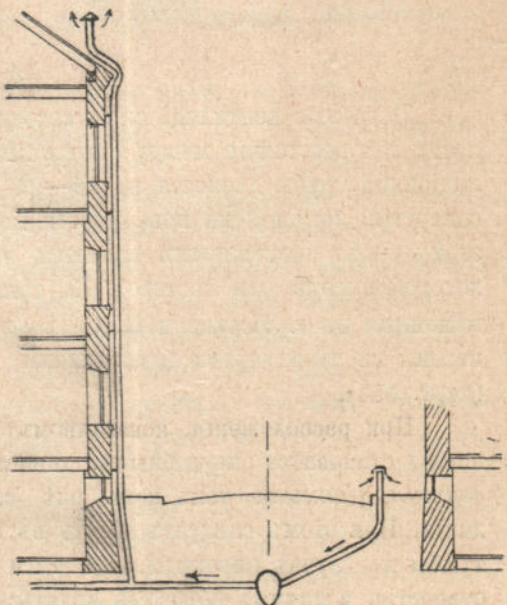
чер. 354.



чер. 355.



чер. 356.



трубы по стѣнамъ домовъ. Выпускныя отверстія необходимо располагать на такой высотѣ, чтобы выходящій изъ каналовъ воздухъ никоимъ образомъ не могъ попадать въ жилища помѣщенія, для чего они должны помѣщаться надъ крышами строеній. Изъ этого ясно, что въ качествѣ впускныхъ отверстій можно было бы пользоваться дождевыми водосточными трубами (черт. 355) или особыми вентиляционными трубами (черт. 356) или фановыми трубами (черт. 357).

Но дождевыя водосточныя трубы во время ливня не только служатъ для выпуска испорченного воздуха, но наоборотъ вмѣстѣ съ дож-

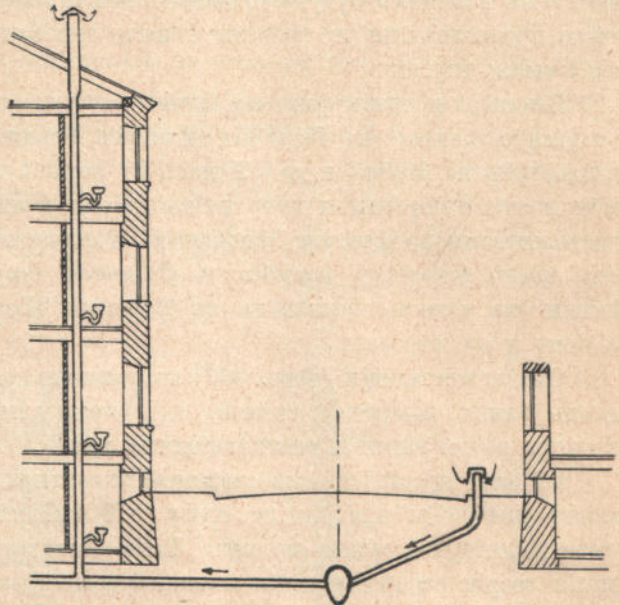
девой водой сами нагнетаютъ воздухъ въ огромномъ количествѣ; кромѣ того въ жаркіе дни возможно опрокидываніе тяги т. е. водосточныя трубы станутъ впускать воздухъ, а вентиляціонныя колодцы или тумбы выпускать воздухъ и заражать имъ уличный воздухъ.

Спеціалныя вентиляціонныя тумбы, конечно, не обладаютъ первымъ недостаткомъ трубъ, но зато въ нихъ также можетъ свободно проявиться обратная тяга.

Поэтому самой простой системой вентиляціи является вентиляція черезъ фановыя трубы, которыя для этой цѣли продолжаютъ и выводятся сквозь крышу. Въ нихъ вслѣдствіе обо-

грѣванія ихъ тепломъ жилыхъ помѣщеній случаи обратной тяги могутъ представить весьма рѣдкое явленіе. Диаметръ верхней части фановыхъ трубъ (вентиляціонныхъ) дѣлается болѣе на 2 д. (50 мм.) стояка вслѣдствіе возможности уменьшенія ея сѣченія инеемъ влажного коллекторнаго воздуха¹⁾. *Выходныя отверстія фановыхъ трубъ* должны быть удалены отъ мансардныхъ оконъ, дымовыхъ трубъ и другихъ отверстій, черезъ которыя возможно сообщеніе съ жилыми помѣщеніями. Во избѣжаніе задуванія вѣтра концы фановыхъ трубъ или снабжаются *широкими защитными колпаками* (черт. 358) или *проволочными скѣлками* (черт. 359) или загибаются внизъ.

чер. 357.



чер. 358.



чер. 359.



Фановыя трубы ни въ коемъ случаѣ не должны впускаться въ дымоходы или въ какіе либо вентиляціонныя каналы, устроенныя въ толщѣ домовыхъ стѣнъ, такъ какъ въ обоихъ случаяхъ возможно прониканіе коллекторнаго воздуха въ жилия помѣщенія.

Вентиляція черезъ фановыя трубы не устраняетъ возможности непосредственнаго соединенія водосточныхъ

1) В. Ф. Пеановъ. Санитарная техника. Томъ I, вып. I. Устройство водопроводовъ и водосточковъ въ домахъ.

трубъ съ канализаціонной сѣтью, которыя въ данномъ случаѣ будутъ вспомогательными отверстіями для впуска свѣжаго воздуха въ сѣть.

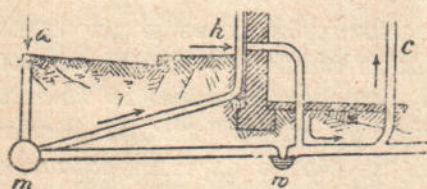
Если въ домѣ имѣется нѣсколько фановыхъ трубъ, то всѣ онѣ выводятся сквозь крышу и участвуютъ въ вентиляціи каналовъ; если нѣкоторыя изъ нихъ будутъ проходить сквозь холодныя помещенія, то легко можно предположить, что онѣ въ теплые дни будутъ не *вытяжными*, а *впускными* трубами.

Вентиляція чрезъ фановыя трубы получила за послѣднее время широкое распространеніе въ Германіи (Данцигъ, Берлинъ, Висбаденъ, Мангеймъ, Франкфуртъ на Майнѣ и др.) У насъ въ Москвѣ для изученія этого вопроса были произведены опыты подъ наблюденіемъ комиссіи, бывшей подъ предсѣдательствомъ профессора Эрисмана ¹⁾, которая также признала *вентиляцію чрезъ уличныя тумбы и фановыя трубы наилучшей*. Кромѣ Москвы она у насъ примѣнена въ Варшавѣ, Кіевѣ, Царск. Селѣ, Ростовѣ на Дону и др. городахъ.

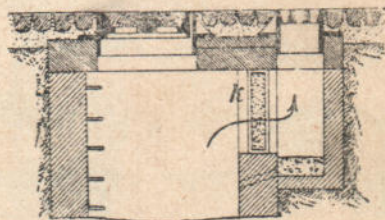
Схема вентиляціи (черт. 357) съ равнымъ успѣхомъ можетъ быть для узкихъ улицъ замѣнена схемой, гдѣ впускными трубами вмѣсто тумбъ являются водосточныя и вентиляціонныя трубы.

Къ этой простой формѣ современной вентиляціи водосточной сѣти санитарные инженеры пришли не сразу и примѣняли различные болѣе или менѣе дорогіе и сложные приемы. Такъ, вслѣдствіе господствовавшей въ Англійи теоріи распространенія коллекторными газами эпидемическихъ болѣзней стремились отдѣлнить домовую сѣть отъ уличной *раздѣлительными сифонами*, вслѣдствіе чего приходилось каждую сѣть вентилировать отдѣльно (черт. 360); въ настоящее же время этотъ методъ признанъ *негоднымъ съ санитарной точки зрѣнія*, такъ какъ съ одной стороны самыя затворы, легко засоряясь, были пунктомъ *естественаго отложенія грязи*, и съ другой стороны вентиляція уличныхъ каналовъ производилась чрезъ водосточныя или вентиляціонныя трубы, при которыхъ не устранялась *возможность обратной тяги*. Затѣмъ были попытки обезвредить коллектор-

чер. 360.



чер. 361.



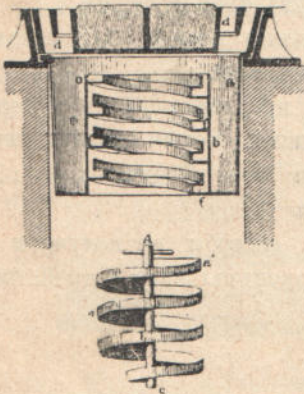
ный воздухъ *зведеніемъ въ сточныя воды химическихъ реактивовъ* (хлора, серной кислоты) или обезвреживаніемъ сточныхъ водъ *озономъ*, но

¹⁾ Докладъ подкомиссіи для производства опытовъ надъ вентиляціей въ сточныхъ трубахъ. Москва 1895 г.

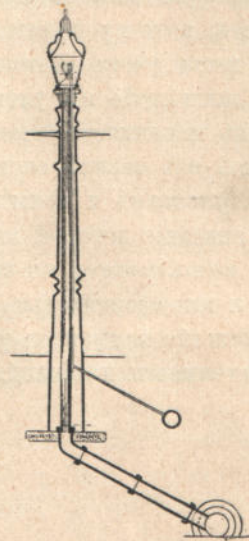
и эти попытки, какъ весьма дорогія и требовавшія усложненія эксплуатаціи давно были оставлены.

Далѣе для устраненія отъ смотровыхъ колодцевъ зловонія при обратной тягѣ пытались снабжать вентиляціонныя части *фильтрами изъ абсорбирующихъ матеріаловъ* (древеснаго угля, сухой земли и пр.). Одинъ изъ подобныхъ фильтровъ (сист. Rawlinson'a) изображенъ на черт. 361. Эта конструкция отличается отъ показанной на чертежѣ 352 добавленіемъ корзинки съ древеснымъ углемъ, чрезъ которую долженъ пройти воздухъ прежде, чѣмъ попасть наружу. Извѣстный англійскій инженеръ Latham предложилъ другой фильтръ, въ которомъ стремился уменьшить сопротивленіе при проходѣ воздуха чрезъ угольную корзинку Rawlinson'a. Для этой цѣли онъ подвѣсилъ къ крышкѣ смотроваго колодца ведро *aa* (черт. 362), въ кото-

черт. 362.



черт. 363.



рое онъ вставилъ бездонное ведро *bb*; въ последнее онъ вставилъ винтовой желобъ *f*, на которомъ онъ насыпалъ слой угля. Чтобы дождевая вода не попадала бы въ фильтры, на верху центральнаго ведра сдѣлано отверстіе *o*, чрезъ которое она стекаетъ въ большое ведро. Фильтры подобнаго типа оказались *весьма неудобными на практикѣ*, не говоря уже объ ихъ дороговизнѣ и въ настоящее время совершенно оставлены. Изъ новѣйшихъ устройствъ, дѣлающихъ излишнимъ вентиляцію чрезъ фановыя трубы, являются *газовые фонари особой конструкции, предложенные Webb'омъ*¹⁾ (черт. 363).

Фонарь Webb'a представляетъ собой газовый фонарь, получающій газъ изъ городского газопровода и потребляющій въ часъ 15 куб. фут. свѣтительнаго газа. Вентиляціонная труба, сдѣланная изъ мѣди, даетъ выходъ коллекторнымъ газамъ, которые сгораютъ въ пламени газовой горѣлки. Такъ какъ температура горѣнія здѣсь доходитъ до 288° С, то этотъ фонарь играетъ роль *сильнаго*

побудителя тяги. Эти фонари были примѣнены во многихъ городахъ Англіи, Парижѣ, Неаполѣ, Мельбурнѣ. Фонари Webb'a являются удобными для вентиляціи общественныхъ подземныхъ клозетовъ, но, какъ система въ особенности при существованіи въ городахъ электрическаго освѣщенія, представляется невыгодной и притомъ требующей дневного горѣнія фонарей.

Далѣе слѣдуетъ упомянуть, что для усиленія тяги въ каналахъ прибѣгали къ постройкѣ высокихъ вентиляціонныхъ *башенъ*, въ которыхъ подогрѣвался воздухъ, но опытъ 2 построенныхъ во Франкфуртѣ на Майнѣ кирпичныхъ башенъ (діам. 1,5 мет., высотой 25—30 мет.) показалъ, что ихъ вытяжное дѣйствіе обнаруживается на сравнительно небольшомъ районѣ. Болѣе практичнымъ является присоединеніе *каналовъ къ дымовымъ трубамъ фабрикъ и заводовъ*, если конечно, это не отразится на правильности предназначенной для нихъ работы. Такъ, введеніе огромныхъ количествъ холоднаго воздуха можетъ способствовать сильному пониженію ихъ вытяжной способности; поэтому желательно имѣть на вентиляціонныхъ каналахъ задвижки и вести учетъ вытягиваемаго воздуха анемометрами.

Въ заключеніе мы упомянемъ, что для усиленія тяги пытались прибѣгнуть къ механической вентиляціи водостоковъ.

Одной изъ такихъ системъ является предложенная *инженерами Шонемъ и Аультомъ* и примѣненная въ Англіи *механическая вентиляція стоковъ*, описаніе которой мы дадимъ ниже при общемъ изложеніи пневматической *канализаціи* по системѣ *Шона*.

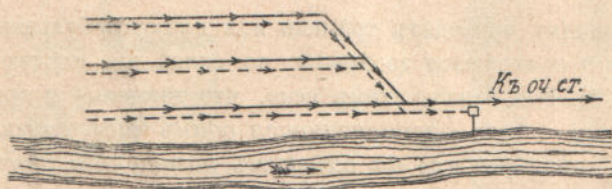
Но и эти сравнительно совершенные способы не получили широкаго распространенія вслѣдствіе усложненія первоначальнаго устройства и болѣе высокой стоимости ихъ эксплуатаціи.

1) Moore, Sanitary Engineering.

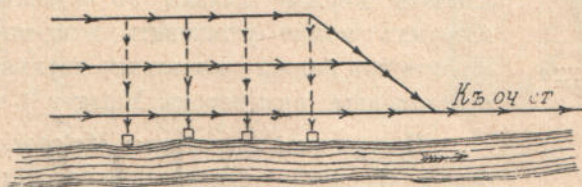
ГЛАВА XVIII.

§ 1. Полная раздѣльная сплавная система. Какъ мы уже упоминали въ главѣ IV, полная раздѣльная сплавная система состоитъ изъ *двухъ отдѣльныхъ сѣтей каналовъ*: одной для домовыхъ водъ и другой для дождевыхъ водъ. При начертаніи сѣтей для обѣихъ системъ могутъ быть три случая: обѣ сѣти главныхъ коллекторовъ идутъ по одному направленію (черт. 363) или по разнымъ направленіямъ (черт. 364) или сначала по

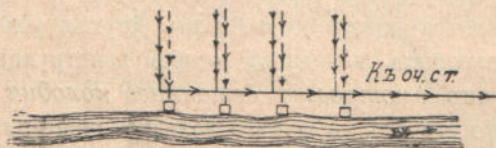
чер. 363.



чер. 364.



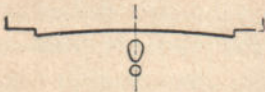
чер. 365.



одному направленію, а затѣмъ по разнымъ (черт. 365). Первая схема, въ которой главные коллекторы устроены по параллельной схемѣ, применима въ томъ случаѣ, когда дождевыя воды подвергаются несложной очисткѣ до выпуска въ рѣку, а вторая и третья, когда дождевыя воды спускаются

безъ очистки въ водные протоки; впрочемъ и въ этомъ случаѣ возможно устраивать осадочныя камеры предъ выпускомъ въ рѣку. Устройство особой дождевой сѣти прибавляетъ еще лишній проводъ къ уличнымъ проводамъ. Простѣйшимъ расположеніемъ будетъ помѣщеніе дождевого канала надъ домовымъ, при чемъ оси каналовъ могутъ быть или на одной оси (черт. 367) или же будутъ слегка сдвинуты (черт. 368);

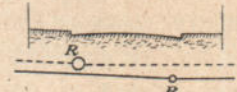
чер. 367.



чер. 368.



чер. 369.

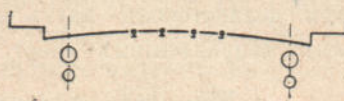


Послѣднее расположение возможно при хорошихъ грунтахъ, и поэтому его нерѣдко замѣняютъ совершенно независимымъ расположеніемъ проводовъ (черт. 369). Въ широкихъ улицахъ дождевые провода помѣщаются по срединѣ улицъ, а домовыя трубы устраиваются двойными (черт. 370);

чер. 370.



чер. 371.

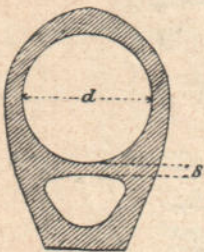


чер. 372.



если же на улицахъ проходятъ трамваи или имѣются бульвары, то и дождевые провода устраиваются двойными по одной изъ слѣдующихъ схемъ (черт. 371—372). Изъ этихъ схемъ ясно, что дождевые и домовые каналы

чер. 373.



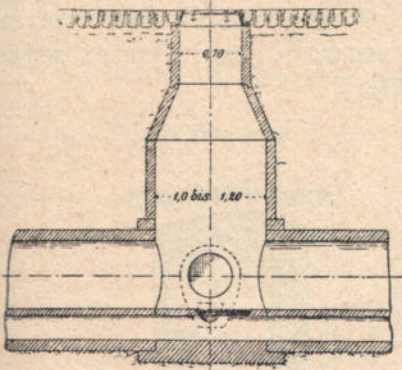
или *располагаются одинъ надъ другимъ на одной оси* или *на близкомъ разстояніи другъ отъ друга* или *устраиваются совершенно независимо другъ отъ друга*. Первое расположение заставляетъ или заключать домовые каналы въ бетонные массивы, на которыхъ можно установить дождевые каналы или строить изъ бетона спеціальныя двухъярусныя каналы, предложенныя инженеромъ Metzger¹⁾ черт. 373.

Построенная инженеромъ Metzger'омъ въ г. Бромбергъ (Германія) канализаціонная сѣть имѣетъ 9 типовъ каналовъ, гдѣ діаметръ верхняго канала измѣняется чрезъ каждые 100 мм., начиная съ 300 мм. и кончая 900 мм.; толщина s въ различныхъ типахъ колеблется между 50 и 80 мм. Двухъярусные каналы требуютъ для себя смотровыхъ колодцевъ особой конструкціи. На черт. 374 ($a—b$) показанъ типъ *смотрового бетоннаго колодца* для Бромбергской канализаціи; отличие его отъ обычнаго колодца общесплавной системы въ *большемъ уширеніи его внизу для дождевыхъ водъ* и въ примѣненіи для прочистки домовыхъ трубъ *отверстій, закрываемыхъ съемными*

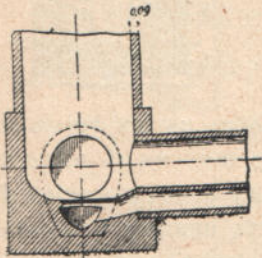
¹⁾ Metzger, Mitteilungen ueber ausgeführte Trennkanalesation Techn. Gemeindeblatt, 1903.

чугунными крышками. Затѣмъ здѣсь боковые каналы нѣсколько приподняты относительно главнаго во избѣжаніе подпора.

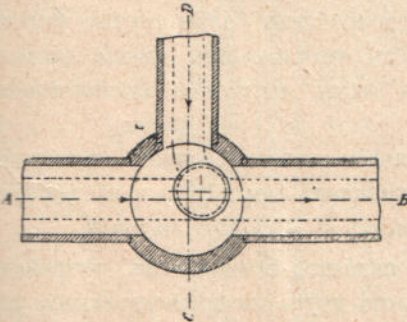
а) чер. 374.



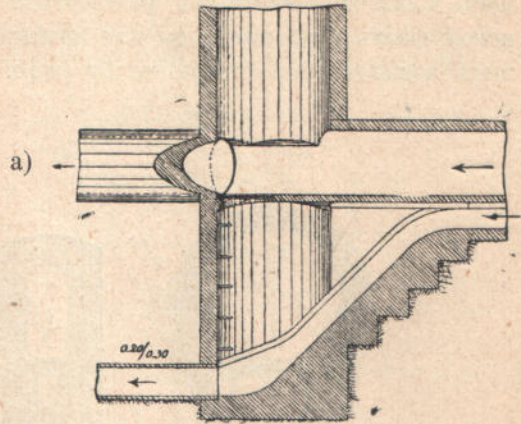
б)



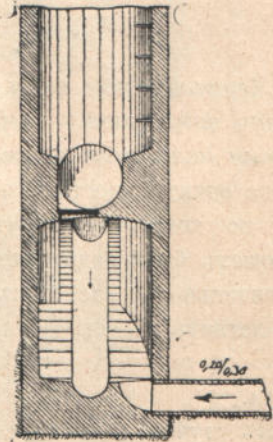
в)



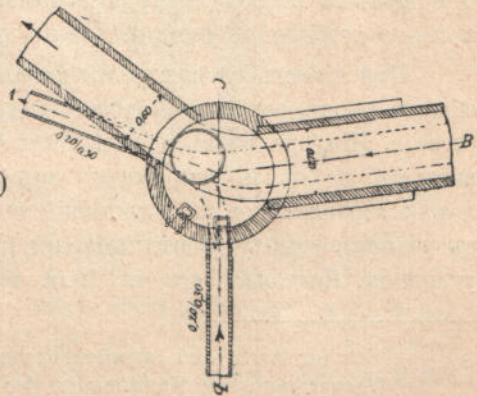
чер. 375.



б)



в)

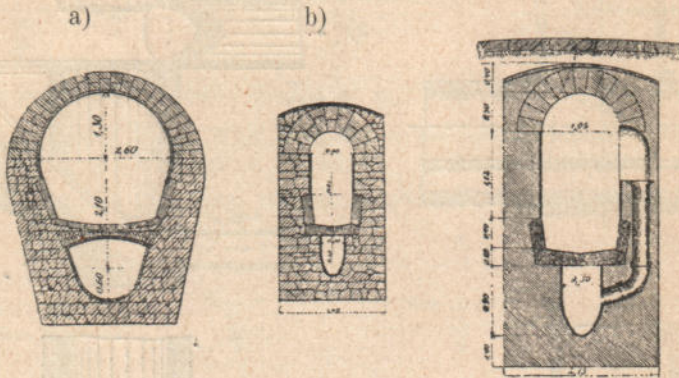


На черт. 375 а—с показанъ колодець, гдѣ происходитъ раздѣленіе домовыхъ каналовъ, которые черезъ дюкеръ направляются на поля орошенія, отъ дождевыхъ каналовъ, выпускаемыхъ непосредственно въ рѣку.

Двухъярусные каналы также были применены вследствие малой ширины улицъ въ г. Неаполь¹⁾, часть котораго канализирована по полной раздѣльной системѣ. Неаполитанскіе каналы сдѣланы изъ бутовой кладки (черт. 376), при немъ нижнія части выложены тесанымъ камнемъ, а внутренняя поверхность смазана цементнымъ растворомъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда желали использовать дождевыя воды для промывки каналовъ, устраивали въ дождевыхъ каналахъ переливную трубу (черт. 377).

чер. 376.

чер. 377.



Двухъярусные каналы являются удобными въ томъ отношеніи, что они занимаютъ немного больше мѣста, чѣмъ общесплавные, и поэтому являются весьма пригодными для узкихъ улицъ. Но за ними имѣется одинъ недостатокъ—это необходимость придавать каналамъ обѣихъ стѣтей по конструктивнымъ соображеніямъ параллельные уклоны дна, что можетъ быть затруднительнымъ для домовыхъ трубъ, гдѣ вследствие незначительности расходовъ приходится употреблять болѣе крутые уклоны; это налагаетъ на строителя необходимость применять такіе каналы только въ такихъ улицахъ, которыя сами имѣютъ достаточные уклоны.

Въ случаѣ же невозможности выполнения этого требованія приходится прибѣгать ко второму типу расположенія каналовъ (черт. 368), какъ дающему полную свободу въ распредѣленіи уклоновъ и подборъ стѣнней.

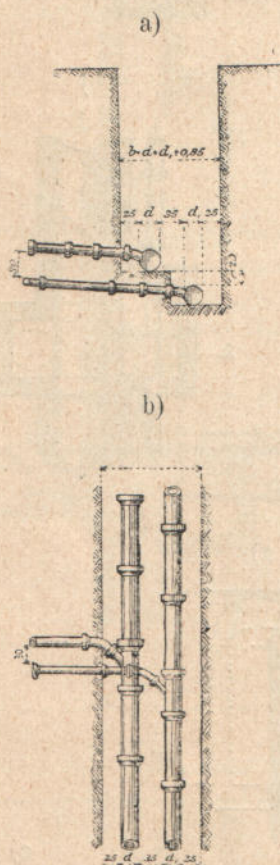
При такомъ расположеніи каналовъ является возможнымъ устройство общихъ рвовъ, если трубы сдвинуты другъ отъ друга на незначительное разстояніе. Ширина рвовъ должна быть такъ рассчитана, чтобы было бы можно возвести, не мѣняя направленія водосточныхъ линій, стѣнку смотрового колодца; вертикальное же разстояніе между каналами должно сообразоваться съ возможностью устроить домовыя отвѣтвленія съ необходимыми для нихъ уклонами. Подобная система была применена въ г. Барменѣ²⁾, который

1) Zeit fur Arch. und Ingenieurwesen, 1897, Städtebauten in Italien von Ross.

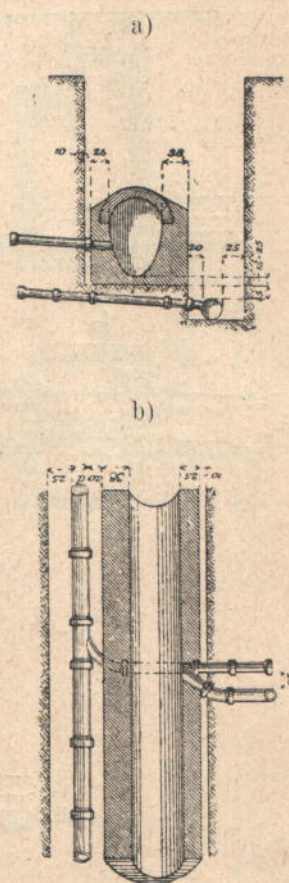
2) Vespermann, Die Kanalisation der Stadt Barmen nach Trennverfahren, Zeit f. Bäuwesen 1902.

страдалъ отъ наводненій р. Вушпера; во время этихъ наводненій общесплавная канализація была бы затоплена, вследствие чего домовья воды выступили бы на поверхность. Поэтому тамъ остановились на примѣненіи полной раздѣльной системы. Ширина рвовъ для трубъ круглыхъ сѣченій исчислялась по формулѣ $b=d+d_1+0,85$ (черт. 378 а—b) а для большихъ каналовъ зависѣла отъ ихъ размѣровъ. Черт. 379 а—b указываетъ подобный случай для расположенія въ одномъ рвѣ оvoidальнаго и круглаго каналовъ.

чер. 378.



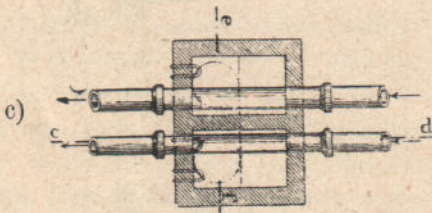
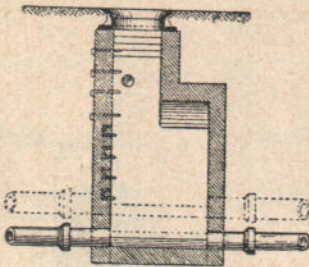
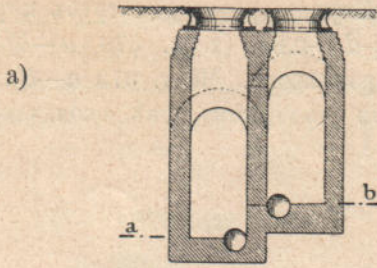
чер. 379.



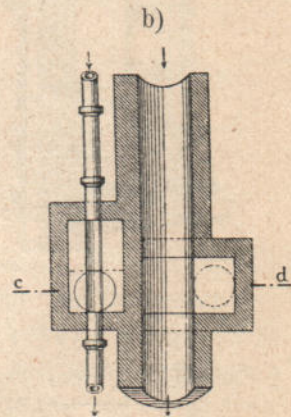
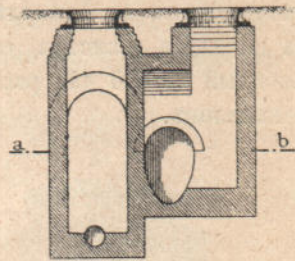
Смотровые и соединительные колодцы были сдѣланы изъ кирпича, черт. 380 представляетъ собой смотровой колодецъ въ случаѣ устройства обѣихъ водосточныхъ линий изъ трубъ небольшого діаметра; желоба для обѣихъ трубъ расположены у средней стѣнки для возможнаго сокращенія необходимой ширины рвовъ. Черт. 381 представляетъ собой смотровой колодецъ для линий, уложенныхъ по черт. 379.

Чертежи 382—385 представляют собой колодцы для соединения нѣсколькихъ линий и для поворота ихъ подъ угломъ.

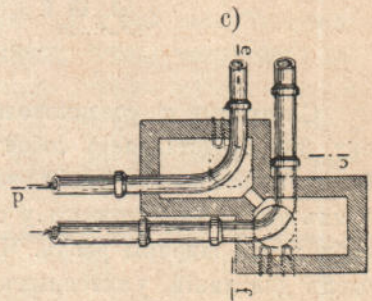
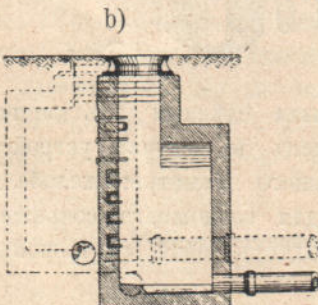
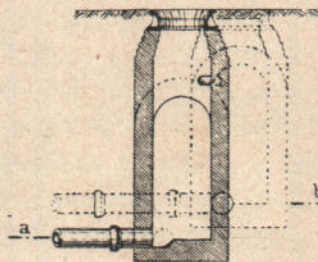
чер. 380.



чер. 381. a)

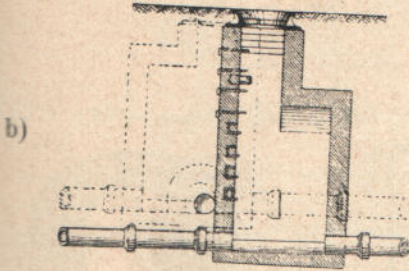
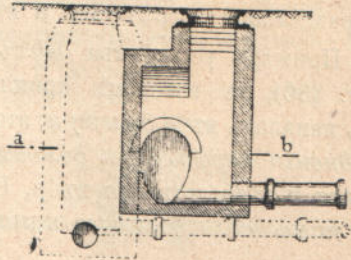
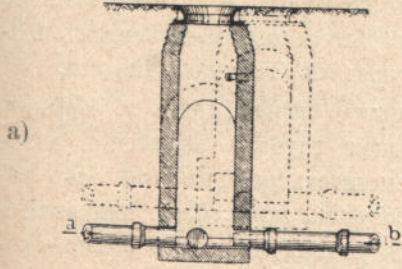


чер. 382. a)

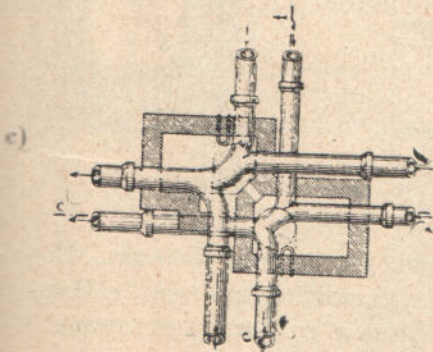
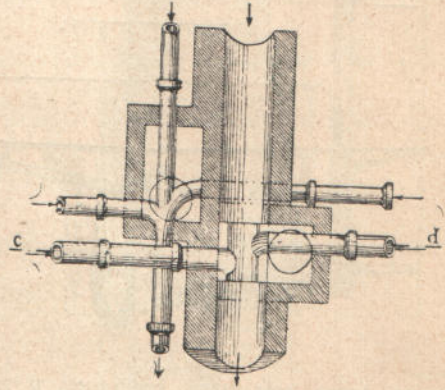


чер. 383.

чер. 384

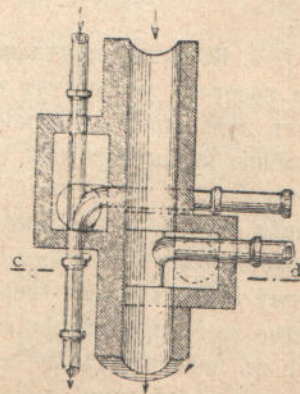
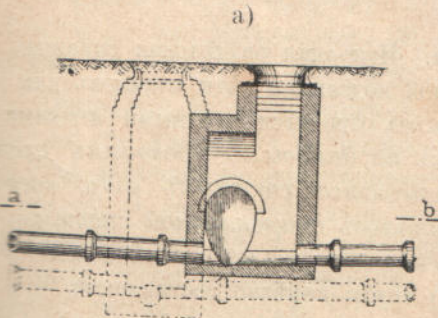


b)



чер. 385.

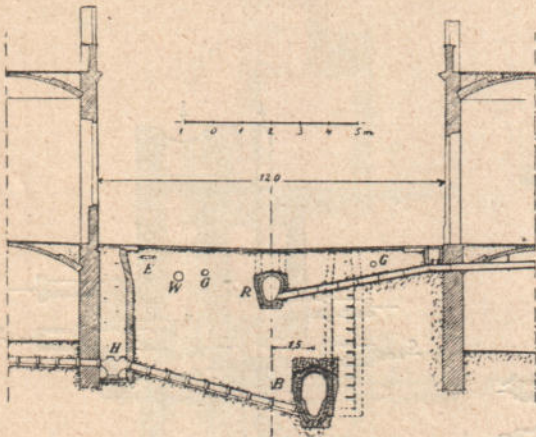
b)



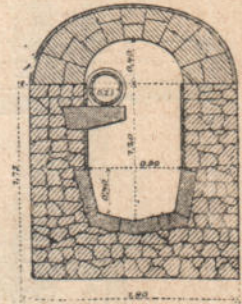
Устройства, подобные г. Бармену, применены в г. Кельнѣ въ частяхъ, подверженныхъ наводненіямъ Рейна; самъ же городъ канализованъ по общесплавной системѣ. Подобная комбинація общесплавной системы съ полной раздѣльной встрѣчается и въ другихъ городахъ Западной Европы.

Примѣръ устройства *двухъ независимыхъ сѣтей* даетъ г. Туринъ (черт. 386), въ которомъ принята наименьшая глубина заложенія домовыхъ каналовъ въ 4,5 метра; это даетъ возможность *устраивать безъ затрудненія пересѣченія домовыхъ съ дождевыми каналами*, направляющимися непосредственно въ р. По. Наконецъ упомянемъ еще о *возможности помѣщенія домового канала съ дождевымъ*, если послѣдній заложенъ

чер. 386.



чер. 387.

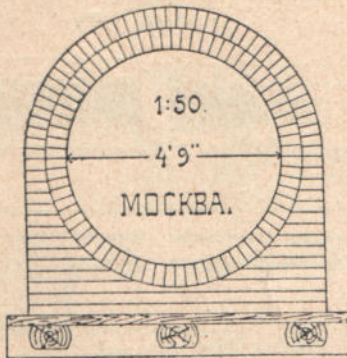


женъ ниже домовыхъ каналовъ и доступенъ для прохода рабочихъ. Подобный случай имѣетъ мѣсто въ одной изъ канализаціонныхъ зонъ г. Неаполя (черт. 387), въ некоторыхъ каналахъ Парижа и др. Эта конструкция можетъ еще быть применена, *если одновременно съ устройствомъ канализаціи перекрываются глубокіе овраги или ручьи*, такъ какъ въ этомъ случаѣ имѣются и достаточные размѣры каналовъ и ихъ глубокое заложеніе.

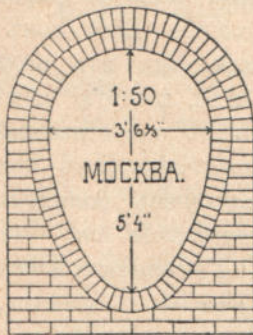
§ 2. Неполная раздѣльная система. Неполная раздѣльная сплавная система требуетъ устройства только одной подземной сѣти каналовъ для домовыхъ водъ, причемъ атмосферныя воды отводятся уличными лотками въ ближайшіе водные протоки. *Такъ какъ по домовымъ проводамъ протекаютъ весьма незначительныя количества сточныхъ водъ, составляющія отъ 1 до 3% расходовъ каналовъ общесплавной системы, то размѣры домовыхъ каналовъ получаются весьма незначительными.* Поэтому здѣсь круглыя (керамиковыя) трубы нерѣдко составляютъ отъ 75 до 90% всего протяженія канализаціонной сѣти (Москва, Харьковъ, Астрахань); въ меньшихъ же городахъ возможно обойтись для устройства всей канализаціонной сѣти одними керамиковыми трубами (Ц.-Село). Подборъ

сѣченій трубъ неполной раздѣльной системы производится на тѣхъ же теоретическихъ основаніяхъ, что и общесплавной; только здѣсь вслѣдствіе постоянства расхода и для главныхъ коллекторовъ употребляютъ круглыя сѣченія (черт. 388). Конструкція всѣхъ канализаціонныхъ устройствъ та же, что и для общесплавной системы. Для подтвержденія этого приведемъ нѣкоторыя конструктивныя детали канализаціи г. Москвы.

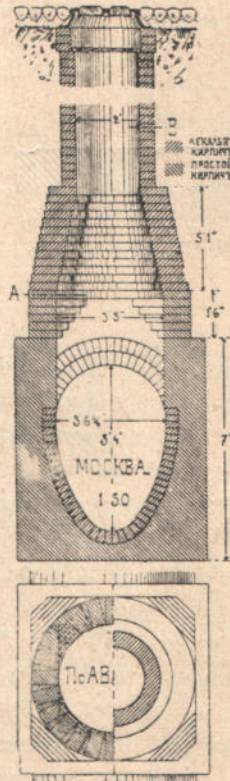
чер. 388.



чер. 389.



чер. 390.



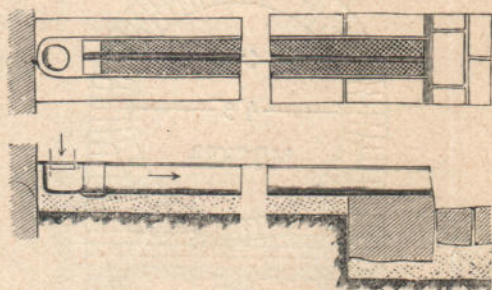
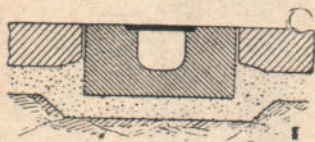
Чертежи 388 и 389 представляютъ собой типы главныхъ кирпичныхъ коллекторовъ гор. Москвы; чер. 390—смотровой колодець для коллектора, верхняя часть котораго сдѣлана изъ лекальнаго кирпича.

Отведеніе атмосферныхъ водъ при неполной раздѣльной системѣ, какъ мы уже упоминали выше, производится *уличными лотками*, которые располагаются непосредственно у троттуаровъ при выпукломъ профилѣ улицы или по срединѣ улицъ при выгнутомъ ихъ профилѣ. При этомъ дождевая вода, стекая съ обращенныхъ въ сторону улицъ крышъ черезъ водосточныя трубы, течетъ или не посредственно по имѣющемуся поперечному уклону троттуара (1:20 — 1:30) къ лоткамъ или же для ея прониканія въ троттуары устраиваются мелкіе каналы (черт. 391). Подобныя устройства даютъ полную возможность образованія въ зимнее время

льда въ этихъ каналахъ, что является нерѣдко причиною несчастныхъ случаевъ съ пѣшеходами въ особенности на крутыхъ улицахъ. Болѣе удобнымъ является перекрытіе подобныхъ желобовъ *рифленнымъ желѣзомъ*. (черт. 392). Этотъ способъ при постепенномъ изнашиваніи рифленой рѣшетки *во время гололедицы* также не обезпечиваетъ безопаснаго движенія по троттуарамъ. Перекрытіе желобовъ деревомъ обезпечиваетъ отъ скользкости, но быстрое изнашиваніе дерева ведетъ къ скопленію воды въ желобахъ, которая, замерзая, также вызываетъ неудобство при движеніи.

чер. 392.

чер. 391.



Лучшимъ, по нашему мнѣнію, было бы примѣненіе бетонныхъ или *железобетонныхъ съемныхъ плитъ* для перекрытія подобныхъ желобовъ.

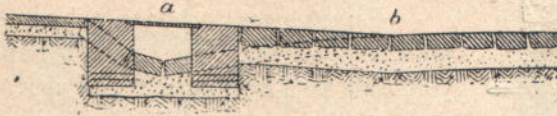
Что же касается отведенія атмосферной воды со дворовъ домовъ, то здѣсь примѣняются разные приемы ея удаленія. Если домъ построенъ по типу англійскихъ коттеджей и имѣетъ сзади садъ или огородъ, то лучше разставить бочки для сбора атмосферной воды, которую можно утилизировать для цѣлей поливки; также допустимо съ теоретической точки зрѣнія устройство при подходящихъ условіяхъ *поглощающихъ колодцевъ, но по бытовымъ условіямъ въ Россіи не слѣдуетъ допускать таковыхъ колодцевъ, такъ какъ при ихъ существованіи они скоро стануть играть роль выгребовъ и будутъ очагами эпидемическихъ заболѣваній*. Самымъ простымъ способомъ будетъ отведеніе лотками, которые по выходѣ изъ домовыхъ воротъ въ предѣлахъ троттуаровъ должны быть также перекрыты по одному изъ вышерассмотрѣнныхъ способовъ. Также возможно здѣсь и подземное отведеніе дворовыхъ водъ посредствомъ сбора въ дворовые приѣмники и спуска изъ нихъ воды въ отводныя чугунныя трубы, подвѣшиваемыя къ потолкамъ подваловъ.

Уличные лотки при наличности уклона, имѣющагося на большомъ протяженіи, будутъ постепенно увеличивать свою глубину; для охраненія интересовъ движенія желательно, чтобы глубина ихъ не была больше 25 сант. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда будетъ допущена глубина большая, необходимо перекрытіе лотковъ (черт. 393). Для улучшенія движенія на бойкихъ улицахъ возможно *придвинуть лотки непосредственно къ троттуару и перекрыть его* (черт. 394); вода поступаетъ въ лотокъ по желобамъ о.

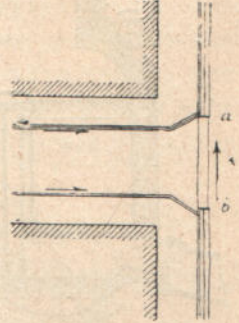
При скрещеніи улицъ приходится переводить атмосферныя воды чрезъ улицу; здѣсь примѣняются два способа: устройство мостиковъ (черт. 395)

или устройство *дюкеровъ* съ двумя осадочными камерами (черт. 396); эти осадочныя камеры должны по прекращеніи дождя опорожняться для предотвращения зловонія отъ гніенія въ нихъ органическихъ веществъ.

чер. 393.



чер. 395.



чер. 394.



чер. 396.



§ 3. Система Веринга. Ближе всего къ неполной раздѣльной сплавной системѣ стоитъ система *Веринга*, впервые примѣненная имъ въ г. *Мемфисъ* (Сѣв. Америка) въ 1879 г. и впослѣдствіи распространившаяся въ нѣкоторыхъ городахъ Америки и Зап. Европы (Англія). Она представляетъ собой ту же неполную раздѣльную систему, предположенную только для отведенія домовыхъ водъ, гдѣ движеніе сточныхъ водъ производится простымъ сплавомъ, но отличается отъ нея только нѣкоторыми конструктивными деталями.

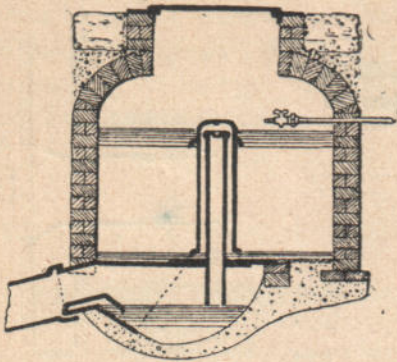
Уличные каналы этой системы, какъ и неполной раздѣльной сплавной системы, состоятъ по преимуществу изъ трубъ небольшого сѣченія отъ 15 см. до 60 см.; если же требуются большіе размѣры, то устраиваются круглыя трубы изъ кирпича. Далѣе *Waring* считаетъ достаточной скоростью въ каналахъ лишь въ 0,60 мет. (2 фута) въ секунду, выполняя ея недостатокъ сильной промывкой, составляющей одну изъ особенностей системы.

Въ началѣ каждаго слѣбнаго конца устанавливается промывной резервуаръ съ сифономъ *Верингъ-Фильда* (черт. 397), полезная емкость котораго рассчитываются по нормѣ въ 0,5 куб. метра по 260 жителей, посылающихъ свои воды въ водостоки.

Наименьшая допускаемая емкость резервуара—1 куб. мет. Если водостокъ длиннѣе (см. главу XVI), то устраиваются еще промежуточные резервуары на среднемъ разстояніи отъ 300 до 400 метровъ съ емкостью,

большой, чѣмъ верхніе резервуары (черт. 398 а-б). Промывка въ системѣ Веринга производится одинъ-два раза въ день. Вентиляція производится

чер. 397.



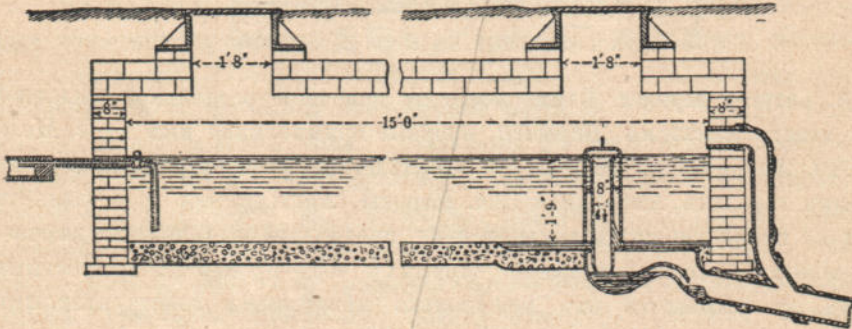
черезъ фановыя трубы, при чемъ выпускъ свѣжаго воздуха дѣлается черезъ особые вентиляціонные колодцы (черт. 399).

Смотровые колодцы, не предполагавшіеся вначалѣ въ системѣ Веринга, устроены весьма оригинально (черт. 400). Верхняя чугунная часть ставится на бетонномъ основаніи и поддерживается въ случаѣ надобности свайками. Изъ верхней фасонной части выходятъ двѣ наклонныя трубы, въ которыя очень удобно вводить инструменты для прочистки. *Атмосферныя воды* при этой системѣ отводятся отдѣльно уличными лотками, но въ нѣко-

торыхъ городахъ (Геттингенъ) для усиленія промывки вводятъ ихъ въ сѣтъ Веринга.

а)

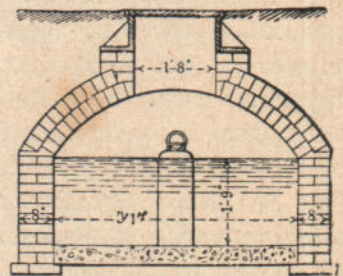
чер. 398.



§ 4. Значеніе пневматическихъ системъ.

Изъ приведенныхъ въ нашемъ сочиненіи соображеній не трудно видѣть, что канализація плоскихъ мѣстностей по общесплавной системѣ является весьма дорогой, а часто и совершенно невыполнимой. Дѣйствительно, стремясь придать уличнымъ каналамъ, необходимые уклоны, мы при большихъ протяженіяхъ городскихъ улицъ будемъ

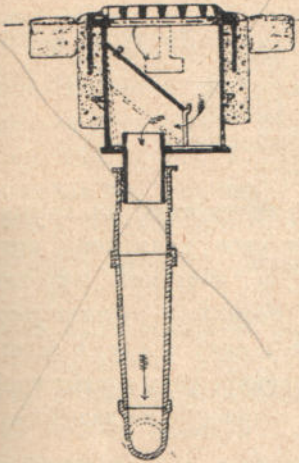
б)



вынуждены заложить водостокъ на очень большой глубинѣ, на которой производство работъ станетъ невозможнымъ. Помочь этому мы можемъ двумя способами. *Первый* способъ заключается въ примѣненіи послѣдова-

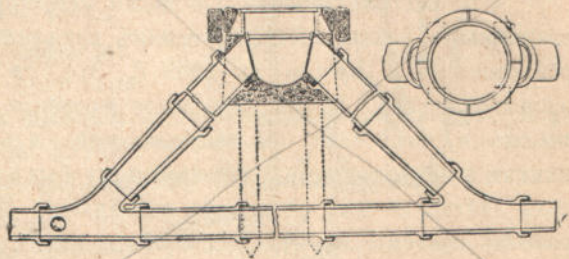
тельной перекачки (черт. 401), при которой устраивается ряд насосных станций в таких пунктах сѣти, гдѣ заложение трубъ достигаетъ предѣльной величины. Такой приемъ былъ примененъ нѣкоторыми инженерами (Линдлеемъ, Риккертомъ) въ проектахъ канализаціи С.-Петербурга, гдѣ

чер. 399.



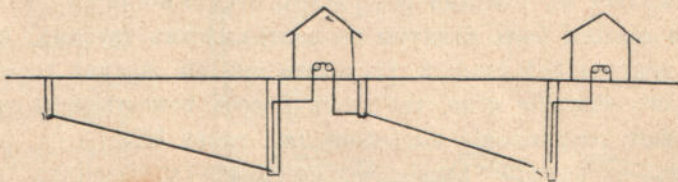
число послѣдовательныхъ перекачекъ было равно четыремъ. При применении этого способа каждая станція должна послѣдовательно поднять не только воды непосредственно прилегающаго къ ней района, но и воды верхнихъ станцій, что при применении общесплав-

чер. 400.



ной системы должно обуславливать высокую мощность насосныхъ станцій. Затѣмъ, желая сократить число большихъ насосныхъ станцій, часто стремятся уменьшить по возможности уклоны сѣти и допускать большія шоры для максимальной глубины заложения. Наконецъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ быть затруднительнымъ и приисканіе мѣстъ для подобныхъ насосныхъ станцій въ центральныхъ частяхъ города, гдѣ земля мо-

чер. 401.



жетъ стоить дорого. Эти соображенія способствовали появленію цѣлаго ряда системъ, гдѣ общая канализація была замѣнена канализаціей городскихъ районовъ, въ центрѣ которыхъ устраивались маленькія подъемныя устройства, получающую свою энергію отъ какой-нибудь центральной станціи силовой энергіи, поставленной на окраинѣ города.

При канализаціи отдѣльныхъ районовъ, радиусъ дѣйствія которыхъ колеблется въ предѣлахъ 150—250 с., удавалось трубамъ придавать необходимые уклоны, что обеспечивало самоочищение сѣти.

Разумѣется подобныя системы канализаціи могли бы быть только въ годными, если бы они были предназначены для однихъ домовыхъ водъ, такъ какъ подъемъ дождевыхъ водъ сильно бы увеличилъ строительные и эксплуатаціонные расходы и усложнилъ бы эксплуатацію.

Неполныя раздѣльныя системы съ подъемомъ районныхъ водъ могутъ быть въ зависимости отъ рода энергіи, употребляемой для подъема, разбиты на слѣдующія группы:

1) системы, дѣйствующія разрѣженнымъ воздухомъ (Лирнура, Берліе, Леваллуа-Перрѣ и Бурова);

2) системы, дѣйствующія сжатымъ воздухомъ (Шона);

3) системы, дѣйствующія водяной энергіей (Грибоѣдова);

4) системы, дѣйствующія электрической энергіей.

§ 5. Система Лирнура. Система Лирнура принадлежитъ къ самымъ стариннымъ раздѣльнымъ системамъ канализаціи, первое примѣненіе которой было въ г. Прагѣ въ 1869 г. Эта система, не получивъ широкаго распространенія, имѣла огромное значеніе для развитія санитарной техники, такъ какъ она вызвала очень сильную полемику между ея защитниками и противниками, благодаря чему былъ предпринятъ рядъ изслѣдованій надъ дѣйствующими системами канализаціи. Число сочиненій, посвященныхъ разбору системы Лирнура было болѣе ста¹⁾.

Сущность системы, предложенной первоначально Лирнуромъ, заключается въ устройствѣ районныхъ уличныхъ подземныхъ резервуаровъ для пріема однихъ экскрементовъ, въ которые входитъ рядъ уличныхъ чугунныхъ трубъ района, связанныхъ фановыми трубами съ воздушными клозетами его системы. Для приведенія этой системы въ дѣйствіе требовалось произвести или подвижнымъ насосомъ или трубами и насосомъ, установленнымъ на центральной станціи, разрѣженіе въ районномъ уличномъ резервуарѣ. Послѣ разрѣженія открывались краны, разобщающіе уличные трубы съ резервуарами, и экскременты подъ дѣйствіемъ атмосфернаго воздуха опорожнялись въ уличный резервуаръ, откуда могли быть или вывезены бочками или должны быть втянуты по центральнымъ трубамъ въ большой резервуаръ центральной станціи, располагаемой на окраинѣ города.

Изъ этого описанія ясно, что этотъ способъ тождествененъ со способомъ пневматическаго опорожненія выгребовъ (см. главу III).

Лирнуръ въ своихъ первоначальныхъ предположеніяхъ настаивалъ на примѣненіи воздушныхъ клозетовъ своей системы, такъ какъ онъ конечной цѣлью системы ставилъ переработку экскрементовъ въ пудреты, для какового процесса вода являлась излишней. Воздушный клозетъ системы Лирнура (черт. 402) состоитъ изъ конической глазурированной воронки *T*, въ верхнемъ устьѣ которой установлена чугунная эмаллированная воронка *E*; нижняя часть воронки *E* соединяется съ фановой трубой *d* гидравлическимъ затворомъ *S*; труба *V* служитъ для вентиляціи нечистотнаго

¹⁾ См. проф. В. Е. Тимоновъ, томъ III. Водостоки стр. 639—642.

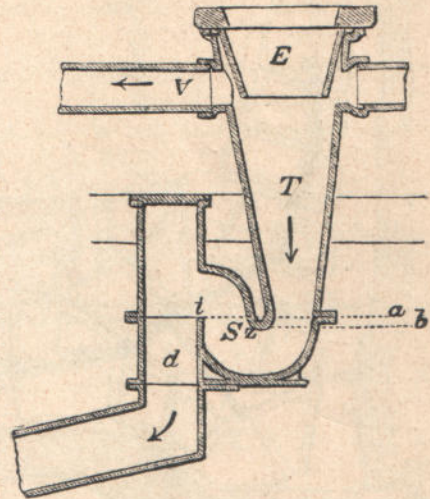
затвора *S*. Фановая домовая труба соединялась съ уличной чрезъ дворовую трубу, на которой устраивалось нѣсколько сифоновъ (чер. 403). Кромѣ этой канализаціи, предназначенный для отвода домовыхъ водъ, Лирнуръ считалъ необходимымъ еще устройство сѣти для отвода дождевыхъ водъ и сѣти дренажныхъ трубъ, но въ такомъ полномъ видѣ система Лирнура нигдѣ не была осуществлена.

Уже вскорѣ послѣ первыхъ примѣненій системы Лирнура на нее посыпались многочисленныя возраженія со стороны инженеровъ и врачей, которые указывали на неудобство примѣненія въ домахъ воздушныхъ клозетовъ и на возможность легкаго засоренія сифоновъ дворовыхъ трубъ, что при отсутствіи смотровыхъ колодцевъ дѣлаетъ прочистку сѣти весьма затруднительной. Вслѣдствіе этого Лирнуръ замѣнилъ воздушный клозетъ водянымъ съ малымъ потребленіемъ воды и ввелъ еще нѣкоторыя упрощенія въ конструкторію уличной сѣти. Впослѣдствіи уже послѣ его смерти были введены еще нѣкоторыя добавленія, которые значительно приблизили систему Лирнура къ славнымъ системамъ канализаціи. Такъ въ послѣднихъ установкахъ въ канализацію *допущены не только экскременты, но и вся отработавшая вода городского водоснабженія, допущены водяные клозеты любухъ системъ и уничтожены нечистотные затворы.* Для того, чтобы предоста-

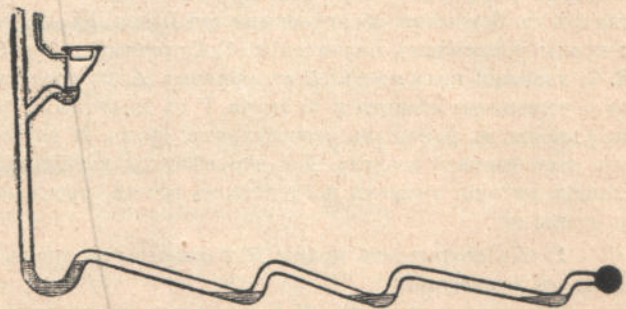
вить себѣ ясное современную канализацію по системѣ Лирнура, опишемъ канализацію, устроенную во французскомъ приморскомъ курортѣ *Трувилль* въ 1897 году.

Канализированная по системѣ Лирнура часть Трувилля представляетъ собой почти совершенную плоскость, окаймленную съ одной стороны моремъ, а съ другой рѣчнымъ портомъ на р. Тукъ. (Тоуques). Городъ раздѣленъ на 11 отдѣльных районовъ, въ пониженной точкѣ которыхъ устроенъ подземный уличный резервуаръ (черт. 404).

чер. 402.

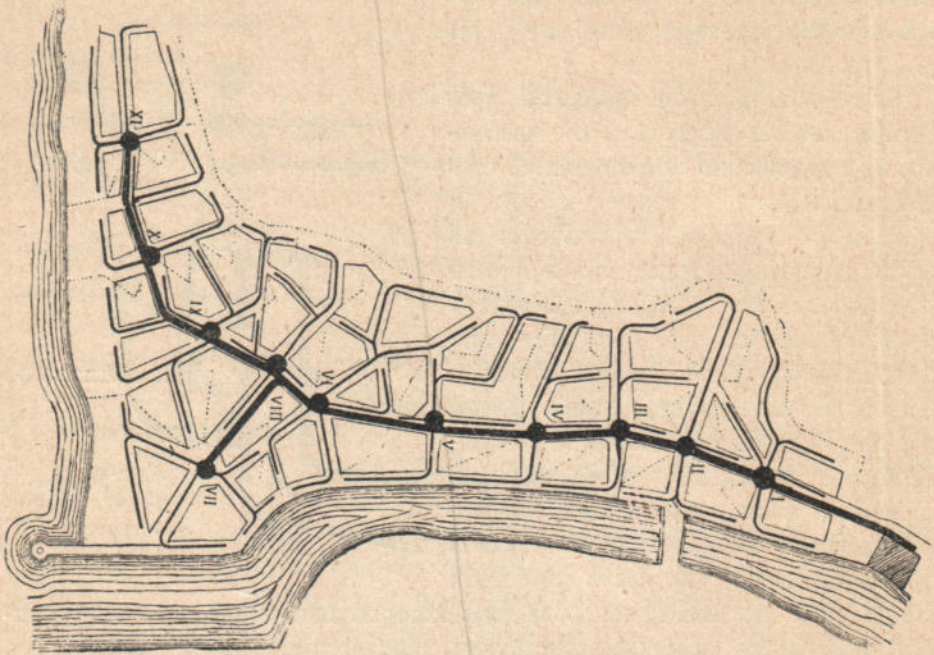


чер. 403.



Всѣ уличные резервуары связаны съ двумя центральными трубами (коллекторами), изъ коихъ по одной перемѣщаются нечистоты въ резервуаръ центральной станціи, а по другой производится разрѣженіе воздуха въ уличныхъ резервуарахъ.

чер. 404.



Уличный резервуаръ (черт. 405) представляетъ собой чугунный горизонтальный цилиндръ съ боковыми сферическими стѣнками. Въ этотъ резервуаръ входятъ трубы и краны различныхъ назначеній: 1) 4 уличныхъ трубы *C*, заканчивающіяся кранами *R*, 2) главный коллекторъ *E* съ краномъ *A*, по которому перемѣщаются нечистоты на центральную станцію и 3) труба *V* съ краномъ *M*, служащая для производства разрѣженія въ уличныхъ резервуарахъ; крайъ *H* служитъ для впуска въ резервуаръ атмосфернаго воздуха. Для перемѣщенія нечистотъ изъ домовъ на центральную станцію рабочій долженъ посредствомъ ключа прорѣзывать слѣдующія манипуляціи съ кранами:

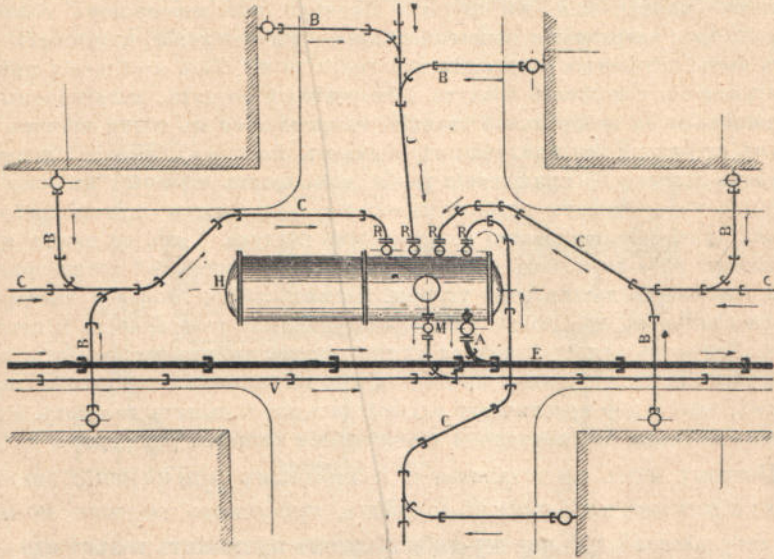
- 1) онъ закрываетъ краны *R* и открываетъ крайъ *M* для производства разрѣженія въ резервуарѣ;
- 2) закрываетъ крайъ *M* и послѣдовательно открываетъ краны *R*, благодаря чему всѣ домовыя воды попадаютъ въ резервуаръ;
- 3) закрываетъ краны *R* и открываетъ краны *H* и *A*, вслѣдствіе чего домовыя воды по коллектору *E* пойдутъ въ станціонный резервуаръ;
- 4) послѣ опорожненія резервуара онъ закрываетъ краны *A* и *H* и открываетъ краны *R*.

Всѣ манипуляціи съ кранами для одного резервуара рабочій въ Трувиллѣ выполняетъ въ 10—12 минутъ; для опорожненія же всѣхъ уличныхъ резервуаровъ, дѣлаемаго разъ въ сутки, рабочій затрачиваетъ 3 часа.

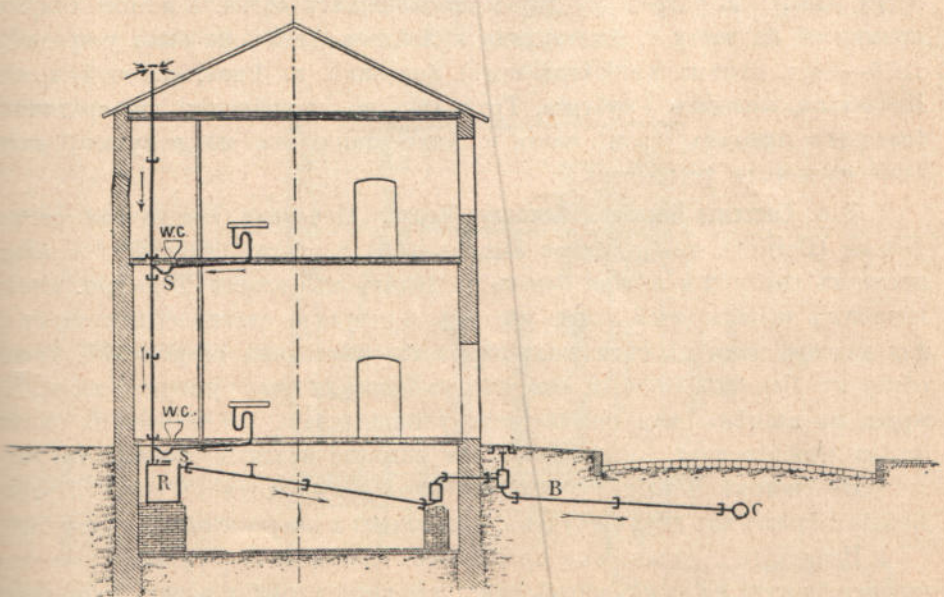
Домовая канализація по системѣ Лирнура устрояется согласно чертежу 406. Всѣ домовыя приборы, какъ и въ сплавныхъ канализаціяхъ, снабжены сифонами.

которые или непосредственно или через отводные трубы соединяются съ вертикальной фановой трубой.

Внизу фановой трубы находится приемный резервуар R, объемъ котораго рассчитанъ на приемъ нечистотъ въ теченіе сутокъ; изъ него выходитъ труба T, чер. 405.



чер. 406.



проходить черезъ раздѣлительный сифонъ и соединяется съ уличной трубой C; у
каждаго дома имѣется затворъ B для выдѣленія его изъ канализациі. Во время
соединенія уличныхъ трубъ съ уличнымъ резервуаромъ, въ которомъ имѣется нуж-

ное разръженіе, происходитъ полное опорожненіе домовой канализаціи и приѣмника *R*.

Диаметръ уличныхъ трубъ принять въ 125 мм., а глубина заложенія ихъ въ Трувиллѣ 1,50 метра.

Такимъ образомъ изъ этого описанія мы видимъ, что современное устройство раздѣльной канализаціи по системѣ Лирнура *удовлетворяетъ санитарнымъ требованіямъ*: загрязненія почвы вслѣдствіе употребленія чугунныхъ трубъ не можетъ быть; вслѣдствіе отсутствія какого-бы то ни было сообщенія нѣтъ мѣста и для загрязненія городского воздуха. Испорченный воздухъ, вытягиваемый вмѣстѣ съ пелестотами на центральной станціи, направляется въ топку котловъ и такимъ образомъ стерилизуется наилучшимъ образомъ. Большая скорость движенія водъ въ трубахъ вызываетъ примѣненіе трубъ небольшихъ сѣченій, къ тому же закладываемыхъ на небольшую глубину; промывка и прочистка сѣти не требуется, такъ какъ она здѣсь обезпечивается разръженіемъ воздуха. Тѣмъ не менѣе примѣненіе этой системы едва-ли можетъ быть выгодно съ экономической точки зрѣнія для городовъ, имѣющихъ достаточные уклоны. Затѣмъ слабую сторону системы составляетъ ея сложность, требующая устройства уличныхъ резервуаровъ и центральныхъ станцій. Далѣе къ недостаткамъ ея нужно отнести то, что экскременты приходится перерабатывать въ пудреты и продавать ихъ въ качествѣ удобренія окрестнымъ жителямъ, что трудно практически осуществить для большихъ городовъ. Кромѣ того, дефектомъ системы съ санитарной точки зрѣнія является резервуаръ *R* (черт. 406).

Поэтому намъ представляется возможнымъ *примѣненіе этой системы для плоскихъ небольшихъ городовъ, курортовъ, санитарно-инженерныхъ сооруженій*, гдѣ почему-либо желаютъ примѣнить только одну раздѣльную систему. Комбинація же системы Лирнура съ сѣтью для дождевыхъ водъ едва ли будетъ экономически выгодной, такъ какъ въ этомъ случаѣ придется вести работы по устройству двухъ независимыхъ сѣтей. Система Лирнура примѣнена въ части г. Амстердама и Лейдена (гдѣ она была устроена въ 1870—71 г. самимъ изобрѣтателемъ), больницѣ г. Риги, рабочей колоніи Нейзальцъ, заводахъ Гарбурга, Трувиллѣ, но примѣненія въ среднихъ и большихъ городахъ (кромѣ части г. Амстердама) она не получила вслѣдствіе сложности устройствъ.

§ 6. Системы Берліе и Леваллуа-Перрѣ. Неполная раздѣльная система *Берліе* (Berlier), изобрѣтенная имъ въ 1881 г., также дѣйствуетъ *разръженіемъ воздуха* и весьма близко подходитъ къ системѣ *Лирнура*. Приѣмъ нечистотъ производится прямо въ сѣть, а оттуда въ станціонный резервуаръ, для каковой цѣли въ сѣти поддерживается постоянно разръженіе. Такимъ образомъ *Берліе* обходится совершенно *безъ уличныхъ резервуаровъ Лирнура*, но взамѣнъ ихъ предлагаетъ устанавливать въ подвалахъ домовъ особые изобрѣтенные имъ приборы, въ которые входятъ фановыя трубы.

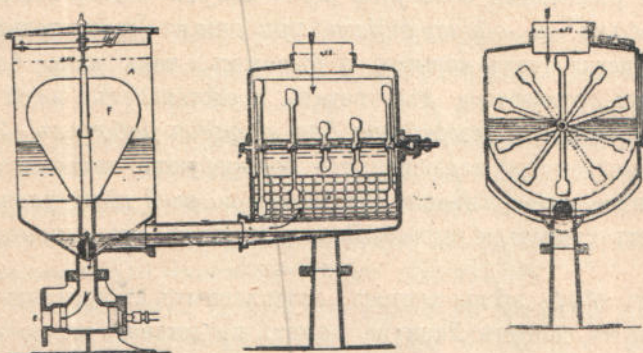
По системѣ Берліе всѣ домовыя воды допускаются въ сѣть. Приборъ Берліе состоитъ изъ двухъ сосудовъ: *приѣмника* и *опорожнителя* (черт. 406).

Нечистоты, падая въ *приѣмникъ*, оставляютъ крупныя частицы (тряпки, кости) на помѣщенной внизу его проволочной корзинкѣ и проходятъ по трубѣ *о* въ *опорожнитель*; въ *опорожнитель* имѣется грушевидный металлическій поплавокъ, къ концу котораго прикрѣпленъ шаровой каучуковый клапанъ. Когда горизонтъ воды въ опорожнителѣ поднимется,

поплавок всплывет, и клапанъ откроетъ сообщеніе съ уличной сѣтью, гдѣ постоянно поддерживается разрѣженіе, вслѣдствіе чего нечистоты быстро всосутся изъ домовыхъ трубъ. Такимъ образомъ опорожнители дѣйствуютъ периодически.

Система Берліе не получила почти никакого распространенія и была только разъ примѣнена въ казармахъ de la Périnière въ Парижѣ.

чер. 407.

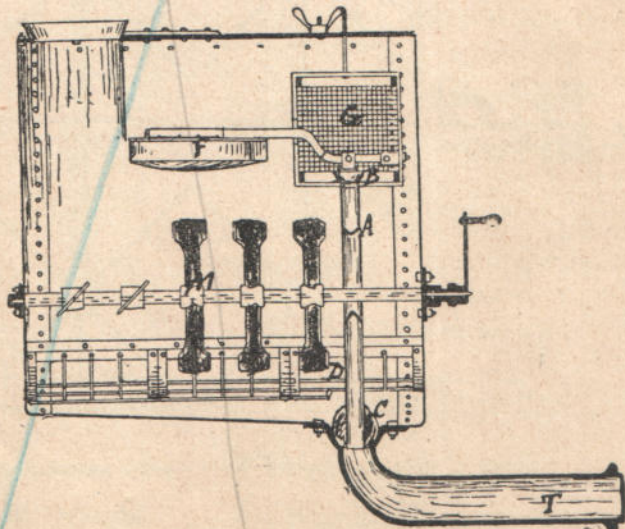


Сложность приборовъ Берліе заставила ввести въ ихъ конструкцію нѣкоторыя упрощенія, которыя были сдѣланы фирмой *Леваллуа-Перрэ* (черт. 408).

Приборъ *Levallois-Perret*, изобрѣтенный въ 1892 г., представляетъ собой желѣзный ящикъ размѣрами $0,80 \times 0,8 \times 0,4$ м.; нечистоты попадаютъ по фановой трубѣ въ сосудъ и вытекаютъ изъ него въ уличную сѣть чрезъ два отверстія. Одно изъ нихъ, расположенное на половинѣ высоты прибора, находится въ вершинѣ трубы *A*, закрываемое клапаномъ *B*, связан-

чер. 408.

ный съ поплавкомъ *E*. Отверстіе клапана *B* защищено латунной проволочной сѣткою *G*. Труба *A* поднимается, и въ концѣ ея имѣется отверстие, закрываемое каучуковымъ клапаномъ *C*, связанное съ уличной сѣтью, въ которую нечистоты попадаютъ по трубѣ *T*. Въ нижней части ящика



имѣется полукруговая рѣшетка *D*, для очистки которой употребляется мѣшалка *M* съ ручкой, помѣщенной внѣ аппарата.

Система Levallois-Perret примѣнена для колоній въ 800 домовъ въ окрестностяхъ Парижа и предложена къ примѣненію для канализаціи г. Авиньона ¹⁾).

Къ этимъ системамъ слѣдуетъ отнести отрицательно *по санитарнымъ и техническимъ соображеніямъ*. Дѣйствительно, задерживаемыя проволочными рѣшетками нечистоты легко могутъ подвергаться *гнилостнымъ процессамъ, и образующіеся при этомъ газы* поднимаются къ клозетамъ. Очистка этихъ корзинокъ и рѣшетокъ, такъ какъ безъ таковой приборы могутъ отказаться дѣйствовать, представляетъ собою *отвратительную операцію, не безвредную для здоровья рабочихъ*. Затѣмъ каучуковые клапаны быстро изнашиваются и требуютъ постоянного ремонта. Далѣе постоянное поддерживаніе разрѣженія во всей сѣти уличныхъ трубъ едва ли можетъ считаться *выгодной операціей съ экономической точки зрѣнія*.

Наконецъ сбытъ экскрементовъ, сплавленныхъ къ центральной станціи, также, какъ и въ системѣ Лирнура можетъ представить огромное затрудненіе. Поэтому мы категорически высказываемся противъ какого-бы то ни было примѣненія этой системы.)

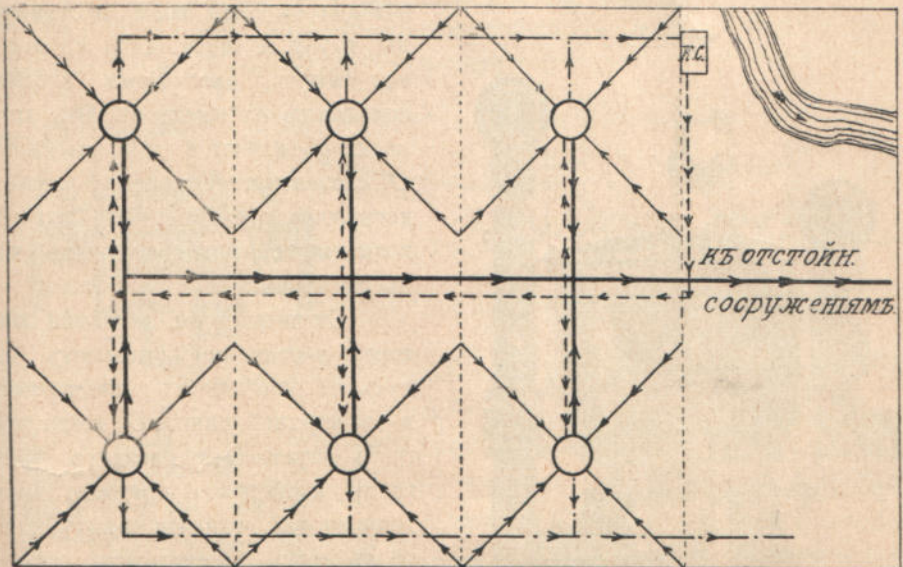
¹⁾ Imbeaux, L'assainissement der villes.

Г Л А В А XIX.

§ 1. Система Шона. Система Шона, изобретенная в 1880 г., принадлежит к числу неполных раздельных систем, применяемых для канализации *плоских городов*. Сущность системы заключается в подразделении плоского города на ряд районов с радиусом действия до 250 саж., в центре которых установлены подъемные приборы, называемые *эжекторами Шона*, которые действуют посредством подводимаго к ним трубами *сжатого воздуха*, вырабатываемаго на *центральных компрессорных станциях*. Эжекторы Шона поднимают свои сточные воды в каналы, отводящие их за пределы города к очистной станции.

Таким образом устройство канализации по системѣ Шона требует (черт. 409):

чер. 409.



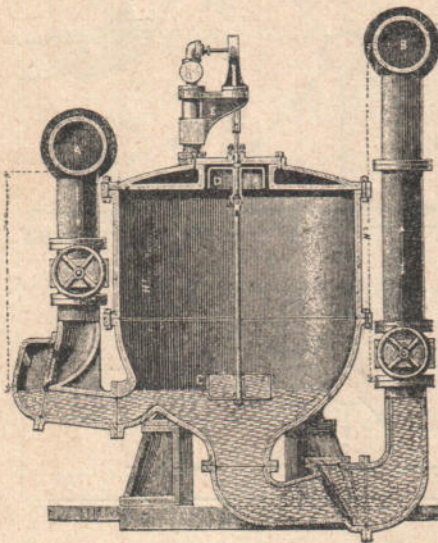
- → Районная водосточная сѣть. ○ Эжекторныя станціи.
- К.С. Компрессорная станція. - - - - Воздухопроводная сѣть.
- — — — Сѣть отводныхъ коллекторовъ отъ эжекторныхъ станцій.
- - - - - Воздухоотводная сѣть.

- 1) *устройства районныхъ сѣтей*, которыя самотекомъ подводятъ сточныя воды къ эжекторнымъ станціямъ;
- 2) *устройства ряда эжекторныхъ станцій*, число которыхъ зависитъ отъ общей площади города;
- 3) *устройства одной или нѣсколькихъ компрессорныхъ станцій*, число которыхъ зависитъ отъ площади и топографіи города;
- 4) *сѣти трубъ, подводящихъ сжатый воздухъ къ эжекторамъ*;
- 5) *сѣти трубъ, отводящихъ сточныя воды за предѣлы города*;
- 6) *сѣти вентиляціонныхъ трубъ, отводящихъ испорченный воздухъ изъ эжекторовъ*; эта сѣть, къ сожалѣнію, рѣдко устраивается въ канализаціонныхъ устройствахъ по системѣ Шона.

Диаметры канализаціонныхъ трубъ для домовыхъ трубъ вслѣдствіе незначительнаго радіуса дѣйствія эжекторныхъ станцій (не болѣе 250—300 саж. въ плоскихъ мѣстностяхъ) и хорошихъ уклоновъ получаются *небольшими*; обыкновенно для этой сѣти обходятся керамиковыми трубами, діам. 15—40 см. (г. Кіевъ).

Эжекторъ представляетъ собой герметическій чугунный грушеобразный или шарообразный резервуаръ (черт. 410), который устанавливается на чугунныхъ подставкахъ въ подземной шахтѣ рядомъ съ которымъ имѣется обычнаго типа смотровой колодець, въ которомъ сходятся всѣ канализаціонныя трубы района даннаго эжектора (черт. 411). Изъ этого соединительнаго

черт 410.



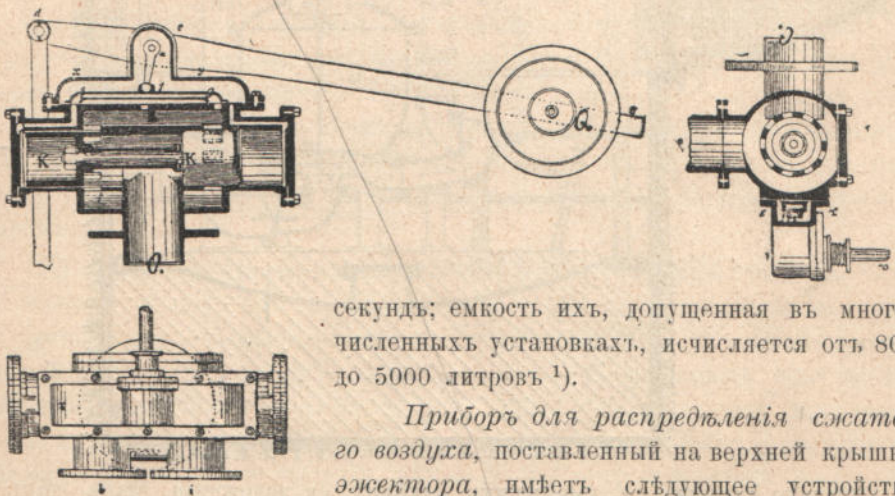
колодца сточныя воды поступаютъ въ трубу *A* (черт. 410) и, открывая своимъ давленіемъ клапанъ, попадаютъ въ эжекторъ. Въ этомъ эжекторѣ имѣются двѣ чашки *C* и *D*, связанные стержнемъ; чашка *C* погружается въ жидкость по мѣрѣ поднятія горизонта сточныхъ водъ въ эжекторѣ.

Сточныя воды, заполняя эжекторъ, постепенно сжимаютъ воздухъ въ свободномъ пространствѣ и въ верхней чашкѣ *D*; когда упругость сжимаемаго воздуха достигаетъ извѣстнаго предѣла, достаточнаго для поднятія обѣихъ чашъ, то въ этотъ моментъ изъ установленнаго на крышѣ эжектора распределительнаго прибора *E* поступаетъ въ эжекторъ, подведенный къ нему сжатый воздухъ и вытѣсняетъ въ теченіе 20—30 секундъ своимъ давленіемъ сточныя воды по трубѣ *B*. Клапанъ на приводной трубѣ *A* во время выталкиванія сточныхъ водъ остается закрытымъ, такъ какъ онъ

прижать гидравлическимъ давленіемъ, вслѣдствіе чего въ это время поступленіе нечистотъ въ эжекторъ прекращается. Какъ только изъ эжектора сжатый воздухъ выгонитъ всѣ сточныя воды ниже горизонта нижней чаши, то она упадетъ и потянетъ за собой и верхнюю чашу, которая передвинетъ золотникъ въ распредѣлительномъ приборѣ, благодаря чему поступленіе сжатого воздуха прекращается и устанавливается сообщеніе для выхода отработаннаго сжатого воздуха чрезъ вентиляціонную трубу; послѣ этого эжекторъ вновь можетъ наполняться. На трубахъ *A* и *B* устанавливаются вентили для выдѣленія его на случай необходимаго ремонта.

Изъ этого описанія ясно, что *эжекторы работаютъ автоматически* и легко приспособляются къ работѣ по подъему водъ. Если притокъ будетъ идти медленно, то наполненіе эжектора будетъ происходить также медленно; въ противномъ случаѣ будетъ обратное явленіе. Прекраснымъ примѣромъ подобной приспособляемости могутъ служить эжекторы, установленные на дворѣ Парламента въ Лондонѣ: въ сухую погоду работаетъ одинъ эжекторъ, да и тотъ наполняется цѣлую недѣлю, а при сильномъ дождѣ каждый изъ 3 эжекторовъ станціи наполняется и опоражнивается разъ въ минуту, такъ что здѣсь получается соотношеніе работъ 1:10000. Далѣе къ достоинствамъ эжектора, какъ прибора, слѣдуетъ отнести, что для перекачки ими сточныхъ водъ не требуется никакихъ песколовокъ и рѣшетокъ, необходимыхъ при подъемѣ насосами, и что крупныя части легко проходятъ чрезъ широкіе (до 12") клапаны. Объемъ эжектора опредѣляется въ зависимости отъ максимальнаго притока сточныхъ водъ въ теченіе 20—40

чер. 411.



секундъ; емкость ихъ, допущенная въ многочисленныхъ установкахъ, исчисляется отъ 800 до 5000 литровъ ¹⁾.

Приборъ для распредѣленія сжатого воздуха, поставленный на верхней крышкѣ эжектора, имѣетъ слѣдующее устройство (черт. 411). Онъ состоитъ изъ бронзоваго цилиндра, въ которомъ ходитъ поршень *KK*, закрывающій и открывающій, смотря по своему положенію, впускное и выпускное отверстія для прохода

¹⁾ Пояснительная записка къ канализациіи г. С.-Петербурга, составленная обществомъ Брянскихъ заводовъ.

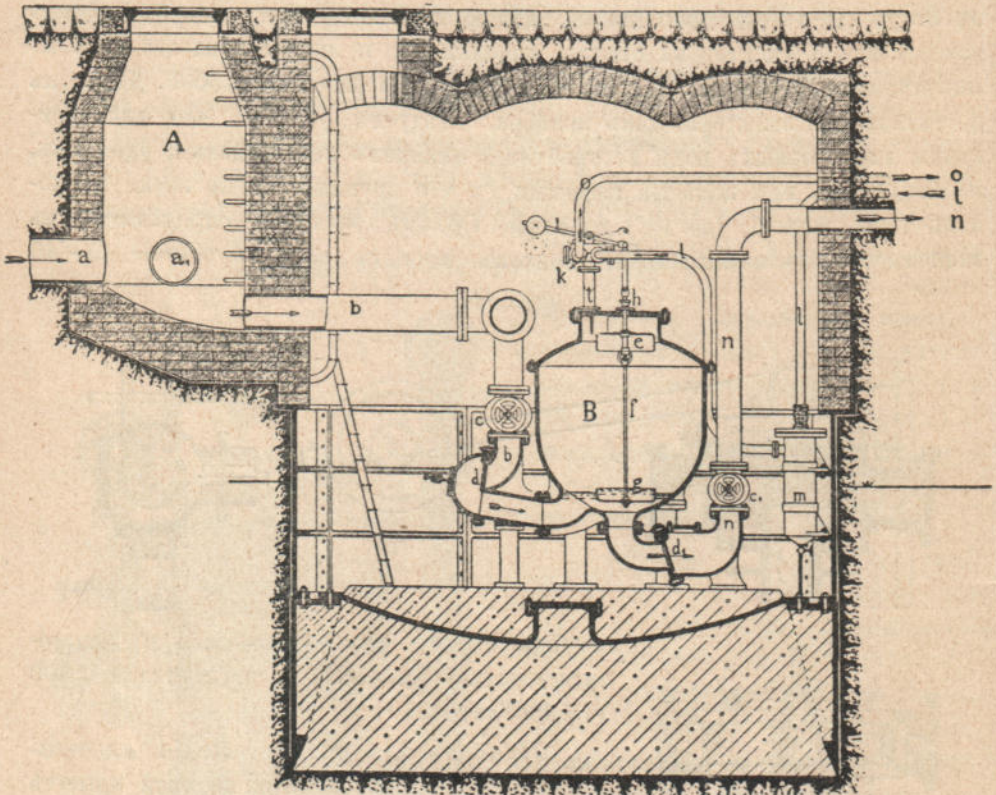
сжатого воздуха; сверху цилиндра прикреплена эжекторная золотниковая коробка, въ которой золотник *qq* приводится въ движеніе переборомъ эжекторной штанги (чер. 412).

Эжектора размѣщаются въ колодцахъ и шахтахъ разнообразной конструкции (чертежи 412 и 413).

Въ каждой шахтѣ при небольшомъ притоки жидкости желательнo помѣстить два эжектора, изъ которыхъ одинъ работаетъ, а другой считается запаснымъ. Въ большихъ установкахъ въ случаѣ перекачки нечистотъ изъ одного эжектора въ другой—выше-лежащей, возможна установка двухъ и болѣе работающих эжекторовъ и одного запасного.

Глубина заложения эжекторныхъ шахтъ зависитъ отъ геологическаго строения и уклоновъ мѣстности. Если грунтовья воды стоятъ высоко.

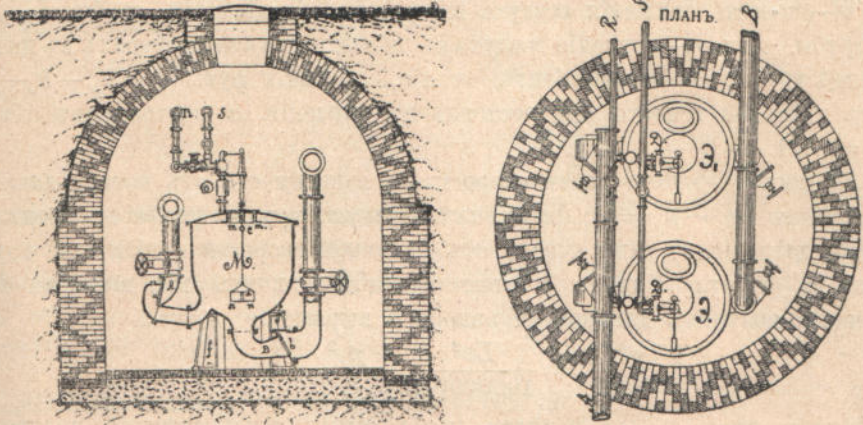
чер. 412.



то выгоднѣе стремиться уменьшить глубину ея заложения, такъ какъ въ этомъ случаѣ придется устраивать шахту въ видѣ опускнаго колодца (черт 412). Глубина заложения пола шахты при совершенно плоскихъ мѣстностяхъ зависитъ отъ слѣдующихъ факторовъ: глубины заложения уличнаго коллектора, уклоновъ, придаваемыхъ отдѣльнымъ трубамъ наидлиннѣйшей водосточной линіи, протяженія наидлиннѣйшей водосточной линіи и высоты эжек-

тора отъ устья до низа чугунныхъ подставокъ. Последняя величина дѣлается не болѣе 2—2,50 мет., остальные величины переменныя и зависящія отъ мѣстныхъ условій. Для уменьшенія глубины заложения шахты выгодно использовать паденіе мѣстности, для чего слѣдуетъ ее располагать на перекресткѣ улицъ въ самой пониженой точкѣ района; другая мѣра къ уменьшенію заложения—уменьшеніе величины радіуса района, но это ведетъ

чер. 413.



къ увеличенію числа эжекторныхъ станцій. Встрѣчающаяся на практикѣ глубина заложения эжекторныхъ шахтъ колеблется въ предѣлахъ отъ 5 мет. до 8 мет.

Компрессорныя станціи желательно располагать по возможности въ центрѣ снабжаемаго сжатымъ воздухомъ района, такъ какъ при такомъ расположеніи получается наименьшая длина воздухопроводной сѣти; но на практикѣ вслѣдствіе цѣнности земли въ центральныхъ частяхъ города приходится относить ихъ къ окраиннымъ частямъ города, при чемъ слѣдуетъ стремиться расположить ее близъ рѣки, такъ какъ это облегчаетъ подвозъ топлива.

На станціяхъ для добыванія сжатого воздуха (компрессорныхъ) устанавливаются компрессоры соответственной мощности, приводимые въ движеніе двигателями, которые располагаются на одной оси съ компрессорами. Сжатый воздухъ изъ компрессоровъ поступаетъ въ сдѣланные изъ котельнаго желѣза *металлическіе резервуары (ресиверы)*, гдѣ онъ скопляется на случай порчи машинъ; *ресиверы* снабжаются манометромъ, предохранительнымъ клапаномъ и кранами для выпуска конденсаціонной воды. При примѣненіи паровыхъ двигателей представляется возможнымъ снабжать ихъ автоматическими регуляторами. Работа регуляторовъ заключается въ томъ, что они, будучи связаны съ парораспределеніемъ, повышаютъ работу машинъ, если воздуху мало въ сѣти, и уменьшаютъ число оборотовъ, если давленіе воздуха въ сѣти избыточно.

Воздухопроводная сеть состоитъ изъ обыкновенныхъ чугунныхъ трубъ съ раструбиннымъ соединеніемъ, укладываемыхъ на глубинѣ промерзанія грунта, чтобы не было чрезмѣрнаго охлажденія и конденсаціи воздуха. Въ нѣкоторыхъ эжекторныхъ станціяхъ для собиранія конденсаціонной воды устанавливаются конденсаціонные горшки (черт. 412). Потеря напора въ воздухопроводныхъ трубахъ опредѣляется по формулѣ проф. Унвина:

$$v = \sqrt{\left(\frac{gcT}{4E} \cdot \frac{d}{L} \cdot \frac{p_1^2 - p_2^2}{p_1^2} \right)} \dots \dots \dots (169),$$

гдѣ v —скорость движенія воздуха въ футахъ, d —діаметръ трубы, L —длина трубы, p_1 и p_2 —давленіе воздуха въ абсолютныхъ атмосферахъ въ началѣ и концѣ трубы, E —коэффициентъ тренія, $g = 32.2$ фут., $c = k_p - k_c$ —разность удѣльной теплоты при постоянномъ давленіи и постоянномъ объемѣ $cT = 27,71$.

Формула Унвина даетъ скорость въ зависимости отъ потери давленія въ трубахъ ($p_1 - p_2 = h$): для практическихъ цѣлей удобнѣе опредѣлять потерю давленія въ зависимости отъ принятой скорости и діаметра трубы. Вводя въ формулу Унвина соответствующія величины мы, выражая d въ дюймахъ, получимъ для потери напора h выраженіе

$$h = \frac{Lv^2}{1000000d} \cdot \frac{p_1^2}{p_1 + p_2};$$

замѣняя p_2 чрезъ $p_1 - h$ и дѣлая необходимыя преобразованія, получаемъ

$$h = p_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{Lv^2}{1000000d}} \right) \dots \dots \dots (170)$$

полагая $L = 100$ пог. саж., вычислимъ таблицу для потери напора въ трубахъ діаметромъ отъ 3" до 31" (табл. XLIV).

ТАБЛИЦА XLIV.

Діаметръ трубы въ дюймахъ d	v въ фу- тахъ	Пропускае- мое коли- чество воз- духа въ куб. фут. въ сек.	h на 100 пог. саж. въ абсолют- ныхъ атмо- сферахъ.	Діаметръ трубы въ дюймахъ d	v въ фу- тахъ	Пропускае- мое коли- чество воз- духа въ куб. фут. въ сек.	h на 100 пог. саж. въ абсолют- ныхъ атмо- сферахъ.
3	15	0.737	0,00372	12	20	15.708	0.00167
4	16	1.395	0.00310	14	20	21.380	0.00142
5	17	2.340	0.00289	16	20	27.926	0.00125
6	18	3.531	0.00270	20	20	43.800	0.00100
7	19	5.070	0.00256	22	22	58.000	0.00111
8	20	6.982	0.00239	26	30	110.610	0.00173
9	20	8.836	0.00222	34	31	195.000	0.00142
10	20	10.908	0.00200	38	31	244.000	0,00127

Расчетъ индикаторной мощности компрессора производится на основаніи слѣдующихъ соображеній.

Сначала опредѣляютъ количество атмосфернаго воздуха W по выраженію:

$$W = 1,10 p Q \dots \dots \dots (171),$$

гдѣ Q —количество удаляемой жидкости въ сек. въ куб. фут., p —давленіе атмосфернаго воздуха, равное 16,28 фунтовъ на кв. дюймъ, 10% прибавлено на потери.

Полезная мощность компрессора N_e опредѣлится по формулѣ:

$$N_e = \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_1}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] W p \cdot \frac{144}{600} \dots \dots \dots (172).$$

Въ этой формулѣ: k —коэффициентъ сжатія воздуха при адиабатической работѣ (безъ охлажденія или нагрѣванія) = 1,41; въ хорошо охлаждаемыхъ компрессорахъ по Унвину $k = 1,25$; p_1 —абсолютное давленіе воздуха на станціи въ ресиверѣ въ фунтахъ на кв. дюймъ; остальные буквы имѣютъ тѣ же значенія, что и въ предыдущей формулѣ.

Индикаторная мощность компрессора $N_i = \frac{N_e}{\eta}$, гдѣ η —коэффициентъ полезнаго дѣйствія, равный 0,5 — 0,8. Отсюда, подставляя вмѣсто $k = 1,25$ и $\eta = 0,80$, получаемъ

$$N_i = 24,435 \left[\left(\frac{p_1}{p} \right)^{0,2} - 1 \right] W \dots \dots \dots (173).$$

Поверхность ресизерзъ обыкновенно опредѣляется по нормѣ 10 кв. фут. на одну индикаторную силу машины.

Сѣтъ вентиляціонныхъ трубъ для вытяжки испорченнаго воздуха эжекторныхъ станцій заканчивается нѣсколькими колоннами или трубами для вытяжки воздуха; возможенъ выпускъ такого воздуха чрезъ дымовыя трубы существующихъ въ городѣ фабрикъ.

Въ установкахъ системы Шона за послѣдніе десять лѣтъ начали примѣнять *механическую вентиляцію системы Шона и Аульта* ¹⁾, какъ для вентиляціи канализаціонной сѣтки, такъ и для вентиляціи испорченнаго воздуха въ эжекторныхъ станціяхъ (черт. 414).

Механическая вентиляція стоковъ сист. Шона и Аульта имѣетъ слѣдующее устройство. Для впуска воздуха въ сѣтъ на слѣпыхъ концахъ каждаго водостока устанавливаются *впускныя столбы* o (выс. 7—12 ал. фут.) соединяемые чрезъ смотровой колодець съ сѣтью. Вблизи эжекторной станціи, устанавливается *выпускная труба* g , высота которой назначается выше крыши самыхъ высокихъ домовъ.

Около этой трубы g находится *камера* b , въ которой установленъ *инжекторъ* n ; съ инжекторомъ связана *вытяжная труба* e , идущая изъ

1) Moore and Silcock, Sanitary Engineering.

эжекторной станции, и труба *f* из смотрового колодца, въ который входитъ конецъ водостока *d*. Дѣйствіе этой системы основано на дѣйствіи эжектора: когда послѣ опорожненія эжектора испорченный воздухъ устремляется къ инжектору *b* и, проходя чрезъ него, проносится въ трубу *g*, то проходъ воздуха чрезъ инжекторъ вызываетъ сильное разбѣженіе. Благодаря

чер. 414.



этому въ столбы *o* всасывается воздухъ и, омывая водостокъ, проходитъ также въ трубу *g*; въ это время эжекторъ наполняется вновь сточными водами. Подобная система при частой работѣ эжекторовъ можетъ вполне достигать своей цѣли, какъ это было и доказано опытами въ г. Лейчестерѣ.)

Система Шона примѣнена въ рядѣ англійскихъ и западно-европейскихъ городовъ: Eastbourne, Darlaston, Teddington, Bombay, Karatschi, Rangoon, Arad (Венгрія) Кёренік (Германія) и др.; въ Россіи по системѣ Шона канализированы часть города Кіева¹⁾ и Московскія скотобойни.

Сфера примѣненія системы Шона—канализація плоскихъ городовъ при примѣненіи районной канализаціи;

только въ этомъ случаѣ эжектора Шона могутъ выдержать конкуренцію съ паровыми насосами, уменьшая расходы на рабочей персоналъ, покупку мѣста для станціи, устройство паровыхъ котловъ и т. п.

Тѣмъ не менѣе даже при примѣненіи децентрализованной перекачки нечистотъ эжектора Шона являются весьма неэкономичными въ сравненіи съ насосами, приводимыми въ движеніе газовыми, керосиновыми и электрическими двигателями. Кромѣ того къ недостаткамъ эжекторовъ

¹⁾ Подробнѣе см. Инженеръ 1899 г. Моргулевъ. Канализація г. Кіева и принципы ея примѣненія. Въ настоящее время канализація г. Кіева по системѣ Шона замѣняется сплавной неполной раздѣльной канализаціей съ примѣненіемъ подъемной станціи для плоской части Кіева (Подолы). Авторъ.

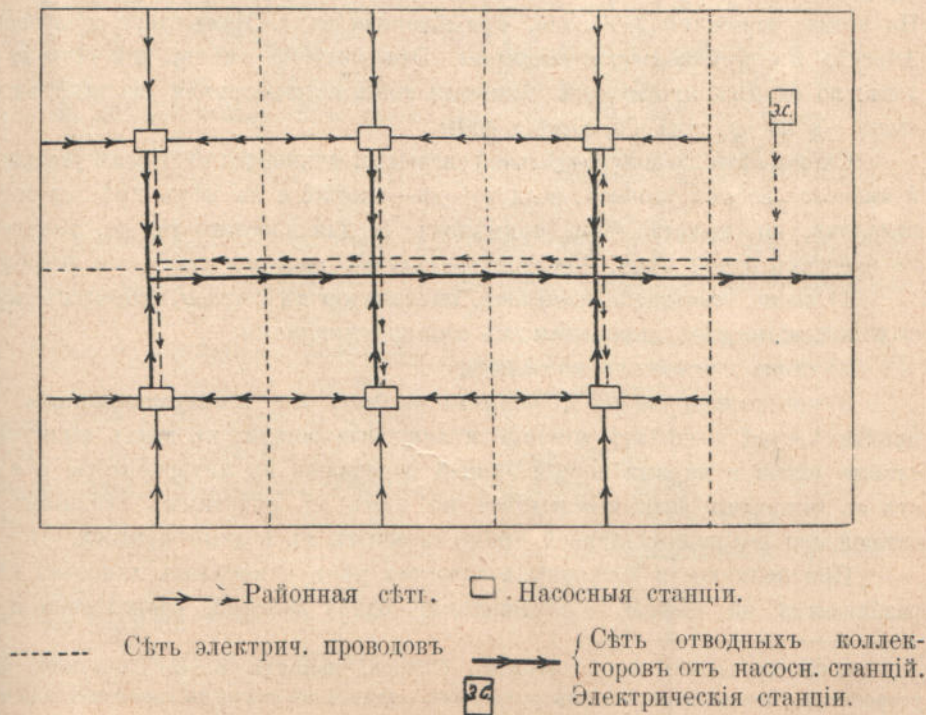
Шона слѣдуетъ отнести *установку ихъ въ темныхъ глубокихъ подземныхъ шахтахъ*, вслѣдствіе чего уходъ за ними и ремонтъ ихъ частей затруднителенъ.

§ 2. **Перекачка электрическими насосами.** Поэтому вмѣсто эжекторовъ Шона выгоднѣе употреблять *центробѣжные насосы съ электро-моторами*, получающими свою энергію изъ *центральной электрической станціи*. При такой замѣнѣ для устройства неполной раздѣльной канализаціи придется устроить (черт. 415) 1) *сплавную канализаціонную сеть*, отводящую домовыя воды къ районнымъ насоснымъ станціямъ 2) *сеть трубъ, принимающихъ поднятую воду* 3) *сеть электрическихъ проводовъ, приводящихъ энергію къ насосамъ* и 4) *центральную электрическую станцію*.

Не смотря на *тождество схемъ канализацій по системѣ Шона и системъ съ электрической перекачкой*, слѣдуетъ отдать *преимущество послѣдней*, какъ болѣе экономичной. Это станетъ яснымъ изъ слѣдующаго конкретнаго примѣра.

Проф. Н. К. Чижовъ въ проектѣ канализаціи г. Астрахани примѣнилъ систему Шона, такъ какъ этотъ городъ имѣетъ весьма слабые уклоны. По этому проекту слѣдовало установить 26 эжекторныхъ станцій въ городѣ и 2 станціи на поляхъ орошенія, общая стоимость каковыхъ станцій вмѣстѣ съ воздухопроводной сетью по сметѣ выразилась въ суммѣ 847120 руб.

чер. 415.



Если же замѣнить эжекторныя шахты шахтами съ центробѣжными насосами и моторами и проложить по круговой схемѣ подземный электрической кабель для подведенія тока къ отдѣльнымъ станціямъ, то стоимость этихъ устройствъ, эквивалентныхъ по своему значенію эжекторамъ и воздухопроводной сѣти Шона, выразится въ суммѣ 278000 рублей т. е. *дешевле системы Шона въ три раза.*

Если продолжить сравненіе дальше и сравнить мощность компрессорной и электрической станцій, то оказывается, что мощность первой въ 252 эфф. силы, а второй въ 163 эфф. силы, т. е. опять таки *система Шона будетъ дороже почти въ 1,5 раза системы съ электрической перекачкой.*

Система съ электрической перекачкой удешевляется, если не нужно будетъ сооружать специальной станціи, а возможно воспользоваться энергіей съ существующей городской станціи¹⁾. Подобная система перекачки была предложена въ проектѣ канализаціи СпБурга, составленномъ инженеромъ Парсонсомъ. Конструкція насосныхъ станцій будетъ описана въ слѣдующей главѣ.

§ 3. Полураздѣльная система. Полныя раздѣльныя системы, если не примѣнить очистки дождевыхъ водъ, и неполныя раздѣльныя системы не защищаютъ водныхъ протоковъ отъ загрязненій, причиняемыхъ спускомъ въ нихъ дождевыхъ водъ. Между тѣмъ анализы состава дождевыхъ водъ показываютъ, что въ нихъ содержится не мало различныхъ вредныхъ примѣсей и микроорганизмовъ, которые смываются дождями съ поверхности городскихъ улицъ и дворовъ въ первыя минуты послѣ начала ливней; спустя же нѣкоторое время текутъ въ водные протоки уже сравнительно чистыя воды. *Поэтому съ гигиенической точки зрѣнія желательна ограничить попаданіе въ водные протоки первыхъ порцій дождей.* На этомъ принципѣ основана, примѣненная въ г. Манчестерѣ и Буэнос-Айресѣ, *полураздѣльная система.* Эта система имѣетъ двѣ сѣти каналовъ: по однимъ протекаютъ *домовыя воды* и *известная часть дождевыхъ*, а по другимъ *дождевыя воды.*

Схема сѣти по полураздѣльной системѣ подчиняется мѣстнымъ условіямъ и является весьма удобной, если городъ—плоскій и въ немъ имѣется много каналовъ, но можетъ быть примѣнена и для плоскаго города, лежащаго на берегахъ одной рѣки. Для полураздѣльной системы требуется устроить:

1) *сѣть домовыхъ каналовъ, связанную съ сѣтью главныхъ пересѣчныхъ каналовъ, называемыхъ интерцепторами;*

2) *сѣть ливневыхъ каналовъ;*

3) *нѣсколько камеръ, устраиваемыхъ на интерцепторахъ* въ пунктахъ, куда подходятъ домовыя и ливневые каналы; въ этихъ *камерахъ* слабые дожди и первыя порціи ливней попадаютъ въ интерцепторы и вмѣстѣ съ домовыми водами отводятся по нимъ къ очистнымъ станціямъ, а остающіяся количества ливней прямо стекаютъ въ водные протоки.

При наличности большого количества рѣкъ и каналовъ ливневая сѣть разбивается на раіоны, обслуживаемые одной камерой, располагаемой на

¹⁾ См. Труды VIII Водопроводнаго Съѣзда, докладъ В. В. Дмитріева, Обь устройствѣ центральныхъ электрическихъ станцій въ связи съ городскими водопроводами.

набережной водного протока, а домовая сеть канализируется по *пересычной* *схеме*, при чем отдѣльныя трубы слѣдуетъ укладывать по возможности по направлею ливневыхъ каналовъ для примѣненія здѣсь *двухъярусныхъ* *каналовъ*.

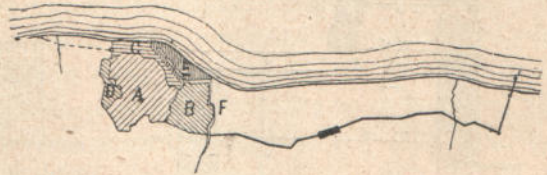
Подобныя системы были предложены для канализаціи г. СПбурга.

Второй случай примѣненія полураздѣльной системы имѣется въ г. Буэносъ-Айресѣ, (черт. 416) гдѣ для этой цѣли городъ раздѣленъ на 29 районовъ; въ этомъ случаѣ камеры приходится устраивать въ зависимости отъ топографическихъ условій города.

На черт. 417-а представлена сеть главныхъ коллекторовъ для домовыхъ водъ, на черт. 417-б сеть дождевыхъ водъ; кружками обозначены схематически камеры.

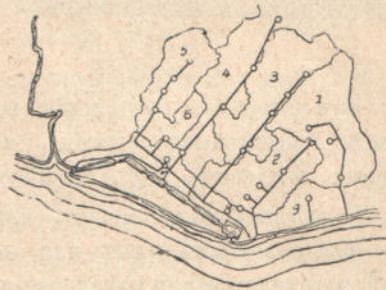
Устройство камеръ, примѣненныхъ въ г. Буэносъ-Айресѣ, видно изъ чертежа 418.

чер. 416.



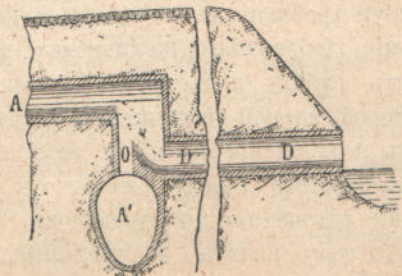
а) чер. 417.

б)



Въ известномъ пунктѣ сѣти въ сводѣ интерцептора устраивается отверстие *O*, которое соединяется съ дождевымъ каналомъ *A*, имѣющимъ выходъ по трубѣ *D* въ водный протокъ. Когда по ливневымъ каналамъ протекаетъ мало воды, то она цѣлкомъ по трубѣ *O* попадаетъ въ интерцепторъ *A'*; при увеличеніи же количества ливневая вода безпрепятственно стекаетъ по трубѣ *D* въ водный протокъ.

чер. 418.

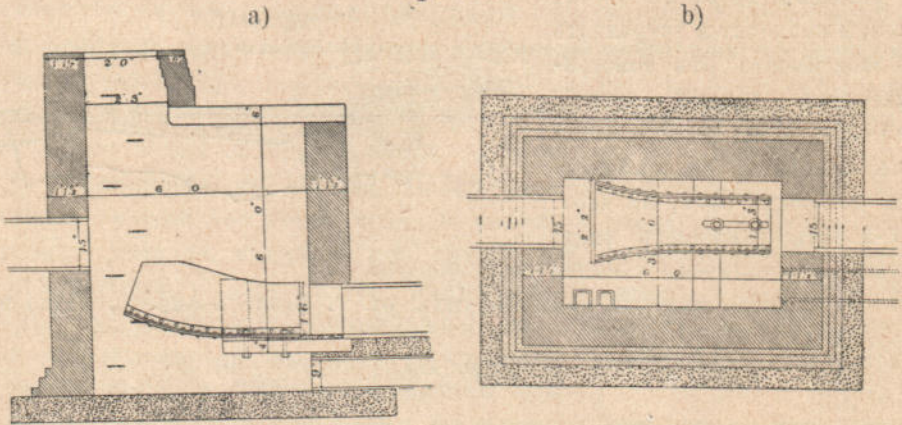


Вариантъ подобной камеры показанъ на чертежѣ 419; дѣйствіе ея аналогично предыдущему. Типъ двухъяруснаго канала, примѣненнаго въ г. Буэносъ-Айресѣ, показанъ на чертежѣ 420.

Такимъ образомъ *полураздѣльная система представляетъ собою систему, среднюю между общесплавной и полной раздѣльной, и съ гигиенической точки зрѣнія является безупречной.*

Въ разсмотрѣнныхъ нами раздѣльныхъ системахъ канализаціи отводятся только *одни домовыя воды*, при чемъ для *дождевыхъ водъ* примѣняется *надземное отведение*. Но на практикѣ нерѣдко бываютъ отсут-

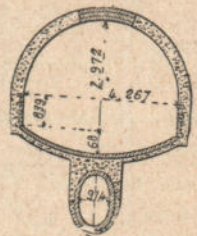
чер. 419.



ленія отъ строгаго раздѣленія водъ этихъ категорій: при устройствѣ неполныхъ раздѣльныхъ системъ приходится прибѣгать и къ подземному отведению дождевыхъ водъ въ нѣкоторыхъ частяхъ города.

Дождевыя воды могутъ или спускаться непосредственно въ каналы для *домовыхъ водъ* или отводиться *отдѣльной сѣтью*. Первый случай встрѣчается при канализаціи усадебъ съ обратными уклонами, гдѣ возможно удалить дождевыя воды только въ трубахъ *домовой сѣти*; впрочемъ подобный спускъ осуществляется и *незаконно* даже въ участкахъ, имѣющихъ скатъ къ улицамъ, вслѣдствіе желанія домовладѣльцевъ осушенія своихъ дворовъ; съ этимъ злоупотребленіемъ слѣдуетъ бороться, такъ какъ введеніе добавочнаго количества водъ можетъ затруднить работу подъемныхъ и очистныхъ сооружений. Второй случай возникаетъ, когда желаютъ избавить отъ подтопленія во время ливней нѣкоторыя части города, гдѣ приходится изъ за этого городу оплачивать претензіи владѣльцевъ магазиновъ вслѣдствіе затопленія ихъ подваловъ. Такой случай имѣется въ г. Кіевѣ, гдѣ въ 1910 году начаты планомѣрныя работы по устройству *сѣти ливнеотводовъ*, предназначаемыхъ для охраненія торговаго района города отъ затопленія.

чер. 420.



§ 4. **Уравнительные бассейны.** При постройкѣ канализационной сѣти по общесплавной, полной раздѣльной и полураздѣльной системѣ сѣченія общесплавныхъ и дождевыхъ каналовъ подбираются, какъ мы уже упоминали выше, по наибольшему ливню. Такіе интенсивные и близкіе къ нимъ по силѣ ливни выпадаютъ рѣдко, и въ дѣйствительности каналы *работаютъ при расчетныхъ условіяхъ нѣсколько разъ въ году въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.*

Для такой короткой работы приходится строить каналы *большихъ сѣченій*, что, конечно, является *не экономнымъ.*

Для того, чтобы уменьшить сѣченія каналовъ, представляется возможнымъ ввести въ канализационную сѣть *уравнительные бассейны*, которые должны принимать въ себя дождевыя воды во время ливней и по ихъ прекращеніи медленно опорожняться по водосточнымъ каналамъ; понятно, что при устройствѣ подобнаго *уравнительнаго бассейна*, вся сѣть лежащая ниже его, получитъ *меньшіе размѣры.*

Роль такого бассейна подобна роли аккумуляторовъ на электрическихъ силовыхъ станціяхъ.

Такіе уравнительные бассейны полезно устраивать въ слѣдующихъ случаяхъ:

1) для приѣма дождевыхъ водъ, попадающихъ изъ окружающихъ его бассейновъ, имѣющихъ стокъ къ городу;

2) для приѣма дождевыхъ водъ, стекающихъ въ городскіе ручьи выше города; этимъ достигается сокращеніе размѣровъ каналовъ для перекрытія ручьевъ въ предѣлахъ городовъ;

3) для приѣма дождевыхъ водъ съ территории тѣхъ частей города, которыя предполагается впоследствии присоединить къ канализации; устройство бассейновъ освобождаетъ отъ увеличенія сѣченій канализационной сѣти въ застроенныхъ частяхъ города, такъ какъ домовые каналы новаго квартала могутъ быть непосредственно связаны съ каналами канализованныхъ кварталовъ.

4) для приѣма воды у насосныхъ станцій, съ цѣлью освободить сточныя воды отъ плавающихъ и взвѣшенныхъ веществъ для непрерывности работы насосовъ и имѣть возможность распределять работу въ извѣстномъ образомъ.

Для запасныхъ бассейновъ перваго и втораго типа представляется выгоднымъ использовать естественные тальвеги, преграждая ихъ плотинами и подбирая емкость пруда такимъ образомъ, чтобы во время самыхъ сильныхъ ливней уровень воды бы не доходилъ бы до гребня плотины. Скопленная такимъ образомъ вода можетъ быть въ сухое время использована для промывки, для пожарныхъ цѣлей, для установки небольшихъ водяныхъ колесъ и пр.

Уравнительные бассейны подобнаго типа устроены въ Дармштадтѣ, Фрезенѣ, Висбаденѣ и др. городахъ.

Для устройства уравнильных бассейновъ третьяго типа обыкновенно стремятся использовать общественные сады и парки, устраивая въ нихъ открытые пруды, на которыхъ въ зимнее время могутъ устраиваться катки. Если же на лицо нѣтъ такихъ условій, то приходится строить уже сравнительно *дорогіе подземные резервуары*.

Понятно, что при устройствѣ *подземныхъ* резервуаровъ приходится уже стремиться къ *уменьшенію ихъ размѣровъ*, для каковой цѣли они вступаютъ въ дѣйствіе только при очень сильныхъ ливняхъ. Для достиженія этого каналы отводятъ всѣ воды обыкновенныхъ и часто встрѣчающихся дождей, спуская въ уравнильный бассейнъ избытокъ только во время сильныхъ ливней. По окончаніи ливня подземные резервуары постепенно опорожняются; они могутъ быть использованы также для промывки, а въ зимнее время играть роль снѣгсвыхъ камеръ.

Уравнильные бассейны при насосныхъ станціяхъ также устраиваются *въ видѣ подземныхъ бассейновъ*; болѣе подробно на нихъ мы остановимся въ главѣ XX. Для опредѣленія полезной емкости уравнильных резервуаровъ требуется измѣрить обслуживаемые ими бассейны и, принявъ во вниманіе коэффициенты плотности застройки, вычислить количество притекающей къ нимъ воды и въ сопоставленіи съ наибольшей продолжительностью ливня опредѣлить полезную емкость. Если обозначимъ площади бассейновъ чрезъ $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$, коэффициенты $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$ и $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, продолжительность ливня въ минутахъ чрезъ t_r , количество выпадающей воды въ метрахъ въ секунду съ площади въ 1 гектаръ чрезъ m , по полезная емкость M равняется:

$$m(\psi_1 \psi_1 \omega_1 + \psi_2 \varphi_2 \omega_2 + \dots + \psi_n \varphi_n \omega_n) = M \dots (174).$$

Если въ уравнильномъ резервуарѣ будетъ устроенъ отводный каналъ извѣстной проводимости, то полезная емкость должна быть соотвѣтственно уменьшена.

Кромѣ вышеуказанныхъ случаевъ уравнильные резервуары могутъ быть *полезны при далекомъ расположеніи воднаго протока отъ канализируемаго города* или для сокращенія сѣченій каналовъ, которыя не могутъ быть уложены въ узкихъ улицахъ и въ водоносныхъ грунтахъ или для предохраненія нѣкоторыхъ частей города отъ затопленія.

Если уравнильные резервуары устраиваются въ застроенныхъ частяхъ города, то необходимо ихъ быстрое опорожненіе во избѣжаніе застояванія осадившихся на днѣ ихъ органическихъ веществъ; вообще необходимо удалять илъ съ ихъ дна чрезъ извѣстные промежутки времени, устанавливаемые практикой.

На устройство уравнильныхъ резервуаровъ необходимо рѣшаться, если при этомъ будетъ *достигнута экономія*, что можно выяснитъ лишь сравненіемъ вариантовъ. Для того, чтобы примѣрно опредѣлить экономію отъ уменьшенія сѣченій каналовъ, сдѣлаемъ предположеніе, что стоимость каналовъ пропорціональна ихъ периметрамъ. Возьмемъ круглые каналы.

Тогда стоимости (k) $\frac{k_1}{k} = \frac{\pi r_1}{\pi r} = \frac{r_1}{r}$; площади сѣченія (ω) $\frac{\omega_1}{\omega} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r^2} = \left(\frac{r_1}{r}\right)^2$.

Отсюда $\frac{k_1}{k} = \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega}}$. . . (175). Такимъ образомъ при уменьшеніи сѣченія канала въ 2 раза, уменьшеніе стоимости будетъ лишь на 30⁰%, а если принять во вниманіе вліяніе на стоимость канала и земляныхъ работъ, то экономія будетъ лишь въ 15—20⁰%. Отсюда явствуетъ, что *уравнительные бассейны представляются особенно выгодными при большихъ протяженіяхъ водосточныхъ каналовъ.*

24

ГЛАВА XX

§ 1. **Подъемъ сточныхъ водъ.** При устройствѣ канализационной сѣти не всегда удается удалить сточныя воды *сплавомъ*, а приходится прибѣгать къ ихъ *подъему*. Такіе случаи встрѣчаются при *подъемѣ* сточныхъ водъ изъ *нижнихъ зонъ въ верхнія*, при подъемѣ ихъ на *очистныя сооружеія*, а также при примѣненіи въ плоскихъ городахъ *децентрализованныхъ системъ* (Шона и др.). Характеръ *подъемныхъ устройствъ* зависитъ отъ многочисленныхъ факторовъ: *количества поднимаемой воды, высоты подъема, системы канализаціи, рода двигателя* и пр. Вообще же *подъемныя приспособленія* можно подраздѣлить на двѣ основныя категоріи: устройства для подъема *небольшихъ количествъ сточныхъ водъ* и устройства, которыя поднимаютъ *большія количества*.

Подъемныя станціи *перваго* типа встрѣчаются *во всѣхъ системахъ канализаціи*, но они, по преимуществу свойственны системамъ *децентрализованнаго* характера, примѣняемыхъ, какъ мы уже упоминали выше, для *плоскихъ городовъ*. Для устройства районныхъ подземныхъ станцій пользуются или особыми подъемниками, приводимыми въ движеніе преимущественно сжатымъ воздухомъ и водой или установкой небольшихъ насосовъ, приводимыхъ въ движеніе различными двигателями (газовыми, керосиновыми, электрическими и пр.).

Къ подъемникамъ относятся уже извѣстные намъ *эжектора Шона, гидравлическіе эжектора Грибоѣдова, гидро-пневматическіе подъемники Адамса (Adams), пневматическіе подъемники Салмсона (Salmson)*¹⁾, *гидравлическіе подъемники Тирьона (Thirion), гидравлическіе подъемники Самэна (Samain)* и др.

§ 2. **Подъемники Грибоѣдова и Адамса.** Гидравлическій эжекторъ *инженера Грибоѣдова*²⁾ представляетъ собой *видоизмѣненіе эжектора Шона*, заключающееся въ замѣнѣ энергіи *сжатаго воздуха* энергіей *имѣющейсь подъ извѣстнымъ напоромъ воды въ городской разводящей сѣти*.

1) Imleaux, L'assainissement des villes, томъ II.

2) Труды VII и VIII Водопроводныхъ съѣздовъ, сообщенія инженера К. Г. Грибоѣдова.

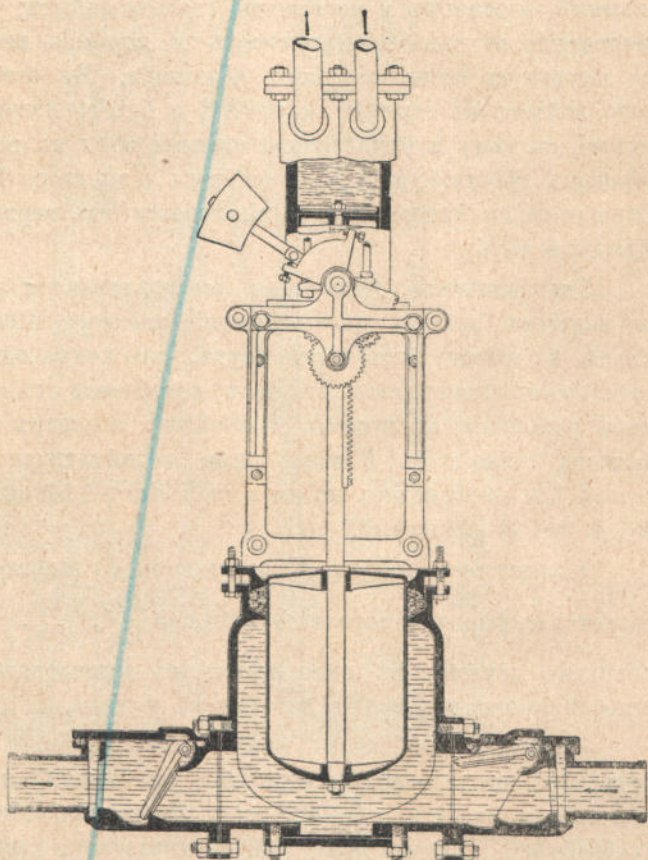
Гидравлическій эжекторъ Грибоѣдова (черт. 421) состоитъ изъ *двухъ чугунныхъ цилиндровъ* различныхъ діаметровъ, такъ подобранныхъ, чтобы отношеніе ихъ площадей соответствовало бы соотношенію между напорами рабочей жидкости (водопроводной воды) и гидродинамической высотъ перекачки. *Нижній цилиндръ* соответствуетъ чугунному сосуду эжектора Шона; онъ также имѣетъ *приводную и отводную* трубы, снабженныя *клапанами*, способными пропускать жидкость только *въ одномъ направленіи*.

Въ обоихъ цилиндрахъ ходятъ *поршни* (внизу плунжеръ), неразрывно связанные между собой *штокомъ* (трубкой малаго діаметра). При *верхнемъ цилиндрѣ* имѣется *распределитель* который можетъ то впускать въ верхній цилиндръ водопроводную воду и одновременно разобщать его съ атмосферой, то сообщать внутренность этого цилиндра съ наружнымъ воздухомъ, прекращая доступъ въ него водопроводной воды.

Распределитель приводится въ движеніе посредствомъ соответственныхъ движеній обоихъ поршней такимъ образомъ, что когда оба поршня подходятъ къ своимъ самымъ верхнимъ положеніямъ, то совершается впускъ *напорной воды* съ закрытіемъ сообщенія верхняго цилиндра съ наружнымъ воздухомъ; наоборотъ, при нижнемъ положеніи поршней происходитъ отсѣчка водопроводной воды и открывается сообщеніе верхняго цилиндра съ наружной атмосферой.

Распределитель состоитъ изъ двухъ скользящихъ *золотниковъ*, движеніе которымъ сообщается ударами особаго *вращающагося рычага* по концамъ тягъ, выпущенныхъ изъ *золотниковыхъ коробокъ* черезъ сальники внаружу. *Рычагъ* при движеніи цилиндровъ внизъ взводится системой

чер. 421.



зубчатыхъ колесъ, связанныхъ съ *зубчаткой на штокъ рычаговъ*, и, дойдя до своего крайняго положенія, *автоматически* устраниаетъ язычекъ храпового колеса, и, подъ влияніемъ имѣющагося на его концѣ груза, при этомъ падающаго, поворачивается до своего другаго крайняго положенія, передвигая соотвѣтственнымъ образомъ и золотники. Въ случаѣ малаго напора сточной жидкости всѣ поршни со штокомъ уравниваются двумя противовѣсами (не показанными на чертежѣ).

Дѣйствіе этого прибора заключается въ слѣдующемъ. Когда *поршни* находятся въ *нижнемъ* положеніи, то *сточныя воды* притекаютъ въ *нижній цилиндръ* и постепенно его заполняютъ; *по мѣрѣ затопленія* постепенно поднимается *плунжеръ* и *поршень* верхняго цилиндра, пока не достигнутъ своего верхняго положенія. Въ этотъ моментъ *напорная вода* войдетъ въ *верхній цилиндръ* и будетъ нажимать поршень внизъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и выдавливать сточныя воды въ отводную трубу. Такимъ образомъ дѣйствіе этого прибора, какъ и эжектора Шона, *автоматическое*. Отработавшая напорная вода выливается изъ верхняго цилиндра въ свою отводную трубу.

Гидравлическіе *эжектора* устанавливаются въ *шахтахъ* на такой же *глубинѣ*, какъ и пневматическіе эжектора Шона. Число приборовъ въ шахтѣ не должно быть менѣе двухъ, изъ коихъ одинъ запасный. Производительность эжекторовъ въ часъ колеблется отъ 40 до 400 ведеръ. Примѣръ установки эжекторовъ Грибоѣдова показанъ на черт. 422, гдѣ изображена станція съ 3 эжекторами, поднимающая сточныя воды въ количествѣ 720—900 ведеръ въ часъ на высоту 0,57 саж.; два эжектора—рабочіе, а третій—запасный.

Количество ведеръ N, поднимаемыхъ эжекторомъ Грибоѣдова, опредѣляется по формулѣ автора: $N = 18,645 \frac{P}{h}$, (176)₁ гдѣ *P* наименьшее давленіе въ атмосферахъ въ водопроводной магистрали и *h*—гидродинамическая высота подъема въ футахъ.

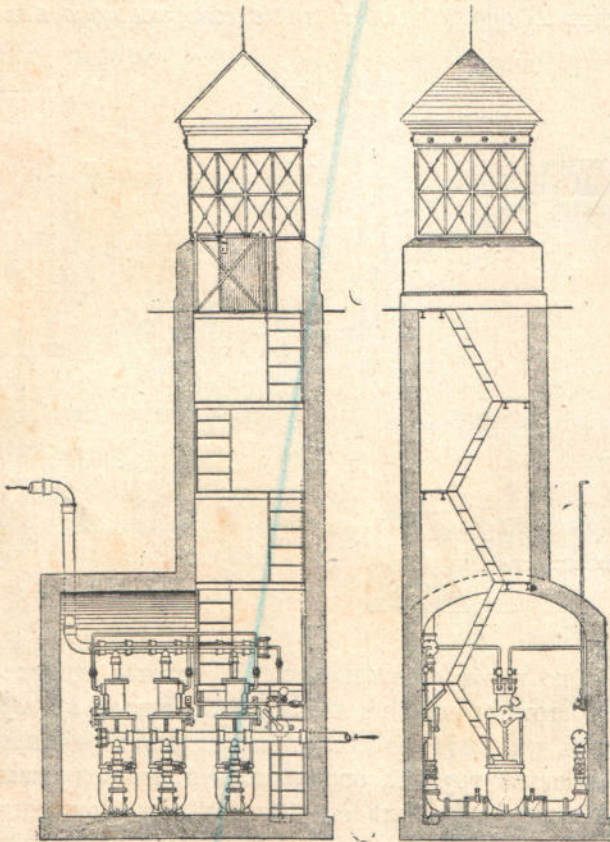
Эжекторъ Грибоѣдова можетъ быть подобно эжектору Шона¹⁾ примененъ, какъ подъемный приборъ для *раздѣльной канализаціи*. Изобрѣтателемъ составленъ подобный проектъ для канализаціи Васильевского острова въ СПбургѣ¹⁾; кромѣ того онъ предполагаетъ распространить примѣненіе своего эжектора на весь городъ, гдѣ придется установить для этого до 256 эжекторныхъ станцій.

Этотъ приборъ, по нашему мнѣнію, *представляется не экономичнымъ*, какъ и *эжекторъ Шона*, и не можетъ выдержать конкуренціи съ *электрическими насосами* или *насосами, приводимыми въ движеніе калорическими двигателями*.

1) К. Д. Грибоѣдовъ, Проектъ канализаціи Васильевского острова.

Значительно больший интерес представляет собой *гидропневматический подъемник системы Adams'a*, где для подъема воды из нижней зоны в верхнюю использована *энергия падающей воды*, преобразуемая в энергию сжатого воздуха, поднимающего сточные воды (черт. 423).

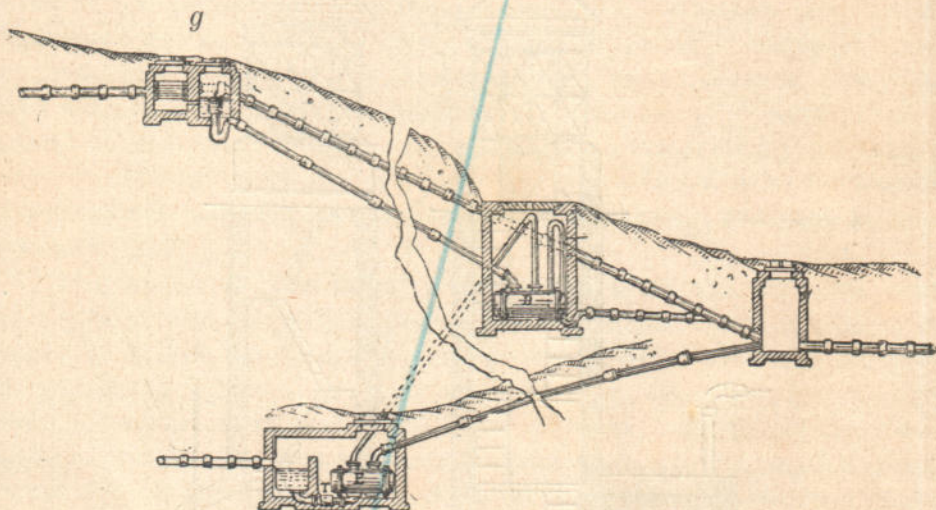
черт. 422.



Водосток верхней зоны входит в особый колодезь *g*, раздѣленный на двѣ части, изъ коихъ первая служитъ для осажденія содержащихся въ сточной водѣ примѣсей, а во второй установленъ *промывной сифонъ Adams'a* (чер. 341). Изъ второй части камеры выходятъ *двѣ трубы*, изъ коихъ *верхняя* ведетъ самотекомъ воды верхней зоны, а *нижняя* служитъ для изліянія воды изъ сифона. *Нижняя труба* входитъ въ *среднюю камеру*, гдѣ установленъ *цилиндръ D* для сжатія воздуха, изъ котораго выходятъ *двѣ трубы*: одна для отведенія *сжатого воздуха* въ *цилиндръ E*, установленный въ камерѣ, гдѣ скопляется *предназначенная для подъема сточныхъ воды*, и *сифонная труба* для опорожненія резервуара *D*. *Нижняя камера* также раздѣлена на двѣ части, изъ коихъ первая играетъ роль *грязеловки*, на днѣ которой устроено загражден-

ное рѣшеткой отверстіе для трубы, приводящей жидкость во второе отдѣленіе; *цилиндръ E* снабженъ *клапаномъ T*, отпирающимся для приѣма сточныхъ водъ, и *трубой*, по которой жидкость поднимается въ верхнюю зону. Дѣйствіе этого прибора заключается въ слѣдующемъ. Когда *резервуаръ g* наполнится *сточной водой*, то *сифонъ зарядится* и опорожнитъ свое содержимое по трубѣ въ *цилиндръ D*. Благодаря быстрому изливанію воды въ *цилиндръ D* произойдетъ *сжатіе содержащагося тамъ воздуха*

чер. 423.



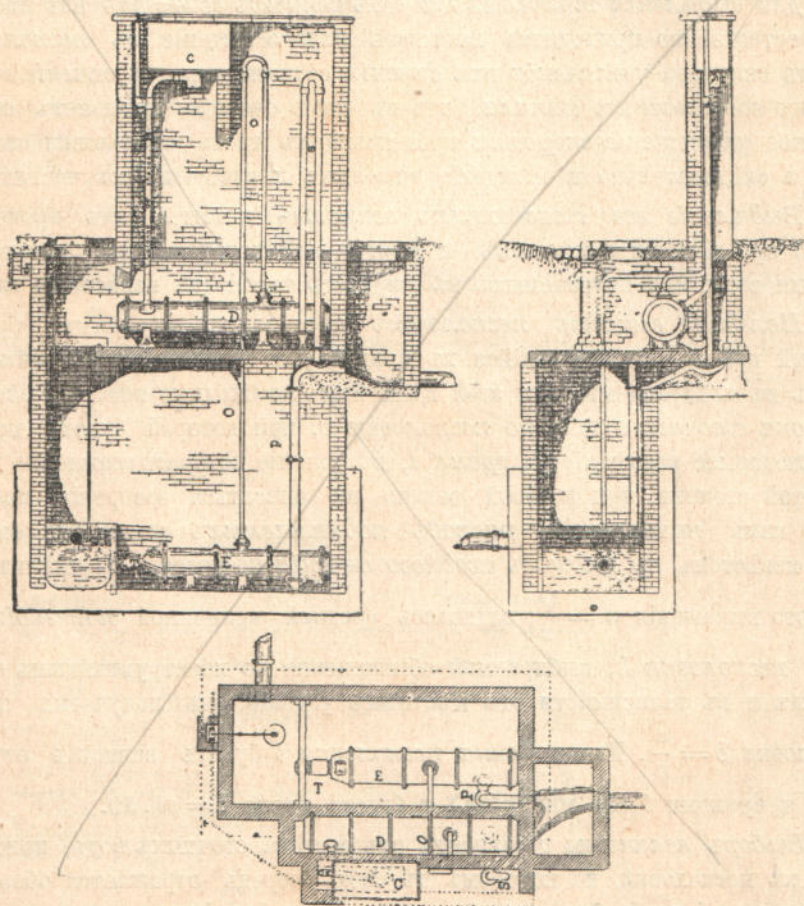
и вытѣсненіе его по трубѣ въ *цилиндръ E*. Сжатый воздухъ въ *цилиндръ E* выдавить сточныя воды на необходимую высоту въ *верхнюю зону*. Чтобы освободить *цилиндръ D* для приѣма новыхъ порцій промывной воды, онъ снабженъ сифонной трубкой, опорожняющей его содержимое въ верхній водостокъ. Цилиндръ *E* послѣ опорожненія находится подъ давленіемъ сжатого воздуха, пока не будетъ опорожненъ сифонной трубкой *цилиндръ D*, послѣ чего *клапанъ T* откroетъ отверстіе для приѣма сточныхъ водъ. *Количество сточныхъ водъ*, расходуемое на подъемъ воды, зависитъ отъ статической высоты подъема воды, потери, затрачиваемой на сжатіе, длины и діаметра воздухопроводной трубы, діаметра сифона и отъ соотношенія между высотами поднятія воды и сжатого воздуха.

Такимъ образомъ подъемникъ Adams'a принадлежитъ къ числу весьма *простыхъ приборовъ*, дѣйствующихъ *сжатымъ воздухомъ*, вырабатываемымся *тутъ же безъ всякихъ компрессоровъ*, какъ это требуется для эжектора *Шона*. Кромѣ того этотъ приборъ лишенъ всякихъ *подвижныхъ частей*, за исключеніемъ приѣмнаго клапана, что составляетъ его преимущество предъ системами *Шона* и *Грибоѣдова*, включающими въ свои станціи запасные эжекторы. Для сифона Adams'a легко можетъ быть использована и водопроводная вода, и въ этомъ видѣ подобный приборъ удобенъ для при-

мѣненія въ усадьбахъ съ обратными уклонами. Подобная установка схематически показана на черт. 424.

§ 3. Песколовки. Насосныя канализаціонныя станціи для подъема большихъ и малыхъ количествъ воды могутъ имѣть весьма разнообразное устройство, зависящее, главнымъ образомъ, отъ рода двигателя и конструкціи канализаціонныхъ насосовъ. Положеніе насосныхъ канализаціонныхъ станцій опредѣляется по возможности самой пониженной точкой сѣти или характеромъ самой системы канализаціи (раіонныя станціи). Далѣе является

черт. 424.



важнымъ располагать насосныя станціи вблизи воднаго протока для удобнаго подвоза топлива и питанія котловъ; требованіе это можетъ быть и не выполнено при раіонныхъ станціяхъ, которыя не имѣютъ паровыхъ двигателей. Такъ какъ канализаціоннымъ насосамъ приходится поднимать сточныя воды, то приходится предъ ихъ всасываніемъ насосами принимать мѣры для удаленія плавающихъ, взвѣшенныхъ и тяжелыхъ частицъ

изъ состава сточныхъ водъ, чтобы онѣ, попадая въ корпусъ насосовъ, не могли бы препятствовать правильной работѣ и не вызывали бы быстрого изнашивания рабочихъ частей насосовъ. Это выдѣленіе достигается въ особыхъ резервуарахъ, называемыхъ обыкновенно *песколовками*, которыя устраиваются предъ насосными станціями.

Песколовки кромѣ своего непосредственнаго назначенія играютъ еще и роль *уравнительныхъ резервуаровъ*, которые должны уравнивать колебанія притока сточныхъ водъ и работу канализаціонныхъ насосовъ (гл. XIX). Такимъ образомъ *песколовки* играютъ двоякую роль, что должно имѣть значеніе при опредѣленіи ихъ полезной емкости.

Для выдѣленія *тяжелыхъ и взвѣшенныхъ веществъ* изъ сточныхъ водъ естественно приходится вызывать ихъ осажденіе въ *песколовкахъ* путемъ сильнаго *увеличенія* ихъ *сѣченія* сравнительно съ *сѣченіемъ* *приводнаго водосточнаго канала*, что въ свою очередь вызываетъ соответственное *уменьшеніе скорости* протекающихъ чрезъ *песколовки* сточныхъ водъ, а слѣдовательно и осажденіе тяжелыхъ и взвѣшенныхъ частицъ.

Выдѣленіе же плавающихъ веществъ можетъ быть произведено только при помощи *рѣшетокъ* и *ситъ*, или погружаемыхъ цѣликомъ въ сточныя воды, или опускаемыхъ въ жидкость только на извѣстную глубину.

Полезная емкость песколовки опредѣляется двоякимъ образомъ. Первый приемъ, заключающійся въ примѣненіи законовъ Гидравлики, состоитъ въ слѣдующемъ. Для этой цѣли намъ необходимо знать ту *скорость протока сточныхъ водъ по песколовкѣ* v , при которой будетъ происходить желаемое осажденіе, и *время* t , въ теченіе котораго осажденіе достигнетъ той степени, при которой можно не опасаться засоренія насосовъ. Такъ какъ *наибольшій расходъ поднимаемыхъ сточныхъ водъ* Q намъ извѣстенъ, то *площадь входнаго сѣченія* *песколовки* опредѣлится изъ простаго выраженія $\omega = \frac{Q}{v}$; задаваясь средней величиной *полезной глубины песколовки* h , выбираемой обыкновенно по конструктивнымъ соображеніямъ и въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, мы получаемъ ширину *песколовки* $b = \frac{\omega}{h}$. Далѣе *длина песколовки* l будетъ зависѣть отъ скорости и времени t (въ минутахъ) и будетъ равна $l = vt \cdot 60$.

Выборъ величины v зависитъ отъ состава сточныхъ водъ, притекающихъ къ *песколовкѣ*, на которомъ въ свою очередь отражается оборудованіе канализаціонной сѣти устройствами для выдѣленія плавающихъ, взвѣшенныхъ и тяжелыхъ веществъ.

Такъ напримѣръ, на составъ сточныхъ водъ вліяетъ оборудованіе дождеприемниковъ осадочными ведрами и систематическое ихъ опорожненіе; далѣе въ нѣкоторыхъ сѣтяхъ (Парижъ, Кельнъ) устраиваютъ *большія песколовки предъ дюкерами*, что разумѣется способствуетъ большей чистотѣ сточныхъ водъ, притекающихъ къ насоснымъ станціямъ.

Этимъ объясняется, что на практикѣ для v берутъ сильно различающіяся величины.

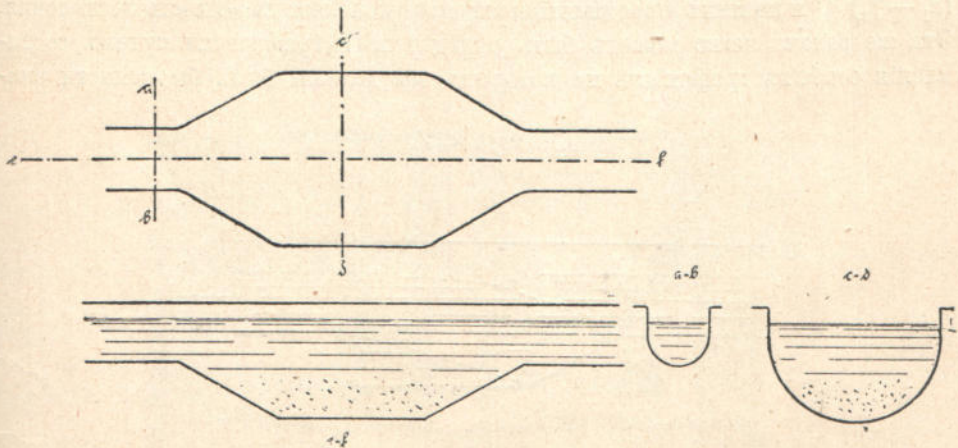
Такъ, напримѣръ въ старыхъ Гамбургскихъ песколовкахъ $v=100$ сантим. въ секунду, въ Аахенѣ только 1,7 см./сек., въ Висбаденѣ 50 см./сек., Мангеймѣ 30 см./сек., Эльберфельдѣ и Барменѣ—5 см./сек.

Инженеръ Schmelzner¹⁾ даетъ для v нормы въ 0,20—0,30 мет.; проф. Frühling находитъ достаточнымъ брать для $v=0,10—0,15$ мет. Выбирая норму для v , не слѣдуетъ забывать, что мы имѣемъ дѣло со средней скоростью, такъ какъ въ дѣйствительности при колебаніяхъ въ притекающихъ къ песколовкамъ количествахъ сточныхъ водъ будетъ сильно колебаться и скорость. Поэтому въ нѣкоторыхъ городахъ (Аахенѣ) раздѣляютъ песколовки на нѣсколько отдѣленій и пускаютъ ихъ въ дѣйствіе по соображенію съ притоками; въ противномъ случаѣ можно было бы опасаться загроможденія песколовки осадками или, говоря иначе, превращенія ея въ осадочный бассейнъ.

Для величины времени t можно, основываясь на размѣрахъ существующихъ сооружений, дать нормы въ 3—5 минутъ.

Средняя глубина воды въ песколовкахъ h зависитъ всецѣло отъ ихъ конструкціи. Песколовки устраивались раньше въ видѣ цилиндрическихъ колодцевъ, гдѣ естественно величина h оставалась безъ измѣненія. Въ современныхъ конструкціяхъ песколовки представляютъ собой въ планѣ фигуру, изображенную схематически на черт. 425, гдѣ средняя часть ея для

чер. 425.



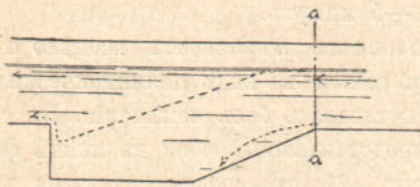
уменьшенія скорости уширяется; кромѣ того дно песколовки углубляется, при чемъ это углубленіе соединяется съ каналами прямыми линіями. Эти прямыя линіи въ нѣкоторыхъ конструкціяхъ имѣютъ неодинаковую длину (Самара), при чемъ линія большей длины соединяется для улучшенія эффекта осажденія съ каналомъ для сточныхъ водъ.

¹⁾ Ing. Schmelzner, Grundzüge der mechanischen Abwaesserklärung, 1908.

Дальнейшая эволюция схемы песколовки приводит насъ къ типамъ, показаннымъ на черт. 426 (Шарлоттенбургъ) и черт. 427 (Гамбургъ). *Второй типъ* является болѣе удобнымъ для эксплуатаціи, чѣмъ первый, такъ какъ при его примѣненіи тяжелыя частицы располагаются на днѣ песколовки въ ея углубленіи по кривой *ab*, тогда какъ въ первомъ типѣ онѣ располагаются на наклонной стѣнкѣ нижней кривой. Такимъ образомъ мы видимъ, что величина *h* представляетъ собой среднее арифметическое изъ тѣхъ глубинъ, которыя по своей длинѣ имѣетъ песколовка; въ простѣйшемъ случаѣ $h = \frac{h_0 + h_{max}}{2}$, гдѣ h_0 высота слоя воды въ каналѣ при заданномъ расходѣ, а h_{max} колеблется на практикѣ въ предѣлахъ 2—3,5 метровъ.

Определенный такимъ образомъ полезный объемъ песколовокъ долженъ быть согласованъ съ работою насосовъ и колебаніями притока сточныхъ

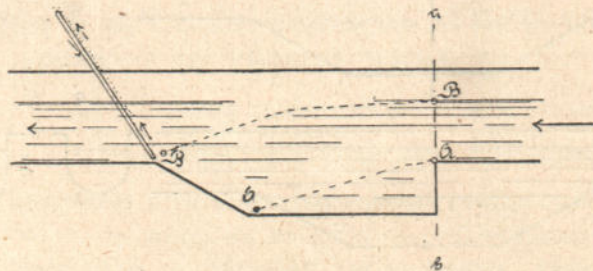
черт. 426.



поднимаемой воды. Тогда мы должны составить для каждаго часа дня разности $(\alpha_1 - \beta_1) Q$ и по нимъ опредѣлить наименьшую полезную емкость песколовки. Эта же задача легко можетъ быть опредѣлена и графически путемъ составленія особыхъ графиковъ, на которыхъ мы должны были бы нанести сна-

ч. Поэтому намъ необходимо сдѣлать провѣрку емкости песколовокъ въ день наибольшаго потребленія. Пусть Q будетъ суточный расходъ. $\frac{Q}{24} = \alpha_0 Q$ — средній часовой расходъ сточныхъ водъ, а $\alpha_1 Q, \alpha_2 Q, \alpha_3 Q \dots \alpha_{24} Q$ — дѣйствительные расходы сточныхъ водъ, $\beta_1 Q, \beta_2 Q \dots \beta_{24} Q$ — количества

черт. 427.



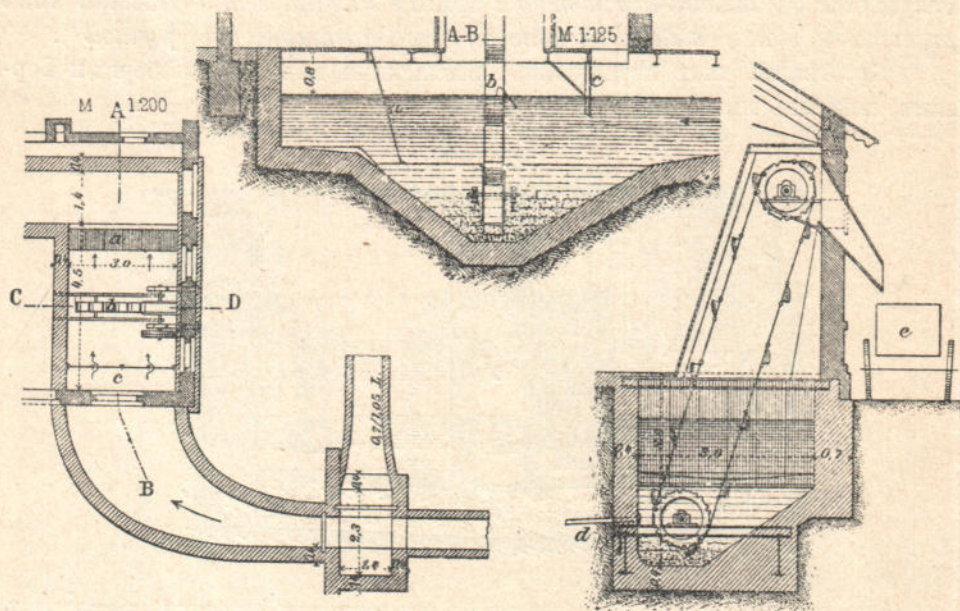
чала количества притекающей и поднимаемой воды, а затѣмъ построить кривую объемовъ $(\alpha_1 - \beta_1) Q$ и найти максимальную ординату этой кривой, которая и будетъ указывать собой полезную емкость песколовки. Графическій способъ, который будетъ нами болѣе подробно изложенъ нѣсколько дальше, является весьма удобнымъ для выбора числа и мощности насосовъ.

отдельных частей шириной 1,2 м., на две равные части. В центре цилиндра устроен колодезь, діам. 1 мет., куда через нижнія отверстия стекает осажденная грязь; этот колодезь дает возможность легко удалять грязь из песколовки, не нарушая ея дѣйствія и служить одновременно опорнымъ столбомъ для перекрытія песколовки и установки рѣшетокъ. Перекрытіе дѣлается изъ укладываемыхъ на желѣзныхъ балкахъ деревянныхъ досокъ, по разборкѣ которыхъ можно легко очистить песколовку. Въ песколовку опущена всасывающая труба насосовъ, снабженная клапаномъ.

Въ верхней части песколовки устроенъ ливнеспускъ для освобожденія насосовъ отъ излишней воды, который располагается уже за рѣшетками; ливнеспускъ во время подъема высокихъ водъ запирается затворомъ. Устройство ливнеспуска требуетъ въ свою очередь близости насосной станціи къ водному потоку. Для удаленія образующихся отъ гніенія осажденныхъ органическихъ веществъ зловонныхъ газовъ въ песколовкѣ надъ наивысшимъ уровнемъ сточныхъ водъ устраивается вентиляціонная труба, соединяемая съ дымовой трубой станціи.

Описанная конструкція является довольно устарѣлой, такъ какъ здѣсь очистка песколовокъ производится вручную; ея небольшіе размѣры объясняются раздѣленіемъ Берлина на секторы и выдѣленіемъ значительной части грязи въ дождеприемникахъ и самихъ каналахъ, имѣющихъ небольшіе уклоны.

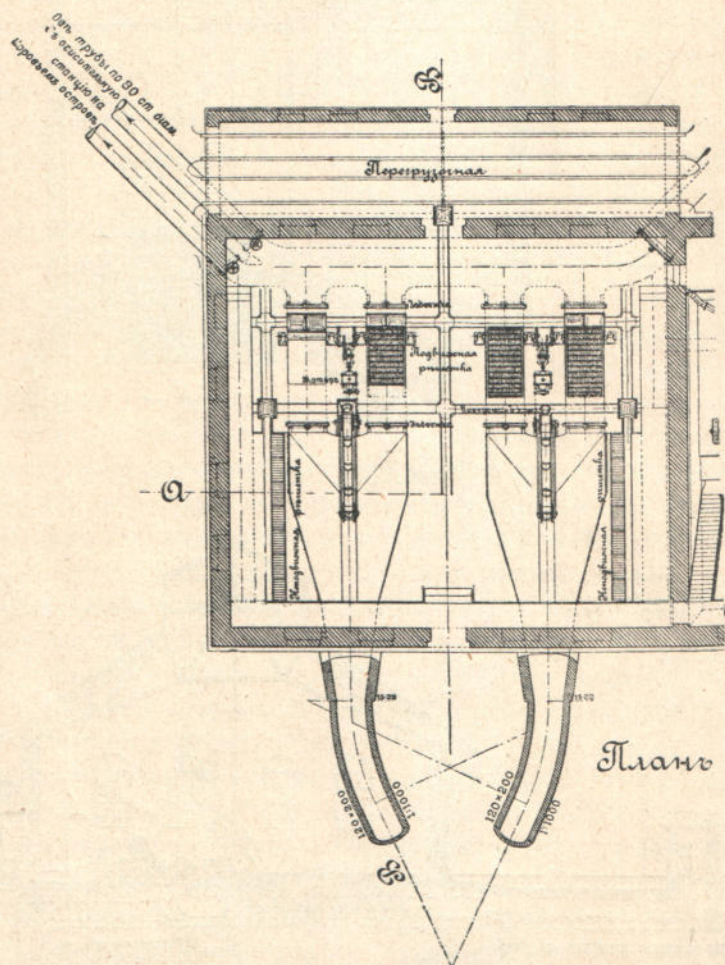
чер. 429.



Съ этой точки зрѣнія безусловное преимущество должна имѣть песколовка въ г. Нейштадтѣ (Верхняя Силезія), предложенная *Майрихомъ* (черт. 429), гдѣ для облегченія удаленія осадковъ песколовкѣ придана внизу

коническая форма; плавающая по поверхности вещества здѣсь задерживаются при помощи погруженной на 30 см. рѣшетки *c*, а болѣе тяжелыя и взвѣшныя частицы посредствомъ косої рѣшетки *a*. Обѣ рѣшетки очищаются вручную, но удаление тяжелыхъ осажденныхъ веществъ производится посредствомъ *нори съ черпаками*, которая механически опорожняетъ грязь чрезъ рукава въ вагонетку *e*. Подобное механическое удаление грязи дало возможность обойтись однимъ отдѣленіемъ для песколовки.

чер. 430 а).

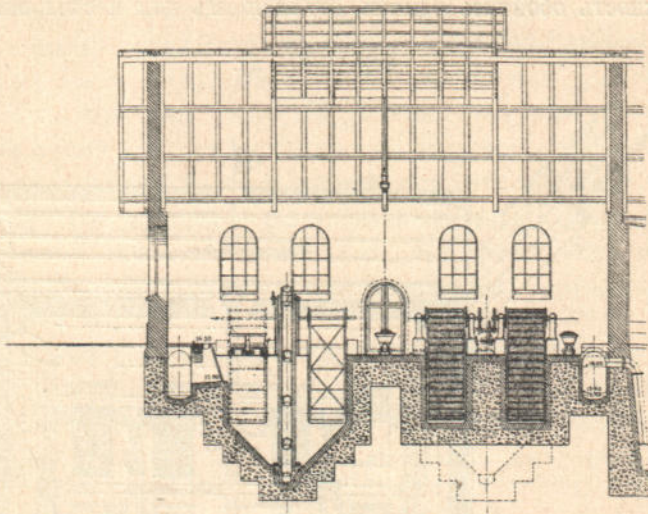


Весьма интересный типъ песколовки представляетъ собой проектъ ея, составленный инженеромъ Линдлеемъ для г. Самары ¹⁾, канализация которой имъ запроектирована по общесплавной системѣ съ раздѣленіемъ города на двѣ зоны. Песколовки для каждой зоны помѣщены въ общемъ зданіи. Песколовка верхней зоны (черт. 430 а—с) состоитъ изъ двухъ независимыхъ

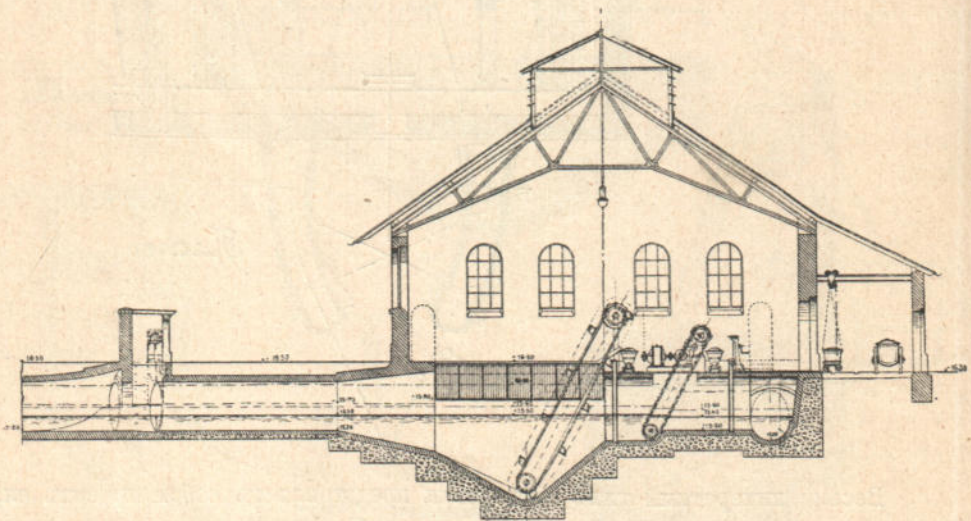
¹⁾ Проектъ канализации г. Самары инженера В. Г. Линдлея.

отдѣлений, что облегчаетъ очистку и ремонтъ каждаго изъ нихъ. Приводный коллекторъ раздѣляется предъ входомъ въ песколовку на двѣ части; каждая изъ частей канала сначала принимаетъ коническую въ продольномъ направленіи форму и затѣмъ уже входитъ въ самую песколовку.

чер. 430. б)



чер. 430. в)



Въ песколовкѣ установлена *подвижная норія* съ черпаками для грязи на вагонетки, которыя отвозятся по рельсамъ въ *перегрузочное помещеніе*, примыкающее къ песколовкѣ. Въ перегрузочной кузовъ вагонетки поднимается ручнымъ краномъ и опоражнивается въ фургонъ для вывоза со

станціи. За песколовкой установлены *подвижныя рѣшетки* для выдѣленія плавающихъ веществъ, приводимыя въ движеніе моторами. Подвижныя рѣшетки состоятъ изъ двухъ *цѣпныхъ* рѣшетокъ, звенья которыхъ образованы металлическими полосами около 5 миллиметровъ толщиною въ разстояніяхъ 5 миллиметровъ другъ отъ друга. Рѣшетки проходятъ чрезъ два шестигранныхъ барабана, изъ коихъ верхній приводится въ движеніе электромоторомъ и двигаетъ всю рѣшетку. Такимъ образомъ всѣ оставшіяся на рѣшеткѣ вещества поднимаются наверхъ и счищаются съ нея—на вагонетки, направляемыя въ перегрузочную,

Работа подвижныхъ рѣшетокъ рассчитана на пропускъ 500—600 литровъ въ секунду въ сухую погоду, для работы же при усилившемся дождѣ (до 3600 литровъ въ секунду) служатъ боковыя рѣшетки (разм. 7 мет. \times 1 мет.), установленныя наклонно на порогахъ водосливовъ. Осѣвшія на рѣшеткахъ вещества поднимаются граблями въ корытообразную балку, на которую опираются рѣшетки, и проталкиваются вдоль него въ стоящую въ концѣ его вагонетку. Послѣ прохожденія механическихъ подвижныхъ рѣшетокъ сточныя воды попадаютъ въ сборную галлерею, шириной въ 1,60 мет., расположенную позади нихъ, въ нее впадаютъ также оба боковыхъ канала отъ водосливовъ. Отъ юго-западнаго угла сборной галлереи отходитъ выпускной каналъ для выпуска излишнихъ водъ въ Волгу, а отъ юго-восточнаго канала къ очистнымъ сооруженіямъ.

Изъ этихъ примѣровъ видно, что въ *конструкцію песколовокъ долженъ быть введенъ ливнепускъ съ предохранительными затворами противъ наводненія*. Кромѣ того является необходимымъ на случай капитальнаго ремонта или перестройки насосной станціи имѣть *запасныя выпуски*, чтобы имѣть возможность пустить воды помимо станціи.

§ 4. **Опредѣленіе количества поднимаемой воды и числа канализаціонныхъ насосовъ.** Прежде чѣмъ перейти къ описанію устройства насосныхъ канализаціонныхъ станціи намъ необходимо остановить свое вниманіе на особенностяхъ ихъ работы. При постройкѣ насосныхъ канализаціонныхъ станціи для общесплавной системы необходимо отмѣтить, что имъ приходится поднимать переменное количество сточныхъ водъ, колебанія котораго для общесплавной системы зависятъ отъ принятаго у насосной станціи коэффициента разжиженія и могутъ доходить до пяти-шестикратнаго увеличенія объема поднимаемыхъ сточныхъ водъ въ сухую погоду. Это обстоятельство, вызывая необходимость устройства уравнительныхъ резервуаровъ (*песколовокъ*), значительно усложняетъ оборудованіе станціи. *Насосныя станціи для раздѣльныхъ системъ*, какъ крупныя, такъ и мелкія районныя находятся въ лучшихъ условіяхъ, такъ какъ они поднимаютъ количество воды, которое колеблется въ предѣлахъ колебаній въ теченіе дня примѣрно отъ 1 до 7—8%. При проектированіи насосныхъ станціи прежде всего нужно *установить число и размеры насосовъ, отвѣчающихъ притоку сточныхъ водъ*. Правильнаго рѣшенія этого вопроса можно добиться только путемъ экономическаго сравненія нѣсколькихъ вариантовъ, для каковой цѣли пред-

ставляется удобнымъ использовать графическій методъ. Для этой цѣли намъ приходится составить ступенчатую діаграмму притока сточныхъ домовыхъ водъ въ день наибольшаго потребления чрезъ расчетное количество лѣтъ безъ расширенія, показанную на чертежахъ 39 и 40, (см. главу V) и діаграмму ливневыхъ водъ въ предѣлахъ часовъ наибольшаго притока домовыхъ водъ. Затѣмъ нанести на этой же діаграммѣ количества воды, которыя будутъ поднимать насосы по часамъ въ теченіе дня. Такъ какъ при каждой насосной станціи уже должна имѣться песколовка, емкость которой опредѣляется по вышеприведеннымъ соображеніямъ, *то необходимо при выборѣ числа и мощности насосовъ сообразовать ихъ съ этой уже заранѣе установленной полезной емкостью песколовки.*

Такое предположеніе должно быть *первымъ и необходимымъ вариантомъ. Вторымъ вариантомъ* надо считать сокращеніе числа часовъ работы въ день насосовъ за счетъ нѣкотораго увеличенія емкости песколовки, при чемъ возможно въ нѣкоторыхъ случаяхъ достигнуть *равномѣрнаго нагнетанія насосовъ*. Если бы пожелали увеличить песколовку до отстаиванія въ ней сточныхъ водъ въ теченіе 4—6 часовъ, то она превратилась бы въ *осадочный бассейнъ* (бассейнъ при насосной станціи Клиши въ г. Парижѣ); кромѣ того въ этомъ случаѣ пришлось бы увеличить эксплуатационные расходы по отвозу осажденной грязи изъ города, такъ какъ насосныя станціи устраиваются обыкновенно въ городской чертѣ. Поэтому замѣна песколовки отстойнымъ бассейномъ возможна только для небольшихъ городовъ, канализуемыхъ по раздѣльной системѣ, гдѣ влѣдствіе этого можно уничтожить ночную работу насосной станціи. Въ обычныхъ же случаяхъ приходится сравнивать два основные варианта: оставленіе песколовки и увеличеніе ея размѣровъ за счетъ ослабленія мощности машинъ. *Съ санитарной точки зрѣнія важно избѣжать застаиванія сточныхъ водъ въ предѣлахъ городской территоріи и скопленія органическихъ веществъ, по каковой причинѣ представляется желательнымъ выбирать по возможности первый вариантъ.*

При выборѣ мощности насосовъ необходимо сообразоваться съ *тѣми типами, которые разработаны на заводахъ*; это обстоятельство часто вліяетъ на нѣкоторое увеличеніе емкости песколовки.

Для уменьшенія ея величины возможно выбирать и насосы одинаковой мощности, которыя дѣлятся на двѣ серіи: насосы, работающіе при среднемъ расходѣ, и насосы, вступающіе въ работу при наибольшемъ расходѣ, но для *эксплуатационныхъ цѣлей все-таки слѣдуетъ стремиться непременно къ употребленію одного типа*, такъ какъ при этомъ одинъ насосъ можетъ легко, въ случаѣ надобности, замѣнять другой; кромѣ того упрощается уходъ за ними и ремонтъ износившихся частей.

Насосы для перекачки дождевыхъ водъ обыкновенно дѣлаются одинаковой мощности, выбираемой также по соображеніямъ съ заводскими данными; мощность ихъ въ большинствѣ случаевъ больше мощности насосовъ для домовыхъ водъ.

Подборъ насосовъ для раздѣльныхъ системъ дѣлается на тѣхъ же основаніяхъ, что и для общесплавныхъ. Простѣйшимъ случаемъ будетъ такой, когда для подъема одной домовой воды будетъ достаточно одного насоса; тогда устанавливаютъ два насоса: одинъ дѣйствующій и другой запасный. Самымъ обыкновеннымъ случаемъ нужно считать установку трехъ насосовъ: одного постоянно работающаго, другого, вступающаго въ дѣйствіе въ часы наибольшаго притока, и третьяго запаснаго. При большемъ количествѣ поднимаемой воды число насосовъ возрастаетъ. По установленіи общаго числа насосовъ слѣдуетъ установить *сроки ихъ покупки* съ такимъ расчетомъ, чтобы сначала были куплены насосы для количества воды, которая будетъ подниматься чрезъ 7—10 лѣтъ.

Для этой цѣли весь расчетный періодъ дѣйствія канализаціи безъ расширенія дѣлятъ на n частей (по 5—7 лѣтъ) и для каждаго малаго періода строятъ діаграммы для подбора насосовъ и опережденія емкости песколовокъ, какъ уравнительнаго резервуара.

Для своевременнаго пуска въ ходъ насосовъ, начинающихъ работать при увеличеніи расхода поднимаемыхъ водъ, необходимо имѣть указатели уровня воды въ песколовкахъ, которые машинисту на станціи давали бы сигналъ для своевременнаго включенія въ работу насосовъ; впрочемъ для нѣкоторыхъ установокъ является возможнымъ включать насосъ автоматически посредствомъ поплавковъ, связанныхъ съ электрической сигнализаціей.

Далѣе при проектированіи насосныхъ станцій общесплавной системы необходимо имѣть *серію запасныхъ насосовъ для перекачки дождевыхъ водъ*, если періодъ дождей совпадаетъ съ періодомъ стоянія высокихъ водъ въ водныхъ протокахъ, такъ какъ въ этихъ случаяхъ ливнеспуски или вовсе не отводятъ дождевыхъ водъ или отводятъ незначительную часть. Насосы въ этомъ случаѣ могутъ получиться значительной мощности; напр. при притоцѣ 20 литровъ съ гектара, общей величинѣ канализируемой площади 400 гектаровъ, высотѣ подъема въ 5 метровъ требуется общая мощность насосовъ въ 700 НР.

§ 5. Опрежденіе мощности канализаціонныхъ насосовъ. Послѣ установленія количества воды, которые должны поднимать канализаціонные насосы, является необходимымъ опредѣлить ихъ *дѣйствительную (эффективную) и индикаторную мощность*. Полезная работа насосовъ заключается въ поднятіи извѣстнаго объема воды Q на высоту H , представляющую собой разность между наимншимъ горизонтомъ воды въ песколовки и наивысшимъ уровнемъ, на который требуется поднять сточныя воды. При всѣхъ куб. ед. воды Δ — полезная работа насоса будетъ равна ΔQH . Но насосамъ при ихъ работѣ приходится преодолевать вредныя сопротивленія, которыя заключаются въ преодоленіи сопротивленія, оказываемаго треніемъ при движеніи сточныхъ водъ по всасывающей и напорной трубамъ, сопротивленію движенію сточныхъ водъ при проходѣ чрезъ насосы, сопротивленія при движеніи жидкости въ поворотахъ, закругленіяхъ и т. под.

Поэтому N_{ef} действительная мощность насоса в лошадиных силах будет равна:

$$N_{ef} = \frac{\Delta Q (H + \Sigma h)}{75} \dots (186) \text{ для метр. мтр; здесь мы называем}$$

сокращенно чрез Σh все вышеназванные сопротивления.

Так как с одной стороны главный член Σh представляет собой член, выражающий потерю на трение в напорной трубѣ, а с другой было бы затруднительно опредѣлять все остальные потери напора, то на практикѣ не исчисляють всехъ потерь отдѣльно, а просто оцѣнивають ихъ въ 10—15% отъ общей потери на трение въ напорной трубѣ.

Потеря напора на единицу длины (см. главу XV) равняется $\frac{v^2}{c^2 R}$; для напорной линіи діаметромъ d_f и длиной l_f потеря $h = \frac{v^2 l_f}{c^2 R}$, R —для полного

заполненія = $\frac{d_f}{4}$ а отсюда и $c = \frac{100\sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}$

$$N_{ef} = \frac{\Delta Q \left(H + \frac{1,15 v^2 l_f}{c^2 R} \right)}{75} \dots (177);$$

v_f принимается обыкновенно въ 1—1,2 метра, а Δ —весь 1 куб. метра воды равняется 1000 метровъ. *кгр.*

Далѣе, для получения индикаторной мощности насоса необходимо принять во вниманіе коэффициентъ полезнаго дѣйствія насоса η отъ 0,5 до 0,85. Поэтому

$$N_i = \frac{N_{ef}}{\eta} = \frac{\Delta Q \left(H + \frac{1,15 v^2 l_f}{c^2 R} \right)}{75 \eta} \dots (178)$$

Изъ этого выраженія ясно, что N_i при данныхъ Q и H зависитъ отъ принятой нами величины *діаметра и длины напорной линіи*. Увеличивая *діаметръ*, мы удорожаемъ *стоимость напорной линіи*, но зато уменьшаемъ *мощность насосовъ*, а слѣдовательно и *величину расходовъ по содержанию насосовъ*; при обратномъ рѣшеніи мы получаемъ обратное соотношеніе между стоимостью напорной линіи и стоимостью установки и эксплуатаціи насосовъ. На этомъ соотношеніи построена экономическая формула для опредѣленія діаметра напорной линіи ¹⁾, выводъ которой мы приведемъ въ XXI главѣ; здѣсь же удовольствуемся приведеніемъ численнаго примѣра.

Такъ напр. для подъема сточныхъ водъ въ количествѣ 600 литровъ въ секунду на высоту 20 мет, при длинѣ напорной линіи 15 килом. получаются слѣдующія соотношенія.

¹⁾ В. Ф. Ивановъ. Изслѣдованіе вліянія экономическихъ условій на начертаніе водопроводной и оросительной сѣти.

При діам. напор. лінії въ 75 мм. гидродинамическая высота подъема со всѣми потерями) будетъ 129 мет. и мощность насосной станціи 2064 *HP*, а при $d=100$ мм. гидродинамическая высота подъема будетъ 43 мет., а мощность 688 *HP*.

Понятно, что для окончательнаго выбора необходимо избрать вариантъ, дающій наименьшіе строительные и эксплуатаціонные расходы, что и опредѣляется достаточно точно для практическихъ цѣлей вышеупомянутой экономической формулой.

§ 6. **Двигатели для канализаціонныхъ насосовъ.** Послѣ установленія мощности необходимо разрѣшить вопросъ *о родѣ двигателя и типѣ канализаціоннаго насоса.* Для приведенія въ движеніе насосовъ можно использовать различные двигатели: паровые, газовые, керосиновые, бензиновые, нефтяные и электрическіе. Примѣненіе водяныхъ и вѣтряныхъ двигателей для канализаціонныхъ подъемныхъ установокъ можетъ встрѣтиться крайне рѣдко, и поэтому на такихъ установкахъ мы не будемъ останавливаться.

При рѣшеніи вопроса *о выборѣ двигателя* необходимо знать прежде всего *цѣны на топливо въ пунктѣ его потребленія*, для каковой цѣли слѣдуетъ установить цѣну топлива *на мѣстѣ его добычи и стоимость его перевозки и подвоза къ насосной станціи.* Другимъ факторамъ при выборѣ топлива является *его теплопроизводительность*, т. е. *способность одного килограмма топлива при совершенномъ сгораніи выдѣлить определенное количество калорій.* Величина теплопроизводительности даннаго топлива зависитъ главнымъ образомъ отъ количества содержащагося въ немъ кислорода и углерода. Какъ для твердаго, такъ и для жидкаго топлива наблюдаются значительныя колебанія рыночныхъ цѣнъ и болѣе или менѣе случайныя ихъ измѣненія; въ особенности это имѣетъ мѣсто по отношенію къ жидкому топливу. Въ виду такого положенія при выборѣ рода топлива необходимо считаться еще съ тѣмъ, насколько обезпечено постоянное полученіе этого топлива.

Большое вліяніе на установленіе цѣны на топливо оказываетъ приобретаемое количество; особенно это относится къ жидкому топливу, которое при заказѣ крупныхъ партій доставляется въ вагонахъ-цистернахъ.

Для выбора топлива приведемъ нижеслѣдующую таблицу XLV, въ которой мы укажемъ теплопроизводительность и стоимость 1 пуда нѣкоторыхъ сортовъ топлива въ Москвѣ въ 1908 году ¹⁾.

Послѣ опредѣленія стоимости и теплопроизводительности различныхъ сортовъ топлива въ данномъ пунктѣ, мы могли бы перейти къ выбору *самого двигателя и насоса съ экономической точки зрѣнія.* Для этой цѣли намъ представляется необходимымъ найти такіе типы двигателей, которые при данной мощности насосовъ потребуютъ *наименьшей суммы строительныхъ и эксплуатаціонныхъ расходовъ.* До перехода къ подобному сра-

¹⁾ Э. Юссе. Современные силовые установки. Техническое и экономическое изслѣдованіе, перев. пнж. Н. К. Пафнугьева.

ТАВЛИЦА XLV.

Название топлива ¹⁾ .	Теплопроизводительность (полезная) въ кал/кпг.	Цѣна за 1 пудъ топлива въ Москвѣ въ коп.	Стоимость 10000 калорій въ Москвѣ на мѣстѣ потреб. въ коп.
I. Каменный уголь.			
Голубовскій (Донецкій)	6500	23	2,15
Голубовскій, грохоч. ^{1/2} — ^{1 1/29}	6550	25	2,32
Монтапъ (Донец.) сортир.	6790	25	2,24
Березов. кузнечный, мытый	7150	25	2,12
Домбровскій	6070	—	—
II. Антрацитъ.			
Донецкій рядовой	6200--6570	19	1,87—1,77
„ сортиров.	∞7230	23	1,94
„ пласта „Велик.“	7600	22	1,80
Грушевскій сортир.	7600	23	1,84
III. Торфъ машинный			
(съ сод. воды 20—30%)	3560--3040	—	—
IV. Дрова.			
Сырья	2400	—	—
Лежалыя	3400	—	—
V. Нефтяные остатки			
	10200	43	2,58
VI. Керосинъ ²⁾			
	9500-10200	120	—
VII. Бензинъ			
	9500-10200	320	—

¹⁾ Цѣны на каменный уголь и коксъ приведены также въ книгѣ Н. Г. Сергеевскаго „Стоимость и оцѣнка машинъ“.

²⁾ См. инж. Бромлей, „Газовые, бензиновые и керосиновые двигатели“,

вненію мы должны разсмотрѣть нѣкоторыя свойства, относящіяся къ определенному типу двигателей. Прежде всего слѣдуетъ имѣть въ виду, что паровые и газогенераторные двигатели требуютъ для устройства насосныхъ станцій *большихъ площадей*, такъ какъ для первыхъ требуется устройство *котельныхъ* помѣщений, а для вторыхъ—*газогенераторныхъ* помѣщений.

Наоборотъ, двигатели Дизеля, керосиновые и бензиновые требуютъ значительно меньшихъ площадей насосныхъ станцій; также мало мѣста требуетъ установка газовыхъ и электрическихъ двигателей, если они получаютъ энергію изъ центральныхъ городскихъ станцій. Это свойство двигателей можетъ оказать существенное вліяніе, *если мы не располагаемъ большимъ участкомъ земли*, и если *стоимость земли является высокой*. Подобный случай часто встрѣчается въ жизни, какъ при устройствѣ крупныхъ насосныхъ станцій (зонная система), такъ въ особенности при устройствѣ мелкихъ станцій районнаго типа, которыя обыкновенно располагаются на городскихъ площадяхъ. Въ такихъ случаяхъ изъ сравненія слѣдуетъ устранять тѣ двигатели, которые бы потребовали для себя много мѣста.

Наконецъ, въ насосныхъ установкахъ для общесплавной системы является потребность въ случаѣ наступленія дождя перекачивать количество сточныхъ водъ, превышающее нормальное въ 3—6 разъ. Такъ какъ дожди наступаютъ внезапно, то насосы должны имѣть возможность быстро вступить въ дѣйствіе; поэтому для такихъ дождевыхъ насосовъ желательно примѣнять газовые (свѣтильный газъ) или электрическіе двигатели.

Приведеніе подробныхъ данныхъ для полнаго экономическаго сравненія двигателей между собой отвлекло бы насъ далеко отъ содержанія настоящаго труда, и поэтому мы вынуждены отослать интересующихся къ специальной литературѣ¹⁾.

Здѣсь же мы считаемъ нужнымъ только упомянуть, что для опредѣленія эксплуатаціонныхъ расходовъ двигателей необходимо вычислить: стоимость топлива, прислуги, матеріаловъ для смазки и чистки, проценты и погашеніе по капиталу на установку двигателя (со всѣми принадлежностями, включая фрахтъ, монтажъ и фундаменты), проценты и погашенія по капиталу на постройку машиннаго зданія и расходы по ремонту двигателя и машиннаго зданія.

Если намъ извѣстна индикаторная мощность насоса N_i , то по ней мы легко опредѣлимъ N_m —мощность двигателя $N_m = \frac{N_i}{\eta_m}$. . . (179) гдѣ η_m —

1) *Barth*, Die Zweckmässigste Betriebskraft 2 части.

2) *Marr*, Kosten der Betriebskräfte, 1901.

3) *Marr*, Die neueren Kraftmaschinen, ihre Kosten und ihre Verwendung, 1904.

4) *Гюльднеръ*, Газовые, нефтяные и прочіе двигатели внутренняго сгорания перев. съ нѣм. 1907.

5) *Проф. В. Ф. Ивановъ*, Изслѣдованіе вліянія экономическихъ условій на начертаніе въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ водопроводной и оросительной сѣти.

6) *Э. Юссе*, Современные силовыя установки, перев. съ нѣм. и пр.

механической коэффициентъ полезнаго дѣйствія двигателя. Величина η_m для главнѣйшихъ типовъ двигателей помѣщена въ слѣдующей таблицѣ XLVI.

ТАБЛИЦА XLVI.

Названіе двигателя 1).	Величина η_m
Паровые	0,70—0,85
Газовые	} 0,75—0,90
Нефтянные Дизеля	
Керосиновые	
Электрическіе	0,8—0,90

§ 7. Канализаціонные насосы. Не останавливаясь въ настоящемъ трудѣ на подробностяхъ описанія канализаціонныхъ насосовъ, составляющихъ достояніе соответственныхъ отдѣловъ Прикладной Механики и отсылая интересующихъ къ спеціальнымъ сочиненіямъ 2), мы здѣсь считаемъ нужнымъ лишь отмѣтить тѣ особенности, которыми отличаются канализаціонные насосы отъ насосовъ для другихъ назначеній.

Канализаціонные насосы въ большинствѣ случаевъ предназначаются для подъема загрязненныхъ съ *механической точки зрѣнія* водъ, объемъ которыхъ подверженъ значительнымъ колебаніямъ. Для уравниванія работы насосовъ и для нѣкорой очистки сточныхъ водъ отъ примѣсей прибѣгають, какъ мы уже выше говорили къ устройству *песколовокъ (уравнительныхъ резервуаровъ)*,

Кромѣ того въ тѣхъ случаяхъ, когда однимъ и тѣмъ же насосомъ приходится поднимать то только домовыя воды, то воды, разжиженныя дождевыми водами, выбираютъ такіе типы, которые могутъ вслѣдствіе увеличенія числа ходовъ поршня или оборотовъ вращенія колесъ *увеличить* сильно свою *производительность* (Лигницъ, Брауншвейгъ и пр.).

Для подъема канализаціонныхъ водъ употребляютъ насосы *поршневые* и *центробѣжные*. Прежде въ насосныхъ установкахъ употребляли *пор-*

1) Коэффициенты η_m приведены для двигателей мощностью не менѣе 10 HP.

2) проф. Худековъ. Построеніе насосовъ.

3) Хедеръ. Насосы и компрессоры.

4) Hartmann und Knocke, Die Pumpen.

5) Handb. der Ingenieurwissen. Die Baumaschinen.

6) Riedler. Schnellbetrieb.

7) Körting. Wasser und Kanalisationswerke и пр.

шневые насосы, но за последнее время стали преобладать *центробѣжные насосы*, такъ какъ они совершенно не имѣютъ клапановъ, правильное дѣйствіе которыхъ легко можетъ быть нарушено крупными примѣсями, содержащимися въ сточныхъ водахъ и могущими проскочить черезъ песколовки.

Благодаря такому составу сточныхъ водъ при конструированіи *поршневыхъ насосовъ* для канализаціонныхъ жидкостей обращали особенное вниманіе на конструкцію *всасывающихъ* и *нагнетательныхъ* клапановъ. Поэтому было признано необходимымъ, чтобы *клапаны канализаціонныхъ насосовъ* имѣли *широкій проходъ* для увлеченія съ собою *всѣхъ крупныхъ частей, содержащихся въ сточныхъ водахъ*. Далѣе конструировали насосы такимъ образомъ, чтобы сточныя воды проходили бы черезъ насосы *по прямой линіи*, такъ какъ этимъ избѣгались въ насосахъ осадки изъ примѣсей сточныхъ водъ. Кромѣ того въ тѣхъ же цѣляхъ устраивали въ насосахъ приспособленія для промыванія ихъ клапановъ и корпуса чистой водопроводной водой.

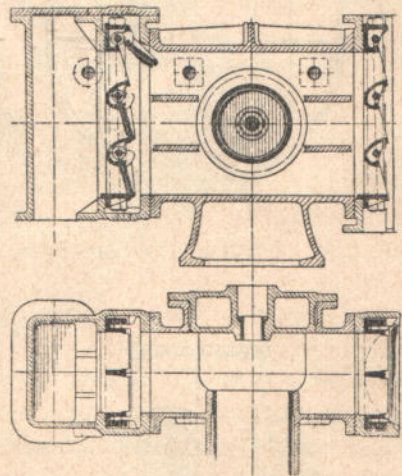
Старѣйшимъ типомъ клапановъ являются *клапаны* старыхъ *Берлинскихъ* насосовъ, установленныхъ въ концѣ 70-ыхъ годовъ прошлаго столѣтія. Они (черт. 431) представляютъ собой прямоугольные, подвѣшенные другъ надъ другомъ, клапаны съ кожаной прокладкой; высота хода ихъ равняется 0,13 мет. Само собой разумѣется, что подобная конструкція подверглась значительнымъ видоизмѣненіямъ, вводимымъ по мѣрѣ усовершенствованія техники построенія канализаціонныхъ насосовъ.

Изъ такихъ усовершенствованій слѣдуетъ отмѣтить конструкцію клапановъ съ ихъ *принужденной посадкой* на сѣдла, предложенныхъ *проф. Ридлеромъ* (Riedler).

Подобные каналы примѣнены для насосовъ города Лигница.

Какъ можно видѣть изъ чертежа (432 а—е) *число* прямоугольныхъ клапановъ *уменьшено*, благодаря чему ихъ *проходныя сѣченія увеличены*; на клапанахъ не имѣется никакихъ *выступовъ*, чтобы частицы, содержащіяся въ сточныхъ водахъ не могли бы приставать къ поверхности клапановъ; также добавлены *трубы для смыванія осадковъ*, приставшихъ къ сѣдламъ клапановъ. Черт. 432 е показываетъ детальное устройство клапана съ кожанной прокладкой; клапаны имѣютъ принужденную посадку посредствомъ связанныхъ съ ними рычаговъ, которые посредствомъ спиральныхъ пружинъ прижимаютъ ихъ въ концѣ хода къ сѣдламъ. Принужденная посадка требуетъ

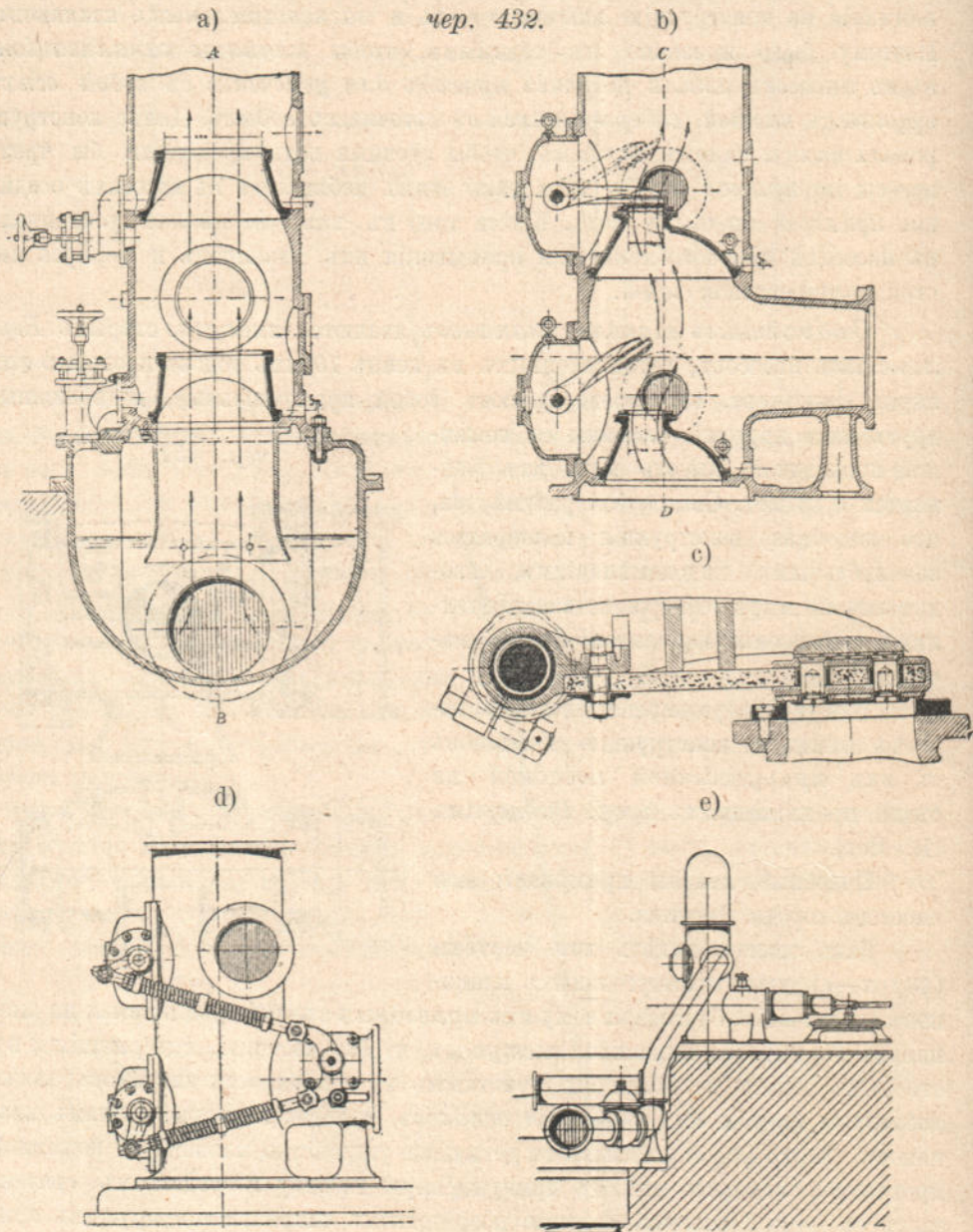
чер. 431.



увеличенія числа оборотовъ, которое въ насосахъ г. Лигница доходитъ до 65, что въ свою очередь естественно ведетъ къ сокращенію размѣровъ насосовъ. Это видно изъ черт. 431 е.

Изъ многочисленныхъ конструкцій поршневыхъ насосовъ отдаютъ предпочтеніе *плунжернымъ*, такъ какъ при перекачкѣ сточныхъ водъ могло бы имѣть мѣсто быстрое истираніе внутреннихъ набивокъ поршней частицами.

чер. 432.



содержащимися въ сточныхъ водахъ. За послѣдніе годы тѣмъ же профессоромъ Ридлеромъ выдвинуты конструкціи плунжерныхъ *быстроходныхъ*

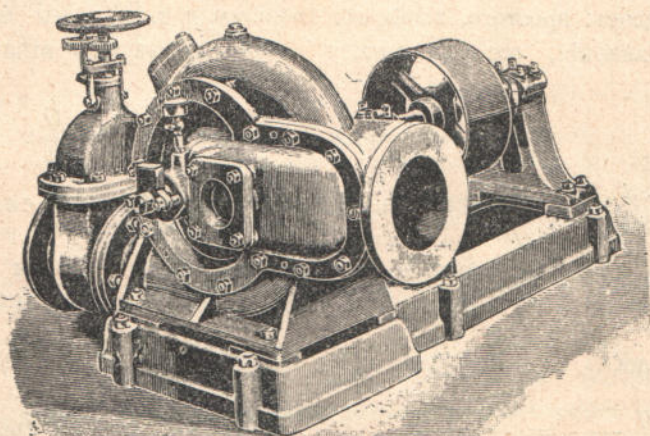
насосовъ (экспрессъ-насосовъ), со средней скоростью поршня до 1,5—1,75 мет., которые для возможности дѣлать 175—200 оборотовъ плунжера въ минуту должны приводиться въ дѣйствіе соответственными двигателями (электрическими).

Тѣмъ не менѣ слѣдуетъ признать, что центробѣжные насосы въ сравненіи съ поршневыми имѣютъ серьезныя преимущества. Не говоря уже объ отсутствіи клапановъ, весьма важномъ для перекачки канализаціонныхъ водъ, они требуютъ для себя меньше мѣста въ особенности при примѣненіи калорическихъ и электрическихъ двигателей.

Одна изъ конструкцій *центробѣжныхъ насосовъ* Берлинской фирмы *Brodnitz u Seydel* показана на чертежѣ 433.

Нужно замѣтить, что въ этомъ типѣ напорная труба расположена ниже насоса; это сдѣлано для скорѣйшаго пронесенія примѣсей, проскочившихъ въ насосъ послѣ прохожденія сточныхъ водъ черезъ песколовки.

чер. 433.



Центробѣжные насосы этой фабрики для нагнетанія 5000 лит. въ минуту должны имѣть слѣдующія числа оборотовъ въ минуту: при высотѣ до 2,5 мет.—495—до 4 мет.—590—до 7 мет.—675 и до 10 мет.—750; при этомъ диаметры всасывающей и нагнетательной трубы дѣлаются въ 250 мм. Наибольшая высота нагнетанія для насосовъ этого типа 15 мет. Для большихъ количествъ воды и для нагнетанія на высоту до 50 метровъ той же фирмой строятся *центробѣжные насосы двойного дѣйствія (высокаго давленія)*.

Это обстоятельство, важное и для крупныхъ насосныхъ станцій, имѣетъ огромное значеніе для мелкихъ районныхъ станцій, разбросанныхъ по всей территоріи города, гдѣ вопросъ о мѣстѣ для насосной станціи имѣетъ большую остроту.

По установленіи мощности насоса и двигателя и выборѣ типа насоса необходимо установить основные размѣры насоса для возможности выдачи заказа спеціальнымъ заводамъ.

Количество жидкости, подаваемой поршневымъ насосомъ, зависитъ:

- 1) отъ времени, въ теченіе котораго работаетъ насосъ;
- 2) отъ способа дѣйствія (одиночного, двойного, тройного);
- 3) отъ размѣровъ насоснаго цилиндра (діаметра и хода поршня);
- 4) отъ средней скорости хода насоса;
- 5) отъ величины наполненія насоснаго цилиндра.

Обозначая чрезъ Q — количество воды въ метрахъ, которое должно быть поднято насосомъ въ минуту, q — количество воды въ литрахъ, поднимаемое каждымъ изъ поршней въ минуту, F — рабочую площадь насоснаго поршня въ кв. мет., s — ходъ поршня въ мет., n — число оборотовъ вала въ минуту, c — скорость поршня въ мет. въ секунду, e — коэффициентъ наполненія насоснаго цилиндра и K — число, показывающее, какого именно дѣйствія насосъ: простого, двойного, тройного и т. д.,— мы получимъ слѣдующія уравненія, которыя между собой связываютъ вышеприведенныя величины:

$$Q = Kq \dots (180); \quad q = \frac{Q}{K} \dots (181);$$

$$c = \frac{sn}{30} \dots (182); \quad q = 1000 F s n e = 30000 F c e \dots (183).$$

K для насосовъ простого дѣйствія равняется 1,—для двойного—2, для тройного—3 и т. д. Намъ при расчетѣ всегда извѣстны Q и K , вслѣдствіе чего легко по выраженію (180) опредѣляется q ; отсюда $F = \frac{\pi D^2}{4}$;

$$F = \frac{q}{1000 s n e} = \frac{q}{30000 c e} \dots (184), \text{ гдѣ } D \text{— внутренний діаметръ}$$

поршня насоснаго цилиндра.

Слѣдовательно для опредѣленія D изъ уравненія (184) намъ необходимо знать s , n и e или c и e . На практикѣ берутъ для e отъ 0,85 до 0,95; что же касается величинъ s , n и c , то ими задаются въ зависимости отъ того типа насоса, который выбираютъ для насосной станціи; эти данныя имѣются обыкновенно въ заводскихъ прейсъ-курантахъ. Для сокращенія подсчетовъ при употребленіи формулъ (180)—(184) можно пользоваться таблицами, приведенными въ курсѣ проф. Худекова „Построеніе насосовъ“.

Для заказа *центробѣжныхъ* насосовъ собственно достаточно знать мощность насоса N_i , количество подаваемой насосомъ воды въ секунду въ метрахъ Q , статическую высоту подъема H , высоту всасыванія и длины напорной и всасывающей линіи. Но, такъ какъ одно и то же количество воды можетъ быть подано центробѣжными насосами съ лопатками различныхъ конструкцій, дѣлающими различное число оборотовъ въ минуту, то намъ представляется полезнымъ привести здѣсь нѣкоторыя выраженія, устанавли-

вающія связь между основными элементами, по которымъ конструируются центробѣжные насосы.

Скорость на наружной окружности работающаго колеса центробѣжнаго насоса

$$u_2 = \sqrt{1 + \operatorname{tg} \alpha_2 \operatorname{ctg} \beta_2} \sqrt{\frac{g}{\eta_h}} \sqrt{H} \dots \dots \dots (185)$$

абсолютная скорость при выходѣ воды изъ колеса—

$$c_2 = \sqrt{\frac{\operatorname{sn} \beta_2}{\operatorname{sn} (\alpha_2 + \beta) \operatorname{cs} \alpha_2}} \sqrt{\frac{g}{\eta_h}} \sqrt{H} \dots \dots \dots (186);$$

въ этихъ выраженіяхъ $g = 9,81$, H —статическая высота подъема, η_h —гидравлическій коэффициентъ полезнаго дѣйствія колеса, α_2 —уголъ, составляемый векторомъ абсолютной скорости c_2 съ векторомъ скорости u_2 и β_2 —уголъ, составляемый векторомъ относительной скорости w_2 при выходѣ изъ колеса съ u_2 ; далѣе

$$\eta_h = \frac{H}{(1 + \zeta) H + \frac{c_d^2}{2g}} \dots \dots \dots (187), \text{ при}$$

чемъ ζ оцѣниваетъ собой всѣ вредныя сопротивленія, которые испытываетъ жидкость при проходѣ чрезъ всасывающую трубу, при входѣ на колесо, при проходѣ чрезъ колесо, при переходѣ въ пространство между кожухомъ насоса и колесомъ, при проходѣ чрезъ него и при протеканіи по напорной трубѣ; а $\frac{c_d^2}{2g}$ представляетъ собой высоту скорости, съ которой вода поступаетъ въ напорную трубу,

Такимъ образомъ величины u_2 и c_2 зависятъ отъ величины угловъ α_2 и β_2 т. е. отъ конструкціи лопатокъ центробѣжнаго насоса.

При $\alpha_2 < 90$, $\operatorname{tga} > 0$; если же при этомъ $\beta_2 = 90^0$, т. е. концы лопатокъ будутъ имѣть радіальное направленіе, то $u_2 = \sqrt{\frac{g}{\eta_h}} \sqrt{H} \dots (188)$

При $\beta_2 < 90^0$ (лопатки, отогнутыя назадъ) $u_2 > \sqrt{\frac{g}{\eta_h}} \sqrt{H} \dots (189)$

и при $\beta_2 > 90^0$ (лопатки, изогнутыя напередъ) $u_2 < \sqrt{\frac{g}{\eta_h}} \sqrt{H} \dots (190)$

т. е. u_2 будетъ больше, чѣмъ сильнѣе лопатки будутъ изогнуты назадъ.

Относительная скорость при выходѣ изъ колеса w_2 опредѣлится изъ возраженія

$$w_2^2 = c_2^2 + u_2^2 - 2 u_2 c_2 \operatorname{cs} \alpha_2 \dots \dots \dots (191)$$

Необходимыя для вычисленія u_2 , c_2 и w_2 величины угловъ намъ должны быть извѣстны, если мы остановимся на типахъ насосовъ какого-нибудь завода.

Число оборотовъ въ минуту n опредѣляется изъ выраженія:

$$n = \frac{30 u_2}{\pi r_2} \dots \dots \dots (192), \text{ гдѣ}$$

r_2 — наружный радіусъ колеса насоса.

$$\text{Отсюда } r_2 = \frac{30 u_2}{\pi n} \dots \dots \dots (192')$$

Количество воды ¹⁾, поднимаемое насосомъ, Q опредѣлится изъ выраженія:

$$Q = \left(2 \pi r_1 - \frac{z_1 \sigma}{s n \beta_1} \right) b_1 c_1 \dots \dots \dots (193)$$

гдѣ r_1 — внутренней радіусъ колеса насоса, z_1 — число лопатокъ на внутренней окружности колеса, σ — толщина стѣнокъ лопатокъ, b_1 — внутренняя ширина колеса и c_1 — абсолютная скорость при входѣ въ колесо.

Также количество воды Q можетъ быть опредѣлено изъ выраженія

$$Q = \left(2 \pi r_2 - \frac{z_2 \sigma}{s n \beta_2} \right) b_2 c_2 s n a_2 \dots \dots \dots (194)$$

гдѣ z_2 — число зубцовъ на наружной окружности колеса, b_2 — наружный радіусъ колеса и b_2 — наружная ширина колеса.

При пренебреженіи вліяніемъ стѣсненія прохода жидкости выраженія (193) и (194) превратятся въ:

$$Q = 2 \pi r_1 b_1 c_1 \dots \dots (193') \text{ и } Q = 2 \pi r_2 b_2 c_2 S_n a_2 \dots \dots (194')$$

Этими формулами можно пользоваться для опредѣленія r_1 и r_2 . На практикѣ r_2 дѣлають равнымъ 2—3,5 r_1 , выбирая для r_2 большее значеніе при увеличеніи высоты нагнетанія; для c_1 берутъ 3—3,5 мет., а для $2r$ принимаютъ 1,1—1,3 діаметра всасывающей трубы.

При опредѣленіи действительнаго количества воды, поднимаемой насосами, Q необходимо имѣть въ виду, что не все количество, притекшее въ насосъ, перемѣстится въ напорную трубу т. е. $Q_e = \mu Q \dots \dots (195)$, гдѣ μ — коэффициентъ наполненія насоса = 0,9 — 0,95.

Для скоростей во всасывающей и напорной трубахъ берутъ отъ 1 до 2,5 мет. въ секунду, при чемъ большія значенія соотвѣтствуютъ большому числу оборотовъ.

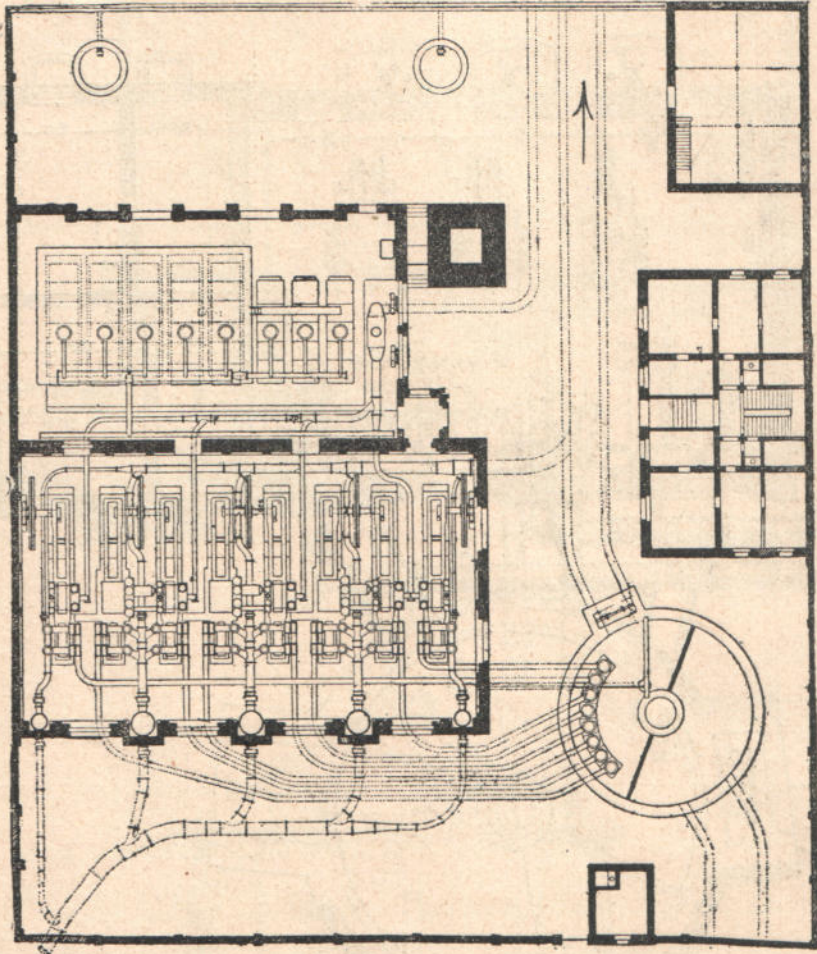
§ 8. Описание насосныхъ станцій. Примѣръ насосныхъ станцій съ паровыми машинами и поршневыми насосами представляютъ собой секторіальныя станціи Берлина ²⁾, одна изъ которыхъ (V) изображена на чер. 433. Насосная станція состоитъ изъ котловой и машинной. Въ машинномъ отдѣленіи установлено 5 паровыхъ машинъ, изъ которыхъ три среднія

¹⁾ Подробнѣе см. расчетъ центробѣжныхъ насосовъ см. Hartmann und Knocke. die Pmpen.

²⁾ Imbeaux, L'assainissements des villes, томъ II.

едвоены; каждая из крайних машин имѣетъ мощность въ 75 лошадиныхъ силъ, а центральныя по 150 *HP*. Ночью работаетъ только одна машина въ 75 *HP*; по мѣрѣ усиленія притока другіе насосы вступаютъ въ дѣйствіе. Въ котловой установлено 8 котловъ: пять съ кипятыльниками и три трубчатые. Къ каждому насосу (всего 7) ведется отдѣльная всасываю-

чер. 434.

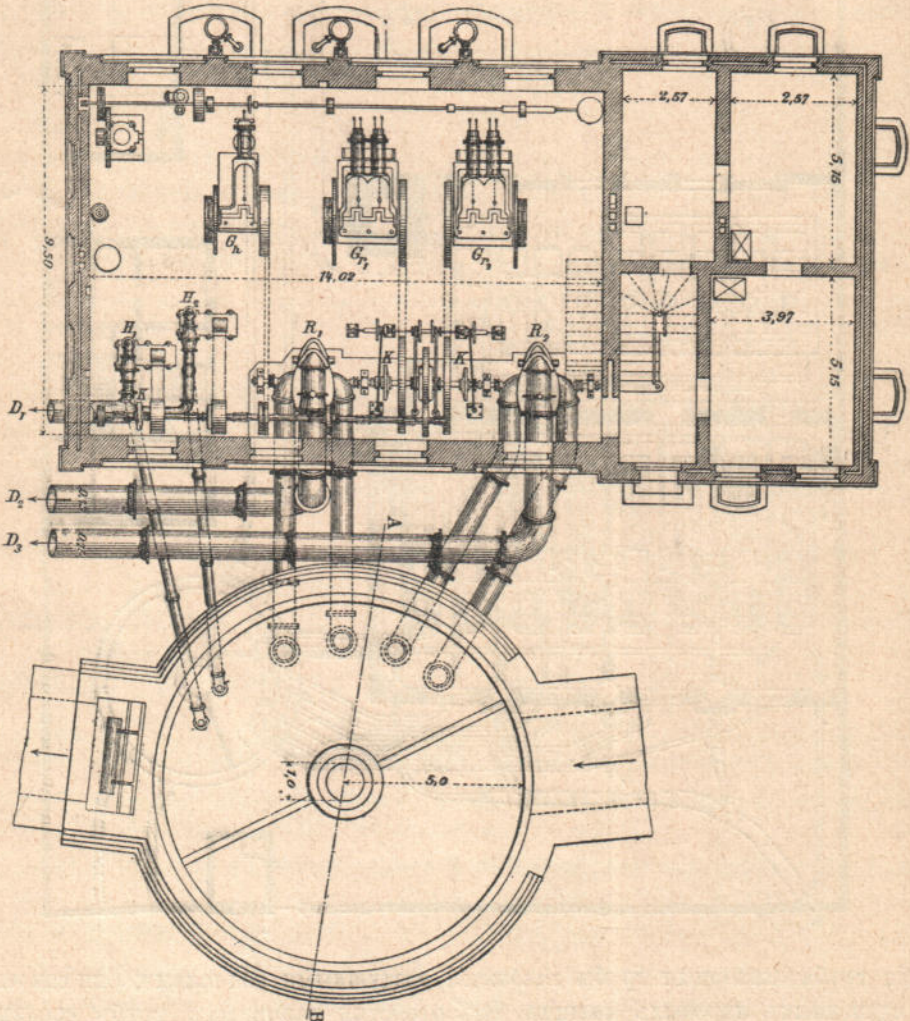


щая труба; напорныя трубы снабжены воздушными колпаками; они сдвоены у сдвоенныхъ паровыхъ машинъ. Всѣ отростки напорныхъ трубъ соединяются въ одну общую напорную трубу, ведущую на поля орошенія. Опорожненіе напорной трубы производится посредствомъ системы спускныхъ трубъ, связанныхъ въ свою очередь съ главной спускной трубой, изливающейся въ ливнеспускъ, который выходитъ непосредственно изъ песколовки; на территории станціи имѣется еще жилой домъ для рабочихъ, складъ, будка для сторожа и колодцы съ водой для питанія котловъ.

Примѣръ установки съ газовыми двигателями и центробѣжными насосами представляет собой станція въ г. Кенигсбергѣ (черт. 435),

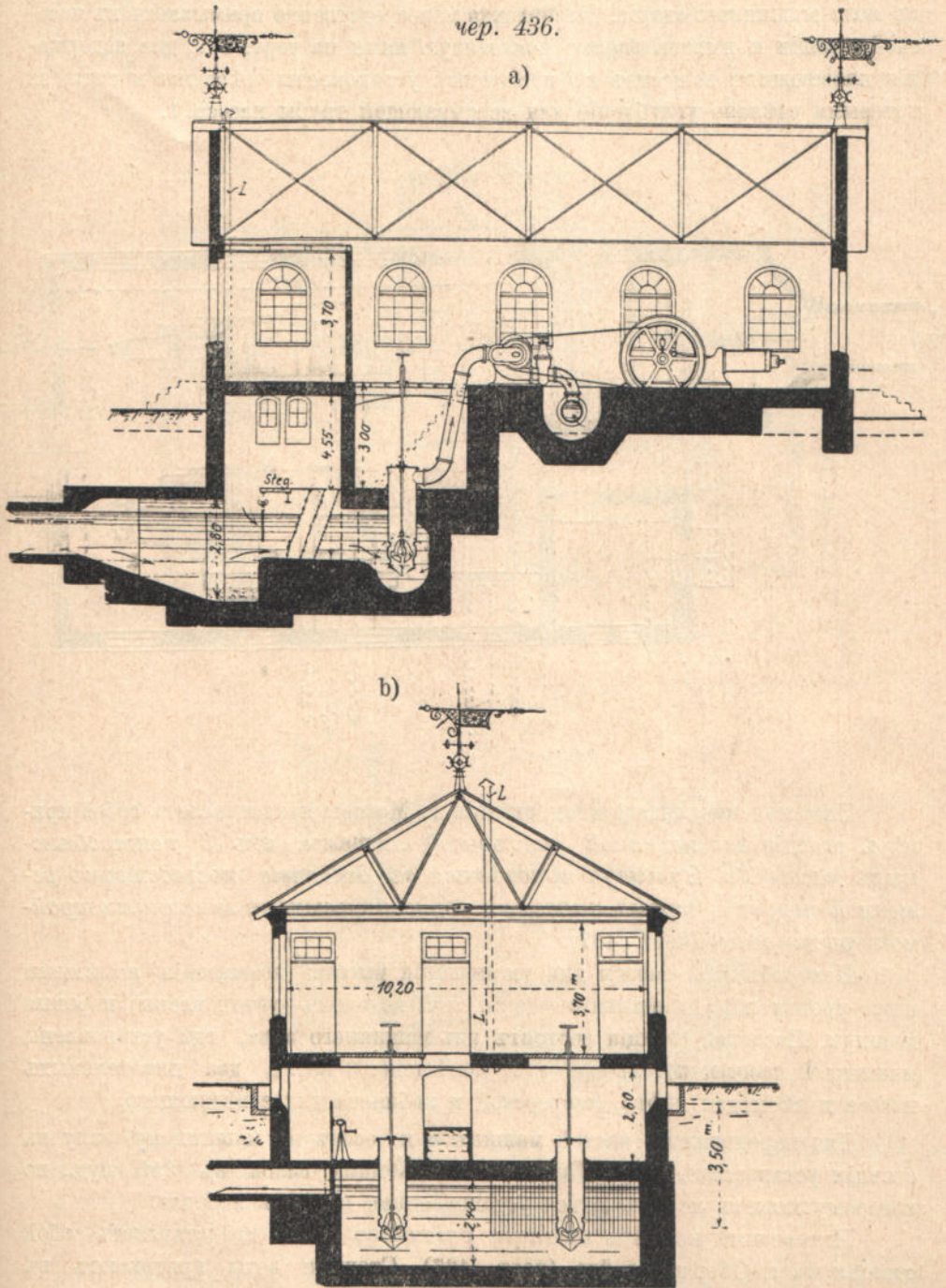
Газовый двигатель системы Отто G_h въ 12 [HP] приводитъ черезъ трансмиссію въ движеніе два насоса H_1 и H_2 для подъема домовыхъ водъ, поступающихъ въ трубу D_1 ; двигатели же G_{r1} и G_{r2} (мощностью по 30 HP) приводятъ въ движеніе два насоса для подъема дождевыхъ водъ R_1 и R_2 , ко-

чер. 435.



торые поднимаютъ эти воды въ ливнеспускъ черезъ трубы D_2 и D_3 . Для пусканія въ ходъ двигателей установлена 3-хъ сильная машина, которая также приводитъ въ движеніе воздушные насосы. При этомъ устройствѣ съ момента появленія газоваго пламени въ 3-хъ сильной машинѣ достаточно одной минуты для пусканія въ ходъ дождевыхъ насосовъ R_1 и R_2 . При станціи имѣется квартира для служащихъ.

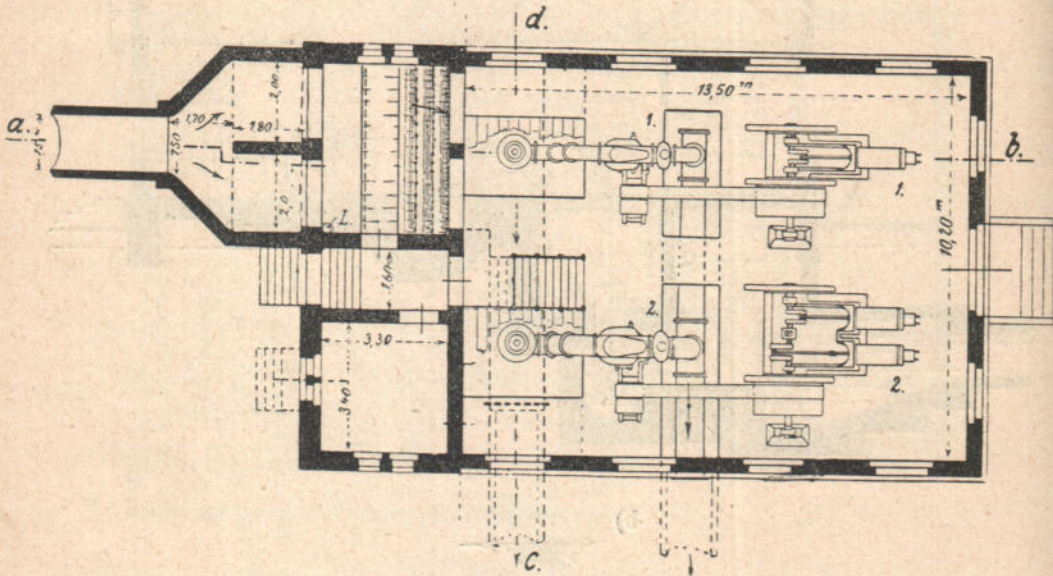
Примѣръ насосной станціи съ газовыми двигателями и центробѣжными насосами ¹⁾ показанъ на чертежѣ 436 (а—с).



¹⁾ Böhm, Leitende Grundsätze für Entwaessierung von Ortschaften.

Здѣсь установлены два насоса различной мощности, которые посредством ременной передачи приводятся газовыми двигателями соответственной мощности. Всасывающія трубы снабжены клапанами, управляемыми съ пола машинного зданія. Песколовка непосредственно примыкает къ насосной станціи и имѣетъ форму, показанную нами на черт. 427; для задержанія плавающихъ веществъ въ песколовкѣ установлены рѣшетки и сита, за которыми сдѣлано углубленіе для всасывающей трубы насоса 1.

чер. 436 с)



Насосная канализаціонная станція г. Москвы представляетъ собой примѣръ станціи для *неполной раздѣльной системы*, гдѣ 3 центробѣжныхъ насоса бр. Зульцеръ приводятся въ дѣйствіе посредствомъ ременной передачи тремя паровыми горизонтальными машинами тройного расширенія (черт. 437).

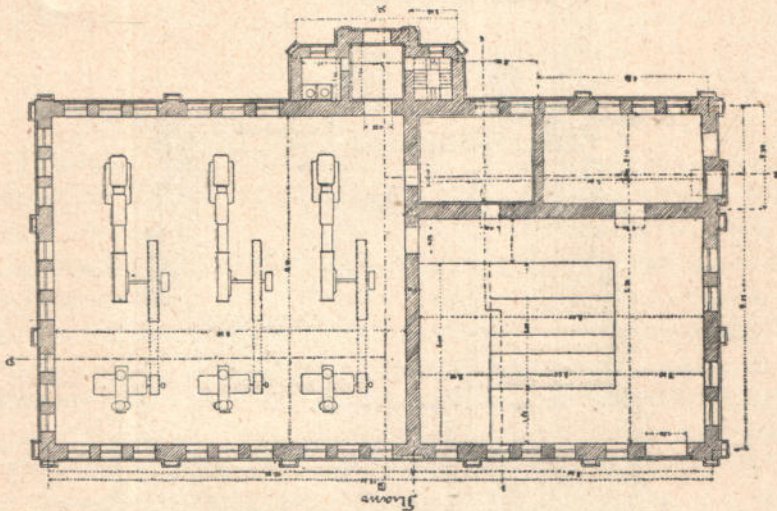
Центробѣжные насосы для уменьшенія высоты всасыванія помѣщены ниже уровня пола машинного зданія, на которомъ установлены паровыя машины. Насосная станція состоитъ изъ машинного зала, гдѣ установлены машины и насосы, котельной, гдѣ помѣщены 3 котла, два питательныхъ насоса и вѣсы для нефти, мастерской и кабинета для завѣдующаго.

Для передвиженія частей машинъ и насосовъ по машинному залу на станціи установленъ катучій кранъ съ подъемной силой въ 350 пуд., по которому можетъ перемѣщаться установленная на немъ лебедка.

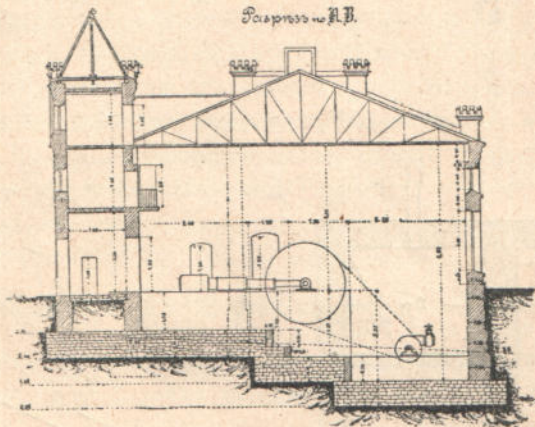
Интересный примѣръ *станціи районнаго типа* представляетъ собой станція въ г. Обершеневейде (черт. 437). Сточныя воды притекаютъ въ песколовку, въ которой установлена рѣшетка для задерживанія плавающихъ

веществъ; для подъема сточныхъ водъ установлены на днѣ сухой части колодца два центробѣжные насоса, приводимые чрезъ трансмисію электромоторомъ, установленнымъ на верху и получающимъ свой токъ изъ центральной электрической станціи. При пониженіи уровня воды въ песколовкѣ насосы перестаютъ работать автоматически; обратно при повышеніи они вступаютъ въ дѣйствіе. Это достигается посредствомъ поплавка, опущеннаго

чер. 437. а)



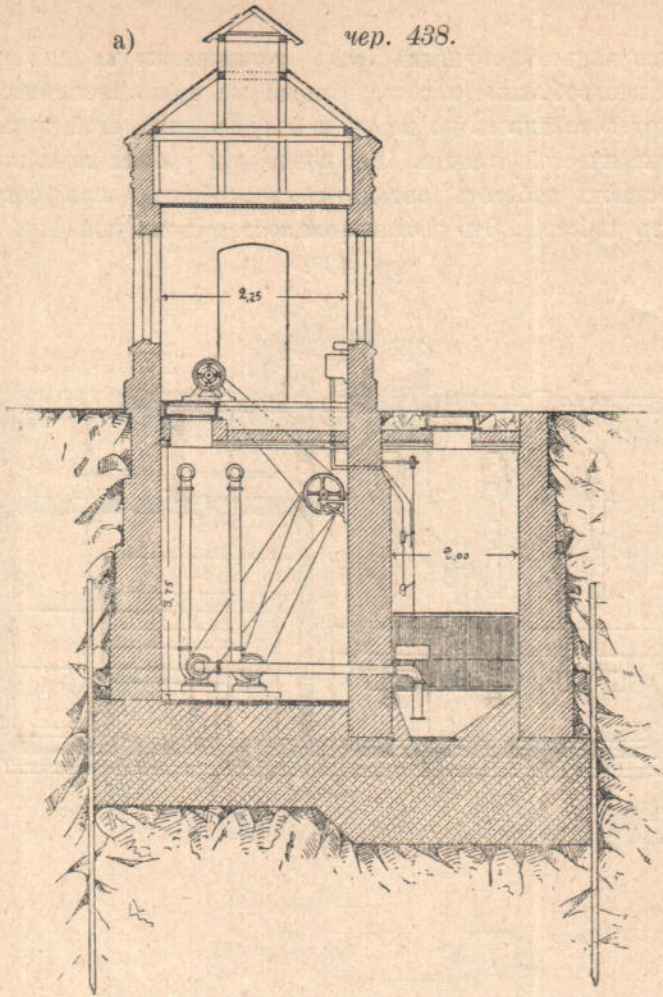
б)



въ песколовку и связаннаго съ приборомъ, чрезъ который доставляется токъ къ электромотору. На чертежѣ 439 показано генеральное расположеніе мѣстности у насосной станціи въ Обершеневейде ¹⁾.

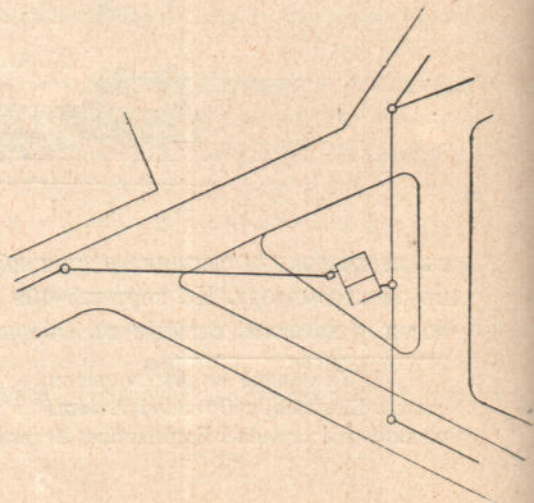
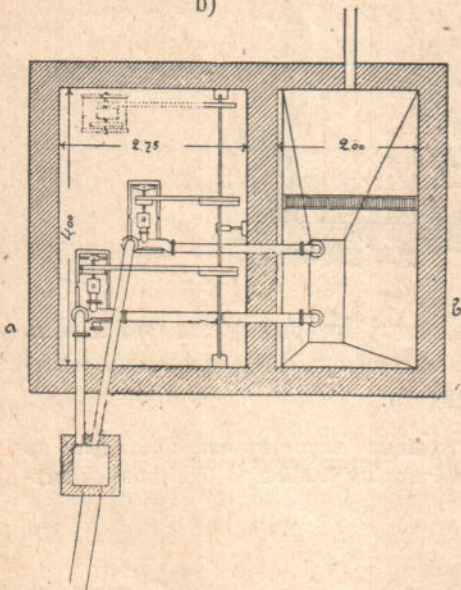
¹⁾ Установка съ механическимъ выключеніемъ насосовъ еще приведена въ статьѣ Electrically Operated Automatic Sewage Pumping Station at Waltham, помещенной въ журналъ Engineering Record 1908 г.

a) чер. 438.



b)

чер. 439.



Г Л А В А XXI.

§ 1. **Главные отводные коллектора.** Для удаленія сточныхъ водъ изъ города необходимо устраивать *отводные каналы*. Эти каналы или отводятъ сточныя воды *самотекомъ* и такимъ образомъ представляютъ собою естественное *продолженіе главныхъ коллекторовъ города* или же отводятъ ихъ подъ *напоромъ* или же частью отводятъ *самотекомъ*, частью подъ *напоромъ*. Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ называть первые *главными отводными коллекторами*, а вторые *главными напорными трубами*. *Главные отводные коллектора* устраиваются обыкновенно подземными, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ за предѣлами поселеній изъ экономическихъ соображеній дѣлаются и открытыми. Опредѣленіе сѣченій главныхъ отводныхъ коллекторовъ дѣлается по обычнымъ формуламъ для подбора диаметровъ (см. главу IX); ихъ сѣченія дѣлаются круглыми, опрокинутыми овоидальными, эллиптическими и лотковыми. Въ качествѣ матеріала для ихъ постройки употребляютъ кирпичъ, бетонъ, желѣзо и сталебетонъ. Типы отводныхъ коллекторовъ, проводимыхъ въ обыкновенныхъ условіяхъ, естественно должны мало отличаться отъ типовъ городскихъ коллекторовъ.

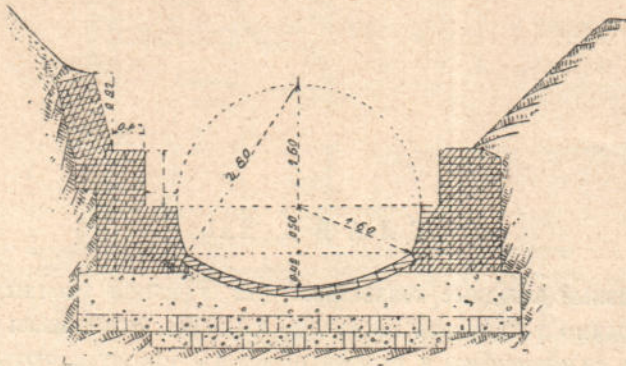
При постройкѣ же главныхъ отводныхъ коллекторовъ въ видѣ открытыхъ каналовъ имъ придають трапецидальное сѣченіе, нижняя часть котораго подвергается укрѣпленію. Подобный примѣръ устройства открытаго коллектора представляетъ собою отводной коллекторъ *Vigentino* въ г. Миланѣ, гдѣ сѣченіе ближайшей къ городу части главнаго отводнаго коллектора обдѣлано такимъ образомъ, что превращеніе его въ закрытый каналъ по мѣрѣ расширенія города можетъ быть сдѣлано безъ всякой ломки, какъ это можно видѣть изъ чертежа 439. Въ загородной части этого же Миланскаго коллектора допущена простая досчатая обдѣлка (черт. 440).

Черт. 441 представляетъ собою сѣченіе другого Миланскаго коллектора *Nosedo*, гдѣ нижняя часть обдѣлана каменной кладкой на бетонѣ.

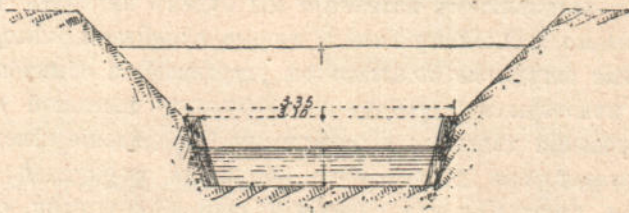
Главные отводные коллектора могутъ проводиться въ *насыпи*, если это требуется для приданія имъ необходимаго уклона, и если при этомъ *шелыги ихъ сводовъ выступаютъ на поверхность земли*; въ нѣкоторыхъ случаяхъ представляется выгоднымъ поднять коллектора въ видахъ

сокращения стоимости земляных работ съ водоотливомъ, какъ это можетъ имѣть мѣсто при невысокомъ стояніи грунтовыхъ водъ. Примѣръ такого

чер. 440.



чер. 441.



чер. 442.



чер. 443 а)



b)



устройства даетъ главный загородный каналъ Московской канализаціи, частью проведенный въ насыпи (черт. 443 а—b).

Но при проведеніи отводныхъ коллекторовъ въ насыпяхъ не слѣдуетъ забывать объ *отчужденіи соответственной площади земли для заложения резервовъ*. Также при пересѣченіи овраговъ приходится въ зависимости отъ ихъ величины и мѣстныхъ условій или переводить ихъ *дюкерами* или же по специально построеннымъ *мостамъ*, которые могутъ быть приспособлены и для проѣзда.

Отводныя напорныя трубы могутъ устраиваться изъ чугуна, желѣза, желѣзо и стале-бетона. Простѣйшимъ и наиболѣе распространеннымъ матеріаломъ является *чугунъ*, пригодный для трубъ не свыше 1,20 мет.; въ этомъ случаѣ *примѣненіе чугуна* не представляется *опаснымъ*, какъ въ предѣлахъ городскихъ территорій, такъ какъ за городомъ обыкновенно не имѣется трамваевъ; кромѣ того здѣсь сѣченіе трубъ постоянно заполнено, т. е. *чугунныя трубы въ этомъ случаѣ не подвергаются разъядающему дѣйствию канальнаго воздуха*.

Чугунныя трубы для главныхъ напорныхъ коллекторовъ примѣнены во многихъ городахъ (Берлинъ, Шарлотенбургъ, Москвѣ). Но если предѣльный размѣръ чугунныхъ трубъ 1,20 мет. является недостаточнымъ, то приходится проводить воды по двумъ или нѣсколькимъ трубамъ. Эта же задача съ успѣхомъ могла бы быть разрѣшена примѣненіемъ желѣзо и стале-бетонныхъ трубъ, стоимость которыхъ вообще ниже чугунныхъ, и размѣры которыхъ могутъ быть сдѣланы по нашему желанію.

Примѣръ широкаго примѣненія *желѣзо-бетона* и *стале-бетона* представляетъ собой главный отводной коллекторъ г. Парижа, имѣющій протяженіе въ 28 километровъ и отводящій сточныя воды отъ насосной станціи Клиши на поля орошенія; часть Парижскаго отводнаго коллектора устроена сплавной, часть же напорной, какъ это можно видѣть изъ продольнаго профиля (черт. 444); планъ этого коллектора показываетъ (черт. 445) что ему приходится на пути своемъ пересѣкать и рѣки и овраги, что вызвало необходимость въ постройкѣ ряда искусственныхъ сооружений (сифоновъ и мостовъ).

Самотечные участки этого коллектора сдѣланы изъ бетонныхъ и желѣзо-бетонныхъ трубъ (446 и 448).

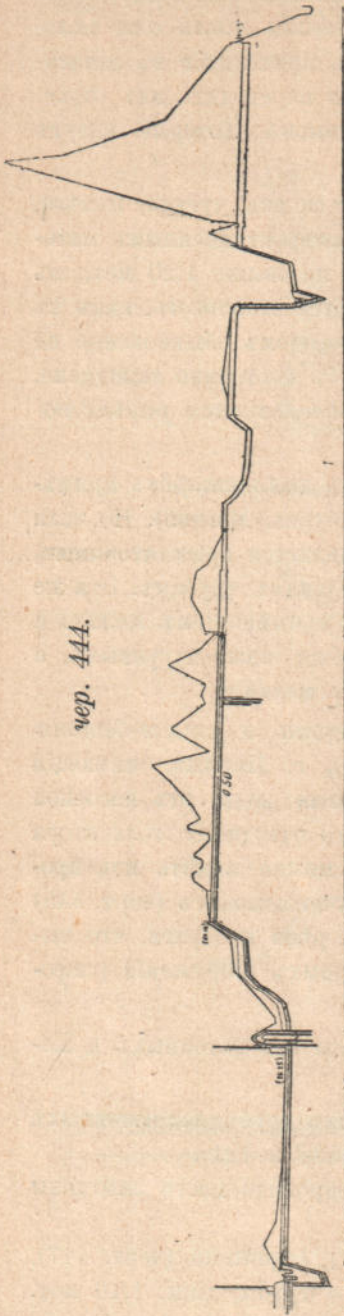
Напорная же часть состояла изъ сталебетонныхъ трубъ, заключенныхъ въ желѣзобетонную галерею d'Argenteuil (черт. 448d и 121).

Въ напорныхъ трубахъ для достиженія водонепроницаемости заложены стальные листы (см. главу X).

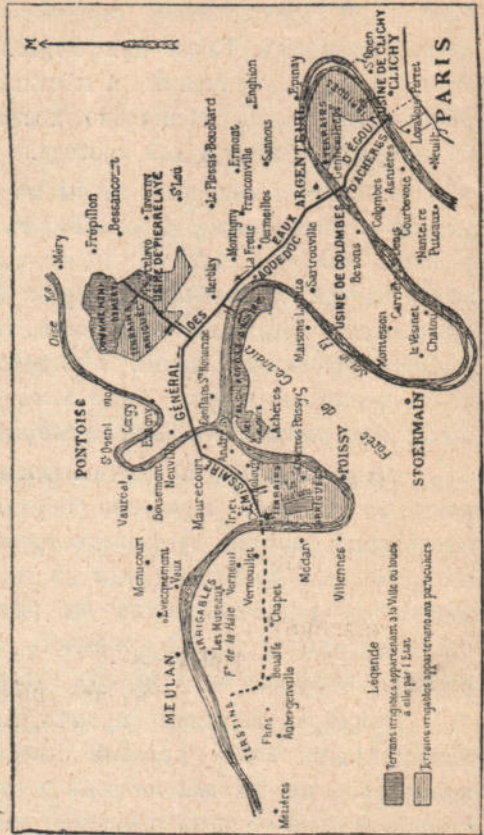
Въ напорной же части трубы имѣется мостъ d'Argenteuil (черт. 447), подъ проѣзжей частью котораго помѣщены четыре трубы, діам. 1,10 мет. (черт. 448-с.).

На черт. 448 а—g показаны различные типы сѣченій Парижскаго отводнаго коллектора: черт. 448 а—b и е—f представляютъ собой типы сѣченій на самотечномъ участкѣ, черт. 448 с—мостъ d'Argenteuil, черт. 448 b—галерею d'Argenteuil, черт. 448 g—мостъ-акведукъ de la Frette.

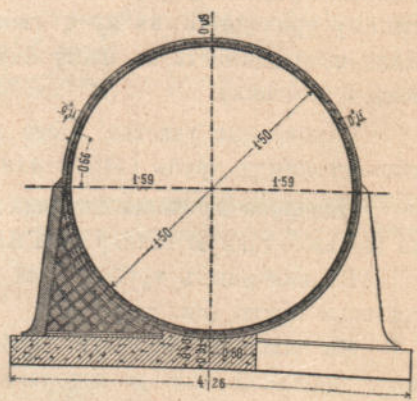
чep. 444.



чep. 445.



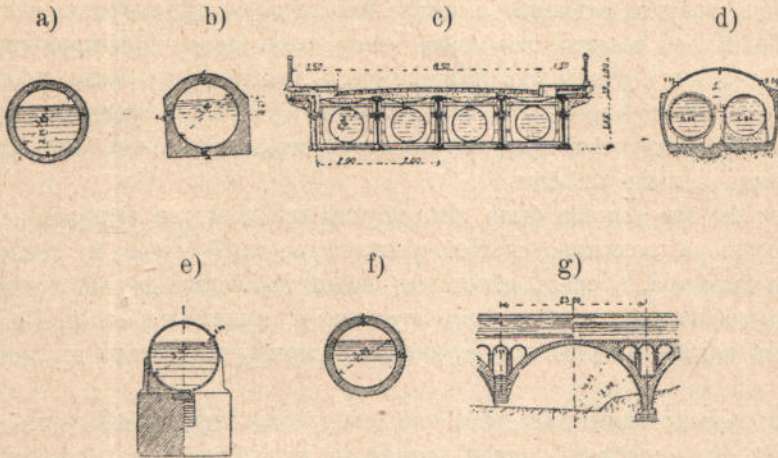
чep. 446.



чep. 447.



чер. 448.



§ 2. **Начертаніе главных отводных коллекторовъ.** Начертаніе главных отводных коллекторовъ и напорных ливій должно быть намѣчено послѣ тщательныхъ изысканій; послѣ этого должно быть сдѣлано сравненіе вариантовъ съ цѣлью найти такое направленіе, которое потребуетъ *наименьшихъ строительныхъ и эксплуатационныхъ расходовъ при соблюденіи всѣхъ техническихъ требованій*. На практикѣ очень часто стремятся исключительно къ достиженію *кратчайшаго направленія*, но это далеко не всегда можетъ быть выгоднымъ, если по прямой линіи встрѣчаются рѣки, овраги, болота, участки съ дорогой культурой, поселенія. Задача по проведенію главных отводных коллекторовъ технически не очень сложна и заключается въ использованіи того паденія, которое имѣется въ данной мѣстности. Если величина паденія, т. е. разность отмѣтокъ поверхности воды въ началѣ отводного коллектора и въ концѣ его предъ выходомъ на очистныя сооруженія обозначимъ чрезъ H , напоръ необходимый для движенія жидкости въ очистныхъ сооруженіяхъ чрезъ h , то паденіе, которое мы можемъ израсходовать на передвиженіе жидкости по отводному коллектору будетъ равняться $H-h$. Тогда скорость движенія воды въ главномъ отводномъ коллекторѣ въ случаѣ сохраненія на всемъ его протяженіи однообразнаго уклона опредѣлится по формулѣ Ganguillet и Kutter $v = \frac{100 R}{0,35 + \sqrt{R}} \sqrt{I}$, гдѣ $I = \frac{H-h}{l}$ и l длина трубы.

Практически *для скорости* стремятся брать предѣлы отъ 0,6 мет. до 1 метра при стокахъ въ сухую погоду и до 2—3 метровъ во время дождя. Зная расходъ Q и v , легко опредѣляютъ площадь сѣченія главнаго коллектора изъ выраженія $\omega = \frac{Q}{v}$; по площади же сообразно выбранному типу устанавливаются внутренніе размѣры сѣченія. Если же мы имѣемъ участки

коллектора съ разнымъ паденіемъ, то мы можемъ использовать эти паденія въ каждомъ участкѣ отдѣльно, вычитая изъ нихъ послѣдовательно величины h и подбирая для каждаго изъ нихъ свою площадь ω . При провѣркѣ скорости въ главныхъ отводныхъ коллекторахъ необходимо также провѣрять ее при томъ расходѣ сточныхъ водъ, который будетъ въ сухую погоду *при началѣ дѣйствія канализаціи*; величина этой начальной скорости не должна быть меньше 0,6 мет.

Если бы это условіе было бы трудно выполнить вслѣдствіе недостаточности напора, возможно сначала уложить главный отводной коллекторъ меньшаго діаметра, а чрезъ нѣкоторое время добавить другой коллекторъ однако съ соблюденіемъ указаннаго правила о минимальномъ v . Но, разумѣется, къ подобному рѣшенію приходится прибѣгать только въ крайнемъ случаѣ.

При трассированіи главныхъ отводныхъ коллекторовъ слѣдуетъ дѣлать *изысканія для выясненія рода грунтовъ и горизонтовъ грунтовыхъ водъ*, такъ какъ земляныя работы при устройствѣ самотечныхъ коллекторовъ могутъ обойтись довольно дорого. Если на пути главныхъ коллекторовъ и въ будущемъ не могутъ быть присоединены канализаціонныя сѣти пригородовъ или какихъ-либо селеній, то можно уменьшить его заложеніе до величины, обезпечивающей его отъ замерзанія. Работа по устройству главныхъ отводныхъ коллекторовъ должна вестись непременно съ низового конца, чтобы дать естественный стокъ грунтовымъ водамъ.

На главныхъ отводныхъ коллекторахъ чрезъ извѣстное разстояніе должны быть установлены *смотровые колодцы*, типъ которыхъ выбирается сообразно съ типомъ коллектора (см. главу XII). Въ пониженныхъ точкахъ коллекторовъ слѣдуетъ устанавливать колодцы со *спускными трубами*.

При изысканіяхъ для напорныхъ линій также необходимо стремиться по возможности къ кратчайшему направленію, уменьшенію количества землянныхъ работъ и сокращенію числа искусственныхъ сооружений. Но подборъ діаметра подобныхъ трубъ мы можемъ дѣлать двумя путями: чисто *гидравлическимъ* и *гидравлико-экономическимъ*. Первый способъ заключается въ опредѣленіи того напора, который должны развивать машины у насосной станціи, и который равняется суммѣ двухъ величинъ: статическому напору h_1 , представляющему собой разность отмѣтокъ наинишаго уровня воды въ пескололкѣ насосной станціи и уровня воды, на которомъ сточныя воды поступаютъ на очистныя сооружения, и напору h_2 , затрачиваемому на преодоленіе сопротивленій при движеніи жидкости въ трубахъ, въ поворотахъ, закругленіяхъ и пр.

$$\text{Такимъ образомъ } H = h_1 + h_2; \quad h_2 = \frac{1,15 v^2 l}{c^2 R} \dots \dots \dots (196)$$

$$\text{гдѣ } c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}} \text{ и } R = \frac{d}{4}. \quad \text{Далѣе, } v = \frac{4 Q}{\pi d^2} \dots \dots \dots (197);$$

подставляя это выраженіе въ формулу (196), мы опредѣлимъ d , а по нему легко вычислимъ v .

Для v берутъ величины отъ 0,6 до 1 мет., и оно должно быть не менѣ этихъ предѣловъ для *перваго года канализаціи*.

Но подобный расчетъ подбора діаметра напорной линіи, тѣсно связанный съ опредѣленіемъ мощности насосныхъ станцій, не можетъ дать вполне выгоднаго рѣшенія съ экономической точки зрѣнія.

Мы уже въ предыдущей главѣ упоминали, что *между стоимостью напорной трубы, стоимостью насосовъ и эксплуатаціонными расходами имѣется обратное соотношеніе, которое даетъ намъ право утверждать, что для всякаго конкретнаго случая мы можемъ подобрать такое рѣшеніе, при которомъ расходы по постройкѣ и эксплуатаціи будутъ наименьшими*. Эта зависимость подмѣчена была давно еще въ 50-хъ годахъ прошлаго столѣтія и послужила основаніемъ для вывода формулы для опредѣленія наивыгоднѣйшаго діаметра напорной линіи.

Въ общемъ видѣ формула для наивыгоднѣйшаго діаметра имѣетъ видъ d_f (діаметръ напорной линіи) = $A\sqrt{q}$, гдѣ q — средний секундный расходъ, а A — численный коэффициентъ, зависящій отъ экономическихъ коэффициентовъ стоимости и эксплуатаціи напорной трубы и насосовъ.

Одно изъ простыхъ выраженій для коэффициента A было дано *Смрекеромъ*¹⁾ (*Smreker*).

$$A = \sqrt{\frac{k_p + \frac{3650}{3} sk_e}{k_f}} \dots \dots \dots (198),$$

гдѣ k_p и k_e — коэффициенты строительности и эксплуатаціонной стоимости водоподъемныхъ устройствъ, отнесенныхъ къ 1 *HP*, k_f — стоимость погон. метра трубы, s — число часовъ качанія.

Нами же для пользованія предлагается другое выраженіе для A , устанавливающее его зависимость не только отъ указанныхъ *экономическихъ коэффициентовъ и числа насосовъ качанія, но и отъ переменнаго расчетнаго расхода, времени дѣйствія канализаціи безъ расширенія, срока погашенія городскихъ займовъ и величины процентовъ его погашенія* и пр. Эти формулы¹⁾ собственно выведены нами для опредѣленія наивыгоднѣйшаго діаметра *водопроводныхъ* трубъ, но они вполне примѣнимы для опредѣленія наивыгоднѣйшаго діаметра напорныхъ трубъ неполной *раздѣльной канализаціи*. Первая формула выведена для случая равномернаго нагнетанія насосовъ

$$d_f = \sqrt[6]{\frac{(B_2 k_p + B_3 k_m + B_4 k_e) 5,5 \Delta \lambda}{B_1 k_f}} \sqrt{q_0} \dots \dots (199);$$

гдѣ d_f — діаметръ напорной линіи, $B_2 = P + \beta_2$, при чемъ P представляетъ

1) *Smreker*, Die Bestimmung der finanziell günstigsten Geschwindigkeit des Wassers in Druckrohren bei künstlicher hebung, Zeit. der Ver. deut. Ing., 1889,

1) Подробнѣе см. В. Ф. Ивановъ. Изслѣдованіе вліянія экомическихъ условий на начертаніе водопроводной и оросительной сѣти.

величину годового взноса съ капитала, равнаго 1 рублю въ теченіе времени t (время дѣйствія водопровода безъ расширенія), а β_2 —величина процентовъ съ первоначальной стоимости насосовъ и двигателей, которая ежегодно должна списываться съ ихъ стоимости вълѣдствіе постепеннаго изнашиванія насосовъ и двигателей; $B_3 = P + \beta_1$, при чемъ β_1 обозначаетъ собой величину процентовъ съ первоначальной стоимости напорной линіи, искусственныхъ сооружений и насоснаго зданія, опредѣляющихъ собой расходы по ихъ текущему ремонту и на уменьшеніе ихъ первоначальной стоимости; $B_4 = \frac{a^{3t} - 1}{(a^3 - 1)t}$, при чемъ $a = 1 + 0,01m$, гдѣ m процентный приростъ народонаселенія; $B_1 = P + \beta_1$; Δ вѣсъ куб. ед. воды, λ коэффициентъ тренія и $q = \frac{rM_0}{3600 s}$, при чемъ rM_0 —средній за годъ расходъ въ сутки и s —число часовъ нагнетанія; коэффициенты k_f и k_e имѣютъ тѣ же значенія, что и въ формулѣ Smreker'a, k_p —коэффициентъ стоимости насосовъ и двигателей, отнесенной къ 1HP, а k_m —коэф. стоимости насосной станціи отнесенный также къ 1 HP.

Такимъ образомъ изъ формулы (199) мы видимъ, что *наивыгоднѣйшій діаметръ напорной линіи не зависитъ отъ ея длины*, а отъ коэффициентовъ стоимости k_f , k_p , k_m и k_e , отъ времени t , отъ прироста народонаселенія m , отъ процентовъ и времени погашенія городского займа, числа часовъ нагнетанія и средняго за годъ секунднаго расхода въ первый годъ эксплуатаціи канализаціи; наивыгоднѣйшая скорость напорной линіи будетъ $v_f = \frac{4q_0}{\pi d_f^2} = \frac{1,27}{A^2} = A_1$ т. е. *наивыгоднѣйшая скорость напорной линіи зависитъ отъ тѣхъ же величинъ, что и d_f , но совершенно не зависитъ отъ q_0* . Величина экономической скорости колеблется между 0,8 и 1 мет.

Такимъ образомъ для опредѣленія наивыгоднѣйшихъ діаметровъ напорной линіи необходимо вычислить въ зависимости отъ мѣстныхъ цѣнъ на генераторы, насосы, зданія, топливо и т. д. коэффициенты k_f , k_p , k_m , и k_e . Коэффициентъ k_f для чугунныхъ трубъ равняется въ среднемъ 3, какъ это вычислено въ нашемъ трудѣ. „Исслѣдованіе вліянія экономическихъ условій на начертаніе водопроводной и оросительной сѣти“, гдѣ также приведены величины k_p , k_m , и k_e для паровыхъ машинъ.

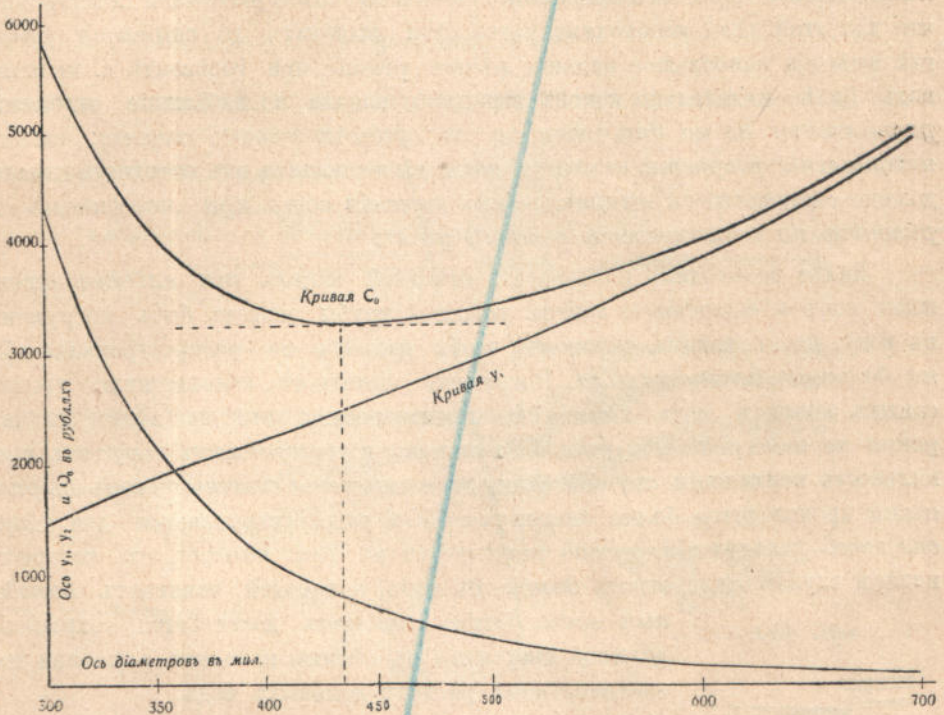
Задача и нахожденіе наивыгоднѣйшаго діаметра напорной линіи можетъ быть рѣшена и графически, если принять, что функція d_f измѣняется непрерывно. На чертежѣ 449 сдѣлано подобное построеніе, гдѣ кривая y_1 , выражаетъ собой стоимость напорной линіи, а кривая y_2 —стоимость насосной станціи. Кривая же C_0 —суммированная кривая кривыхъ y_1 и y_2 ; касательная къ наименьшей точки кривой C_0 указываетъ наименьшее значеніе для d_f .

Въ случаѣ *неравномѣрнаго нагнетанія* (что часто и встрѣчается на практикѣ) формула (199) для d_f превратится въ выраженіе:

$$d_f = \sqrt[6]{\frac{1,1\Delta\lambda[(B_2k_p + B_3k_m)]q_{max}^3 + k_e B_4 \sum_{i=h}^{i=1} q_0^3 s_i}{15 B_1 k_f}} \dots (200),$$

гдѣ Δ , λ , B_1 , B_2 , B_3 , k_p , k_m , k_e и k_f , s имѣютъ прежнія значенія; q_{max} — наибольшій часовой расходъ въ первый годъ эксплуатаціи, $B_4 = \frac{a^{3t} - 1}{(a^3 - 1)ts}$ и s_i — числа часовъ, въ которые нагнетаются переменные расходы.

чер. 449.

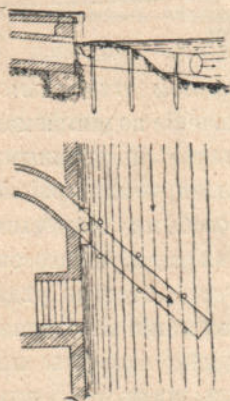


Формулы эти собственно выведены лишь для *неполной раздѣльной канализаціи*, такъ какъ при ихъ выводѣ не введено значеніе поднимаемаго количества *дождевыхъ водъ*, остающагося болѣе или менѣе постояннымъ, если не расширяется съ теченіемъ времени площадь канализируемаго района. Но съ другой стороны дождевыя воды поднимаются и особыми дождевыми насосами, такъ что этотъ расходъ не оказываетъ вліянія на размѣръ насосовъ для подъема домовыхъ водъ. Такъ какъ дожди выпадаютъ сравнительно рѣдко и не всѣ достигаютъ большой силы, то діаметръ напорной линіи необходимо подбирать по домовому расходу и провѣрять лишь въ ней скорость при расходѣ дождевыхъ водъ. Такимъ образомъ *эти формулы являются пригодными и для общесплавной канализаціи*. Сложность ихъ конструкціи не должна отталкивать отъ ихъ употребленія, такъ какъ излишнее увеличеніе діаметра напорной линіи на 25 мм. (1 дюймъ) ведетъ къ излишнему расходу на версту въ 1500 руб.)

§ 3. **Устье сѣти.** Въ настоящемъ параграфѣ мы не будемъ останавливаться на изложеніи условій, при которыхъ допускается стокъ въ водные протоки ¹⁾, такъ какъ этотъ вопросъ будетъ нами разсмотрѣнъ въ особомъ сочиненіи. Здѣсь мы лишь ознакомимся съ общими приемами, которыхъ слѣдуетъ придерживаться при устройствѣ выходныхъ концовъ главныхъ отводныхъ каналовъ, не считаясь съ тѣмъ, подвергаются ли воды какой-либо очисткѣ. Основное правило для устройства устья сѣти въ рѣкахъ заключается въ такомъ расположеніи отводного канала, чтобы *было обезпечено наилучшимъ образомъ смѣшеніе сточныхъ водъ и рѣчныхъ*. Естественно, что для этой цѣли необходимо устье сѣти выводить до *стрезня рѣки*, гдѣ имѣется наибольшее сильное рѣчное теченіе при горизонтѣ с. низкихъ водъ. Далѣе желательно конецъ выводного канала во избѣжаніе отложеній *располагать не на днѣ рѣки, а въ срединѣ живого сѣченія*; затѣмъ *направленіе скорости* сточныхъ водъ, вытекающихъ изъ отводного канала, должно составлять съ *направленіемъ теченія воды при меженнемъ горизонтѣ по возможности острый уголъ*.

Далѣе необходимо располагать отводной каналъ *внѣ вліянія весеннихъ водъ и паводковъ*; конецъ устьевой трубы можетъ быть погруженъ въ воду, но съ такимъ уклономъ, чтобы подпоръ не распространялся бы *на большую длину канала*. Погруженіе выводного канала ниже уровня самыхъ низкихъ водъ имѣетъ то преимущество, что въ этомъ случаѣ *устье не подвергается дѣйствію вѣтра*, который можетъ нарушить правильность вентиляціи сточной сѣти, да и *смѣшеніе сточныхъ водъ съ рѣчными* производится *болѣе энергично*. Если устье устраивается для *общесплавной* канализаціи, то оно раздѣляется на *два канала*, изъ которыхъ нижній служитъ для отвода *домовыхъ водъ*, а верхній *изливаетъ дождевую воду*. Этимъ приемомъ достигается сохраненіе *должной скорости* въ обоихъ каналахъ даже при незначительномъ расходѣ *домовыхъ водъ*.

чер. 450.



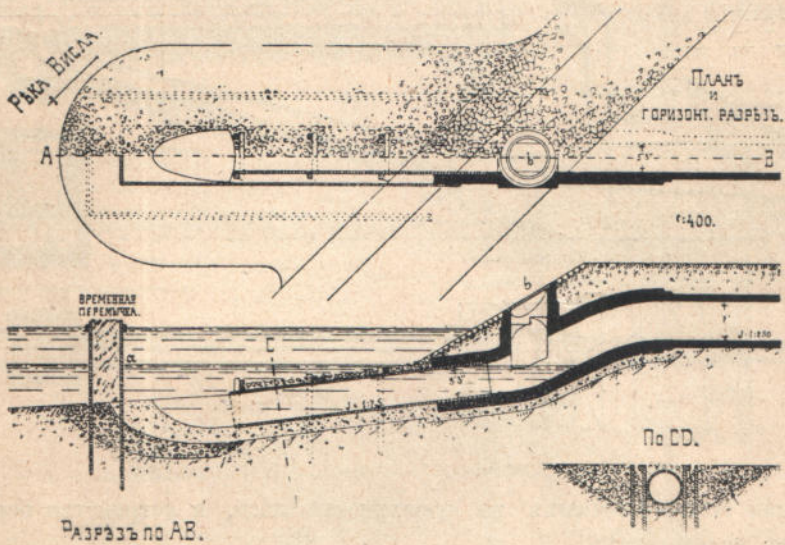
Существующія устройства устьевъ сѣти весьма разнообразны вслѣдствіе различныхъ мѣстныхъ условій. Но болѣе или менѣе общей *конструктивной частью* является устройство погруженной части выводного канала. Эта погруженная часть устраивается изъ оцинкованныхъ желѣзныхъ, чугунныхъ шарнирныхъ и деревянныхъ трубъ. Примѣръ устройства съ *желѣзной трубой* даетъ г. Галле (черт. 450); *деревянная труба* примѣнена для устья городовъ Варшавы, Франкфурта на Майнѣ. Самары и пр. Черт. 451 представляетъ собой устройство *устья для г. Варшавы*, гдѣ *деревянная труба* круглаго сѣченія закрѣплена между сваями,

¹⁾ См. Труды VIII Водопроводнаго Съѣзда докладъ проф. В. Ф. Иванова. О спускѣ сточныхъ водъ въ водные протоки.

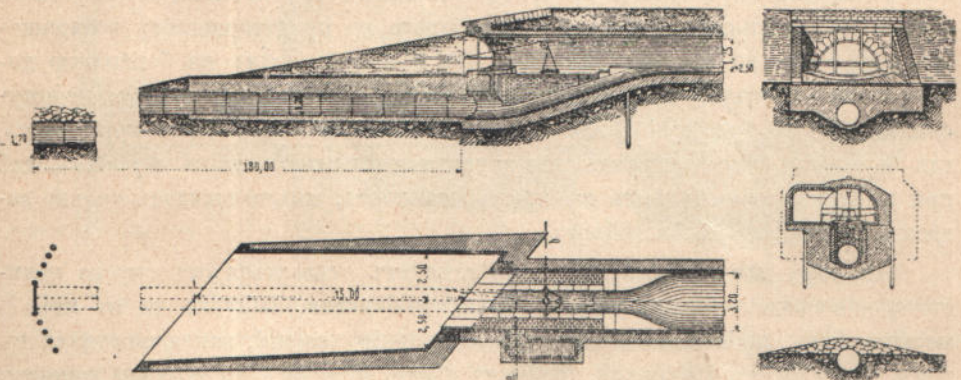
бетономъ и накиднымъ камнемъ съ помощью временныхъ двойныхъ пере-
мычекъ съ глинянымъ заполненіемъ; колодезь *b* здѣсь играетъ роль обыч-
наго смотрового колодца, но чрезъ его рѣшетку могутъ выходить ливне-
вые воды во время паводковъ.

Болѣе современными конструкціями являются устройства, гдѣ устье
для полученія необходимой скорости устроено въ видѣ *двухъ каналовъ*:
верхняго для дождевыхъ и нижняго для домовыхъ водъ. Примѣръ такого
устройства имѣется въ г. *Кельнѣ* (черт. 452), гдѣ нижняя труба, діам.
1,20 мет., толщиной 10 мм., имѣетъ протяженіе при меженномъ горизонтѣ

чер. 451.



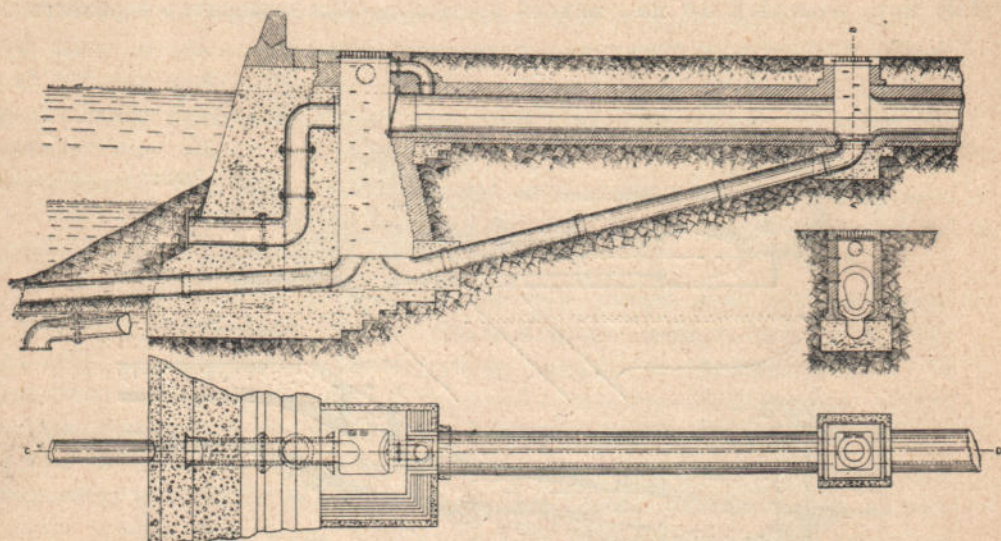
чер. 452.



до 145 мет. и при с. н. горизонтѣ до 35 мет. *Верхній каналъ* снабженъ
затворнымъ клапаномъ, который открывается при давленіи 0,4—0,5 мет.,
что усиливаетъ промывку нижняго канала дождевыми водами.

Дальнѣйшую эволюцію этого типа представляется типъ, примѣненный въ Англіи на р. Tidal (черт. 453) гдѣ и *верхній каналъ* въ предѣлахъ набережной *погружается ниже горизонта меж. водъ*, что защищаетъ съѣтъ отъ вліянія вѣтра. Производство работъ по устройству выводныхъ каналовъ такое же, какое и при устройствѣ *дюкеровъ*: здѣсь также для рѣчной части канала примѣняется опусканіе съ подмостей, забитыхъ въ дно

чер. 453.



рѣчки или установленныхъ на поверхности льда, и устройство береговой части въ перемычкахъ.

Для *приморскихъ городовъ* устройство выводного канала представляетъ большія трудности и требуетъ большихъ затратъ. Укладка выпускного канала на небольшомъ разстояніи отъ берега не предотвращаетъ возвращенія нечистотъ во время приливовъ или прибоя въ волнъ на береговую полосу, что, конечно, съ *санитарной точки зрѣнія* является *недопустимымъ*. Это положеніе особенно ухудшается для *морскихъ курортовъ*, гдѣ береговая полоса служитъ для купанья и для *портовыхъ городовъ*, гдѣ при выпускѣ сточныхъ водъ въ предѣлахъ порта, можно ожидать только загрязненій портовыхъ бассейновъ.

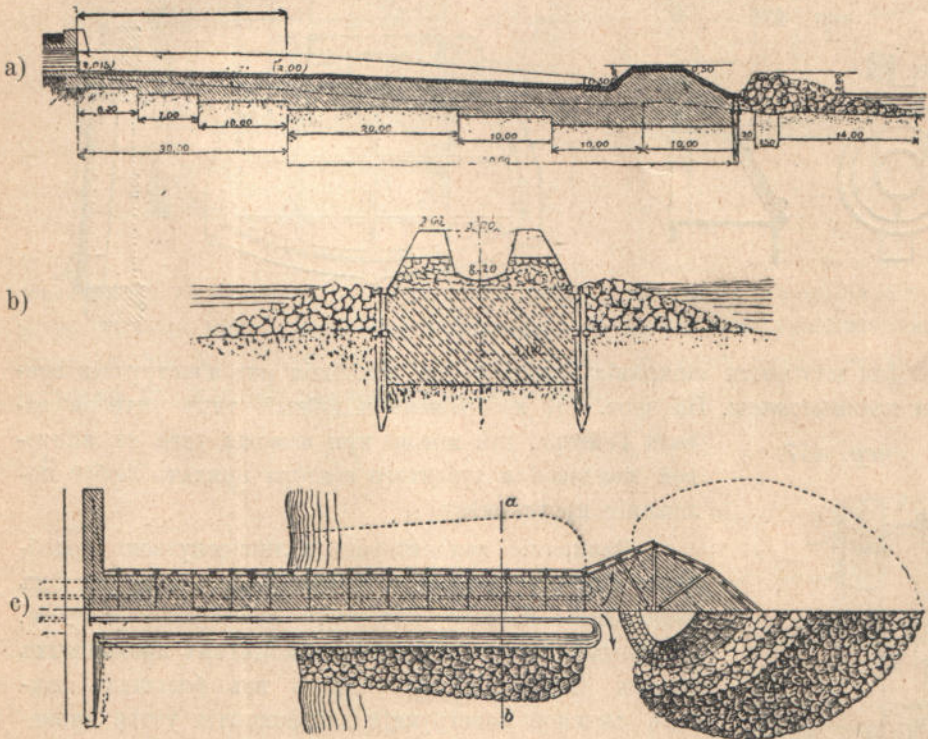
Поэтому для такихъ случаевъ слѣдуетъ отказаться отъ спуска нечистотъ непосредственно въ море безъ всякой очистки. Выпускъ же въ море ¹⁾ можетъ быть произведенъ, но при соблюденіи условій, заключающихся въ томъ, что *выводной каналъ долженъ быть доведенъ до такого пункта*

¹⁾ Подробнѣе см. В. Ф. Ивановъ. О спускѣ сточныхъ водъ въ водные протоки Труды VII Водопрводнаго Съезда.

моря, гдѣ существовало бы постоянное теченіе, относящее морскія воды отъ береговой полосы. Такой пунктъ находится обыкновенно на большомъ разстояніи, вслѣдствіе чего устройство выводного канала обходится очень дорого. Поэтому въ такихъ случаяхъ необходимо сопоставить стоимость двухъ вариантовъ: варианта съ очисткой и короткими выводными каналами и варианта безъ очистки, но съ длинными каналами. Классическимъ примѣромъ устройства длиннаго канала является городъ Бостонъ¹⁾ и рядъ окружающихъ его малыхъ городовъ, гдѣ длина выводныхъ каналовъ доходитъ до одного километра; глубина воды въ мѣстѣ выпуска 15 метровъ, скорость морского теченія 1,1 мет. въ секунду.

Интересный примѣръ устройства выводныхъ каналовъ въ море даетъ г. Неаполь, гдѣ они устроены въ видѣ открытыхъ каналовъ, напоминая по своей конструкціи сооруженія портовыхъ моловъ (черт. 454).

чер. 454.



Если въ морѣ еще представляется возможнымъ при соблюденіи извѣстныхъ условий устройство спуска безъ очистки, то для озеръ это недопустимо, такъ какъ озера представляютъ собой замкнутые бассейны съ почти стоячей водой, и нерѣдко являются источниками водоснабженія для близъ

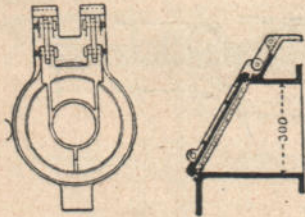
1) Bull. de la société d'Encouragement, 1896, De l'assainissement des villes et des Cours d'eau par Ronna.

лежащих городов (Женевское озеро). Здесь необходимо устья канализации располагать на возможно большія расстоянія отъ забирныхъ трубъ водопроводныхъ сооружений. Кромѣ того желательно и здѣсь погружать канализационные каналы на возможно большую глубину и выдвигать подальше отъ берега.

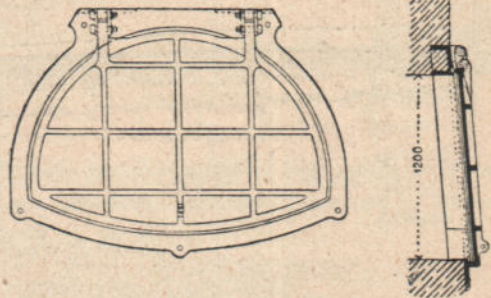
§ 4. Предохраненіе канализации отъ наводненій. При канализации городовъ по общесплавной системѣ въ низкихъ частяхъ города возможно *подтопленіе городскихъ кварталовъ рѣчной водой во время подъема водъ черезъ ливнеспуски или отводные каналы*. Для того, чтобы устранить это явленіе, канализируютъ такія части города по полной раздѣльной системѣ (Дрезденъ, Неаполь) или же запираютъ устья ливнеспусковъ и каналовъ *щитами и клапанами*.

Для этой цѣли весьма употребительны *вісячіе чугунные клапаны* (черт. 455 и 456), которые закрываются при незначительныхъ давленіяхъ воды.

чер. 455,

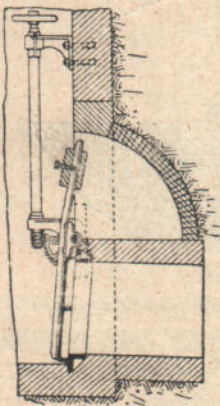


чер. 456.



Для плотности запиранія затворовъ въ новѣйшія ихъ конструкціи введены *противовѣсы*. На черт. 457 изображенъ подобный типъ затвора за-

чер. 457.



вода Гейгера, гдѣ можно при помощи тяги съ винтовой нарезкой и зубчатого сектора придать любое положеніе противовѣсу

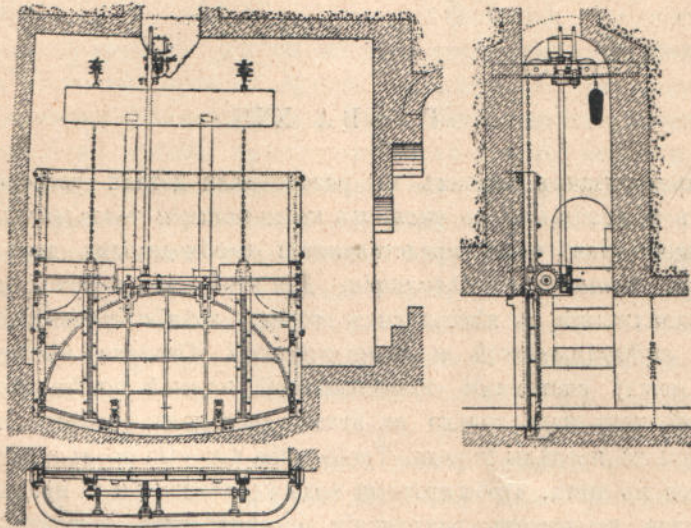
Запираніе коллекторовъ и ливнеспусковъ подобными автоматическими затворами является не совсѣмъ надежнымъ; поэтому ихъ часто замѣняютъ щитами, подобными по своей конструкціи щитамъ промывныхъ камеръ (глава XXIII). Одинъ изъ большихъ щитовъ сложной конструкціи для закрытія устья ливнеспуска въ Кельнѣ показанъ на чертежѣ 458.

Но такъ какъ для употребленія этихъ щитовъ требуется для своевременнаго опусканія бдительный надзоръ, то нерѣдко встрѣчается установка двухъ щитовъ: *автоматическаго и ручного*.

Съ примѣненіемъ запорныхъ щитовъ вся сѣтъ на время паводка должна вмѣщать въ себѣ всѣ сточныя воды города, для каковой цѣли необходимо провѣрить емкость сѣти въ этомъ отношеніи.

Но при такомъ рѣшеніи вопроса вся сѣть общесплавныхъ каналовъ можетъ получить *излишніе размѣры*, что вызываетъ уменьшеніе скорости въ сухую погоду и занесеніе каналовъ осадками. Поэтому практичнѣе на время стоянія высокихъ водъ скоплять сточныя воды въ *резервуарахъ до-*

чер. 458.



статочной емкости и выпускать изъ нихъ содержимое по окончаніи періода подъема воды. Подобные резервуары играютъ роль уравнильныхъ резервуаровъ (см. главу XIX) и по конструкціи съ ними тождественны. Они устроены въ Лондонѣ, Бостонѣ и др. городахъ.

23

не надо всего главы

ГЛАВА XXII.

Въ предыдущихъ главахъ мы рассмотрѣли детали устройства *общесплавныхъ и раздѣльныхъ системъ канализаціи населенныхъ мѣстъ*; въ настоящей главѣ намъ представляется необходимымъ дать *основанія для выбора системы канализаціи*. Для этой цѣли необходимо сравнить системы канализаціи съ нѣсколькихъ точекъ зрѣнія: *гигіенической, технической, гидравлической и экономической*. Сначала мы будемъ вести сравненіе между системами *общесплавной, полной раздѣльной и полураздѣльной*, такъ какъ только въ этихъ системахъ отводятся всѣ загрязненныя воды за предѣлы города. Требования, которыя предъявляетъ Гигіена, заключаются въ томъ, чтобы сточныя воды удалялись бы за предѣлы поселеній до начала процессовъ разложенія органическихъ веществъ и въ неочищенномъ видѣ не попадали бы въ водные протоки. Эти требования выполняются во всѣхъ системахъ, но не во всей ихъ полнотѣ. Такъ, общесплавная сѣтъ имѣетъ *ливнеспуски*, чрезъ которые дождевыя воды въ теченіе извѣстнаго количества дней въ году изливаются въ неочищенномъ видѣ въ водные протоки города.

Правда теоретически туда должны попадать дождевыя воды уже послѣ того, какъ разжиженіе достигло заданной величины, но наблюденія показываютъ, что *чрезъ ливнеспуски попадаютъ въ большее или меньшее количество экскременты и другіе отбросы домашняго хозяйства*. Это легко объясняется тѣмъ, что вслѣдствіе колебаній расходовъ сточныхъ водъ въ каналахъ общесплавной системы къ ихъ стѣнкамъ легко прилипаютъ грязевыя частицы и кусочки экскрементовъ, которые при ливняхъ смываются со стѣнокъ и проносятся въ ливнеспуски. Такимъ образомъ мы видимъ, что *ливнеспуски представляютъ собой слабое мѣсто общесплавной системы съ гигиенической точки зрѣнія*. Ослабить это явленіе вполнѣ возможно, если канализаціонная сѣтъ будетъ въ достаточной мѣрѣ промываться даже и въ такихъ частяхъ своихъ, которые являются *самоочищающимися*. Полныя раздѣльныя системы не могутъ внести въ водные протоки въ большемъ количествѣ экскременты, но зато онѣ при устройствѣ сѣти, непосредственно отводящей дождевыя воды въ ближайшія рѣки и каналы, вносятъ экскременты животныхъ, уличный мусоръ и т. п. въ водные протоки.

Этому отчасти можно воспрепятствовать применением рациональных мостовыхъ и содержаниемъ улицъ въ строгой чистотѣ т. е. регулярной уборкѣ всего уличнаго мусора и мытьѣ ихъ поверхности. Тѣмъ не менѣе непосредственный спускъ всѣхъ дождевыхъ водъ съ улицъ въ водные протоки не можетъ быть признанъ желательнымъ съ строго гигиенической точки зрѣнія. Но полная раздѣльная система легко *технически* можетъ быть преобразована въ вполне *гигиеничную систему*, если дождевыя воды будутъ сконцентрированы въ одномъ или нѣсколькихъ пунктахъ, гдѣ они до выпуска въ водные протоки будутъ подвергаться предварительной *несложной очисткѣ (осажденіемъ)*. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что на практикѣ подобный пріемъ применяется весьма рѣдко; между прочимъ онъ былъ предложенъ въ качествѣ одного изъ вариантовъ канализаціи г. СПбурга. *Полураздѣльныя системы*, занимая среднее мѣсто между общесплавными и полными раздѣльными системами, представляютъ большой интересъ съ гигиенической точки зрѣнія, такъ какъ при ея примененіи всѣ домовыя воды и первыя наиболѣе загрязненныя порціи дождевой воды отводятся за предѣлы населенныхъ мѣстъ къ очистнымъ станціямъ, и только наиболѣе чистыя дождевыя воды попадаютъ въ водные протоки. Поэтому эта система представляется намъ *самой гигиеничной* изъ всѣхъ системъ канализаціи. *Съ технической точки зрѣнія* общесплавная система является наиболѣе простой, такъ какъ здѣсь требуется построить только *одну сеть подземныхъ каналовъ*, требующихъ сравнительно несложныхъ пріемовъ для ея выполнения; также при ея примененіи въ домахъ требуется устраивать также *одну сеть каналовъ*, что опять таки упрощаетъ устройство домовыхъ канализацій. *Съ гидравлической точки зрѣнія* общесплавная система представляетъ не мало затрудненій *вслѣдствіе сильныхъ колебаній протекающихъ по этимъ каналамъ дождевыхъ водъ*, которыя могутъ измѣняться отъ 1 до 100. Трудность въ подборахъ сѣченій, которые бы обуславливали достаточную скорость для самоочищенія въ сухую погоду, слишкомъ ясна въ особенности въ плоскихъ мѣстностяхъ; это трудность еще усугубляется неизмѣняемымъ расположеніемъ ливнеспусковъ, положеніе которыхъ подчиняется колебаніемъ горизонтовъ протоковъ. Ясно, что въ тѣхъ случаяхъ, когда нельзя сдѣлать такого подбора, приходится прибѣгать къ энергичной промывкѣ подобныхъ частей каналовъ.

Полная раздѣльная и полураздѣльная система съ технической точки зрѣнія сложнее по своему устройству, такъ какъ приходится устраивать *два системы* каналовъ, уклоны которыхъ могутъ и не совпадать, что, несомнѣнно, вызываетъ усложненіе въ устройствѣ сѣти; кромѣ того обѣ системы требуютъ двойной канализаціи въ домахъ. *Съ гидравлической точки зрѣнія* домовые каналы полной раздѣльной и полураздѣльной системы несутъ расходы воды, колеблющіеся въ тѣсныхъ предѣлахъ; значительные перемены расхода водъ происходятъ въ *дождевыхъ* каналахъ, гдѣ могутъ быть допущены и меньшія скорости. Въ полураздѣльной системѣ нѣкоторымъ колебаніямъ расхода подвергаются только *интерцепторы*.

Общая стоимость канализации по той или иной системѣ всецѣло подчиняется местнымъ условіямъ, но тѣмъ не менѣ представляется возможнымъ рассмотреть нѣкоторые факторы, сильно вліяющіе на стоимость системы. Какъ общее правило слѣдуетъ установить, что стоимость одной сѣтки общесплавной системы всегда дешевле стоимости двухъ сѣтей полной раздѣльной системы, такъ какъ сѣченія дождевыхъ каналовъ не подвергаются никакому измѣненію, если мы въ нихъ не будемъ принимать домовыхъ водъ; кромѣ того здѣсь налагается на домовладельцевъ почти двойной расходъ на устройство дворовыхъ водосточныхъ сѣтей. Это обстоятельство и служило всегда главной причиной предпочтенія общесплавной системы предъ полной раздѣльной. Но строгія требованія очистки сточныхъ водъ предъ выпускомъ воды въ водные протоки сильно видоизмѣнили дѣло: при примѣненіи общесплавной системы приходится вмѣсто одного объема сточныхъ водъ очищать четырехъ—пятикратные объемы смѣси домовыхъ и дождевыхъ водъ; слѣдовательно очистныя сооружения для правильности своей работы должны занимать болѣе значительную площадь земли, а слѣдовательно и стоить гораздо дороже.

Если къ тому же сточныя воды приходится поднимать на очистныя сооружения или изъ нижней зоны въ верхнюю, то расходы по устройству такихъ насосныхъ станцій также сильно возрастаютъ. Такимъ образомъ очистка и подъемъ сточныхъ водъ могутъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ представлять собой факторы, удорожающіе общесплавную систему. Само собою разумѣется, что общихъ указаній здѣсь дать нельзя, но необходимо продѣлать варианты, доходя даже до составленія параллельныхъ проектовъ по общесплавной и полной раздѣльной или полураздѣльной системѣ. Съ эксплуатаціонной точки зрѣнія содержаніе двухъ сѣтей будетъ стоить дороже, чѣмъ одной, но эксплуатація насосныхъ станцій и очистныхъ сооружений будетъ меньше при полной раздѣльной или полураздѣльной системѣ, чѣмъ при общесплавной. Поэтому предпочтеніе нужно отдать той системѣ, у которой строительные и эксплуатаціонные расходы будутъ наименьшими.

Выгодность примѣненія полной раздѣльной системы вмѣсто общесплавной можно видѣть изъ сравненія строительныхъ и эксплуатаціонныхъ расходовъ, сдѣланныхъ инженеромъ Бредтшнейдеромъ (Bredtschneider)¹⁾ для Шарлоттенбурга.

Площадь канализируемаго района была къ 556 гектаровъ. Городъ омывался тремя водными протоками. Очистка была предположена на поляхъ орошенія, находящихся въ 10 километрахъ отъ города, куда приходилось поднимать сточныя воды. Для сравненія примѣненія системъ общесплавной и полной раздѣльной Bredtschneiderомъ были для послѣдней системы сдѣланы два варианта: первый при которомъ на всѣхъ трехъ водныхъ протокахъ устраивались устья ливнеспусковъ и дождевыхъ каналовъ и второй, при которомъ выпускъ былъ лишь въ одинъ изъ протоковъ. Результатъ сравненія этихъ вариантовъ съ общесплавной системой приведенъ въ нижеслѣдующей таблицѣ XLVII.

¹⁾ Bredtschneider, Trennsystem.

ТАБЛИЦА XLVII.

№№ по порядку.	НАЗВАНИЕ РАСХОДОВЪ.	I вариантъ.		II вариантъ.	
		Общесплавная.	Полная раздѣльная.	Общесплавная.	Полная раздѣльная.
Въ маркахъ.					
1	Строительная стоимость съѣти а) для домовыхъ водъ б) для дождевыхъ „	6463069	2977700 4301600	6937417	2977700 5981600
2	Строительная стоимость насосной станціи	1116000	880000	1116000	880000
3	Строительная стоимость напорнаго провода на поля орошенія	2407600	1666800	2407600	1666800
4	Капитализированные расходы изъ 3 ¹ / ₂ % по содержанию уличной съѣти	639572	715343	713529	822643
5	Капитализированные расходы по содержанию насосной станціи и напорнаго провода ,	2382174	1924859	2382174	1924859
6	Устройство и капитализированные расходы по содержанию полей орошенія	2220000	1886000	2220000	1886000
7	Капитализированные расходы по текущему ремонту съѣти, насосной станціи и напорнаго провода	1426667	1403729	1494428	1643729
8	Капитализированные расходы по текущему ремонту полей орошенія	590000	501500	590000	501900
	Итого .	17245082	16257531	17851147	18284831

Изъ этой таблицы видно, что въ первомъ вариантѣ дешевле полная раздѣльная, а во второмъ—общесплавная.

Этотъ примѣръ ясно показываетъ, что *полная раздѣльная система* въ некоторыхъ случаяхъ можетъ быть *выгоднѣе общесплавной*, будучи равноцѣнной ей по гигиеническимъ свойствамъ и превосходя ее съ гидравлической точки зрѣнія.

Неполная раздѣльная система для однихъ домовыхъ водъ не можетъ съ *гигиенической точки зрѣнія* быть приравнена къ только что разсмотрѣннымъ системамъ канализаціи, такъ какъ при ней примѣняется наземное отведеніе дождевыхъ водъ, которое при плоскихъ городахъ можетъ быть причиной сильныхъ колебаній уровня почвенныхъ водъ, да и водные потоки не защищаются отъ загрязненныхъ дождевыхъ водъ. Но съ *гидравли-*

ческой точки зрѣнія она превосходитъ эти системы вслѣдствіе малаго колебанія расходовъ. Едва-ли нужно доказывать, что съ *экономической точки зрѣнія* она должна быть *только дешевле общесплавной полной раздѣльной системы*. Экономія которая получается при примѣненіи неполной раздѣльной системы вмѣсто общесплавной, для городовъ средней величины достигаетъ 50⁰/₀—60⁰/₀. Этими экономическими соображеніями объясняется, что у насъ въ *Россіи* за послѣдніе годы строятся канализаціи *исключительно по неполной раздѣльной системѣ* (Москва, Кіевъ, Ростовъ на Дону, Царское Село и т. д.).

На этомъ сравненіи системъ можно построить нѣкоторыя основанія для выбора системы. Такъ, общесплавная система должна быть примѣнена для городовъ съ *крутыми уклонами и большими количествами отводимой воды*, если не приходится при этомъ поднимать сточныхъ водъ. Но она является *нежелательной* въ частяхъ города, *затопляемыхъ подъемами воды въ рѣчкахъ*, такъ какъ въ этомъ случаѣ возможно выступленіе сточныхъ водъ на поверхность мостовыхъ и затопленіе подваловъ. Наоборотъ, полная раздѣльная или полураздѣльная системы предпочтительнѣе въ *плоскихъ мѣстностяхъ*, въ особенности при наличности въ городѣ нѣсколькихъ водныхъ протоковъ, сокращающихъ стоимость ливневой сѣти. Тѣмъ не менѣе въ сомнительныхъ случаяхъ желательно составленіе двухъ параллельныхъ проектовъ для сравненія.

Если не имѣется средствъ у города, и если онъ имѣетъ небольшіе размѣры, то возможно ограничиться неполной раздѣльной системой на первое время и въ будущемъ постепенно развивать сѣть ливнеотводовъ. *Дешевѣйшей* изъ неполныхъ канализаціонныхъ системъ будетъ *сплавная*, но отсутствіе уклоновъ можетъ заставить перейти къ системамъ, *гдѣ города раздѣляются на мелкіе канализируемые районы*. Изъ этихъ системъ системы Берліе и Лирнура нужно признать мало употребительными, хотя послѣдняя система, удовлетворяя въ современномъ видѣ всѣмъ требованіямъ гигиены, можетъ и съ экономической точки зрѣнія дать нѣкоторыя выгоды въ сравненіи съ другими системами. Конкурирующими системами слѣдуетъ признать системы Шона и систему подъема электрическими насосами; первая система болѣе распространена чѣмъ, вторая. Съ *экономической точки зрѣнія* намъ представляется болѣе выгодной система *районныхъ электроподъемныхъ станцій*, такъ какъ *давленіе и передача электрической энергіи дешевле добыванія и передачи энергіи сжатого воздуха*. Кромѣ того въ *эжекторахъ Шона или Грибовдова* жидкость *безполезно спускается на нѣкоторую высоту*, что, несомнѣнно, *увеличиваетъ стоимость поднятія воды*.

§ 1. Эксплоатація канализаціонной сѣти. Какъ мы видѣли изъ предыдущихъ главъ, канализаціонная сѣть имѣетъ разнообразное устройство, зависящее отъ мѣстныхъ условій и рода системы. Для того, чтобы канализаціонная сѣть удовлетворяла своему назначенію необходимо, чтобы *эксплоатація ея велась бы правильно*. Мѣропріятія, которыя надлежитъ производить для этой цѣли, заключаются въ *надзоръ за работой* водосточныхъ каналовъ и колодцевъ различныхъ назначеній, сифоновъ, водоподъемныхъ устройствъ и домовыхъ канализаціонныхъ устройствъ, присоединеніи новыхъ домовъ къ канализаціи, въ производствѣ *своевременнаго исправленія* всѣхъ поврежденій канализаціонной сѣти и относящихся къ ней сооружений. Мѣры *перваго* рода заключаются, главнымъ образомъ, въ промывкѣ и прочисткѣ каналовъ, докеровъ и сифоновъ, очисткѣ дождеприемниковъ, таяніи снѣга въ снѣговыхъ камерахъ и въ уходѣ за насосными установками и подъемниками.

§ 2. Промывка и прочистка канализаціонной сѣти. *Промывка и прочистка каналовъ*, какъ намъ извѣстно изъ главы XVI, имѣетъ свою цѣлью протолкнуть скопившіеся въ нихъ осадки до ближайшихъ смотровыхъ колодцевъ, откуда эти осадки извлекаются простѣйшими подъемными средствами.

Употребленіе промывныхъ приборовъ должно производиться чрезъ *опредѣленные практикой* для данной части сѣти *промежутки времени*, величина которыхъ колеблется въ зависимости отъ количества протекающей по каналамъ воды, отъ уклоновъ каналовъ, отъ рода источника водоснабженія, утилизируемаго для промывки и т. под.

Эти факторы обусловливаютъ собой то обстоятельство, что въ разныхъ городахъ промывку производятъ чрезъ различные промежутки времени. Такъ, напр. въ Берлинѣ промываютъ трубы малыхъ сѣченій въ среднемъ каждые 12 дней; въ Гамбургѣ нѣкоторые каналы съ очень слабыми уклонами промываютъ каждые 2—3 дня, во Франкфуртѣ на Майнѣ каждые 3 недѣли, во Фрейбургѣ (городѣ съ круглыми уклонами)—разъ въ мѣсяцъ и т. п.

Вслѣдствіе этого количество воды, затрачиваемое на промывку каналовъ, весьма разнообразно, какъ это можно видѣть изъ слѣдующей таблицы XLVIII.

ТАБЛИЦА XLVIII.

Названіе города.	Общій расходъ воды на жителя въ сутки.	Расходъ воды на промывку въ сутки, отнесенный къ жителю.
л и т р ы.		
Берлинъ	68	2,5
Бреславль	76	1,1
Нюрнбергъ	67	1,7
Эльберфельдъ	98	5,8
Брауншвейгъ	69	7,8
Висбаденъ	75	5,8

Колоссальное количество воды на промывку водосточныхъ каналовъ въ размѣрѣ 139000 куб. метровъ въ сутки тратитъ г. Парижъ, что составляетъ до 38 % суточного количества потребляемой воды.

Проф. *Liieger* указываетъ, что слѣдуетъ при опредѣленіи количества промывной воды считать *отъ 8 до 10 литровъ на человѣка въ сутки*, если промывная вода не дорога: въ противномъ случаѣ приходится эту норму значительно понизить.

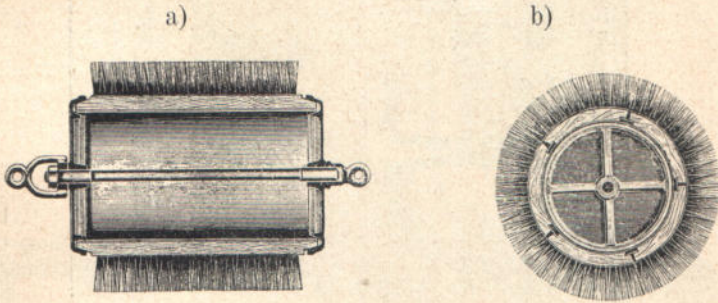
Какъ бы ни было хорошо организована промывка каналовъ, непродолимыхъ для рабочихъ, все-же въ частяхъ сѣти со слабыми уклонами можетъ произойти ихъ закупорка вслѣдствіе нѣкотораго отвердѣнія прилипшихъ къ стѣнкамъ осадковъ или попаданія въ сѣть крупныхъ предметовъ. Въ этихъ случаяхъ промывка оказывается безплодной, и приходится прибѣгать къ *механической очисткѣ каналовъ*

Механическая очистка каналовъ также является неизбежной и въ каналахъ, доступныхъ для прохода рабочихъ, уклоны которыхъ не велики; въ особенности удобными для этой цѣли являются *банкетные типы сѣченій*.

Для прочистки трубъ небольшихъ сѣченій въ Германіи протаскиваютъ между смотровыми колодцами щетки (черт. 459) при помощи станковъ особаго устройства, при чемъ самая операція по прочисткѣ производится слѣдующимъ образомъ. Сначала вводятъ узкую щетку, а потомъ уже щетку съ размѣрами, соответствующими діаметру очищаемой трубы.

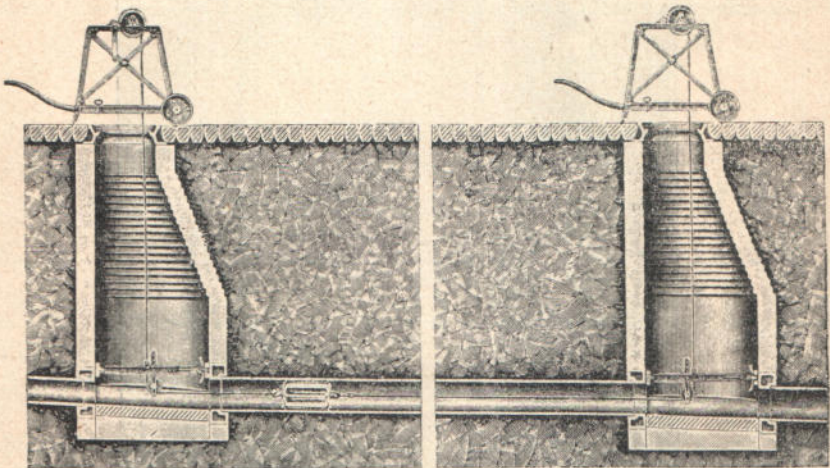
Для прохода щетки через трубу употребляют небольшой поплавок съ привязанной къ нему длинной и тонкой просаленной бичевкой; поплавок пускаютъ изъ верхняго смотроваго колодца въ трубу и усиливая его движеніе водой изъ поливнаго рукава, проталкиваютъ его въ нижній смо-

чер. 459.



тровою колодець, а затѣмъ, привязавъ къ бичевкѣ, протаскиваютъ поплавокъ со щеткой въ верхній смотровой колодезь. Эта операція облегчается при примѣненіи подвижныхъ станковъ и съемныхъ рамъ съ направляющими блоками для направленія движенія мѣдной проволоки, изготовляемыхъ нѣмецкой фабрикой Гейгера (черт. 460).

чер. 460.

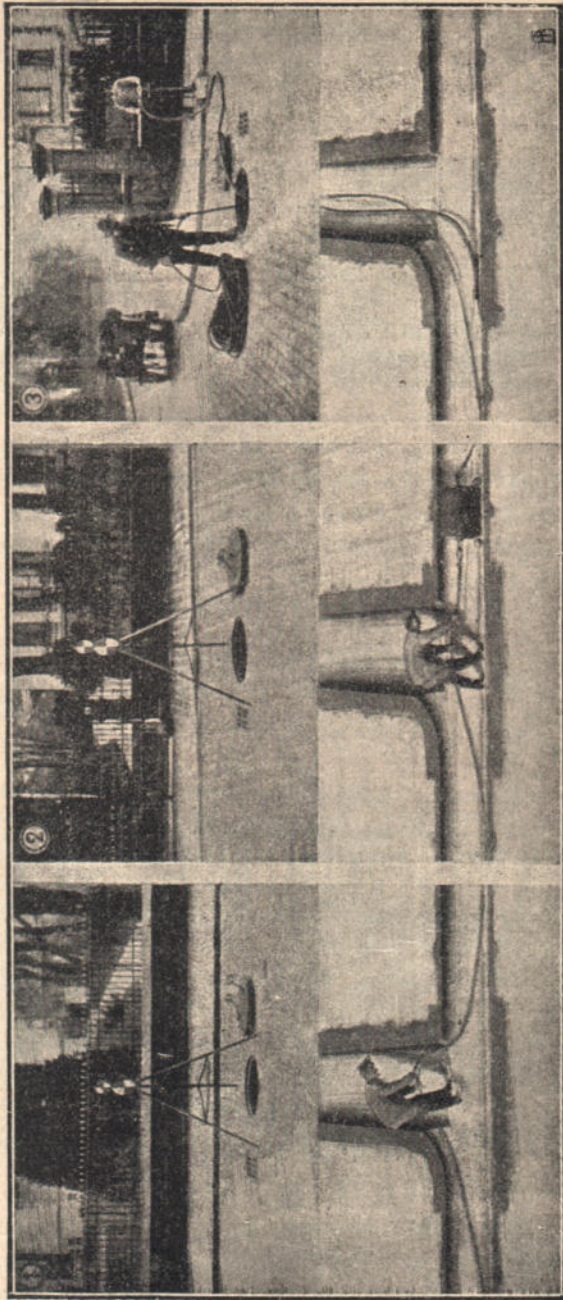


На черт. 461 показана фотографія производства прочистки маленькихъ каналовъ въ г. Висбаденѣ.

Вмѣсто щетки для прочистки каналовъ малаго сѣченія употребляютъ *мельжску*, катящуюся по трубѣ на трехъ каткахъ, которая, сѣбяняя благодаря прикрѣпленнымъ къ ея концамъ деревяннымъ щиткамъ сѣченіе въ трубѣ, благодаря чему усиливается скорость движенія воды, двигаетъ

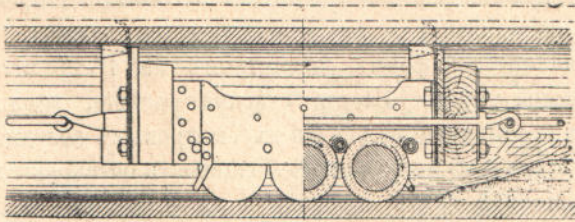
предъ собой осадки (черт. 462). Къ концамъ телѣжки прикрѣплены стяжки, къ которымъ привязываютъ канаты. Въ Англія для тѣхъ же цѣлей упо-

чер. 461.

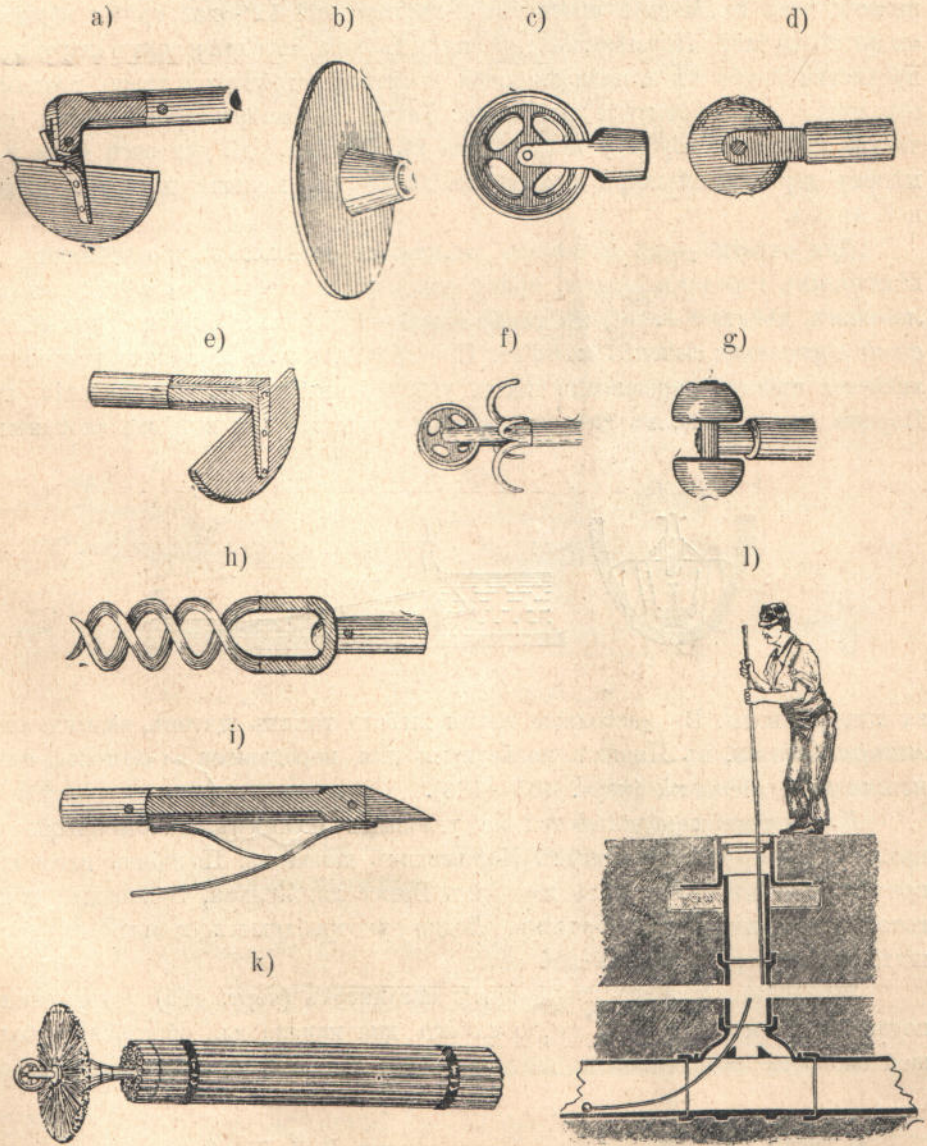


требляютъ цѣлый наборъ подвижныхъ скребокъ, которые они вводятъ въ смотровые колодцы посредствомъ гибкихъ бамбуковыхъ стержней (чер. 463 a—l).

чер. 462.



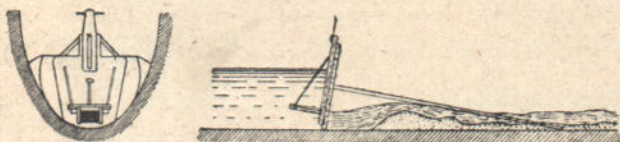
чер. 463



Въ числѣ способовъ для прочистки трубъ малаго діаметра заслуживаетъ вниманія примѣненіе для этой цѣли *ледяныхъ шаровъ*, испытанное въ Московской канализаціи¹⁾. Для этого берутся ледяные шары, изготовленные въ металлической формѣ, діаметромъ на 1"-2" меньше, чѣмъ діаметръ прочищаемой трубы. Шаръ, стѣсня сѣченіе, усиливаетъ скорость движенія воды и проталкиваетъ осадки къ смотровымъ колодцамъ. При примѣненіи *ледяныхъ шаровъ* не возникаетъ опасности остановки въ ихъ движеніи если бы въ очищаемой трубѣ находились кости, тряпки и др. т. п. предметы, такъ какъ въ такихъ случаяхъ эти шары растаютъ подъ вліяніемъ температуры сточныхъ водъ. Кромѣ того этотъ способъ отличается и дешевизной: такъ въ Москвѣ прочистка 2-хъ верстной 12"-овой трубы обошлась около 20 рублей. Примѣненіе деревянныхъ или металлическихъ шаровъ для прочистки трубъ въ канализаціонной практикѣ встрѣчается давно, главнымъ образомъ, для прочистки дюкеровъ. Такъ, напримѣръ производится прочистка дюкерной трубы у моста Альма въ Парижѣ, гдѣ для этой цѣли примѣненъ деревянный шаръ діаметромъ на 15 см. меньше діаметра дюкерной трубы.

Для очистки *отъ осадковъ большихъ каналовъ* употребляютъ въ нѣкоторыхъ городахъ *щиты*, прикрѣпляемые къ особымъ *вагончикамъ или лодкамъ*, дѣйствіе каковыхъ также основано на *усиленіи скорости вслѣдствіе стѣсненія сѣченія канала*. Простѣйшимъ типомъ такихъ устройствъ является простой деревянный щитъ, употреблявшійся въ канализаціи гор. Парижа (черт. 464); въ днѣ его сдѣлано отверстіе для выпуска скопленной

чер. 464.



за щитомъ воды. Въ настоящее время вмѣсто такихъ щитовъ, называемыхъ *митральезами*, въ Парижѣ пользуются для передвиженія щитовъ *вагонетками* и *лодками* (черт. 465—466).

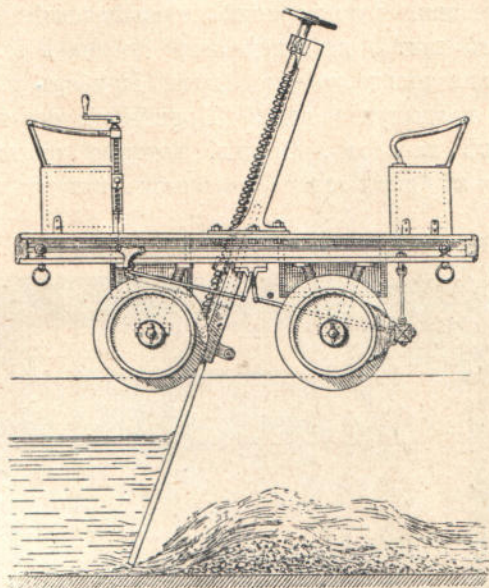
Вагонетки передвигаются по угловымъ полосамъ, заложеннымъ въ края банкетовъ общесплавныхъ Парижскихъ каналовъ. Подобныя вагонетки примѣняются въ банкетныхъ каналахъ Брюсселя, Кельна, Будапешта и нѣкоторыхъ французскихъ городовъ. Лодки употребляются только въ большихъ коллекторахъ Парижской сѣти.

Деревянные или желѣзные щиты вагонетокъ (черт. 465) устраиваются подвижными и опускаются не до самаго дна канала для образованія большой скорости скопленной за щитомъ воды; для этой же цѣли дѣлается от-

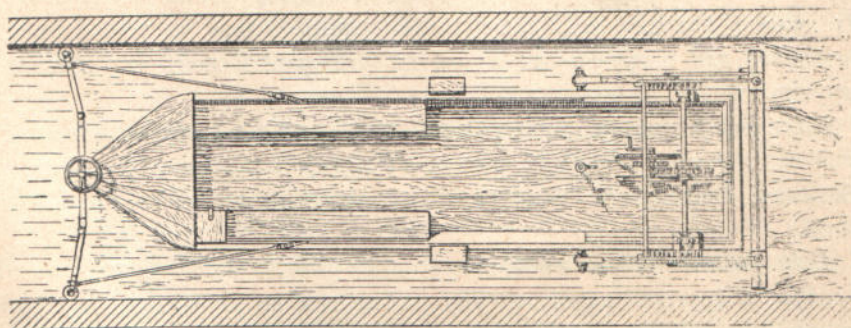
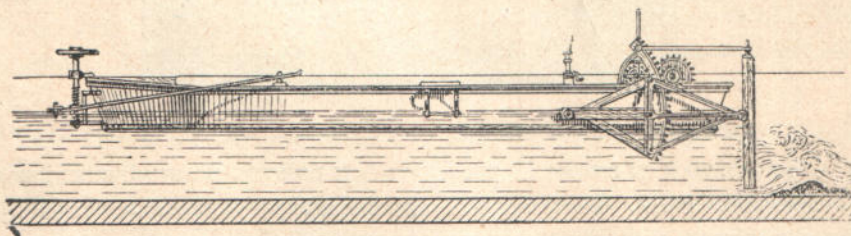
¹⁾ Труды V Водопроводнаго съѣзда, докладъ В. К. Шпейера.

верстие въ нижней части щита. Для регулированія движенія щита имѣется винтовой тормазъ и задвижные клапаны.

чер. 465.



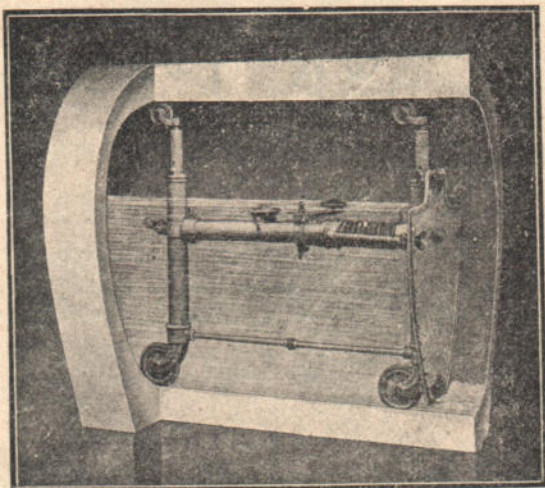
чер. 466.



Въ Германіи, гдѣ банкетные каналы представляютъ собой исключеніе, также примѣняютъ щиты, но нѣсколькой иной конструкціи, изъ которыхъ

представляет нѣкоторый интересъ приборъ, примѣненный въ *Карлсруэ* (черт. 467). Остовъ прибора состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ и двухъ горизонтальныхъ стальныхъ трубъ. Вертикальныя трубы имѣютъ на нижнихъ концахъ колесики, а на верхнихъ направляющіе ролики; на передней части прикрѣпленъ щитъ, не доведенный до дна и закрывающій сѣченіе овоидальнаго канала только до пять свода. Приборъ этотъ приводится въ движеніе, какъ и предыдущіе водой. Примѣненіе его требуетъ точной работы при постройкѣ каналовъ. Осадки, которые гонятся по каналамъ щитами, предвигаются къ ближайшимъ смотровымъ колодцамъ. Если этихъ осад-

чер. 467.



ковъ не много, то ихъ возможно извлекать при помощи незатѣпливыхъ подъемныхъ приспособленій. Въ большихъ же каналахъ банкетнаго типа примѣняютъ вагончики, которые наполняются грязью и отвозятся къ смотровымъ колодцамъ, откуда поднимаются посредствомъ подъемныхъ крановъ. Извлекаемая изъ каналовъ грязь *не безопасна съ санитарной точки зрѣнія* и поэтому можетъ находиться на поверхности улицъ только въ теченіе времени, достаточнаго для нагрузки въ фуры; въ Западной Европѣ эту грязь дезинфецируютъ известью, сульфатомъ желѣза, цинка и пр.

Количество грязи, извлекаемой изъ каналовъ, обусловливается ихъ устройствомъ (типомъ сѣченій, составомъ водъ, уклонами и пр.). Такъ напр. въ Берлинѣ извлекается 7 литровъ на человѣка въ годъ, въ Парижѣ 9 литровъ.

Для таянія снѣга въ шахтахъ одинъ рабочій забрасываетъ въ отверстіе снѣгъ, а другой, находясь внутри шахты на площадкѣ, сбрасываетъ снѣгъ въ каналъ (черт. 468).

Для производства промывки и прочистки сѣти, очистки дождеприемниковъ и пр. требуется создать *кадры постоянныхъ и опытныхъ рабо-*

чихъ, которые могли бы въ совершенства изучить всѣ особенности эксплуатируемой сѣти. Для этой цѣли канализаціонные рабочіе дѣлятся на *артели*, во главѣ которыхъ слѣдуетъ ставить *десятниковъ* (*артельныхъ старостъ*); каждой артели предназначается *опредѣленная часть канализаціонной сѣти*. Такъ, напримѣръ въ Берлинѣ, гдѣ канализаціонная сѣть состоитъ

чер. 468.

изъ 11 секторовъ (площадью отъ 273 до 797 гектаръ), въ каждомъ секторѣ работаютъ 2—4 артели изъ 3 рабочихъ и одного надсмотрщика. Каждая артель имѣетъ участокъ города, на которомъ при населеніи въ 85000 человекъ приходится до 25000—38000 пог. метровъ каналовъ, 450—680—дождевыхъ пріемниковъ, 350—550 смотровыхъ колодцевъ и 1500—2000 домовъ. Десятникъ устанавливаетъ родъ работъ, ведетъ отчетность о количествѣ промывной воды и грязи, удаляемой изъ каналовъ, осматриваетъ проходимые каналы, предупреждаетъ закупорку каналовъ и присутствуетъ при ихъ промывкѣ и прочисткѣ. Рабочее время въ теченіе недѣли распределяется

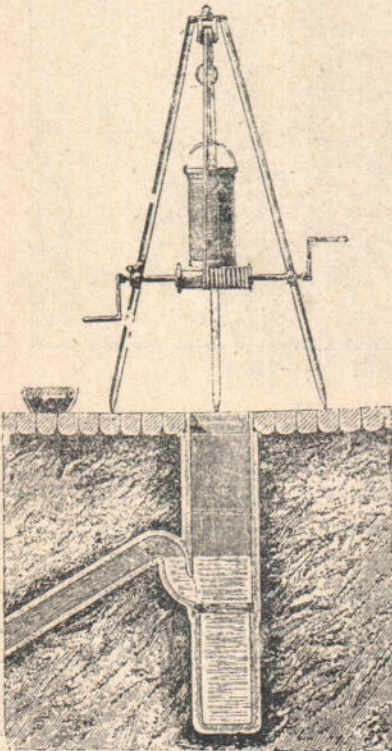
такимъ образомъ: 1 день тратится на осмотръ, 3 дня на промывку и 3 дня (въ ночные часы) на прочистку щетками и щитами, что соответствуетъ промывкѣ каждаго провода чрезъ 12 дней и прочисткѣ овоидальныхъ коллекторовъ чрезъ 20 дней, а круглыхъ въ зависимости отъ ихъ состоянія. Самый процессъ осмотра и очистки каналовъ организованъ въ Берлинѣ слѣдующимъ образомъ. Впереди идетъ десятникъ съ фонаремъ, а за нимъ слѣдуетъ двое рабочихъ. Десятникъ вскапываетъ сухіе отложения посредствомъ спеціальнаго инструмента, первый рабочій предвигаетъ ихъ впередъ деревяннымъ черпакомъ, а второй подметаетъ ихъ метлой. Третій рабочій этой артели, остающійся наверху, открываетъ и закрываетъ крышки смотровыхъ колодцевъ. Очистка отъ грязи проходимыхъ каналовъ въ Берлинѣ производится ночью и чрезъ такіе промежутки времени, когда слой грязи достигнетъ 15 сант.; для этой цѣли пользуются переносными ведрами. Чтобы судить о количествѣ рабочей силы,¹⁾ необходимой для канализаціонной сѣти, приведемъ для примѣра данныя изъ эксплуатаціи Московской сѣти, гдѣ въ 1907 году находилось 51 десятникъ, 67 рабочихъ, 3 слесаря, 3 каменщика, 2 плотника и 5 рабочихъ.



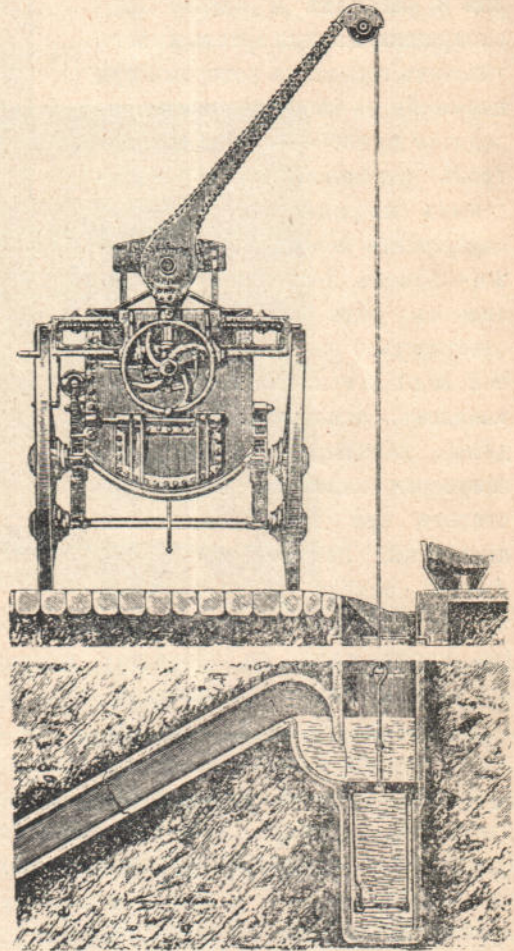
¹⁾ Отчетъ по эксплуатаціи Московской канализаціи за 1907 годъ.

Изъ сооружений канализационной сѣти слѣдуетъ обратить серьезное вниманіе на *регулярную промывку дюкеровъ*, которые въ противномъ случаѣ могутъ легко засориться, а прочистка ихъ не всегда можетъ быть удачной. Осадочныя ведра дождеприемниковъ должны очищаться по возможности каждую недѣлю. Извлеченіе наполнишагося грязью ведра производится или посредствомъ треноги съ блокомъ (черт. 469) или, что несрав-

чер. 469.



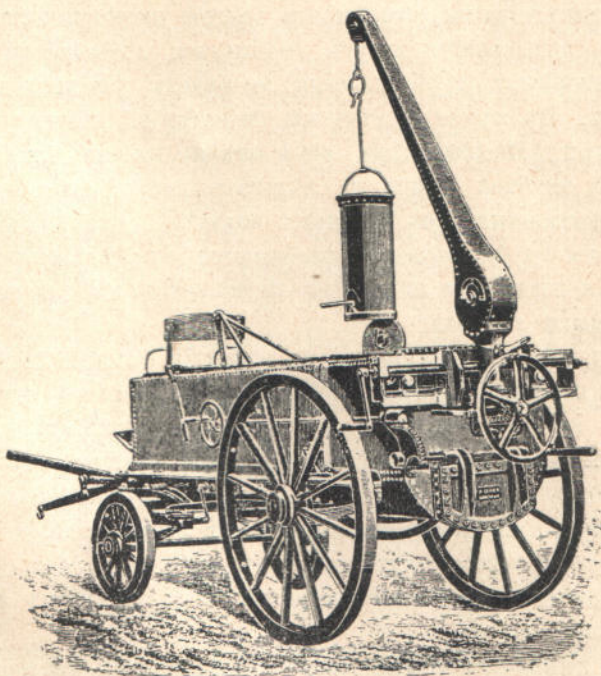
чер. 470.



ненно удобнѣе, при помощи особой повозки, изобрѣтенной Гейгеромъ (черт. 470—471). Если же дождеприемники не имѣютъ съемнаго осадочнаго ведра, то ихъ грязеловки очищаются вручную черпаками. Само собой разумѣется, что подобная очистка уступаетъ въ *гигиеническомъ отношеніи* предыдущей, чѣмъ еще разъ *подчеркивается выгодность примѣненія современныхъ типовъ Geiger'a, Mairich'a и др.*

Очистка дождеприемниковъ новѣйшаго типа производится днемъ, но на оживленныхъ улицахъ желательно для предотвращенія стѣсненія уличнаго движенія производить очистку ночью.

чер. 471.



§ 3. Эксплоатація насосныхъ канализаціонныхъ станцій. Эксплоатація *песколовокъ* заключается въ систематической очисткѣ ихъ отъ задержанныхъ ею на рѣшеткахъ плавающихъ веществъ и въ удаленіи скопившихся на днѣ осадковъ. Способы очистки, которые примѣняются въ этомъ случаѣ, зависятъ главнымъ образомъ отъ конструкціи приспособленій для очистки *песколовокъ*, (см. главу XX), при чемъ съ санитарной точки зрѣнія *предпочтительнѣе подвижныя рѣшетки и норы*. Вывозъ осадковъ изъ *песколовокъ* дѣлается въ вагонеткахъ или специальныхъ фурахъ. Эксплоатація канализаціонныхъ насосныхъ станцій сводится къ тщательному уходу за работающими на ней насосами и двигателями и своевременной заготовкѣ топлива. Для того, чтобы обезпечить правильность и выгодность работы насосныхъ установокъ, необходимо дѣлать ежедневныя наблюденія съ цѣлью возможно точной регистраціи ихъ работы въ теченіе сутокъ.

Для этой цѣли слѣдуетъ опредѣлять число ходовъ или оборотовъ насосовъ и двигателей, пользуясь для этой цѣли *автоматическими счетчиками*. Работа насосовъ и двигателей должна провѣряться еще посредствомъ особыхъ *поплавковъ*, которые, будучи установлены въ *песколовкѣ*, могутъ отмѣчать *уровень стоянія въ ней воды*, и если сдѣлать передачу отъ поплавка въ

насосную станцію и, прикрѣпивъ къ концу проволоки крандашъ, связать колебанія его положенія съ цилиндромъ, приводимымъ въ движенія часовымъ механизмомъ, то мы получимъ ежедневныя діаграммы подачи воды насосами, ¹⁾ на которыхъ графически будутъ отмѣчаться всѣ колебанія въ ихъ работѣ. Эти графики дадутъ намъ возможность вести тщательный учетъ расходуемаго топлива, что имѣетъ важное *экономическое значеніе*.

Далѣе насосныя станціи могутъ снабжаться *водомѣрами*, устанавливаемыми на напорныхъ трубахъ, если не будетъ установлено поплавковъ въ песколовкахъ. Въ качествѣ системы водомѣровъ можно рекомендовать водомѣръ Вентури (Москва), такъ какъ онъ не имѣетъ никакихъ подвижныхъ частей въ трубной линіи и, слѣдовательно, не можетъ засориться примѣсами, содержащимися въ сточныхъ водахъ.

Всасывающія трубы насосовъ снабжаются *вакууметрами* для измѣренія разрѣженія воздуха, а напорныя—*манометрами* для измѣренія давленія въ напорныхъ трубахъ.

Для предупрежденія остановки въ дѣйствиіи станціи необходимо ежедневно въ часы перерыва *провѣрять работоспособность всѣхъ насосовъ и двигателей*, не исключая и *резервныхъ*, и подвергать всѣ ихъ части тщательному осмотру, замѣняя всѣ испорченныя части новыми *запасными*.

Приемы по *контролю работы* самихъ *двигателей* зависятъ отъ *рода энергии*, приводящей ихъ въ движеніе, и *типа самого двигателя*.

Подробное изложеніе этихъ приѣмовъ выходитъ за предѣлы настоящаго сочиненія, вслѣдствіе чего мы ограничимся указаніемъ лишь нѣкоторыхъ общихъ приѣмовъ.

Такъ, при *паровыхъ установкахъ* снимаются индикаторныя діаграммы паровыхъ и насосныхъ цилиндровъ для удостовѣренія правильности дѣйствія *парораспределенія и насосныхъ клапановъ*. Далѣе необходимо вести учетъ *питательной воды* для котловъ путемъ установки на питающей трубѣ небольшого *водомѣра* (объемнаго типа); при болѣе точныхъ измѣреніяхъ необходимо отмѣчать уровень воды въ котлѣ до начала и въ концѣ его работы въ теченіе дня и измѣрять температуру питательной воды. Также необходимо отмѣчать по манометру *давленіе пара въ котлахъ*. Далѣе слѣдуетъ провѣрять *дѣйствіе топки* путемъ установки особыхъ *контрольныхъ приборовъ*; наконецъ необходимо вести *учетъ топлива* путемъ *взвѣшиванія количества* его, расходуемаго въ теченіе каждаго дня. Сопоставленіе этихъ цифръ съ графиками подачи воды даетъ намъ возможность вычислить *потребленіе топлива въ килограммахъ на 1 кубическій метръ поднимаемой воды*. Сравненіе цифры расхода топлива на 1 куб. метръ поднимаемой воды съ другими аналогичными установками даетъ намъ возможность судить *объ экономичности работы нашей станціи и объ умѣньш приставленнаго для ея обслуживания личного*

¹⁾ Подробнѣе см. Lueger, Die Wasserversorgung der Staedte, Zweite Abtheilung, стр. 521—523.

персонала. Равнымъ образомъ должно регулярно провѣрять количество пара на единицу вѣса топлива съ принятіемъ въ соображеніе состава горючаго.

Значительно проще эксплуатація *газовыхъ и электрическихъ двигателей*, получающихъ свою энергію отъ *центральныхъ станцій*. Но и въ этомъ случаѣ необходимо вести учетъ *газа газомѣрами* и *электрической энергіи особыми счетчиками*; кромѣ этого для газовыхъ и нефтяныхъ двигателей необходимо еще вести *учетъ охлаждающей воды*; при *газовыхъ и газогенераторныхъ* двигателяхъ необходимо дѣлать во время остановокъ *провѣрку герметичности въ мѣстахъ соединеній газопровода* посредствомъ вентилятора для растопки, чтобы имѣть возможность предотвратить поступленіе воздуха въ газопроводъ; при значительномъ поступленіи воздуха, не говоря уже о пониженіи работы двигателя, является опасность образованія въ газопроводѣ взрывчатой смѣси.

Далѣе слѣдуетъ замѣтить, что при примѣненіи *газовыхъ и нефтяныхъ* двигателей желательно регулярно очищать золотники, поршни и стѣнки цилиндровъ, выпускныхъ клапановъ и проч., такъ какъ вслѣдствіе высокой температуры при взрывѣ сзади поршня пригораетъ смазочное масло, а скопленіе продуктовъ горѣнія въ двигателяхъ способствуетъ быстрому изнашиванію рабочихъ поверхностей. Учетъ нефти для двигателей производится посредствомъ *нефтемѣровъ*. *Электромоторы* легко содержать въ исправности, такъ какъ они при большомъ числѣ оборотовъ требуютъ только хорошей смазки.

Эксплуатація *поршневыхъ насосовъ* заключается въ осмотрѣ и очисткѣ отъ примѣсей клапановъ и сальниковъ, смазкѣ трущихся частей, въ тщательномъ надзорѣ за плотностью соединеній насосовъ, чтобы препятствовать попаданію въ нихъ воздуха; также необходимо заботиться, чтобы насосы имѣли легкой, безшумный и плавный ходъ, такъ какъ толчки и удары, указывая на неправильность работы насоса, способствуютъ быстрому изнашиванію насосовъ.

Уходъ за *центробѣжными* насосами проще: онъ сводится, главнымъ образомъ къ обильной смазкѣ (автоматической), осмотру во время остановокъ внутренности насоса и въ промывкѣ и прочисткѣ ихъ отъ грязи, приносимой сточными водами.

Всѣ производимыя *испытанія* и *провѣрки* работы двигателей и насосовъ, а также ихъ ремонтъ заносятся въ особые *журналы*, гдѣ отмѣчается и время провѣрки или ремонта, а также всѣ данныя, добытыя наблюденіями или испытаніями.

§ 4. Охрана здоровья канализаціонныхъ рабочихъ. При эксплуатаціи канализаціи необходимо кромѣ общихъ гигиеническихъ мѣропріятій принимать *спеціальныя мѣры по охранѣ здоровья канализаціонныхъ рабочихъ*, такъ какъ ихъ жизнь можетъ подвергаться опасности при работѣ въ самихъ каналахъ. Опасность для здоровья рабочихъ заключается въ хорошо вентилируемой и правильно устроенной канализаціи не столько въ томъ,

что рабочимъ при чисткѣ каналовъ приходится дышать *дурнымъ воздухомъ*, сколько въ *постоянномъ соприкосновеніи съ нечистотами*, что понижаетъ сопротивляемость человеческого организма, предрасполагая его къ инфекціоннымъ заболѣваніемъ. Далѣе неблагоприятнымъ факторомъ для здоровья слѣдуетъ считать ту *сырость*, которая присуща канализационнымъ каналамъ, и *сквозные вѣтры*, являющіеся причиной цѣлага ряда заболѣваній. Наконецъ въ каналахъ всегда возможны *несчастные случаи* въ слѣдствіе работы въ плохо освѣщаемомъ пространствѣ въ особенности на поворотахъ и крутыхъ перепадахъ каналовъ, а также при спускѣ въ смотровые колодцы.

Для борьбы съ этимъ необходимо *примѣнять* нѣкоторыя *мѣропріятія, защищающія здоровье рабочихъ*. Къ нимъ слѣдуетъ отнести: *ограниченіе времени пребыванія рабочихъ въ каналъ*, для каковыхъ цѣлей они должны попеременно или оставаться на верху или опускаться въ каналъ, *открытіе всѣхъ отверстій* на томъ участкѣ стѣн, гдѣ производится въ данный моментъ чистка каналовъ, *запрещеніе принимать пищу и питье въ каналахъ*, *снабженіе рабочихъ казенной одеждой и непромокаемыми высокими сапогами* для предохраненія ихъ отъ дѣйствія сырости и простуды, *устройство душевыхъ бань* для обмыванія рабочихъ по окончаніи работъ и вообще *поддержаніе строгой чистоты тѣла*.

При соблюденіи подобныхъ правилъ опасность для здоровья рабочихъ не велика, какъ это доказано многочисленными санитарно-статистическими изслѣдованіями, по которымъ оказывается, что *смертность среди канализационныхъ рабочихъ* не превышаетъ *средней смертности въ городѣ*. Даже такія болѣзни какъ холера, брюшной тифъ, связь которыхъ съ экскрементами въ медицинскомъ мірѣ считается доказанной, не поражаютъ сильнѣе канализационныхъ рабочихъ, чѣмъ другихъ жителей города.

ГЛАВА XXIV.

§ 1. Стоимость канализационных устройств. После составления проекта канализационной сѣти представляется необходимымъ составить *строительную и эксплуатационную сметы*, такъ какъ, естественно, безъ таковыхъ свѣдѣній нельзя обосновать всю *финансовую сторону канализационнаго предприятия*. Простѣйшій и обычный путь для составления строительной сметы—это опредѣленіе количествъ матеріаловъ и работъ, разработка единичныхъ цѣнъ на работы въ зависимости отъ мѣстныхъ цѣнъ на рабочіе руки и матеріалы и подведеніе общихъ итоговъ. Но при составленіи подобной сметы необходимо отчислать извѣстное количество процентовъ (10⁰/₀—20⁰/₀) на *дополнительныя работы* (водоотливъ, твердые грунты и пр.), которыя даже при тщательныхъ геологическихъ изысканіяхъ не всегда поддаются точному учету. Далѣе въ смету же необходимо включать *извѣстный процентъ* (3—5⁰/₀) на *техниескій надзоръ и составленіе проекта*. При собираніи справочныхъ цѣнъ на матеріалы необходимо устанавливать ихъ, учитывая стоимость провоза ихъ отъ пункта ихъ производства по путямъ сообщенія и доставки ихъ къ мѣсту производства работъ.

Хотя цѣны на рабочія руки и матеріалы очень различны въ городахъ, приведемъ для освѣщенія вопроса въ таблицѣ XLIX данныя о стоимости канализационной сѣти въ нѣкоторыхъ русскихъ городахъ, взятыя нами изъ пояснительныхъ записокъ къ проектамъ канализаціи этихъ городовъ.

По составленіи подробной строительной сметы является вполне цѣлесообразнымъ *сравнить ее съ канализационными сметами другихъ городовъ*, примѣняющихъ ту же систему канализаціи и обладающихъ близкими мѣстными условіями. Это сравненіе даетъ составителю проекта возможность провѣрить, дорого или дешево обойдется предлагаемый имъ проектъ. Такъ какъ подобныя данныя для сравненія имѣть очень трудно, то часто довольствуются сравненіемъ съ нѣкоторыми средними цифрами, опубликованными въ технической литературѣ. Въ качествѣ сравнительныхъ масштабовъ пользуются *величинами*: 1) *стоимости канализаціи на погонную единицу сѣти* k_1 , 2) *стоимости канализаціи на одного жителя* k_2 и 3) *стоимости канализаціи на единицу площади канализируемаго района*— k_3 . Изъ трехъ родовъ коэффициентовъ намъ наиболѣе представ-

ТАБЛИЦА XLIX.

Названіе города.	Система канализаціи.	Краткое описаніе сѣти.	Общая длина сѣти въ пог. саж.	Стоимость сѣти въ рубляхъ.
Самара	Общесплавная.	Сѣть состоитъ изъ гончарныхъ трубъ и кирпичныхъ овоидальныхъ каналовъ, ливнепусковъ, промывного канала, смотровыхъ и промывныхъ колодезь, дождеприемниковъ, насосной станціи и пр.	19387	1900000
Москва	Неполная раздѣльная сплавная система.	Сѣть состоитъ изъ гончарныхъ трубъ и кирпичныхъ каналовъ, смотровыхъ колодезь, насосной станц. и пр.	128250	4539600
Ростовъ на Дону	Неполная раздѣльная система.	Сѣть состоитъ изъ гончарныхъ трубъ и бетонныхъ, круглыхъ и овоидальныхъ каналовъ, смотровыхъ и промывныхъ колодезь и пр.	42397	914998
Харьковъ	Неполная раздѣльная сплавная система.	Сѣть состоитъ изъ гончарныхъ трубъ и кирпичныхъ овоидальныхъ каналовъ, смотровыхъ колодезь, промывныхъ танковъ и пр.	21006	775154
Астрахань	Неполная раздѣльная система Шона.	Сѣть состоитъ изъ гончарныхъ и бетонныхъ трубъ, эжекторныхъ станцій, воздухопроводной сѣти, компрессорной станціи, промывныхъ камеръ и пр.	78750	3108000

ляется интереснымъ коэффициентъ стоимости канализационной сѣти (включая сюда стоимость колодцевъ различныхъ назначеній) на 1 пог. метръ ея общаго протяженія κ_1 такъ какъ оба другихъ коэффициента зависятъ главнымъ образомъ отъ плотности населенія и плотности застройки въ городѣ, которая неодинакова не только въ разныхъ городахъ, но даже и въ одномъ и томъ же городѣ. Приведемъ въ нижеслѣдующей таблицѣ L нѣкоторыя цифры для величинъ κ_1 , κ_2 и κ_3 въ западно-европейскихъ и русскихъ городахъ. Въ эти цифры не включена стоимость содержанія технического надзора и составленія проекта.

Въ этой таблицѣ можно видѣть, что примѣненіе неполныхъ раздѣльных системъ уменьшаетъ коэффициентъ κ_1 болѣе, чѣмъ въ два раза при чемъ коэффициентъ κ_2 падаетъ еще сильнѣе. Далѣе бросается въ глаза небольшая величина коэффициента κ_3 въ русскихъ городахъ сравнительно съ заграничными: это легко объясняется тѣмъ, что въ Россіи города занимаютъ большія площади, и дома нерѣдко имѣютъ незначительную высоту.

§ 2. Опредѣленіе стоимости отведенія воды. Эксплуатационные расходы.

Для сооруженія канализаціи городскія самоуправленія не въ состояніи использовать текуція городскія средства и вынуждены прибѣгать къ долгосрочнымъ займамъ, срокъ погашенія которыхъ колеблется между 60 и 70 годами. Поэтому годовые проценты на занятый капиталъ съ постепеннымъ его погашеніемъ при столь большомъ времени t_0 были бы незначительными. Съ другой стороны всѣ канализационныя сооруженія рассчитываются нами на опредѣленное количество лѣтъ t , послѣ истеченія котораго канализація или часть ея можетъ подвергнуться коренной перестройкѣ (или вслѣдствіе расширенія города или вслѣдствіе необходимости удалить отъ города очистныя сооруженія). Такъ какъ при исчисленіи способовъ погашенія любого предпріятія желательно провести его погашеніе къ концу возможнаго срока его службы, а съ другой стороны t_0 всегда больше t , которое равняется 15—30 годамъ, то годовые расходы по погашенію и оплатѣ процентовъ займа должны быть повышены и съ такимъ расчетомъ, чтобы изъ остатковъ, которые получатся вслѣдствіе разницы между годовыми процентами, идущими на заемъ и взимаемыми съ потребителей, составился бы капиталъ, который бы въ теченіе времени $t_0 - t$ былъ бы достаточенъ для оплаты процентовъ и погашенія процентовъ по займу.

Величина годового взноса съ капитала равнаго 1 рублю, при погашеніи его въ t_0 лѣтъ при $p\%$

$$b = \frac{(1 + r_0)^{t_0} r_0}{(1 + r_0)^{t_0} - 1}, \text{ гдѣ } r_0 = \frac{p_0}{100}$$

Величина годового взноса B съ капитала, равнаго 1 рублю, въ теченіе времени t опредѣлится изъ слѣдующихъ соображеній.

ТАБЛИЦА L.

Название города.	Система канализации.	Стоимость канализационной сѣти и ея сооружений въ рубляхъ.			
		На погонный метръ протяженія сѣти k ₁	На одного жителя k ₂	На гектаръ канализируем. площ. k ₃	
Берлинъ	Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О Ш О	36,66	30,00	—	
Висбаденъ		28,00	31,00	5330	
Гамбургъ		43,00	22,00	3080	
Дрезденъ		42,00	31,00	4207	
Кельнъ		35,00	28,00	6350	
Мюнхенъ		54,00	35,00	6683	
Парижъ		40,00	29,00	—	
Самара ¹⁾		46,00	21,68	—	
Амстердамъ		система Лирнура.	—	12,00	—
Москва		Неполная.	17,00	20,00	1870
Ростовъ на Дону	раздѣльная	10,00	7,70	—	
Харьковъ	Сплавная система.	17,37	3,53	—	
Астрахань	Неполная раздѣльн. система Шона.	19,00	22,14	—	
Бармень	Полная раздѣльная сплавная система.	42,00	—	—	

¹⁾ Примѣчаніе. Коэффициенты для русскихъ городовъ исчислены только для работъ 1-й очереди.

Изъ остатковъ, получающихся ежегодно и равныхъ $B - b$,¹⁾ въ теченіе t лѣтъ при $p\%$ образуется капиталъ:

$$K = \frac{(B - b)(e^t - 1)}{e - 1}, \quad \text{гдѣ } e = 1 + \frac{p}{100}$$

Этотъ капиталъ долженъ быть такъ подобранъ, чтобы онъ могъ служить источникомъ, откуда ежегодно можно было бы брать по b рублей въ теченіе $t_0 - t = n$ лѣтъ.

Слѣдовательно капиталъ K къ концу 1 года обратился въ $ke - b$
 " " " 2 " $Ke^2 - be - b$
 " " " n года $Ke^n - be^{n-1} - be^{n-2} \dots - b$

K къ концу n -ого года исчерпывается и поэтому

$$Ke^n - be^{n-1} - be^{n-2} \dots - b = 0 \quad \text{или}$$

$$Ke^n = \frac{b(e^n - 1)}{e - 1}; \quad \text{послѣ подстановки}$$

$$\frac{(B - b)(e^t - 1)}{e - 1} \cdot e^{t_0 - t} = \frac{b(e^{t_0 - t} - 1)}{e - 1}$$

Откуда

$$B = \frac{b(e^{t_0 - t} - 1) + b(e^t - 1)e^{t_0 - t}}{(e^t - 1)e^{t_0 - t}} = \frac{b(e^{t_0} - 1)}{e^{t_0} - e^{t_0 - t}} \dots \quad (201)$$

Опредѣляя B и зная величину и проценты займа на сооруженіе канализаціи, мы перемноженіемъ этихъ величинъ опредѣлимъ величину эксплуатаціонныхъ расходовъ для этой части.

Кромѣ годовыхъ расходовъ по оплатѣ процентовъ и погашенію городского займа имѣются еще расходы, связанные непосредственно съ эксплуатаціей самой канализаціонной сѣти.

Къ нимъ относятся расходы: по промывкѣ и прочисткѣ сѣти, по текущему ремонту каналовъ колодезевъ и зданій, по очисткѣ отъ грязи песколовокъ у насосныхъ станцій, по содержанію насосныхъ станцій и т. под. Вполнѣ понятно, что величины этихъ расходовъ весьма разнообразны и зависятъ отъ многихъ мѣстныхъ факторовъ: системы канализаціи, протяженія сѣти, числа насосныхъ станцій, типа двигателей и насосовъ, количества промывныхъ приборовъ пр. Это разнообразіе факторовъ указываетъ намъ на невозможность дать какія-либо общія нормы для опредѣленія эксплуатаціонныхъ расходовъ. Поэтому для облегченія подобной работы мы приведемъ ниже нѣкоторыя данныя о подобныхъ расходахъ въ городахъ, которые уже устроили свою канализацію.

¹⁾ Таблицы для опредѣленія величины b и B имѣются въ книгѣ Глаголева: "Теорія долгосрочныхъ финансовыхъ операцій".

Изъ группы расходовъ по эксплуатаціи канализаціи слѣдуетъ выдѣлить *расходы по промывкѣ сѣти и по очисткѣ дождеприемниковъ*. Онѣ заключаются главнымъ образомъ въ содержаніи артелей рабочихъ, лошадей и фургоновъ для отвоза грязи. Для примѣрнаго опредѣленія величины этихъ расходовъ принято также относить ихъ или къ одному погонному метру сѣти или къ одному жителю.

Такіе расходы для нѣмецкихъ городовъ исчисляются въ 20—25 коп. на 1 п. мет. и въ 15—20 коп. на 1 жителя. Инженеръ Линдлей для г. Самары приводитъ расходъ въ 3000 руб. на промывку и прочистку сѣти и 7000 руб. на очистку дождеприемниковъ, что при протяженіи Самарской сѣти въ ∞ 19400 саж., даетъ нормы на 1 п. м. въ 25 коп. и на 1 жителя при населеніи въ 112000 человекъ въ 9 коп.

Для неполныхъ раздѣльныхъ системъ, гдѣ не имѣется дождеприемниковъ, приведенныя нормы должны быть нѣсколько ниже, хотя для небольшихъ городовъ они могутъ остаться на этой же высотѣ, такъ какъ для такой сѣти необходимо имѣть не менѣе одной артели изъ 3 рабочихъ и старосты.

Расходы на текущій ремонтъ каналовъ и другихъ сооружений обыкновенно исчисляются въ размѣрѣ отъ 0,5 до 1% ихъ стоимости, при чемъ большій размѣръ процента откосится къ маленькимъ городамъ.

Расходы по содержанію насосныхъ станцій слагаются изъ расходовъ по приобрѣтенію топлива, смазочныхъ и обтирочныхъ матеріаловъ, по текущему ремонту и армотизаціи двигателей и насосовъ и расходовъ по содержанію лишняго состава для надзора. Здѣсь также приходится составлять смѣты для каждаго конкретнаго случая, изучая для этой цѣли аналогичныя существующія устройства.

Далѣе необходимо исчислить расходы по содержанію высшаго личнаго состава (завѣдующаго и помощниковъ) и центральнаго управленія (канцеляріи и счетоводства). Это расходы, обыкновенно, опредѣляется по соображенію со штатами другихъ городскихъ предпріятій и зависятъ до нѣкоторой степени отъ общаго бюджета города.

Послѣ опредѣленія всѣхъ эксплуатаціонныхъ расходовъ ихъ слѣдуетъ сложить съ процентами по оплатѣ и погашенію городского займа, чтобы получить всю сумму ежегодныхъ расходовъ, падающихъ на населеніе; эта цифра служитъ базой для установленія канализаціоннаго сбора, съ домовладѣльцевъ, о чемъ мы будемъ говорить въ слѣдующемъ параграфѣ.

Зная величину эксплуатаціонныхъ расходовъ и количество воды, подлежащее отведенію, мы дѣленіемъ первой величины на вторую получимъ *стоимость отведенія 1 куб. метра воды (или 100 ведеръ)*.

Здѣсь слѣдуетъ имѣть въ виду, что для удешевленія канализаціонныхъ сооружений, что разумѣется, отражается и на величинѣ городского займа, *канализаціонныя работы разбиваются на очереди, которыя выбираютъ въ зависимости отъ величины народонаселенія и водопотребленія въ городскихъ частяхъ*. Поэтому при опредѣленіи стоимости отве-

денія 1 куб. метра воды слѣдуетъ ее также вычислить въ періодъ окончанія очередей работъ и въ концѣ расчетнаго періода дѣйствія канализаціи.

Обычные предѣлы, между которыми можетъ колебаться дѣйствительная стоимость отведенія 100 ведеръ сточныхъ водъ, на очистныя сооруженія для системъ сплавного типа въ первые годы устройства 5—7 коп., а для системъ съ районными станціями 7—9 коп. Такъ напр. въ Берлинѣ стоимость отведенія 100 ведеръ = 5,22 коп., въ Москвѣ—6,5 к., въ Кіевѣ—6,5 коп. и т. п.

§ 3. **Канализаціонные тарифы.** Годовые эксплуатаціонные расходы по канализаціи должны погашаться тѣми классами, которые принимаютъ согласно дѣйствующему законодательству непосредственное участіе въ городскомъ самоуправленіи, обладая активнымъ или пассивнымъ избирательнымъ правомъ. Погашеніе этихъ расходовъ можетъ быть организовано тремя способами. Эти расходы включаются въ *годовые расходные бюджеты городовъ* или же для ихъ погашенія *устанавливаются особые канализаціонные налоги, которые такимъ образомъ входятъ и въ приходные и въ расходные городскіе бюджеты.* Третій способъ заключается въ покрытіи *части расходовъ по канализаціи за счетъ общаго городского бюджета и въ установленіи для остающейся части канализаціоннаго налога (сбора).* Изъ этихъ способовъ въ видахъ скорѣйшаго устройства канализаціи предпочтительнѣе установленіе особаго канализаціоннаго налога, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ бюджеты русскихъ городовъ за недостаткомъ источниковъ обложенія и расходовъ на общегосударственные и земскія потребности едва успѣваютъ удовлетворять текущимъ городскимъ нуждамъ, а величина канализаціоннаго налога обычно меньше величины расходовъ, затрачиваемыхъ домовладѣльцами на вывозъ нечистотъ.

При примѣненіи этого способа канализаціоннымъ налогомъ должно облагать только тѣ части города, которые присоединены сразу къ канализаціи. Правда отъ улучшенія гигиеническихъ условій канализаціонныхъ частей города произойдетъ улучшеніе и для не канализованныхъ частей, но все-таки это улучшеніе незначительно и *было бы по нашему мнѣнію, крайне несправедливымъ облагать хотя бы и уменьшеннымъ сборомъ бѣдныя окраинныя части.* Далѣе при разработкѣ вопроса о базѣ канализаціоннаго налога должно имѣть въ виду, обязательно ли въ теченіе извѣстнаго срока присоединеніе домовъ къ канализаціи. Въ случаѣ отсутствія такихъ постановленій слѣдуетъ устанавливать сначала болѣе высокія *тарифы, а затѣмъ уже понижать ихъ величину по мѣрѣ возрастанія присоединеній къ городской канализаціи.* Это положеніе весьма невыгодно съ коммерческой точки зрѣнія, такъ какъ приходится въ этомъ случаѣ болѣе высоко обкладывать первыхъ, болѣе культурныхъ домовладѣльцевъ и вслѣдствіе высокой платы тормозить присоединеніе всѣхъ къ канализаціи, безъ чего ея гигиеническое значеніе сильно подрывается.

Базы для основанія канализаціонныхъ тарифовъ могутъ быть весьма различны, но они не должны быть построены такимъ образомъ,

чтобы понуждать домовладельцевъ къ сокращенію водопотребленія, а слѣдовательно и водоотведенія.

Канализаціонные налоги можно взимать пропорціонально:

- 1) суммѣ государственныхъ и городскихъ налоговъ,
- 2) или суммѣ государственныхъ или суммѣ городскихъ налоговъ;
- 3) покупной стоимости домового владѣнія;
- 4) величинѣ оцѣночнаго сбора (чистой доходности по городской оцѣнкѣ);
- 5) длинѣ уличнаго фасада;
- 6) площади дворового участка;
- 7) длинѣ уличнаго фасада и площади дворового участка;
- 8) площади улицы предъ фасадомъ дома,
- 9) числу домовыхъ присоединенныхъ отводовъ;
- 10) количеству потребленной воды, учитываемой водомѣрами;
- 11) числу зданій на дворовомъ участкѣ и пр.

Изъ этихъ способовъ взиманія канализаціоннаго налога наиболѣе удобнымъ для русскихъ условій представляется *взиманіе налога пропорціонально величинѣ оцѣночнаго сбора*, такъ какъ въ городскихъ управахъ всегда имѣются данныя по оцѣнкѣ доходности домовъ, что въ свою очередь облегчаетъ быстрое введеніе новаго налога. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что этотъ сборъ можетъ взиматься независимо отъ общаго городского налога; къ сожалѣнію, наши Думы стремятся *включать этотъ налогъ въ общій городской налогъ*, вслѣдствіе чего эта часть городского налога остается неиспользованной для городского бюджета. *Взиманіе налога по количеству водопотребленія* возможно только въ городахъ, снабженныхъ домовыми водомѣрами: при такомъ способѣ всегда имѣется опасность съ гигиенической точки зрѣнія, такъ какъ домовладельцы, стремясь къ сокращенію расходовъ, будутъ уменьшать число ваннъ, клозетовъ и раковинъ въ домахъ. Но этотъ способъ вполне пригоденъ для фабрикъ и заводовъ.

Взиманіе налоговъ пропорціонально длинѣ фасада или площади участка или длинѣ улицы также неудобно, такъ какъ по этому способу сильнѣе облагаются невысокіе дома и слабо застроенные участки, размноженіе которыхъ въ городѣ представляется желательнымъ по гигиеническимъ соображеніямъ.

Иногда кромѣ годового налога города взимаютъ единовременную плату за присоединеніе къ канализаціи. Такъ, напримѣръ, поступаетъ г. Москва, которая взимаетъ канализаціонный сборъ съ чистой доходности: единовременно 3% за прокладку домовой вѣтви до воротъ дома и присоединеніе къ канализаціи и 4% за ежегодное пользованіе канализаціей; съ фабрикъ и заводовъ въ Москвѣ взимается 7 коп. за 100 ведеръ отведенной воды.

При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что обычной нормой для взиманія канализаціоннаго налога слѣдуетъ считать Московскую норму въ 4% отъ чистой доходности, получаемой съ дома.

Разумѣется при установленіи подобныхъ тарифовъ вполне возможно рассчитать ихъ такъ, чтобы они давали бы превышеніе доходовъ надъ расходами и поступали бы въ городскую кассу. Но *такая точка зрѣнія является непріемлемой для городскихъ самоуправленій*, такъ какъ не слѣдуетъ забывать, что *канализація* ведетъ къ дополнительному сокращенію заболѣваемости и смертности населенія отъ инфекціонныхъ болѣзней, а слѣдовательно *механически сокращаетъ расходы города по содержанію больницъ*. Эти же соображенія должны всегда удерживать наши города отъ отдачи канализаціонныхъ предпріятій *концессионерамъ*, такъ какъ при подобномъ взглядѣ на вещи легко додуматься *до отдачи въ концессию и городскихъ больницъ, ночлежныхъ пріютовъ, богадѣленъ и т. под.*

**Списокъ главнѣйшихъ источниковъ, послужившихъ для настоящаго
сочиненія:**

- 1) Инж. Алексѣевъ. Канализація г. Москвы, 1902.
- 2) Инж. В. Акимовъ. Желѣзобетонъ въ практикѣ, 1908.
- 3) Assainissement des villes par le système Liernur, 1908.
- 4) Badois et Bieber. Assainissement comparé de Paris et des grandes vil-
es de l'Europe, 1904.
- 5) Baumeister. Städtisches Strassenwesen und Städtereinigung, 1890.
- 6) Barth. Die Zweckmässigste Betriebskraft, 1904—1905.
- 7) Инж. М. Ю. Вѣлявскій. Канализація городовъ, 1909.
- 8) Инж. Е. Э. Бромлей. Газовые, бензиновые и керосиновые двигатели, 1900.
- 9) Bohm. Leitende Grundsätze für die Entwässerung von Ortschaften, 1906.
- 10) Prof. Beschmann. Salubrité urbaine. Distribution d'eau et assainis-
sment des villes, 1898—1899.
- 11) Bredtschneider. Das Trennsystem, 1902.
- 12) Докладъ подкомиссiи для производства опытовъ надъ вентиляціей въ сточ-
ныхъ водахъ г. Москвы, 1907.
- 13) Von Emperger. Handbuch der Eisenbetonbau, 1907.
- 14) Проф. А. К. Еншъ. Канализація городовъ и очистка сточныхъ водъ, 1903.
- 15) Idem. Проектъ канализаціи г. Рущука, 1908.
- 16) Folwell. Sewerage, New-York, 1903.
- 17) Fodor. Hygiene des Bodens, 1893.
- 18) Prof. Frühling. Die Entwässerung der Städte, 1905.
- 19) Инж. П. Горбачевъ. О разчетѣ скоростей теченія и отводоспособно-
стей въ водопроводахъ и водостокахъ, 1901.
- 20) Idem. Пояснительная записка къ проекту канализаціи города Ростова
на/Дону, 1901.
- 21) Гюльднеръ. Двигатели внутренняго сгорания, 1907.
- 22) Hartmann und Knocke. Die Pumpen, 1906.
- 23) Heyd. Die Wirtschaftlichkeit bei den Städteentwässerungsverfahren, 1908.
- 24) Idem. Die Kanalisation für Oppau in der Rheinpfalz, 1906.
- 25) Idem. Die Elemente des Kanalbaues, 1906.

- 26) Hervieu. Traité pratique de la construction d'égouts, 1897.
- 27) Инж. Житкевичъ. Примѣненіе желѣзобетона къ канализаціи и водоснабженію городовъ, 1899.
- 28) Журналы засѣданій Комиссіи по надзору за устройствомъ водоснабженія и канализаціи г. Москвы, 1897—1908.
- 29) Журналь „La Technique Sanitaire“, 1907—1910.
- 30) Журналь „Gesundheits-Ingenieur“, 1905—1910.
- 31) Журналь „Engineering Record and Sanitary Engineering“, 1905—1910.
- 32) Журналь „Le Genie Civil“, 1905—1909.
- 33) Журналь „Инженерное Дѣло“, 1904.
- 34) Журналь „Annales des ponts et chaussées“, 1905—1909.
- 35) Imbeaux. L'alimentation en eau et l'assainissement des villes, 1901.
- 36) Imhoff. Taschenbuch für Kanalisationsingenieure, 1907.
- 37) Проф. В. Ф. Ивановъ. Изслѣдованіе вліянія экономическихъ условій на начертаніе въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ водопроводной и оросительной сѣти, 1908.
- 38) Idem. Устройство водопроводовъ и водостоковъ въ домахъ, 1909.
- 39) Кастаньскій. Канализація Москвы по сплавной системѣ, 1899 г.
- 40) Керстенъ. Желѣзобетонныя сооруженія, 1908.
- 41) König. Anlage und Ausführung von Staedte-Kanalisation, 1902.
- 42) Idem. Taschenbuch des Hydrotekten für Wasserversorgung und Städteentwässerung, 1905.
- 43) Gebr. Körting. Wasser und Kanalisationswerke, 1908.
- 44) Kraus. Kanalisation und Wasserversorgung der Städte, 1909.
- 45) Линдлей. Проектъ канализаціи г. Варшавы, 1879 г.
- 46) Idem. Проектъ канализаціи предмѣстья г. Варшавы—Праги, 1900.
- 47) Idem. Пояснительная записка къ проекту канализаціи г. Тифлиса, 1896.
- 48) Idem. Пояснительная записка къ проекту канализаціи г. Самары, 1908.
- 49) Проф. Лундбергъ. Санитарно-строительное дѣло, 1907—1908.
- 50) Prof. Lueger. Wasserversorgung der Städte, II Band, 1908.
- 51) Малишевскій. Пояснительная записка къ канализаціи г. Харькова, 1909.
- 52) Матвѣевъ. Канализація г. Саратова, 1906.
- 53) Macé, Imbeaux, Bluzet et Adam. Hygiène generale des villes et des agglomerations communales, 1910.
- 54) Moore and Silcock. Sanitary Engineering, 1909.
- 55) Metzger. Städte—Entwässerung und Abwässer-Reinigung, 1907.
- 56) Marr. Kosten der Betriebskräfte, 1901.
- 57) Notice sur le service des eaux et assainissement de Paris, 1901.
- 58) Ogden. Sewer design, 1901.
- 59) В. Л. Омелянскій. Основы микробиологіи, 1909.
- 60) Отчеты по эксплуатаціи канализаціи г. Москвы за 1905—1908.
- 61) Паппенгутъ. Отхожія мѣста, выгребныя ямы, земляные и водяные клозеты, съ нѣмец., 1904.
- 62) Полещукъ. Курсъ строительнаго искусства,—часть VIII, Водопроводы и водостоки, 1904.

- 63) Д-ръ Праусницъ, Основы гигиены, 1904.
 - 64) Пояснительная записка къ проекту канализациі СПетербургa, составленная обществомъ Брянскихъ заводовъ, 1902.
 - 65) Пояснительная записка къ проекту канализациі г. Москвы, 1904.
 - 66) Rahlson. Die öffentliche Gesundheitspflege Wiesbadens, 1909.
 - 67) Raikes. The design construction and maintenance of sewage disposal works 1909.
 - 68) Reich. Der Städtische Tiefbau, 1907.
 - 69) Reisebericht über Paris, 1901.
 - 70) Schmeltzner. Grundzüge der mechanischer Abwässerklärung, 1908.
 - 71) Social. Budova kanalow ulicznych, 1899.
 - 72) Проф. В. Е. Тимоновъ. Водоснабженіе и водостоки 1904.
 - 73) Труды I—IX Русскихъ Водопроводныхъ Съездовъ за 1893—1909.
 - 74) Хедеръ. Насосы и компрессоры, 1903.
 - 75) Проф. Худековъ. Построеніе насосовъ, 1899.
 - 76) Проф. Чижевъ. Водостоки. 1895—96.
 - 77) Jdem. Пояснительная записка къ канализациі Нижняго Новгорода, 1903.
 - 78) Jdem. Пояснительная записка къ канализациі Астрахани, 1905.
 - 79) Vogel und Smiedt. Die Entwaesserung und Reinigung der Gebäude, 1908.
 - 80) Vogdt. Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen, 1906.
 - 81) Шиманскій. Проектъ канализациі г. Вильны, 1905.
 - 82) Weyl. Die Assanierung von Kobenhavn, 1908.
 - 83) Weugauch. Unterlagen zur Dimensionierung städtischer Kanalnetze, 1904.
 - 84) М. С. Ясюковичъ. Расчетъ водостоконъ съ помощью логариемо-графическихкихъ таблицъ, 1905.
-

Оглавление.

	СТР.
Введение.	1
Глава I. § 1. Процессы гніенія и окисленія. § 2. Гигіеническое значеніе почвы. § 3. Свойства почвы. § 4. Загрязненіе почвы. § 5. Мѣропріятія для предохраненія почвы отъ загрязненія.	3
Глава II. § 1. Историческій очеркъ развитія канализаціи. § 2. Вліяніе канализаціи на пониженіе смертности населенія. § 3. Экономическія выгоды отъ устройства канализаціи.	17
Глава III. § 1. Способы удаленія нечистотъ. § 2. Значеніе выгребовъ. § 3. Приемы по устройству выгребовъ. § 4. Постоянные выгребы. § 5. Септические выгребы. § 6. Подвижные погребы. § 7. Опорожненіе выгребовъ.	31
Глава IV. § 1. Классификація системъ канализаціи. § 2. Изысканія для устройства канализаціи.	51
Глава V. § 1. Опредѣленіе количества домовыхъ водъ. § 2. Опредѣленіе количества общественныхъ водъ. § 3. Опредѣленіе количества промышленныхъ водъ.	58
Глава VI. § 1. Основанія для выбора расчетнаго дождя. § 2. Опредѣленіе количества атмосферныхъ водъ, попадающихъ въ водосточную сѣть. § 3. Формулы для опредѣленія коэффиціента замедленія стока. § 4. Графическіе способы опредѣленія коэффиціента замедленія. § 5. Опредѣленіе количества грунтовыхъ водъ. § 6. Составъ сточныхъ водъ.	71
Глава VII. § 1. Общія понятія о канализаціи. § 2. Приемы по начертанію канализаціонной сѣти. § 3. Скорость теченія и уклоны водостоковъ. § 4. Расположеніе каналовъ на улицахъ.	105
Глава VIII. § 1. Требованія, предъявляемыя къ водосточнымъ каналамъ. § 2. Типы поперечныхъ сѣченій водостоковъ. § 3. Гидравлическія свойства поперечныхъ сѣченій. § 4. Свойства сѣченій водостоковъ съ экономической точки зрѣнія.	123
Глава IX. § 1. Формулы для расчета водостоковъ. § 2. Расчетные расходы. § 3. Глубина наполненія въ водостокахъ. § 4. Основные задачи, встрѣчающіяся при подборѣ водостоковъ. § 5. Аналитическіе	

методы подбора сѣченій водостоконъ. § 6. Графическіе методы подбора водостоконъ. § 7. Уклонъ dna и построение продольнаго профиля водосточныхъ каналовъ. 152

Глава X. § 1. Общія требованія, предъявляемыя къ матеріаламъ для водостоконъ. § 2. Каналы изъ бутовой, тесовой и кирпичной кладки. § 3. Бетонные каналы и цементныя трубы. § 4. Желѣзобетонныя каналы и трубы. § 5. Керамиковыя трубы. § 6. Чугунныя, желѣзныя, асфальтовыя и деревянныя трубы. § 7. Опредѣленіе толщины стѣнокъ водосточныхъ трубъ и каналовъ. § 8. Подшва каналовъ. 207

Глава XI. § 1. Устройство и укрѣпленіе рововъ. § 2. Устройство туннелей для водосточныхъ каналовъ. § 3. Постройка кирпичныхъ каналовъ. § 4. Постройка бетонныхъ каналовъ. § 5. Постройка желѣзобетонныхъ каналовъ. § 6. Устройство каналовъ изъ керамиковыхъ трубъ. § 7. Устройство каналовъ изъ бетонныхъ и желѣзобетонныхъ трубъ. § 8. Производство работъ по укладкѣ водосточныхъ линій изъ трубъ. § 9. Устройство отвлѣтленій для керамиковыхъ и бетонныхъ трубъ. § 10. Устройство основаній каналовъ. § 11. Испытаніе уложенныхъ водосточныхъ каналовъ. 227

Глава XII. § 1. Смотровые колодцы. § 2. Ламповые колодцы. § 3. Измѣненіе направленія коллекторовъ. § 4. Соединеніе малыхъ и большихъ коллекторовъ. 256

Глава XIII. § 1. Дождеприемники. § 2. Снѣговыя шахты. 273

Глава XIV. § 1. Назначеніе ливнеспусковъ. § 2. Типы ливнеспусковъ. § 3. Расчетъ ливнеспусковъ. § 4. Гигіеническая оцѣнка работы ливнеспусковъ. 285

Глава XV. § 1. Назначеніе дюкеровъ. § 2. Конструкція дюкеровъ. § 3. Производство работъ по укладкѣ дюкеровъ. § 4. Расчетъ дюкеровъ. § 5. Сифоны. § 6. Расчетъ сифоновъ. § 7. Система канализаціи, основанная на примѣненіи сифоновъ. § 8. Пересѣченія съ уличными проводами. § 9. Пересѣченія съ желѣзными дорогами. 295

Глава XVI. § 1. Общія понятія о промывкѣ каналовъ. § 2. Теорія промывки. § 3. Промывка небольшихъ каналовъ. Промывные сифоны. § 4. Промывныя камеры. § 5. Промывка большихъ каналовъ. 321

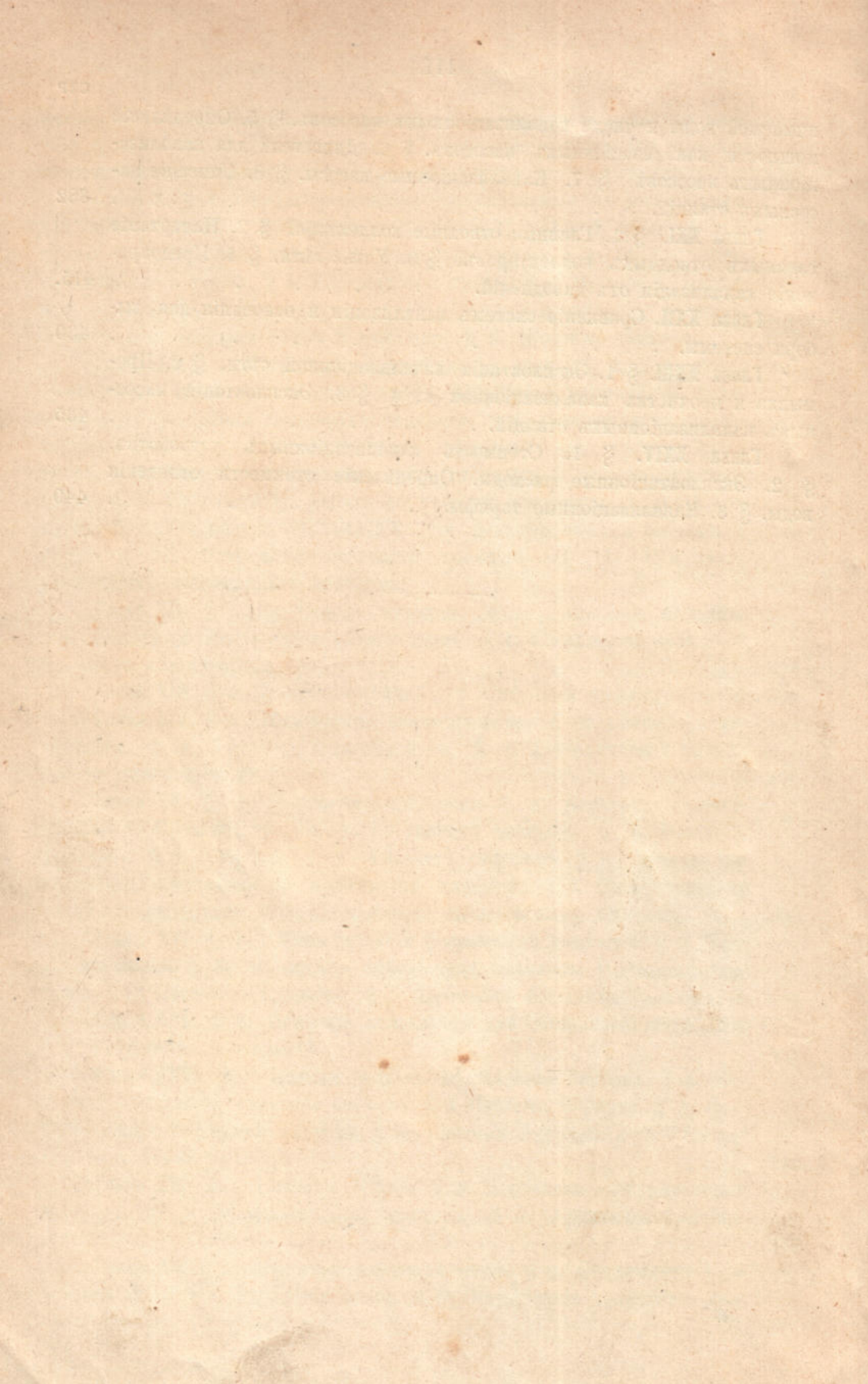
Глава XVII. § 1. Значеніе вентиляціи для канализаціонной сѣти § 2. Устройство вентиляціи. 338

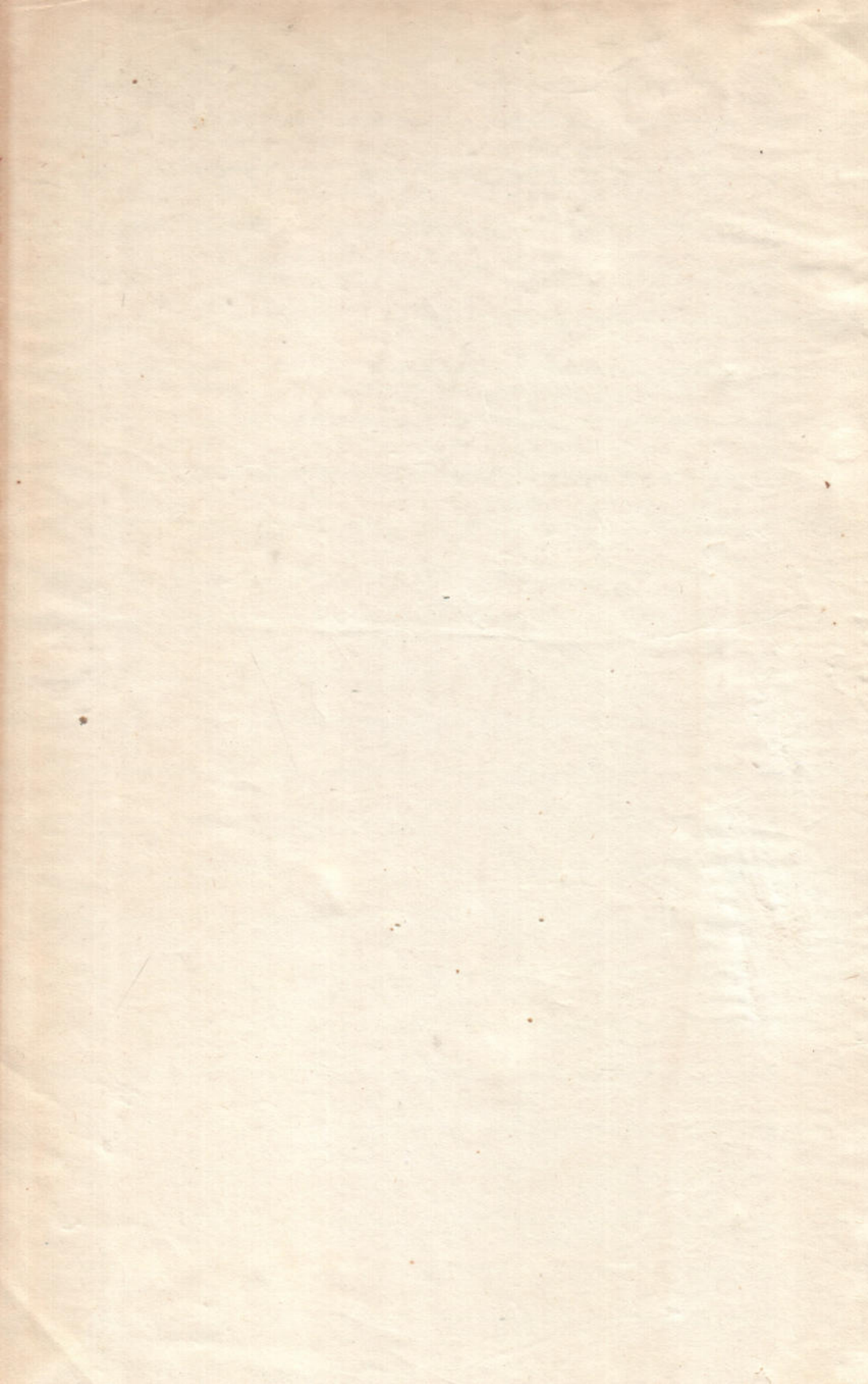
Глава XVIII. § 1. Полная раздѣльная сплавная система. § 2. Неполная раздѣльная сплавная система. § 3. Система Веринга. § 4. Значеніе пневматическихъ системъ. § 5. Система Лирнура. § 6. Системы Берліе и Леваллау-Перрэ. 347

Глава XIX. § 1. Система Шона. § 2. Перекачка электрическими насосами. § 3. Полураздѣльная система. § 4. Уравнительные бассейны. 367

Глава XX. § 1. Подъемъ сточныхъ водъ. § 2. Подъемники Грибоѣдова и Адамса. § 3. Песколовки. § 4. Опредѣленіе количества под-

нимаемой воды и числа канализационных насосовъ. § 5. Определе- ние мощности канализационныхъ насосовъ. § 6. Двигатели для канализа- ционныхъ насосовъ. § 7. Канализационные насосы. § 8. Описание на- сосныхъ станцій.	382
Глава XXI. § 1. Главные отводные коллектора. § 2. Начертание главныхъ отводныхъ коллекторовъ. § 3. Устье сѣти. § 4. предохра- нение канализаціи отъ наводненій.	415.
Глава XXII. Сравненіе системъ канализаціи и основанія для вы- бора системы.	430
Глава XXIII. § 1. Эксплоатація канализационной сѣти. § 2. Про- мывка и прочистка канализационной сѣти. § 3. Эксплоатація насос- ныхъ канализационныхъ станцій.	435
Глава XXIV. § 1. Стоимость канализационныхъ устройствъ. § 2. Эксплоатационные расходы. Определеіе стоимости отведенія воды. § 3. Канализационные тарифы.	449







Кромѣ того имѣются въ продажѣ

сочиненія того же автора:

1.

„Изслѣдованіе вліянія экономическихъ условій на начертаніе водопроводной и оросительной сѣти“.

Диссертація на званіе адъюкта санитарной техники Кіевского Политехническаго Института 1908. Цѣна 1 рубль.

2.

„Устройство водопроводовъ и водостоконъ въ домахъ“, съ 160 чертежами, 19 таблицами въ текстѣ, съ приложеніемъ таблицъ стоимости и правилъ для устройства водопроводовъ въ г. Дрезденѣ и водостоконъ въ г.г. Кельнѣ и Москвѣ 1909. Цѣна 2 р. 50 к.

Пособіе для студентовъ, инженеровъ, санитарныхъ врачей и техниковъ.

