

54/1

М. М. Черепашинскій.

профессоръ Императорскаго Техническаго Училища.

14/480 ✓

КАНАЛИЗАЦІЯ.

Пропер. 1935



21

1899.

ПРОВЕРЕНО
1952

Литографированіе лекцій разръшано:

Профессоръ. И Черепашкин



С. С. С.

15

Цѣль канализаціи - отводъ изъ города загрязненныхъ водъ и нечистотъ. Водоснабженіе безъ канализаціи немислимо, такъ какъ приведенная вода не уничтожается и слѣдовательно ее надо отвести.

Отбросы населенныхъ мѣстъ состоятъ: 1) изъ кухонныхъ помоевъ, фабричныхъ и заводскихъ водъ; 2) изъ дождевой воды, стекающей съ улицъ и крышъ построекъ; 3) человѣческихъ отбросовъ; 4) изъ уличнаго навоза. Всѣ эти вещества требуютъ по возможности скорѣйшаго удаленія изъ города, потому что, оставаясь въ немъ, гниютъ и производятъ непріятный запахъ и наполняютъ воздухъ міазмами, въ значительной степени содѣйствующими распространенію заразныхъ болѣзней. Отбросы нужно удалять раньше ихъ разложенія, которое начинается уже черезъ 24 часа, а иногда и раньше. Городскіе отбросы можно раздѣлить на два главныхъ класса: жидкіе и неимѣющие свойствъ жидкостей. Жидкіе отбросы составляютъ по объему главнѣйшую часть; ихъ скорѣйшее удаленіе составляетъ поэтому главную заботу всякаго благоустроеннаго города. Вслѣдствіе этого мы рассмотримъ сначала способы удаленія жидкихъ отбросовъ.

УДАЛЕНІЕ ЖИДКИХЪ ОТБРОСОВЪ.

Къ жидкимъ веществамъ, скорѣйшее удаленіе которыхъ изъ густонаселенныхъ мѣстъ желательно, принадлежатъ главнымъ образомъ дождевыя, домашнія и фабричныя воды, а также урина людей и животныхъ. Дождевыя воды вредны тогда, когда къ нимъ примѣшаны органическія вещества. Нѣкоторая часть жидкостей поглощается грунтомъ и отчасти испаряется; въ слабонаселенныхъ мѣстностяхъ этихъ естественныхъ средствъ вполне достаточно для удаленія жидкихъ отбросовъ. Въ городахъ - гдѣ въ много-

этажныхъ домахъ большое число людей скопляется на одномъ мѣстѣ и гдѣ вслѣдствіе замощенія дворовъ и улицъ, поглощеніе воды грунтомъ почти равно нулю, необходимы другія средства для отвода негодныхъ жидкостей. Прежде для этой цѣли устраивали посредніе улицъ или по бокамъ канавы, въ которыя и спускались воды изъ примыкающихъ къ нимъ владній, а по нимъ отводились къ ближайшему приѣмнику. Этотъ способъ употребляется въ большинствѣ русскихъ городовъ, не исключая и Москвы. Существованіе этихъ каналовъ, представляющее большой недостатокъ малонаселенныхъ городовъ для большихъ городовъ есть просто бѣдствіе. Въ нихъ собираются грязныя воды съ смежныхъ улицъ и дворовъ, ночью а въ случаѣ дождя и днемъ, въ нихъ спускаются жидкости отхожихъ мѣстъ. Вода въ нихъ всегда грязная, содержащая значительное количество органическихъ веществъ, какъ на примѣръ лошадиный навозъ. При недостаточномъ скатѣ скорость протекающей въ нихъ жидкости бываетъ часто недостаточна для уноса тяжелыхъ частицъ, вслѣдствіе чего часть ихъ остается въ канавахъ и загрязняетъ воздухъ. Какимъ зломъ являются эти канавы лѣтомъ — это извѣстно всякому, кому приходится весь годъ проводить въ Москвѣ. Сильный дождь отчасти промываетъ эти канавы, но вмѣстѣ съ тѣмъ пропитываетъ гніющими осадками полотно улицъ и тротуары, заражая ими колоды и подвальные помѣщенія и вводя опасную сырость въ стѣны зданій. Не меньшія неудобства представляютъ эти канавы и зимой, потому что, хотя морозъ и прекращаетъ гніеніе находящихся въ нихъ веществъ, но за то наполняетъ ихъ льдомъ, который препятствуетъ свободному стоку воды, вслѣдствіе чего жители стѣсняются въ расходѣ воды, что въ интересахъ здоровья не желательно. Очистка отъ льда этихъ канавъ обходится очень дорого. Изъ этого слѣдуетъ что жидкіе отбросы должны быть удаемы изъ города такимъ образомъ, чтобы

1) не стекали по населеннымъ улицамъ и не заражали воздухъ; 2) во время дурной погоды не расплывались по улицамъ и дворамъ; 3) не могли быть выкачиваемы домо-хозяевами на улицу; 4) зимой не замерзали; 5) не были бы замѣтны для глазъ жителей. Эта цѣль достигается всего проще помощью подземныхъ каналовъ, расположенныхъ на такой глубинѣ, до которыхъ морозъ не доходитъ, (отъ 1 до 3 mtr.) и имѣющихъ требуемое паденіе для скорого стока жидкостей.

Существуетъ двѣ системы канализаціи:

I - СПЛАВНАЯ - tout a l'egout (все въ каналъ).

II - РАЗДѢЛЬНАЯ.

По первой системѣ каналъ отводить какъ нечистоты, такъ и дождевыя воды, а по второй - только нечистоты, а для дождевыхъ водъ устраиваютъ особые проводы.

При сплавной системѣ необходимо устройство открытыхъ колодцевъ, при раздѣльной же колодцы не нужны. Движеніе отбросовъ при сплавной системѣ происходитъ силой тяжести. Эта система не всегда дѣйствуетъ удовлетворительно, потому что дневной расходъ воды сильно колеблется, пропорціонально ему колеблется и количество воды въ сплавныхъ каналахъ, а потому при малой скорости движенія осаждаются тяжелыя части отбросовъ. Эти части разлагаются и образуютъ вредные газы; во время дождя поступающая въ каналы вода вытѣсняетъ эти газы черезъ отверстія каналовъ наружу и заражаетъ воздухъ на большое разстояніе. При раздѣльной системѣ канализаціи устраиваютъ искусственный двигатель воды посредствомъ разрѣженного или сгущеннаго воздуха. Сплавная система выгоднѣе тамъ, гдѣ есть уклоны. По устройству каналовъ раздѣльная система обходится вообще дешевле, такъ какъ каналы, получаютъ меньшее сѣченіе (дождевыя воды не попадаютъ въ каналы), но дороже

сплавной по устройству и содержанію машинъ (насосовъ). Вопросъ полезна или вредна система tout a l'égout, до сихъ поръ еще не рѣшенъ и общее его рѣшеніе едва ли возможно, такъ какъ мѣстныя условія имѣютъ на это важное вліяніе. Но его рѣшеніе для канализаціи городовъ не имѣетъ важнаго значенія; независимо отъ этого рѣшенія канализація всегда будетъ необходима, такъ какъ необходимость отведенія нежидкихъ отбросовъ не составляетъ вопроса, можно только сомнѣваться въ томъ, желательно ли дождевыя воды отводить помощью тѣхъ же каналовъ, что и нечистоты. Здѣсь нужно замѣтить, что какая бы канализація не была, нѣкоторая часть жидкихъ отбросовъ всегда будетъ попадать въ каналы; съ другой стороны невозможно устроить такіе каналы, которые отводили бы совершенно всѣ нежидкіе отбросы; уличную грязь, навозъ конюшенъ, золу, кухонные остатки и пр., придется вывозить при какой бы то ни было канализаціи.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ РАБОТЫ.

Для составленія предварительнаго проекта канализаціи необходимо имѣть точный планъ города съ прилегающими окрестностями въ масштабѣ 1/10000. На планѣ должны быть нанесены горизонталы, чтобы знать водораздѣльныя линіи и, гдѣ возможно, планъ будущаго расширенія города. Для опредѣленія глубины каналовъ нужны кромѣ того горизонталы низкихъ, среднихъ и высокихъ водъ въ различныхъ мѣстахъ и высоты грунтовыхъ водъ для того, чтобы удалить грунтовыя воды, заполняющія неглубокіе подвалы.

КОЛИЧЕСТВО ОТВОДИМЫХЪ ВОДЪ.

Каналы должны отводить 1) домашнія, публичныя и промышленныя воды; 2) дождевыя воды, попадающія на учас-

току канала и на тѣхъ смежныхъ съ нимъ участкахъ, которыхъ вода при движеніи внизъ проходить черезъ него; 3) грунтовые воды, въ случаѣ когда имѣется въ виду осушить канализаціей подвалы, заполняемые грунтовой водой.

1) Количество домашнихъ и публичныхъ водъ опредѣляется слѣдующими данными:

Можно принять на одного жителя 140 в. въ сутки воды, израсходованной для домашнихъ, публичныхъ и промышленныхъ цѣлей, а такъ какъ максимальный расходъ въ часъ превышаетъ средній вдвое, то на одного жителя нужно принять въ часъ $\frac{2 \cdot 140}{24} = 11,7$ в. Для малыхъ городовъ, неимѣющихъ фабрикъ и заводовъ можно брать вдвое менѣе.

Для опредѣленія количества воды, которое должно быть отведено изъ отдѣльныхъ участковъ нужно знать число жителей этихъ участковъ. Такъ какъ число это довольно непостоянно и вслѣдствіе новыхъ построекъ увеличивается, то лучше всего опредѣлить его пропорціонально площади участка, соображаясь съ густотой населенія. Въ Берлинѣ считают на одного человѣка въ центрѣ города 19,6 кв.метр., а въ предмѣстьяхъ смотря по обстоятельствамъ 30-32 и до 51 метр. (въ этихъ цифрахъ включены улицы и публичныя площади).

2) Количество дождевыхъ водъ.

Дождевые воды составляютъ главный факторъ, имѣющій вліяніе на величину сѣченія каналовъ. Во время ливня количество дождевой воды можетъ превышать количество остальныхъ городскихъ водъ болѣе чѣмъ въ 100 разъ; для полного отведенія ея потребовались бы каналы чрезвычайныхъ размѣровъ. Такъ какъ дождевые воды не представляютъ особенно большой непріятности, если не сразу попадутъ въ каналы, да и большіе ливни вообще рѣдки, то достаточно принимать во вниманіе при расчетѣ каналовъ умѣренный дождь. При большомъ ливнѣ высо-

та дождя можетъ превысить 4,7 см. въ часъ. Въ Лондонѣ при расчетѣ каналовъ принимали высоту дождя только въ 0,054 см. (1,3 см. въ сутки) и предполагали, что изъ мощеныхъ мѣстъ всю воду, а изъ немощеныхъ только половину отводить каналы. Въ Берлинѣ послѣ тщательныхъ наблюденій принята за основаніе для расчета высота дождя 2,3 см. въ часъ и предположено, что только одна треть этой дождевой воды, т.е. 0,77 см. попадаетъ въ каналы. Изъ этого количества дождевой воды $6/7$ спускаются въ рѣки, а $1/7$, соотвѣтствующая высотѣ дождя $1/7 \times 0,77 = 0,11$ см. въ часъ выкачивается изъ каналовъ насосами. Въ Варшавѣ принято для центральныхъ мощеныхъ частей города за высоту дождя, дающаго въ каналы въ часъ $6,25 \frac{\text{м}}{\text{ш}}$ для остальныхъ частей, имѣющихъ немощенныя улицы $3,17 \frac{\text{м}}{\text{ш}}$.

Изъ этихъ данныхъ видно, что каналы не рассчитываются на количество дождя во время ливней, такъ какъ получились бы для каналовъ большіе размѣры. При опредѣленіи профиля каналовъ проектирующему инженеру приходится сообразоваться съ мѣстными условіями, такъ что въ этомъ отношеніи не могутъ быть даны правила, которыя были бы примѣнимы для всякаго случая.

УКЛОНЪ ДНА КАНАЛОВЪ ПРИ СПЛАВНОЙ СИСТЕМѢ.

Каналы должны получить такой уклонъ, чтобы скорость воды въ нихъ была достаточна для сплавленія тѣхъ веществъ, которыя въ нихъ попадаютъ. Опыты показали, что для этого нужна скорость не менѣе 0,6 - 0,75 мтр. въ секунду. Если обозначимъ черезъ v скорость въ секунду въ метрахъ, F - площадь живого сѣченія канала, P - периметръ, I - паденіе (т.е. отношеніе паденія h къ длинѣ канала l) и λ коэффициентъ сопротивленія, то

$$I = \int \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{p}{F} \dots (1)$$

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\int} \cdot \frac{F}{p} \cdot I} = K \sqrt{RI} \dots (2) \quad \text{гдѣ}$$

$$R = \frac{F}{p} K = \sqrt{\frac{2g}{\int}}, \quad \text{а} \quad I = \frac{h}{L}$$

а) Въ новѣйшее время употребляютъ часто формулу:

$$v = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RI}. \quad \text{Здѣсь } R = \frac{F}{p} \quad (\text{гидравлическій радіусъ, а}$$

$I = \frac{h}{L}$ паденіе канала, b зависитъ отъ матеріала смачиваемыхъ стѣнокъ; для городскихъ каналовъ среднимъ числомъ $b = 0,45$ (въ метрической системѣ) по Эйтельвейну (приблизительно) $k = 50,9$.

Коэффициентъ $\int$ зависитъ отъ скорости и данъ въ слѣдующей таблицѣ:

v — 0,05; 0,10; 0,125; 0,15; 0,18; 0,25; 0,30; 0,40;
0,50; 0,75; 1,0
 $\int$ — 0,013; 0,012; 0,0103; 0,0107; 0,0094; 0,0090; 0,0088;
0,0084; 0,0082; 0,008; 0,0078.

Изъ предыдущихъ формулъ слѣдуетъ, что скорость при одномъ и томъ же уклонѣ I увеличивается съ увеличеніемъ живого сѣченія, поэтому для достиженія одинаковой скорости главные каналы могутъ получить меньшіе уклоны, чѣмъ побочные. Въ главныхъ каналахъ, которые собираютъ воду изъ побочныхъ, всегда течетъ довольно значительная масса воды, между тѣмъ какъ въ послѣднихъ нерѣдко воды и совсѣмъ не бываетъ.

Какъ наименьшую скорость можно принимать:

Для большихъ каналовъ діаметра $> 0,9 \text{ mtr.}$ $v = 0,65 \text{ mtr.}$
" средних " отъ 0,45 до 0,9 mtr. $v = 0,9 \text{ mtr.}$
" малыхъ " 0,15 до 0,45 м. $v = 1,1 \text{ mtr.}$

Такъ какъ количество воды, протекающей черезъ каналы всегда переменнo, то часто оно бываетъ такъ незначительно, что скорость теченія не достигаетъ принятыхъ величинъ, вслѣдствіе чего въ каналахъ образуются осадки. Бываетъ нужно каналы время отъ времени прочистать. Очистку производить промываніемъ или ручнымъ способомъ. Дно каналовъ должно имѣть такое положеніе, чтобы въ нихъ могла стекать вода изъ не очень низкихъ подваловъ зданій; этимъ опредѣляется наивысшее положеніе каналовъ. Поэтому глубина подваловъ при проектированіи каналовъ должна быть принята во вниманіе.

РАСПОЛОЖЕНІЕ КАНАЛОВЪ ВЪ ПЛАНѢ.

Каналы располагаются по улицамъ и переулкамъ и ихъ уклоны, гдѣ это возможно, соотвѣтствуютъ уклонамъ натуральной поверхности. Уклонъ каналовъ долженъ быть непрерывный, т.е. дно въ одной и той же вѣтви, гдѣ возможно не имѣть передомовъ (иначе произойдетъ потеря скорости). Если городъ пересѣкается рѣкою и поверхность имѣетъ по обѣимъ сторонамъ паденіе къ рѣкѣ, то каналы S получаютъ въ планѣ расположеніе, указанное схематически на фиг.1. Какъ открывається каналъ въ рѣку показано на фиг.2. Но если рѣка напр., при C запружена, то, такъ какъ дно каналовъ должно быть выше горизонта рѣки, оно получило бы слишкомъ высокое положеніе. Каналы $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ въ такомъ случаѣ не доводить до рѣки; вдоль рѣки устраиваютъ сборные каналы-коллекторы, параллельно берегамъ, которые отводятъ воду каналовъ $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ въ рѣку ниже плотины C въ точкѣ d (фиг.1).

Когда въ каналы спускаются и нечистоты, то обыкновенно не дозволяется спускать ихъ въ рѣку въ чертѣ

города; тогда вдоль береговъ надо устроить сборные каналы S'_1, S'_2 (фиг. 3), въ которые входят каналы SS_1, SS_2 . Каналы S'_1, S'_2 спускаютъ нечистоты въ рѣку ниже города по теченію рѣки у точки А. Устройство каналовъ S'_1, S'_2 часто затруднительно, потому что они идутъ вдоль береговъ, находятся слѣдовательно на низкой мѣстности и бываетъ трудно дать имъ требуемый уклонъ, не понижая чрезмѣрно ихъ дна при устьѣ въ А. Въ такихъ случаяхъ бываетъ часто необходимо выкачивать изъ каналовъ S'_1, S'_2 нечистоты насосами. Во время сильныхъ дождей каналы S'_1, S'_2 будутъ недостаточны для отведенія всей воды притекающей къ нимъ по каналамъ SS_1, SS_2 . Вслѣдствіе недостаточнаго стока вода въ каналахъ могла бы подняться до такой высоты, что часть ея черезъ колодцы, которыми эти каналы соединены съ поверхностью улицъ, выльется на нижнія улицы и зальетъ ихъ нечистотами. Чтобы этого не было, соединяютъ каналы S'_1, S'_2 съ рѣкою переливными каналами V_1, V_2 , называемыми запасными выпусками. Въ разрѣзѣ запасной выпускъ представленъ на фиг. 4. Когда вода въ каналѣ во время дождя поднимается выше уровня ab , то она переливается въ запасный спускъ V , а отсюда въ рѣку или какой нибудь другой резервуаръ. Пока горизонтъ воды въ S'_1 ниже ab вода стекаетъ по каналу S'_1 до устья А. Запасные спуски спускаютъ нечистую воду въ рѣку въ чертѣ города. Такой спускъ признается не особенно вреднымъ, когда вода въ каналахъ достигнетъ опредѣленной высоты, а до этихъ поръ большая часть нечистотъ будетъ унесена теченіемъ къ мѣсту А; но такъ какъ нечистоты произведенія во время дождя, стекаютъ черезъ запасные выпуски въ рѣку въ предѣлахъ города, то этотъ методъ все-таки не желателенъ. Когда устройство каналовъ S'_1, S'_2 затруднительно, то каналы S располагаютъ параллельно рѣкѣ (фиг. 5), которые отводятъ воду въ сборные каналы S'_1, S'_2 , а послѣдніе въ рѣку при А.

Это расположение мѣсть имѣетъ то неудобство, что затрудняетъ устройство запасныхъ выпусковъ.

Если рѣка огибаетъ городъ кругомъ, то употребляютъ радіальное расположение (фиг. 6). Устройство двухъ каналовъ въ AC и DB вмѣсто одного A'B' будетъ неудобнѣе и дороже, потому что въ первомъ случаѣ для уклона потребовалось бы вдвое большей высоты начальной точки канала надъ конечной.

Въ городѣ приходится нерѣдко комбинировать всѣ эти системы, употребляя для различныхъ участковъ, соотвѣтственно мѣстнымъ условіямъ, различныя системы. Во всякомъ случаѣ при проектированіи сѣти каналовъ должно имѣть въ виду будущее увеличеніе города. Въ этомъ отношеніи наиболѣе удобной оказывается радіальная система, такъ какъ верхніе проводы находятся въ центрѣ города, слѣдовательно въ мѣстности, гдѣ увеличеніе населенія не можетъ быть значительно, а потому и количество воды, протекающей въ каналахъ въ будущемъ не измѣнится существенно. Но эта система можетъ быть употреблена только въ двухъ случаяхъ: когда соотвѣтственный участокъ города окруженъ рѣкою или когда воду изъ каналовъ рѣшено выкачивать насосами. Приступая къ проектированію сѣти каналовъ, нужно прежде всего раздѣлить городъ на участки. Проектировать сѣть для каждаго участка и отводить собираемую воду изъ участка въ назначенное для этого мѣсто. Число участковъ зависитъ поэтому отъ числа мѣсть удобныхъ для спуска воды; особенно большимъ оно не должно быть, потому что сборные каналы, которые нужны для каждаго участка, обходятся вообще дорого. Особенно нужно ограничивать число участковъ, когда предполагаютъ воду изъ каналовъ выкачивать насосами, вслѣдствіе большой стоимости насосныхъ станцій. Общихъ правилъ для опредѣленія величины сбор-

ныхъ каналовъ дать невозможно, но полезно держаться принципа: избѣгать большого числа каналовъ одинаковой величины и замѣнять ихъ по возможности однимъ большимъ каналомъ, потому что одинъ большой каналъ, замѣняющій нѣсколько малыхъ каналовъ, стоитъ дешевле послѣднихъ.

ВЫБОРЪ ФОРМЫ КАНАЛОВЪ. и.п.

Такъ какъ количество воды, протекающей по каналамъ, весьма переменнo, а между тѣмъ желательно, чтобы скорость теченія была всегда по возможности большая, то наивыгоднѣйшая форма будетъ та, которая представляетъ движенію воды при малыхъ высотахъ наполненія наименьшее сопротивленіе. Этому условію всего лучше удовлетворяетъ яйцевидная форма сѣченія, обращенная узкимъ концомъ внизъ. Для большихъ каналовъ, которыхъ высота превышаетъ два метра и по которымъ протекаетъ постоянно достаточное количество воды, оказывается наиболѣе выгодной круглая или трубчатая форма, потому что при одинаковой площади сѣченія периметръ круглаго сѣченія немного менѣе яйцевиднаго.

Для овальнаго или яйцевиднаго сѣченія берутъ отношеніе высоты къ наибольшей ширинѣ 3:2. Построеніе сѣченія на фиг. 7. — понятно безъ описанія.

Малые каналы такихъ размѣровъ, что въ нихъ невозможно проходить, которыхъ, слѣд., высота менѣе 0,8 мтр., дѣлаютъ вслѣдствіе трудности изготовленія тоже круглыми. Запасные выпуски, вслѣдствіе ихъ ограниченной высоты получаютъ часто форму, представленную на ф. 8 состоящую изъ полукруга abc и дуги adc .

Когда форма сѣченія опредѣлена, то размѣры его рассчитываютъ по правиламъ, даннымъ въ лекціяхъ, водоснабженія.

При опредѣленіи высоты каналовъ нужно имѣть въ виду

запасные выпуски, положеніе которыхъ опредѣлено горизонтомъ воды того пріемника въ который спускають воду изъ этихъ выпусковъ. Для предупрежденія засоренія діаметръ каналовъ не дѣлають менѣе 20-25 см. Вѣтвь одного канала должна соединяться съ вѣтвью другого подъ тупымъ угломъ, въ противномъ случаѣ если напр. вѣтвь (фиг. 9 а и б) перпендикулярна къ каналу, то вытекающая изъ нея вода задерживаетъ движеніе воды въ каналѣ. Происходящее отъ этого неудобство уменьшается соотвѣтственнымъ увеличеніемъ сѣченія трубы (т.е. канала), которое должно быть тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣтвей входятъ въ главный каналъ.

При расчетѣ трубъ нужно принимать во вниманіе потерю напора, происходящую при перемѣнѣ направленія, площади сѣченія и т.п. Эти потери опредѣляются по формуламъ, даннымъ въ лекціяхъ водоснабженія. Такъ напр. при перемѣнѣ направленія на 90° и при скорости $v = 1 \text{ м/с}$ потеря напора $\gamma = 0,984 \times 1/2g = 0,05 \text{ мтр.}$

Для изготавленія проекта канализаціи требуется слѣдующій приготовительный матеріалъ:

1. Долженъ быть изготавленъ точный планъ города и окрестностей въ масштабѣ 1/10000 съ нанесенными на немъ горизонталями.

2. Ситуація города, содержащая настоящій и будущій планы (строительные) города, высоты различныхъ точекъ поверхности, а также подшвы подваловъ и существующихъ каналовъ, наивысшіе, наинизшіе и средніе горизонты прилегающихъ пріемниковъ въ масштабѣ 1/2500.

3. Наблюденія горизонта грунтовыхъ водъ на всемъ протяженіи канализируемой поверхности, и горизонтовъ пріемниковъ.

4. Буренія для опредѣленія геогностическаго сложенія грунта и для составленія геогностическихъ профилей.

5. Подробная нивелировка всего пространства города.

6. Занесение полученных при нивелировании высотъ въ планы городскихъ участковъ, составленныхъ въ масштабѣ 1/500. Эти планы содержатъ границы отдѣльныхъ владѣній, положеніе сточныхъ, газовыхъ и водопроводныхъ трубъ, существующихъ каналовъ, высоты послѣднихъ и проч. данныя, знаніе которыхъ необходимо при проектировании канализаціи. На эти планы наносятъ планы съ ихъ смотровыми и промывными колодцами, устьями, запасными выпусками, домашними проводами и т.п. Затѣмъ строятъ продольный и поперечный профили каналовъ. Примѣръ продольнаго профиля представленъ на фиг. 10.

МАТЕРІАЛЫ УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ ПРИ СООРУЖЕНІИ КАНАЛОВЪ.

Внутренняя поверхность каналовъ подвергается постоянному дѣйствію грязной жидкости и нечистаго воздуха, она должна поэтому состоять изъ особенно прочнаго матеріала. Такимъ матеріаломъ можно считать: 1. Крѣпкій естественный камень. 2. Хорошій кирпичъ особенно клинкеръ. 3. Бетонъ. 4. Глазурованные гончарныя трубы. 5. Желѣзо. 6. Асфальтъ.

КАНАЛЫ ИЗЪ БУТА, ТЕСОВАГО КАМНЯ И КИРПИЧА.

Буть употребляется рѣдко для каналовъ, вслѣдствіе трудности изготовленія гладкихъ внутреннихъ стѣнокъ, которыя не представляли бы движенію воды большого сопротивленія. Бутовые каналы бужно бываетъ обмазывать внутри цементомъ, а такъ какъ цементъ плохо сопротивляется дѣйствію грязной жидкости то употребленіе его для этой цѣли не желательно.

Тесовый камень употребляется для каналовъ тоже очень рѣдко. Иногда только для каналовъ съ прямоугольнымъ профилемъ (фиг. 11) и то тамъ гдѣ тесовый камень дешевъ,

съ круглымъ же профилемъ совсѣмъ не употребляется вслѣдствіе дорогой тески. Каналы съ прямоугольнымъ сѣченіемъ состоятъ изъ четырехъ плитъ, высота у нихъ больше основанія и такихъ размѣровъ, чтобы по каналамъ можно было пройти. Плиты держатся сами собою вслѣдствіе одинаковаго давленія со всѣхъ сторонъ.

Кирпичъ самый удобный матеріалъ для каналовъ, потому что изъ него безъ затрудненій можно изготовить каналы круглыхъ и овальныхъ профилей. Кирпичъ долженъ быть хорошо обожженъ и непроницаемъ для воды; этимъ условіямъ всего лучше удовлетворяетъ клинкеръ - особымъ способомъ приготовленный кирпичъ - (пережегъ).

Чтобы кирпичные каналы могли получить внутри ровную гладкую поверхность безъ обмазки цементомъ, кирпичи должны имѣть одинаковые размѣры, ровныя поверхности и полныя ребра. Особенное вниманіе надо обратить на изготовленіе дна канала, потому что оно подвержено непрерывному дѣйствію воды протекающей по каналу и тяжелыхъ частицъ попадающихъ случайно въ каналы, какъ напр. песчинокъ, камешковъ, уличной грязи и т.п.

Для дна поэтому надо выбирать самый лучшій клинкеръ. Чтобы можно было контролировать правильность устройства дна, часто заставляютъ изготовлять его не въ ямѣ, а на поверхности земли частями длиною отъ 1 до 1,5 мтр. Для этого готовятъ раму (фиг. 12 и 13) изъ брусьевъ *ab, cd*, длиною около 1,5 мтр. и шириною, равной наружной ширинѣ канала; на этой рамѣ изготовляютъ нижнюю часть для *ahkgdcb*; правильность формы контролируется шаблономъ. Рама устроена разборчатая. Эти части опускаютъ въ яму, разбираютъ раму, прилаживаютъ отдѣльныя части правильно другъ къ другу и затѣмъ изготовляютъ верхнюю часть. Иногда дно изготовляютъ изъ гранита или плотнаго песчаника или также иногда

изъ особыхъ фасонныхъ частей изъ обожженной и глазу-
рованной глины (чер. 14). Отверстія 0 служатъ для впуска
грунтовой воды. Такъ какъ дно изъ этихъ матеріаловъ
трудно соединить между собою водонепроницаемымъ обра-
зомъ, потому что при укладкѣ ихъ въ грунтовой водѣ,
вода размываетъ цементъ прежде, чѣмъ онъ окрѣпнетъ, то
дно изъ кирпича заслуживаетъ предпочтенія.

б) КАНАЛЫ ИЗЪ БЕТОНА И ЦЕМЕНТА.

Бетонъ. Каналы изъ бетона требуютъ вслѣдствіе не-
ровности внутренней поверхности обмазки цементонъ или
обдѣлки клинкеромъ. Для бетона берутъ одну часть порт-
ландскаго цемента, 2 ч. песку и 3 ч. щебня, кусками
не болѣе 3,5 см. Сперва готовятъ растворъ изъ це-
мента и песку и потомъ уже примѣшиваютъ гравій. Для
изготовленія канала (фиг. 15) устанавливаютъ въ ямѣ
форму для нижней части внутренняго профиля, штампуютъ
вокругъ нея бетонъ, затѣмъ такимъ же образомъ готовит-
ся и верхняя часть. Форму обиваютъ иногда цинковыми
платами. Изготовленіе бетонныхъ каналовъ идетъ очень
скоро.

Цементъ. Для кладки можетъ быть употребленъ только
портландскій цементъ самого высокаго качества, потому
что другіе цементы плохо сопротивляются дѣйствію воды
протекающей по каналамъ. Признаки хорошаго цемента
слѣдующіе:

1) тѣсто изъ чистаго цемента, оставленное на одинъ
день на воздухѣ и затѣмъ 6 дней подъ водой должно имѣть
сопротивленіе разрыву 25 клгр. на 10 см.

2) смѣсь изъ одной части цемента и 3-хъ частей пес-
ку послѣ той же продолжительности отвердѣванія должна
имѣть сопротивленіе 5 клгр. на 1 кв. см.

Канализація.



3-й листъ.

3) при пропускѣ черезъ сито, имѣющее 900 отверстій на 1 кв.см., остатокъ на ситѣ не долженъ превышать 25%;

4) цементъ не долженъ охватывать ранѣе 40-60 мин. Изъ цемента изготовляются также трубы, которыя стлчаются большой крѣпостью и большой точностью профиля.

С. ГОНЧАРНЫЯ ТРУБЫ.

Гончарныя трубы употребляются до діаметровъ 0,75 мтр. Трубы должны быть хорошо обожжены и внутри глазурованы для уменьшенія тренія и увеличенія водонепроницаемости. Особенно большое вниманіе слѣдуетъ обратить на внутреннюю и внѣшнюю поливку трубъ, состоящихъ изъ пористой глины. Признаки хорошей глиняной трубы слѣдующіе: правильный круговой профиль, вездѣ одинаковая толщина стѣнокъ, ясный звукъ; кромѣ того, трубы не должны быть слишкомъ хрупки.

Въ нижеприведенной таблицѣ показана толщина стѣнокъ для трубъ различного внутренняго діаметра. Размѣры взяты въ сантиметрахъ.

Внутренній діам.	7,62	10,6	15,24	22,86	25,40	30,48	38,1
Толщ. стѣн. фаяне. гл.	0,95	1,21	1,59	1,9	2,22	2,54	2,86
Толщ. стѣн. изъ обож. гл.	0,95	1,27	1,9	2	2,54	2,79	3,1

Трубы, размѣры которыхъ приведены въ таблицѣ, можно употреблять при глубинѣ каналовъ до 4 мтр.; при болѣе значительной глубинѣ въ глинистомъ грунтѣ толщина стѣнокъ должна быть увеличена.

Гончарныя трубы болѣе значительныхъ діаметровъ полезно испытывать на сжатіе. Аппаратъ, помощью котораго иногда производится это испытаніе, изображенъ на ф. 16.

Трубы соединяются между собою муфтами; для набивки употребляютъ смазанный дегтемъ пеньковый шнуръ и жирную глину. Длина муфтъ около 6 см., а промежутокъ для

набивки 1-2 см. (фиг.17а).

Иногда бывает нужно для вставки новой вѣтви или при замѣнѣ испорченной вынуть трубу изъ провода; для этого приподнимаютъ немного проводъ такъ, чтобы онъ образовалъ кривую линію и затѣмъ вынимаютъ трубу. Но при этой операциіи легко можетъ лопнуть слѣдующая труба. Чтобы облегчить замѣну испорченныхъ трубъ новыми, устраиваютъ трубы (фиг.17b) съ половинными муфтами, т.е. трубы имѣющія муфты только на нижней половинѣ, но тогда горизонтъ воды не долженъ повышаться выше центра трубы, потому что вода въ противномъ случаѣ можетъ вытекать изъ трубы черезъ верхнюю часть стыка. Для этого случая $F = \frac{Q}{v} = \frac{\pi d^2}{8}$ откуда $d = \sqrt{\frac{8Q}{\pi v}}$. Употребляются также муфты, состоящія изъ 2 половинъ (фиг.17с) и подвижныя муфты, передвигающіяся вдоль трубы въ видѣ плоскихъ колецъ (фиг.17 d). Теперь эти средства рѣдко употребляются. Входныя шахты устраиваются на небольшихъ другъ отъ друга разстояніяхъ, такъ что между двумя шахтами трубы идутъ по прямымъ линіямъ, вслѣдствіе чего чистка ихъ не затруднительна, а для будущихъ отвѣтвленій уже во время прокладки трубъ на соответственныхъ мѣстахъ помѣщаютъ нужныя для этого колѣна.

D. ЦЕМЕНТНЫЯ ТРУБЫ.

Цементныя трубы изготовляются изъ хорошаго портландскаго цемента. Онѣ отличаются большимъ сопротивленіемъ, правильностью формы сѣченія и могутъ получать большую длину, чѣмъ глиняныя.

Вслѣдствіе несовершенно гладкой внутренней поверхности вода встрѣчаетъ въ нихъ немного большее сопротивление, чѣмъ въ глиняныхъ.

Е. ЖЕЛѢЗНЫЯ И ЧУГУННЫЯ ТРУБЫ.

Эти трубы вслѣдствіе своей дороговизны употребляются только тамъ, гдѣ давленіе воды столь значительно, что глиняныя трубы не могутъ имѣть требуемую прочность и гдѣ требуется плотное соединеніе трубъ между собою, напр. при проведеніи воды подъ дномъ рѣки (сифономъ).

Г. АСФАЛЬТОВЫЯ ТРУБЫ.

Значительно дешевле желѣзныхъ и отличаются отъ послѣднихъ тѣмъ, что не разрушаются отъ дѣйствія воды, протекающей по каналамъ. Онѣ выдерживаютъ болѣе значительное внутреннее давленіе, чѣмъ глиняныя и потому весьма пригодны для промывныхъ трубъ и вообще для про- водовъ, подверженныхъ небольшимъ напорамъ.

СООРУЖЕНІЕ КАНАЛОВЪ.

Ровъ для канала получаетъ по возможности малую ширину, чтобы уменьшить объемъ вынимаемаго грунта и меньше стѣснять движеніе по улицамъ во время производствѣ работъ. Неглубокіе рвы устраиваютъ такимъ же образомъ, какъ при устройствѣ водоснабженія по частямъ, оставляя на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга около 6 мтр. поперечныя стѣнки. Болѣе глубокіе рвы вынимаютъ непрерывно, а стѣнки укрѣпляютъ досками в (фиг. 18) расположенными горизонтально и приложенными плашмя къ почти вертикальнымъ стѣнкамъ рва и распоркомъ S. При большой глубинѣ вмѣсто одной доски составляютъ опору изъ 2-хъ, 3-хъ и болѣе досокъ, расположенныхъ одна надъ другой, поперекъ которой кладутъ вертикальные бруски V, прижимаемые къ доскамъ распорками S.

Иногда между отдѣльными рядами досокъ, помѣщаютъ

вертикальныя стойки *в* (фиг.19), которыя служат доскамъ опорами. Распорки *С* соединяются съ *У* помощью короткихъ брусевъ *К* и прибиваются къ бруску *У* гвоздями. Разстояніе между распорками *С* по длинѣ рва должно быть такое, чтобы между ними можно было пропускать свободно самыя большія части сооруженія, какъ напр., строительные матеріалы, собранные на поверхности земли, части дна канала, трубы и проч. Это разстояніе дѣлають отъ 1,5 до 2 мтр. Діаметръ распорокъ *С* берутъ отъ 12-15 см, а толщину досокъ 5 см. При не совсѣмъ плотномъ грунтѣ стѣнки получаютъ естественную обдѣлку изъ досокъ (фиг.20). Обдѣлывая такъ стѣнки рва, можно въ сухомъ грунтѣ доходить до глубины 10,5 мтр. Когда грунтъ пропитанъ водою, то разсмотрѣнную обдѣлку употребляютъ только до горизонта грунтовой воды, а ниже образуютъ по возможности плотную шпунтовую стѣнку изъ вертикальныхъ брусевъ, вбитыхъ въ грунтъ на подобіе свай (фиг.21). Затѣмъ вынимаютъ между этими стѣнками землю при непрерывномъ выкачиваніи воды. Этотъ способъ даетъ возможность достигнуть глубины на 1,5 мтр. ниже горизонта грунтовой воды. При болѣе значительной глубинѣ употребляютъ способы описанные въ статьѣ объ опускаемыхъ колодцахъ.

Обдѣлываютъ вертикальными брусями стѣнки въ сухомъ грунтѣ при малыхъ длинѣ и ширинѣ ямы; какъ напр. стѣнки входныхъ шахтъ и проч. Въ такомъ случаѣ сколачиваютъ изъ бревенъ раму *у* (фиг.22), соотвѣтственно внутреннему очертанію ямы въ горизонтальномъ сѣченіи. Раму кладутъ внутрь ямы и между ней и грунтомъ вколачиваютъ вертикально, или немного наклонно бруссы. Образуется нѣчто въ родѣ колодца, со дна котораго и вырывается грунтъ (фиг.23 *у* и *з* - стѣнки рамы).

По мѣрѣ углубленія ямы закладываютъ вторую раму, причемъ давленіе грунта передается съ помощью рамы отъ одной стѣнки къ другой. Это давленіе при большой глубинѣ прижимаетъ брусъ а крѣпко къ рамѣ в, чѣмъ затрудняется углубленіе этихъ брусьевъ внизъ. Для устраненія этого неудобства помѣщаютъ между грунтомъ и брусомъ клинья с (фиг. 24); брусъ вбиваютъ ярусами. Если захотятъ вбить какой нибудь брусъ глубже, то устраняютъ клинья между этимъ брусомъ и грунтомъ, послѣ чего вбиваютъ брусъ на требуемую глубину и ставятъ клинья на прежнее мѣсто. Чтобы при вбиваніи брусъ на верхнемъ концѣ не раскалывались, ихъ снабжаютъ сверху желѣзными оковками. Когда ровъ вырытъ, то на поверхности улицы кладутъ поперекъ его бревна а (фиг. 25), на эти бревна // длинѣ рва кладутъ рельсы б, по которымъ и перемѣщается воротъ с, спускающій грузы въ ровъ. Чтобы рамы в и з не сдвигались съ мѣста ихъ иногда притягиваютъ къ бревнамъ а помощью желѣзныхъ тягъ д.

Когда глубина рва превышаетъ найденную изъ практики величину, то изготовляютъ рудничнымъ способомъ подземную штолью. Обдѣлка штольи указана для слабаго грунта на чер. 26 а для болѣе крѣпкаго на фиг. 27.

ОСНОВАНІЕ КАНАЛОВЪ.

Каналы не получаютъ обыкновенно никакого основанія, такъ какъ ихъ вѣсъ вообще меньше вѣса того грунта, мѣсто котораго они занимаютъ. Только при очень плохомъ грунтѣ устраиваютъ деревянный ростверкъ изъ продольныхъ и поперечныхъ лежней и настилки изъ досокъ безъ уширенія (фиг. 28) или въ весьма невыгодномъ случаѣ, съ уширеніемъ нижней поверхности (фиг. 29). Глиняныя трубы при слабомъ грунтѣ укладываются на продольные деревянные брусъ, стыки которыхъ располагаются на по-

перечномъ брускѣ (фиг. 30).

При большомъ наплывѣ воды, яму окружають шпунтовыми стѣнками (фиг. 31) вычерпываютъ между ними грунтъ до требуемой глубины и приготавливаютъ основаніе изъ слоя бетона, толщиной около 0,4 мтр. Послѣ этого выкачиваютъ изъ пространства между шпунтованными стѣнками воду и производятъ кладку уже въ сухомъ пространствѣ.

ИСПОЛНЕНІЕ КЛАДКИ.

Толщина кладки бываетъ въ одинъ кирпичъ, а для малыхъ каналовъ даже въ 1/2 кирпича. Въ Англіи опредѣляютъ часто толщину стѣнки для круглыхъ каналовъ по формулѣ: $t = \frac{hv}{100}$, гдѣ t — толщина кладки въ футахъ, h — разстояніе канала отъ поверхности земли и v — вѣншній радіусъ его (обѣ величины въ футахъ). При большомъ наплывѣ воды (въ водоносномъ грунтѣ) нужно и для малыхъ каналовъ t дѣлать не менѣе кирпича. Когда высота грунтовыхъ водъ надъ каналомъ $\gg 2$ мтр., то толщину слѣдуетъ брать болѣе кирпича, потому что при такомъ давленіи вода проходитъ сквозь опоры стѣнокъ при толщинѣ ихъ въ 1 кирпичъ.

Кладку всего удобнѣе производить ложкомъ (фиг. 28 и 29), потому что можно тогда каналы большихъ радіусовъ изготовлять изъ обыкновеннаго клинкера, непрерывный слой цемента между рядами кирпичей способствуетъ непроницаемости стѣнокъ для воды и получается меньшее число вертикальныхъ швовъ. Большіе каналы исполняются партіями рабочихъ: одна партія изготовляетъ дно канала, другая закладываетъ кружала для средней части канала и исполняетъ кладку этой части, затѣмъ третья изготовляетъ верхнюю часть; наконецъ четвертая замазываетъ цементомъ швы, въ готовой части канала и смазываетъ верхній сводъ цементомъ толщиной въ 1 см.

Кладку ведутъ такъ, что низовье канала (по направлению теченія) бываетъ готово ранѣе верховья. Послѣ отвердѣнія раствора, засыпаютъ каналъ слоями осторожно утрамбовывая каждый слой.

Когда яма будетъ засыпана, возстановляютъ мостовую. При овальныхъ каналахъ засыпка съ боковъ производится одновременно съ кладкой. Для каналовъ изъ гончарныхъ трубъ вырываютъ ровъ, дно котораго получаетъ точный уклонъ. Затѣмъ помощью криволинейныхъ заступовъ изготавляютъ для трубы желобчатое ложе съ соотвѣтственнымъ углубленіемъ для муфты. Спустивши трубу въ ровъ, конецъ ея обвиваютъ шнуркомъ, смазаннымъ дегтемъ, вставляютъ этотъ конецъ трубы въ муфту предыдущей, провѣряютъ правильность положенія и послѣ помощью деревяннаго стержня уплотняютъ набивку, которую затѣмъ снаружи замазываютъ жирной глиной. Замѣнять глину цементомъ не слѣдуетъ, потому что цементъ хрупокъ и увеличиваясь во время отвердѣванія можетъ разорвать муфту.

Для безопасности положенія трубъ, ихъ засыпаютъ пескомъ до высоты не менѣе 20 см. надъ ихъ вершиной уплотняя песокъ поливаніемъ его водою. Засыпку и трамбовку нужно вести весьма осторожно. При глинистомъ грунтѣ засыпку пескомъ надо доводить до толщины 60-80 см. надъ вершиною трубы. Доски и распорки, которыми были укрѣплены стѣнки рва, слѣдуетъ вынимать одновременно съ засыпкой. *г.с.н.*

СОЕДИНЕНІЕ СХОДЯЩИХСЯ КАНАЛОВЪ.

Чтобы по возможности уменьшить потерю наденія, происходящую при измѣненіи направленія теченія, стѣнки каналовъ должны сходиться безъ всякихъ внезапныхъ переделовъ, т.е. стѣнки одного канала должны переходить касательно въ стѣнки другого. На фиг. 32 указанъ способъ

устройства соединенія двухъ овальныхъ каналовъ. Каналь ОКМ, котораго профиль КЕОД входитъ въ каналъ LN, имѣющій профиль LCND; послѣ соединенія этихъ двухъ каналовъ общій каналъ имѣетъ профиль RGRF. Здѣсь поэтому пересѣкаются три цилиндрическія поверхности, изъ которыхъ одна ОКМ имѣетъ криволинейную ось. Если бы это пересѣченіе было устроено по правиламъ начертательной геометріи то своду на протяженіи GF трудно было бы дать достаточную крѣпость. Это соединеніе поэтому устраивается слѣдующимъ образомъ: каналы LN и МО ведутъ до линіи CD и DE, опредѣляемыхъ точкой D, въ которой пересѣкаются наружныя линіи αD и βD стѣнокъ каналовъ; продолженіе каналовъ начинаютъ съ линіи FG, гдѣ G есть точка касанія кривой GE и прямой GU. Пространство CDEGF покрываютъ сводомъ, состоящимъ изъ кругообразныхъ частей такъ, что въ ЕС внутренняя направляющая свода есть полуокружность СНЕ; въ АВ - полуокружность діаметра АВ и т.д. Пяты этого свода въ точкахъ F и G приподняты противъ точекъ SE, слѣдовательно пяты свода отъ SE къ FG поднимаются. Сходящіяся стѣнки обратныхъ сводовъ нижней части канала, начиная отъ D до конечной точки E срѣзаются горизонтальною плоскостью или кривою поверхностью на небольшой высотѣ надъ дномъ (фиг.33). На фиг.34 и 37 показано соединеніе трехъ каналовъ.

Устройство соединенія каналовъ упрощается часто тѣмъ, что на мѣстѣ соединенія устраиваютъ смотровые колодцы, которыхъ сѣченіе внизу имѣетъ многоугольный видъ DEGFC, а сверху суживается и переходитъ въ прямоугольное (фиг. 32-33). Нерѣдко въ городахъ новый каналъ долженъ пересѣкать существующій; въ такомъ случаѣ новый каналъ долженъ быть проведенъ такъ, чтобы во время его сооруженія

теченіе воды по старому могло происходить непрерывно. На фиг. 35 x - представляет старый каналъ, а AD и AC - новый. До точекъ E и G новый каналъ можетъ быть сооруженъ безпрепятственно; затѣмъ запруживаютъ новый каналъ въ E и G, а старый въ D и перекачиваютъ воду изъ стараго при D въ новый при E, или соединяютъ оба эти канала вмѣстѣ трубой DE, такъ что вода продолжаетъ теченіе въ новомъ каналѣ. Когда затѣмъ часть DE новаго канала сооружена, устраняютъ запруды E и D.

Запруды эти обыкновенно состоятъ изъ мѣшковъ съ пескомъ. Ставятъ плотину въ F и продолжаютъ каналъ по направленію отъ G къ C.

Большія гончарныя трубы вводятся въ каналъ тоже по касательной (фиг. 38), причемъ отверстіе для входа трубы дѣлается кладкою изъ кирпича. Тамъ, гдѣ кривая часть трубы переходитъ въ прямолинейную, устраиваютъ смотровой колодезь. Проводы, идущіе отъ зданій и вообще трубы діаметра до 0,16 мтр. вводятъ въ каналъ помощью особыхъ частей изъ обожженной глины (фиг. 38, 39). - Устье входящей трубы должно быть устроено на высотѣ обыкновеннаго горизонта воды въ каналѣ, потому что падающая съ высоты вода замедляла бы теченіе воды въ каналѣ, а при низкомъ положеніи устья, оно скоро могло бы быть занесено грязью.

Для удобства чистки трубы должны укладываться только по прямымъ линіямъ и потому на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ измѣняютъ направленіе, устраиваютъ смотровые колодцы (фиг. 40, 41, 42). Колодцы получаютъ обыкновенно круглое сѣченіе; внизу они должны получить такой размѣръ, чтобы рабочій могъ въ немъ производить нужныя для чистки и промыванія трубъ работы, для чего ширина колодца достаточна въ 1 мтр.; вверху эта ширина можетъ быть уменьшена до 0,5 - 0,6 мтр. Толщина кладки $\frac{3}{4}$ - 1 кирпичъ.

Колодець сверху покрываютъ крышкой покоящейся въ желѣзной или каменной рамѣ.

Чтобы облегчить входъ въ колодець, укрѣпляютъ въ стѣнѣ его чугунныя скобы, имѣющія видъ показанный на чер. 43-44; онѣ играютъ роль ступенекъ. Дно колодца получаетъ небольшой уклонъ въ сторону теченія. Въ этихъ колодцахъ происходитъ всегда потеря напора, которая при расчетѣ должна быть принята во вниманіе. При входѣ двухъ трубъ съ противоположными направленіями теченія полезно располагать ихъ устья на разной высотѣ, чтобы теченія не встрѣчались прямо.

Развѣтвленіе дренажныхъ трубъ устраиваютъ помощью особыхъ фасонныхъ частей (фиг. 45). Такъ какъ ствѣтвленія обыкновенно не устраиваютъ одновременно съ уличными проводами, то въ муфты ихъ вставляются крышки изъ обожженной глины, которыя замазываются глиной.

ПЕРЕСѢЧЕНІЕ СЪ ГАЗОВЫМИ И ВОДОПРОВОДНЫМИ ТРУБАМИ.

Эти трубы не слѣдуетъ проводить сквозь каналы, чтобы не уменьшать полезнаго сѣченія послѣднихъ. Обыкновенно онѣ находятся выше каналовъ и тогда при засыпкѣ каналовъ нужно особенно тщательно уплотнить землю подъ трубами, чтобы при осадкѣ грунта не образовалось подъ ними пустое пространство; въ противномъ случаѣ отъ давленія сверху могло бы произойти поврежденіе трубы. Часто возводятъ сверху канала стѣнку, на которой и лежатъ эти трубы (ф. 46, 47) или возводятъ двѣ стѣнки между которыми проходить труба (фиг. 48).

Въ широкихъ улицахъ во избѣжаніе встрѣчи съ этими трубами, устраиваютъ иногда каналы близъ тротуаровъ; но это устройство обходится дороже, потому что вмѣсто одного канала приходится дѣлать два, — за то домовныя трубы выходятъ короче.

ПЕРЕСѢЧЕНІЕ КАНАЛА РѢКОЙ.

При пересѣченіи направленія, по которому долженъ быть проложенъ каналъ, рѣкой, озеромъ и т.п., проведя его подъ дномъ рѣки сифономъ. Такой сифонъ представленъ на фиг.49. Каналъ подъ дномъ рѣки имѣетъ постоянный уклонъ. Верхнія части соединяются съ нижними помощью колодцевъ А и В, которыхъ дно ниже дна канала, чтобы оставить мѣсто для осадковъ и не допустить ихъ въ нижній каналъ. Помощью затвора можно задержать воду въ колодцѣ и затѣмъ для промыванія нижняго канала, впустить ее въ каналъ сразу (каналъ имѣетъ уклонъ отъ А къ В; М и М - запасные выпуски).

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСМОТРА И ЧИСТКИ КАНАЛОВЪ.

Чтобы можно было входить въ каналъ для чистки и починки, устраиваютъ на разстояніи 200-300 мтр. другъ отъ друга входные или смотровые колодцы. Ширина ихъ внизу обыкновенно равна ширинѣ канала, а вверху 0,5 - 0,6 мтр., такъ что они имѣютъ видъ четырехугольных усѣченныхъ пирамидъ, которыхъ двѣ стѣнки стоятъ на стѣнкахъ канала, а двѣ другія на его сводѣ, укрѣпленномъ (фиг.50,51) подъ стѣнками гуртами О. Отверстіе вверху прикрывается крышкой (фиг.52). При большихъ каналахъ только одна стѣна колодца стоитъ на стѣнкѣ канала, а три остальные на сводѣ, укрѣпленномъ гуртами (фиг.53,54). Въ улицахъ съ большимъ движеніемъ располагаютъ входное отверстие часто возлѣ тротуаровъ, чтобы не мѣшать движенію въ случаѣ, когда нужно входить въ каналъ (фиг.55,56). Крышка колодца должна въ этомъ случаѣ плотно закрываться, чтобы гнилой воздухъ не поднимался вблизи зданій, а вентиляціонное отверстие должно быть надъ самымъ каналомъ въ срединѣ улицы.

Для малых каналовъ, въ которые входитъ нельзя, смотровые колодцы должны быть устроены на разстояніи не болѣе 70-100 мтр. Ихъ располагаютъ на всѣхъ перекресткахъ, поворотахъ улицъ, на развѣтвленіяхъ каналовъ и проч. (фиг. 57, 58). Такимъ колодцамъ даютъ круглое сѣченіе, діаметра = 1^{мтр} отверстие вверху дѣлается не болѣе 0,5 - 0,6 мтр. Между двумя колодцами такіе каналы устраиваютъ по прямой линіи. Когда, чтобы прочистить каналъ, недостаточно одного промыванія, каналы чистятъ такимъ образомъ, какъ описано въ водоснабженіи.

ЛАМПОВЫЯ ОТВЕРСТІЯ.

Чтобы въ кривыхъ и ломанныхъ улицахъ уменьшить число входныхъ колодцевъ, часто ихъ замѣняютъ ламповыми отверстиями въ которыхъ для провѣрки состоянія канала опускаютъ фонарь и смотрятъ въ колодець, виденъ ли свѣтъ послѣдняго, чѣмъ и убѣждаются, что сѣченіе канала свободно или нѣтъ на протяженіи отъ ламповаго отверстия до колодца. Эти отверстия состоятъ обыкновенно изъ гончарныхъ трубъ діам. 16 см. (фиг. 59, 60).

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОМЫВАНІЯ КАНАЛОВЪ.

Промываніе каналовъ производится водой каналовъ или особо для этой цѣли проведенной водой. Для промыванія малаго канала покрываютъ его отверстие деревяннымъ кружкомъ S (фиг. 61), прижимая его къ трубѣ стержнемъ p, опирающимся другимъ концомъ въ противоположную стѣнку канала. Этотъ стержень приводятъ въ движеніе сверху цѣпью K. Для лучшей плотности прикосанія кружковъ S снабжаютъ ихъ кольцомъ изъ кожи или каучука, а конецъ трубъ особой фасонной частью изъ гончарной глины или желѣза (фиг. 62, 63) f - фасонная часть, а - желѣзный

клапанъ, в - кольцо изъ кожи, прикрѣпленное къ клапану желѣзнымъ кольцомъ.

Клапаны поднимаются вверхъ цѣпью.

На фиг. 64 представленъ автоматически дѣйствующій клапанъ; когда вода въ колодцѣ достигнетъ нѣкоторой высоты, поплавкомъ помощью цѣпи поднимается клапанъ. Такое автоматически дѣйствующее устройство, представленное на фиг. 65. Ящикъ А вращается около оси L къ чертежу; онъ устроенъ такимъ образомъ, что когда ящикъ пустой, его центръ тяжести находится въ части В, а когда ящикъ наполненъ, - въ части А. Слѣдовательно, когда ящикъ наполнится жидкостью, онъ опрокидывается принимая положеніе AB , опорожняясь онъ снова займетъ прежнее положеніе. Такимъ образомъ притекающая по каналу С вода, служить для промыванія канала С. Устройство это полезно для каналовъ, по которымъ течетъ обыкновенно малое количество воды.

Въ большихъ каналахъ достаточно закрыть только часть отверстія, чтобы задержать достаточное для промыванія количество воды; но разстояніе промывныхъ колодцевъ не должно быть въ этомъ случаѣ большое, потому что скорость теченія воды въ каналѣ на протяженіи между колодцами къ концу канала значительно уменьшается и струя воды уже не съ такимъ успѣхомъ промываетъ конецъ канала. На фиг. 66, 67, 68 представлено когда отверстіе овальнаго канала вполне закрыто дверками А.

Для открыванія и закрыванія канала служить зубчатая полоса Z, которая приводится въ движеніе сверху при помощи зубчатого колеса. Дверки соединены съ полосой стержнемъ S. Когда каналъ открытъ, то дверки занимаютъ положеніе А', а стержень S'. На фиг. 67 представлено въ увеличенномъ видѣ соприкосновеніе дверки со стѣнкой.

На фиг. 69, 70 Клапанъ К - закрываетъ только часть отверстія канала. Ударяя сверху по Н, прижимаемъ клапанъ К при помощи рычага АВ къ каналу. Чтобы открыть каналъ нужно тянуть за Н вверхъ.

На фиг. 71 показано устройство при употребленіи для промыванія рѣчной воды. Клапанъ К поднимается съ помощью цѣпи, а спускается подѣ дѣйствіемъ своего вѣса. Труба Т расположена на высотѣ горизонта аб низкихъ водъ. Употребляютъ для промыванія также и автоматически дѣйствующие клапаны. Цѣль устройства всѣхъ этихъ клапановъ та, чтобы накопить воды и впустить ее сразу большой массой; вода тогда устремляется съ большой силой, унося съ собой всѣ тяжелыя части. Когда для промыванія употребляютъ воду каналовъ, то клапанъ долженъ быть закрытъ очень короткое время и, какъ раньше сказано промывные колодцы должны находиться на недалекомъ другъ отъ друга разстояніи. Въ самомъ дѣлѣ во время закрытія клапана въ верховьяхъ канала осаждаются тяжелыя частицы, при открытіи клапана онѣ перемѣщаются дальше, при большой длинѣ канала между промывными колодцами скорость воды въ нижней части канала была бы недостаточна для перенесенія твердыхъ частицъ въ слѣдующій колодець; тогда пришлось бы для устраненія загрязненія канала добавочное промываніе, вводя въ каналъ постороннюю воду.

Обыкновенно устраиваютъ канализацію такъ, чтобы для промыванія можно было пользоваться гидрантами. Устройство для промыванія каналовъ увеличиваетъ стоимость канализаціи; поэтому часто вначалѣ не устраиваютъ этихъ приспособленій, но при исполненіи кладки слѣдуетъ имѣть въ виду клапаны, которыми, вѣроятно, отверстія каналовъ будутъ снабжены впоследствии.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВПУСКА ВОДЫ ВЪ КАНАЛЫ.

Улицы и дворы соединяють съ каналами посредствомъ вертикальныхъ колодцевъ, открытыхъ вверху, черезъ которые могутъ помощью гончарныхъ трубъ стекать въ каналъ дождевыя и домашнія воды. Эти колодцы снабжаются вверху рѣшетками, чтобы въ нихъ не могли попадать большіе предметы; отверстія рѣшетокъ имѣють величину отъ 1,5 до 2 см.

Дно колодцевъ устраивають ниже отверстія трубы чтобы песокъ и прочія тяжелыя вещества осаждались въ колодцахъ и не попадали въ каналъ. Отъ времени до времени бываетъ нужно очищать эти колодцы отъ осадковъ; для облегченія этой чистки часто помещають на днѣ колодца ящикъ, который и вынимають вмѣстѣ съ накопившеюся въ немъ грязью. Чтобы черезъ отверстія этихъ колодцевъ не могъ выходить въ улицы воздухъ каналовъ, послѣдніе соединяють съ колодцемъ посредствомъ особаго рода сифоновъ, наполненныхъ водою, которая препятствуетъ выходу воздуха изъ канала наружу.

Такъ какъ число сточныхъ колодцевъ бываетъ очень большое, то они въ высокой степени увеличивають стоимость канализаціи; ихъ конструкція должна быть по возможности простая и дешевая. На фиг. 72 представленъ сточный колодецъ въ вертикальномъ разрѣзѣ; *б* — собиратель грязи, внизу изогнутая труба образуетъ сифонъ. Эта труба должна быть внизу хорошо подбита глиной или что еще лучше опираться на особо для этой цѣли изготовленную кладку. Такое устройство сифона имѣеть то неудобство, что при пониженіи воды въ колодцахъ ниже точки *а*, выходъ воздуха каналовъ дѣлается возможнымъ, а потому необходимо наблюдать, чтобы горизонтъ воды въ колодцѣ постоянно былъ выше *а*. Отъ этого неудобства

свободенъ сифонъ S (фиг.73), но онъ подверженъ засоренію, поэтому неудобенъ для улицъ съ большимъ движеніемъ, гдѣ постоянно образуется много грязи, изъ которой не малая часть попадаетъ въ каналы, но онъ весьма удобенъ для чистосодержимыхъ улицъ и тамъ, гдѣ сифоны часто очищаются.

Вода въ сточныхъ колодцахъ тоже не чиста, и лѣтомъ изъ колодцевъ распространяется непріятный запахъ отъ разлагающейся въ немъ грязи. Это неудобство значительно уменьшается устройствомъ колодца представленнаго на фиг.74, гдѣ испаряющаяся поверхность уменьшена до величины ab и гдѣ кромѣ того еще имѣется сифонъ S. Такое устройство слѣдовало бы употреблять вездѣ для колодцевъ, расположенныхъ возлѣ тротуаровъ, гдѣ выходящій изъ нихъ запахъ особенно непріятенъ для проходящихъ. На чертежѣ колодецъ представленъ изъ чугуна, но онъ можетъ быть изготовленъ и изъ другого матеріала.

Расположеніе сточныхъ отверстій въ горизонтальныхъ улицахъ опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Тротуары должны быть расположены не ниже 8 и не выше 16 см. надъ полотномъ улицы; поэтому высота $16-8=8$ см. можетъ быть употреблена на паденіе сточной канавы. Если уклонъ канавы $1/250$, то длина отъ верхней ея точки до колодца $8 \cdot 250 = 2000$ см. = 20 мтр и слѣдовательно разстояніе между колодцами $ab = 2 \cdot 20 = 40$ мтр.

Фиг.75 представляетъ поперечное сѣченіе, а фигура 76 планъ канализированной улицы.

Такъ какъ сточные колодцы расположены у самыхъ тротуаровъ, то они мѣшаютъ движенію. Выходящія отъ нихъ трубы должны входить въ каналъ по касательной къ последнему. Діаметръ этихъ трубъ достаточно брать 16 см. такъ какъ уклонъ ихъ всегда большой, то труба такого

діаметра можетъ быть употреблена для очень широкихъ улицъ.

ПРОВОДЫ ОТЪ ЧАСТНЫХЪ ВЛАДѢНІЙ.

Проводы отъ частныхъ владѣній къ каналамъ составляютъ обыкновенно тоже изъ трубъ 16 см. въ діаметрѣ. Мѣста, въ которыхъ проводъ пересѣкаетъ стѣны зданій, отмѣчаются заранѣе. На соотвѣтственныхъ мѣстахъ въ уличномъ проводѣ вставляютъ фасонныя части, начиная отъ которыхъ идущая къ частному владѣнію труба поднимается съ уклономъ не менѣе 1/150. Трубы проводятъ подъ фундаментомъ стѣны или пробиваютъ для нихъ въ стѣнѣ отверстія, но ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ укладывать на кладку. Трубу проводятъ обыкновенно до середины двора или другого удобнаго мѣста, въ которомъ устраиваютъ домашній сточный колодець.

Часто водосточныя трубы зданій развѣтвляются на два рукава, одинъ изъ которыхъ идетъ въ сточный колодець, а другой въ собиратель грязи фиг. 77, въ которомъ остаются стекающія вмѣстѣ съ дождевой водой песчинки, грязь и пр. На чертѣхъ этотъ собиратель представленъ изъ гончарной обожженной глины, А — крышка изъ желѣза.

Вертикальныя трубы, для спуска домашнихъ кухонныхъ водъ изготовляются изъ чугуна, гончарной или фаянсовой глины. Для соединенія глиняныхъ трубъ употребляютъ смазанную дертемъ пеньку или асфальтъ, а иногда портландскій цементъ. Отъ этихъ трубъ идетъ труба діаметромъ 4-6 см. вверхъ, оканчиваясь выше крыши зданія, съ цѣлью отведенія дурного воздуха изъ трубъ наружу. Отверстія трубъ снабжаются сѣтками, чтобы никакія твердыя вещества не могли въ нихъ попадать. Ихъ располагаютъ обыкновенно вдоль дымовыхъ трубъ, чтобы вода въ

нихъ не замерзала. На фиг. 78 представленъ планъ, а на фиг. 79 разрёзъ по ABCDEF четырехъ-этажнаго зданія, съ частными проводами для отвода воды. MN - вертикальная труба, начинающаяся въ подвалѣ и оканчивающаяся надъ крышей; С - кухня, W - ванная, К - ватеръ-клозетъ. Вода изъ С, W, К стекаетъ, проходя черезъ сифоны въ трубу MN. Во дворѣ устроенъ сточный колодезь S съ собирателемъ грядъ, къ нему текутъ воды изъ водосточныхъ трубъ по проводамъ *А, В, С*. Домашнія воды отводятся изъ MN по трубѣ *МД*. Отъ колодца S идетъ съ уклономъ 1/50 труба *SS'* къ уличному каналу. На правильное устройство домашнихъ проводовъ должно быть обращено особенное вниманіе, такъ какъ отъ него зависитъ въ значительной степени успѣхъ канализаціи.

ОТВОДЪ ГРУНТОВЫХЪ ВОДЪ ЧЕРЕЗЪ КАНАЛЫ.

При устройствѣ канализаціи имѣется въ виду обыкновенно пониженіе горизонта грунтовыхъ водъ, чтобы низко расположенныя подвальные и прочія помѣщенія освободить отъ воды и сырости. Часть этихъ водъ стекаетъ при обыкновенномъ устройствѣ каналовъ вдоль ихъ стѣнокъ, потому что грунтъ вокругъ нихъ никогда не можетъ быть уплотненъ настолько, чтобы въ немъ не оставались небольшія пустоты, по которымъ можетъ просачиваться вода. Для увеличенія дренажнаго дѣйствія каналовъ берутъ часто для засыпки въ нижней части песокъ или хрящъ, только тогда и колодцы нужно внизу обдѣлывать тѣмъ же матеріаломъ, чтобы дренирующій слой былъ непрерывенъ. Гдѣ количество грунтовыхъ водъ значительно, тамъ укладываютъ вдоль каналовъ дренажныя трубы діаметромъ 20-30 .., воду изъ которыхъ спускаютъ въ ближайшія рѣки и пруды, а иногда въ смотровые и сточные колодцы, но въ послѣднихъ случаяхъ нужно отверстія

этихъ трубъ въ колодцахъ снабжать самодѣйствующими клапанами, чтобы при поднятіи горизонта воды въ колодцахъ, вода изъ нихъ не могла попадать въ почву.

ВЕНТИЛЯЦІЯ КАНАЛОВЪ.

Даже при самомъ хорошемъ устройствѣ каналовъ въ нихъ образуются гнилые газы, которые могутъ выходить черезъ отверстія колодцевъ и пр. наружу. Во время дождя попадающая въ эти каналы вода вытѣсняетъ эти газы, значительная часть которыхъ черезъ домашніе проводы можетъ войти въ помѣщенія зданій. Въ холодную погоду, когда температура въ помѣщеніяхъ выше, чѣмъ снаружи, внѣшнее давленіе воздуха можетъ произвести тоже дѣйствіе, что и вода во время дождя. Поэтому необходимы устройства для постоянной вентиляціи каналовъ. Для этого часто водосточныя трубы зданій ведутъ непрерывно въ каналы и оканчиваютъ ихъ въ верхнемъ сводѣ канала. Но вентиляція одними сточными трубами недостаточна, потому что во время дождя, когда вентиляція всего болѣе нужна, онѣ не дѣйствуютъ, потому что сами наполнены водой стекающей съ крыши. Поэтому устраиваютъ иногда особыя вентиляціонныя трубы, начинающіяся у вершины каналовъ, которыя подобно водосточнымъ трубамъ идутъ вдоль стѣнъ выше крыши зданій, а также соединяютъ каналъ съ фабричными трубами. Для очищенія воздуха устраиваютъ иногда въ смотровыхъ колодцахъ угольные фильтры, черезъ которые и долженъ проходить воздухъ каналовъ, выходящій наружу. На фиг. 30-31 показано устройство фильтра помѣщенного въ смотровомъ колодцѣ. Фиг. 30 - вертикальный разрѣзъ, фиг. 31 - горизонтальный видъ. Въ крышкѣ колодца устроены два кольцеобразныхъ отверстія 0,0. Крышка помѣщена

въ рамѣ а. Къ рамѣ прикрѣпленъ сосудъ dd, въ который вставленъ фильтръ t. Входящая черезъ отверстіе 00 вода собирается въ кольцевомъ пространствѣ dd, внизу котораго осаждаются грязь. Когда горизонтъ воды достигаетъ высоты P, то черезъ отверстіе I вода входитъ въ винтообразный каналъ S, по которому стекаетъ въ колодезь. Фильтръ имѣетъ видъ Архимедова винта, котораго винтовая поверхность имѣетъ отверстія въ видѣ сѣтки, черезъ которыя долженъ проходить выходящій изъ канала воздухъ. Весь винтъ наполненъ древеснымъ углемъ.)

УДАЛЕНІЕ ВОДЫ КАНАЛОВЪ. *нот*

Когда въ каналахъ текутъ только домашнія воды и дождевыя, то ихъ можно спускать въ ближайшія рѣки, если только расходъ воды въ рѣкѣ не слишкомъ малъ для того, чтобы отводить обыкновенно грязныя, хотя безвредныя воды каналовъ. Но когда въ каналы спускаютъ и нечистоты, то спускъ ихъ въ рѣку можно допустить только въ малыхъ городахъ, расположенныхъ на большихъ рѣкахъ. Спускъ фабричныхъ водъ въ рѣку можетъ быть допущенъ только тогда, когда опредѣлено, что эти воды не содержатъ вредныхъ веществъ, въ противномъ случаѣ онѣ должны быть очищены предварительно фильтромъ или химически. Когда спускъ въ рѣку не допускается, то выкачиваютъ воды изъ каналовъ насосами, которые по нажимнымъ трубамъ гонятъ на поля орошенія, устроенныя на значительномъ разстояніи, чтобы распространяемый ими дурной запахъ не доходилъ до города. Гдѣ возможно, тамъ поля орошенія должны быть устроены въ нижней сторонѣ отъ города, чтобы воды съ нихъ не могли возвращаться въ городъ. Желательно также чтобы, при выборѣ мѣста для нихъ принимали во вниманіе преобладающее направленіе вѣтра. Такъ какъ поля орошенія часто занимаютъ большія простран-

ства, которыхъ вблизи города свободными не имѣется, то ихъ устройство требуетъ поэтому, большихъ затратъ. Произрастающія на нихъ растенія оказываются обыкновенно непригодными къ употребленію. Прежде рассчитывали, что одинъ гектаръ (0,92 десятины) достаточенъ для 1000 жителей, затѣмъ уменьшали постепенно это число до 500, до 200, наконецъ послѣднія изслѣдованія показали, что оно не должно быть болѣе 50. Допуская на одинъ гекторъ 100 человѣкъ, потребовалось бы для Москвы при ея 800,000 населеніи 8000 гектаровъ или 7360 дес. земли для полей орошенія. Вслѣдствіе этого неудобства сплавной системы, предлагаютъ отводить нечистоты по особымъ трубамъ, не смѣшивая ихъ съ дождевой и сточной водой. Система эта называется раздѣльной системой. Она требуетъ 2-хъ проводовъ, что и составляетъ главное препятствіе ея распространенію. Нечистоты въ этомъ случаѣ гонять по трубамъ сжатымъ (система Шона) или разрѣженнымъ воздухомъ (сист. Лирнура).

При первой системѣ, вслѣдствіе невозможности устроить проводъ совершенно плотнымъ, существуетъ опасность засоренія грунта, просачивающимся сквозь неплотныя соединенія нечистотами, поэтому въ санитарномъ отношеніи система Лирнура заслуживаетъ предпочтеніе. - Воду изъ каналовъ приходится выкачивать насосами всегда, когда каналы имѣютъ столь низкое положеніе, что вода изъ нихъ не можетъ стекать въ рѣку. Устраиваемыя для этой цѣли насосныя станціи имѣютъ такое же устройство какъ для водопроводовъ.

Главный собирательный каналъ оканчивается, вблизи насоснаго зданія, собирателемъ песку, - имѣющимъ подобное же устройство, какъ собиратель грязи, въ которомъ осаждаются попавшіе въ каналы песокъ, грязь и пр., тяжелыя вещества. Проводъ отъ этого собирателя къ на-

сосамъ снабжается сѣткой, которая задерживаетъ плавающие вещества; послѣднія могли бы попасть въ вентили насосовъ и тѣмъ прекратить ихъ дѣйствіе. Собиратель песку соединенъ большимъ запаснымъ выпускомъ съ ближайшей рѣкой, чтобы во время сильныхъ дождей не нужно было выкачивать всю воду изъ каналовъ на поля, а можно было бы часть ея по запасному выпуску выпустить въ рѣку. Обыкновенно насосы рассчитываются на высоту дождя 1,3 см. въ 24 ч., принимая, что только половина идетъ по каналамъ къ насосамъ, остальная вода спускается въ рѣку.

Вслѣдствіе переменнаго теченія воды въ каналахъ, насосная станція должна быть устроена для переменной работы насосовъ, поэтому целесообразно вмѣсто одной большой машины устанавливать нѣсколько малыхъ. На фиг. 82-83 представленъ примѣръ устройства насосной станціи.

Предположимъ, что станція находится между двумя рѣками и къ ней подходят два коллектора С и С', приводящіе канальныя воды двухъ участковъ города. Коллекторъ С оканчивается колодцемъ S, служащимъ собирателемъ грязи, снабженнымъ рѣшеткой V, черезъ которую вода проходитъ во внутреннюю трубу U. Отъ U вода движется по сифону m, проведенному подъ рѣкою, къ колодцу S₂, устроенному по образцу собирателей грязи (съ низкимъ дномъ), а отсюда по каналу n въ резервуаръ t изъ котораго выкачиваютъ насосами. Въ t собирается вода изъ обоихъ каналовъ (S' собиратель песку канала С', V' - рѣшетка). Сифонъ состоитъ изъ двухъ параллельныхъ трубъ, снабженныхъ на концахъ клапанами. Отъ колодцевъ S, S' и S₂ идутъ къ рѣкѣ запасные выпуски N, N' и N₂, которыхъ отверстія къ рѣкѣ имѣютъ клапаны, чтобы во время высокихъ водъ въ нихъ не входила вода

изъ рѣки. Нажимной проводъ gg проведенъ подъ правой рѣкой сифономъ. На наивысшихъ точкахъ онъ имѣетъ воздушные, а на наинизшихъ спускные краны. Кромѣ того на соответственныхъ мѣстахъ онъ снабженъ задвижками, чтобы въ случаѣ надобности можно было бы отдѣльныя части провода изолировать. Отъ этой трубы gg идетъ къ рѣкѣ вѣтвь W, которая при Z закрыта обыкновенно задвижкой. Эта задвижка открывается во время столь высокихъ водъ, что запасные выпуски не дѣйствуютъ. —

КОНЕЦЪ.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ.

Водоснабжение городовъ.

Вода составляетъ необходимое условіе какъ растительной такъ и животной жизни, вслѣдствіе чего уже первобытный человѣкъ, выбиралъ для осѣдлости ^{своихъ} естественныхъ источниковъ и русла. Впослѣдствіи, когда сдѣлалось извѣстнымъ искусство изготовленія колодезь, начали строить жилища и вдали отъ естественныхъ водъ; въ древнихъ культурныхъ странахъ, какъ Египтъ, Китай, Палестинѣ, находятся колодцы, существовавшіе тысячелѣтія, которыми отчасти до сихъ поръ пользуются; также имѣются остатки существующихъ съ незапамятныхъ временъ сооружений, имѣющихъ цѣлью собираніе дождевыхъ водъ какъ для собственныхъ потребностей жителей, такъ и для орошенія полей во время продолжительной засухи. По мѣрѣ увеличенія числа жителей получили устройства для собиранія и храненія, а также для проведенія воды особенно видное значеніе, и, когда отдѣльныя осѣдлости разрослись въ большіе города, изъ нихъ развились особня сооружения, называемыя сооружениями для водоснабженія.

Раскопки послѣдняго двадцатилѣтія показали, что такія сооружения имѣлись въ древности не только въ большихъ, но и въ малыхъ городахъ болѣе часто, чѣмъ до сихъ поръ думали.

Искусство проведенія воды къ населенному мѣсту изъ отдаленныхъ источниковъ было извѣстно въ Египтѣ и Греціи еще задолго до основанія Рима. Такъ островъ Самось имѣлъ уже въ 6-мъ вѣкѣ до Р.Х. ключевой проводъ съ тоннелемъ длиной до 1000 мтр. Первый проводъ

Листъ 6.

Гидротехническія сооружения.

получившій названіе Аппія Клавдія, Римляне построили въ 313 г. до Р.Х., послѣ котораго послѣдовало сооруженіе многихъ другихъ проводовъ какъ въ Римѣ, такъ и въ провинціи. Остатки такихъ сооруженій находятся и теперь близь городовъ: Авиньона, Парижа, Рима, Ліона и др. Когда въ 330 г. Константинополь былъ сдѣланъ столицей западной Римской имперіи, то въ немъ построили прсводъ, доставлявшій городу ключевую и собранную въ резервуары дождевую воду. Всѣ эти проводы были жавитаційные; изобрѣтеніе искусства проведенія воды подъ напоромъ, сдѣлавшаго возможнымъ непосредственную доставку ея въ самыя высокіе этажи зданій, принадлежитъ новѣйшему времени.

Для составленія проекта водоснабженія должны быть извѣстны:

- 1 - количество воды, которое проводъ долженъ доставлять въ данное время;
- 2 - требованія относительно качества проводимой воды;
- 3 - высоты напора въ разныхъ мѣстахъ потребленія;
- 4 - выборъ мѣста добычи;
- 5 - проводъ, который будетъ состоять изъ канала, если мѣсто добычи расположено достаточно выше мѣста потребленія, въ противномъ случаѣ нужно будетъ проводить воду подъ напоромъ въ трубахъ;
- 6 - трубная сѣть, имѣющая цѣлью приводить воду къ отдѣльнымъ мѣстамъ потребленія;
- 7 - устройство напорныхъ зонъ въ случаѣ когда мѣсто потребленія находится на неровной поверхности;
- 8 - устройство насосной станціи, когда естественный напоръ недостаточенъ;
- 9 - устройства для добычи и собиранія воды.
- 10 - приборы для очистки воды;
- 11 - устройства для храненія воды съ цѣлью регулированія расхода и напора.

КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ.

Потребное количество воды изменяется съ состоятельностью, привычками и чистоплотностью жителей и зависит также от степени развитости промышленных заведений, от числа публичныхъ водяныхъ сооружений (бань, фонтановъ и т.д.), от способа разбора воды и стоимости ея. Въ большихъ городахъ, вслѣдствіе большей состоятельности и большихъ требованій жителей расходъ вообще большій, чѣмъ въ меньшихъ. На основаніи данныхъ, введенныхъ изъ многолѣтнихъ наблюденій въ городахъ съ правильно и цѣлесообразно устроенными водопроводами принимаютъ на 1-го человѣка въ сутки для питья, приготовленія кушанья, стирки и прочихъ хозяйственныхъ потребностей 20-45 литровъ.

Для всѣхъ потребностей (домашнихъ и публичныхъ)

- | | |
|---|-------------|
| а) въ малыхъ городахъ | 50-60 литр. |
| б) въ среднихъ " (свыше 1000 жителей) | 80-100 " |
| в) въ большихъ " (свыше 100000 жителей) | 100-150 " |
- (1 ведро = 12,299 литр. 1 кв.мтр. = 1000 литр.)

Въ нѣкоторыхъ городахъ Америки водопроводъ доставляетъ до 600 литр. на человѣка въ сутки, съ другой стороны есть города въ Европѣ, гдѣ это число понижается до 20 литр. (т.е. менѣе 2-хъ ведеръ).

Число жителей, на которое рассчитываютъ водопроводъ должно быть опредѣлено не въ зависимости отъ послѣднего счисленія, но нужно принять во вниманіе приростъ населенія. Въ зависимости отъ доходности расчеты показываютъ, что большіе водопроводы, особенно съ механическимъ подъемомъ воды, слѣдуетъ рассчитывать на 20 лѣтъ впередъ и при томъ принимать во вниманіе возможность дальнѣйшаго увеличенія населенія.

Когда главный проводъ очень длинный (большое расстояние источника отъ мѣста потребленія) то принимаютъ

болѣе длинный періодъ. Въ малыхъ городахъ и мѣстностяхъ приростъ почти всегда малъ, и для нихъ берутъ періодъ около 30 лѣтъ. Этотъ приростъ (исключая очень малые города, въ которыхъ иногда вслѣдствіе выселенія и пр. даже бываетъ убыль) можно принимать:

для большихъ городовъ	- - - - -	2 - 3%
" малыхъ "	- - - - -	0,5 - 1%

Если Z - настоящее число жителей, Z_n - будущее послѣ n лѣтъ, то при равномерномъ приростѣ въ P процентовъ

$$Z_n = Z \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n$$

При очень малыхъ устройствахъ (снабженіе отдѣльной усадьбы) и для городовъ, въ которыхъ промышленность, скотоводство и т.д. находятся въ особыхъ условіяхъ, бываетъ нужно произвести подробный расчетъ и тогда можно пользоваться слѣдующими данными:

1) Домашній расходъ.

На человека въ сутки:

для питья (2 литр.), кухни, чистки	- - - - -	20-30	литр.
" мытья бѣлья	- - - - -	10-15	"
" полосканія клозета	- - - - -	5-6	"
" ванны	- - - - -	350	"
" поливки двора и огорода на 1 кв.метр.	- -	1,5	"

Пойка и чистка скота:

1 лошадь или большой скотъ	- - - - -	50	"
1 мелкій скотъ	- - - - -	10	"
1 свинья	- - - - -	13	"
1 теленокъ или овца	- - - - -	8	"
чистка кареты	- - - - -	200	"

2) Расходъ публичный:

Публичный колодезь съ непрерывнымъ стокомъ въ сутки
10000 - 15000 литр.

поливка улицы на 1 кв.метръ - - - - - 1 литръ

публичные сады на 1 кв.метр. - - - - - 1 - 1,5 литръ
колодезь безъ непрерывнаго стока въ сутки 3000 "
1 гидрантъ въ часъ - - - - - 14000-22000 "
Публичный писсуаръ съ постояннымъ полосканьемъ въ
сутки на каждый стокъ 3000 литр.

3) Промышленный расходъ.

Пивоваренный заводъ на 1 литръ пива - - - - - 5 литр.
бани на одинъ номеръ, для каждой ванны - - 500 "
бассейнъ на 1 кв.метр.притока въ часъ въ
часъ употребленія - - - - - 50-100 "
Паровая машина безъ конденсаціи въ часъ на
1 лошадиную силу - - - - - 20-30 "
машина съ расширеніемъ и конденсаціей до - 800 "
Войни въ годъ на 1 штуку убитаго скота - - 300-400 "
Примѣчаніе: однократно питаніе паровоза - 6-8 кв.метр.
Въ часъ расходуетъ: машина скорого поѣзда - 3,4-4к.метр.
товарнаго - - - - - 2,1-3,6к.м.
смѣшаннаго - - - - - 3,0-3,6к.м.

На основаніи предыдущихъ данныхъ опредѣляется сред-
ній суточный расходъ. Но дѣйствительный расходъ въ
различные дни биваетъ неодинаковъ, и лѣтомъ онъ всегда
больше, чѣмъ зимой. Максимальный суточный расходъ до-
стигаетъ 125% средняго суточнаго расхода. Если суточ-
ный расходъ раздѣлимъ на 24, то получимъ средній часо-
вой расходъ, въ процентахъ онъ = $100/24 = 4,17\%$ су-
точнаго, но дѣйствительный часовой расходъ понижается
ночью почти до нуля, а днемъ достигаетъ 6-7% суточна-
го расхода, и даже больше.

На основаніи опытовъ рассчитываютъ проводъ такъ,
чтобы онъ въ каждый часъ могъ доставлять $1/10$ суточна-
го расхода.

Примѣръ. Средній суточный расходъ по отношенію къ 1
жителю 60 литр., число жителей = 2000. Вода отъ источ-

никовъ движется равномерно и доставляетъ запасъ запасному резервуару въ каждый часъ средній часовой расходъ, но, идущія отъ резервуара въ городъ трубы должны быть въ состояніи проводить въ часъ максимальный часовой расходъ. -

ОТВѢТЪ. Средній суточный расходъ = $60.2000 = 120000$ литр. = 120 куб. мтр. = 9820 ведеръ. Предполагая, что запасный резервуаръ долженъ выѣщать максимальное суточное количество, его объемъ будетъ = $120.125\% = 150$ куб. мтр. Проводъ отъ источниковъ къ запасному резервуару долженъ проводить въ секунду $120000/86400 = 1,39$ мтр., а проводъ отъ резервуара къ городу нужно рассчитать на максимальный часовой расходъ, который = $120.10\% = 12$ куб. мтр. и въ секунду $12000/3600 = 3,33$ литр. Если этотъ малый городъ имѣетъ 1 пожарный кранъ, котораго расходъ 4 литр. въ секунду, то главную трубу нужно рассчитать на $Q = 3,33 + 4 = 7,33$ литр. въ секунду. По причинѣ потерь воды вслѣдствіе неплотностей провода и другихъ причинъ нужно къ этому расходу прибавить 10 до 20% (такъ что будетъ $Q = 8,1$ до $8,8$ литровъ въ секунду)

КАЧЕСТВА ВОДЫ.

Чтобы вода была пригодна для всѣхъ хозяйственныхъ цѣлей, она должна:

- 1) быть чистой въ механическомъ и химическомъ отношеніи.
- 2) не содержать вредныхъ (болѣзнетворныхъ или патогенныхъ) бактерій, и
- 3) имѣть извѣстную температуру.

1 - Чистота воды въ механическомъ отношеніи опредѣляется ея прозрачностью. Для этого на днѣ стеклянной трубки укрѣпляютъ водосъ или какой нибудь другой малый предметъ, наполняютъ ее до извѣстной высоты водою, и

смотреть, виденъ ли черезъ нее волосъ. Механическая чистота воды всегда можетъ быть достигнута помощью отстаиванія и фильтраціи, и только болотистыя торфяныя воды бываетъ нужно обезкращивать квасцами.

2. ХИМИЧЕСКАЯ ЧИСТОТА ВОДЫ.

Предѣлы дозволеннаго безвреднаго количества постороннихъ веществъ въ водѣ до сихъ поръ точно не установлены. За максимальное допускаемое количество миллиграммовъ въ литрѣ принимаютъ:

органическихъ веществъ	- - -	2 - 10	изъ нихъ:
органическаго углерода	- - - - -	2 - 5	
" азота	- - - - -	0,05 до 0,3	
азотной кислоты	- - - - -	4 - 27	
хлора	- - - - -	2 - 56	
сѣрной кислоты	- - - - -	2 - 100	
твердыхъ остатковъ испаренія	- -	100 - 500	
градусовъ жесткости	- - - - -	17 - 20	
магnezіи	- - - - -	40	

Вода безусловно не должна содержать хлористыхъ и азотнокислыхъ соединеній, происходящихъ отъ человѣческихъ и животныхъ испражнений, между тѣмъ какъ напр. хлоръ въ видѣ солей безвреденъ и въ сравнительно большомъ количествѣ.

Большія колебанія данныхъ здѣсь предѣловъ показываютъ, что по отношенію къ нимъ мнѣнія еще не установились прочно, и что не имѣется еще достаточно опытовъ, которые указывали бы до какой степени эти числа могутъ быть превзойдены безъ вреда для здоровья.

ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ. Словомъ "жесткость" обозначаютъ въ водѣ содержаніе извести (CaO) и магnezіи (MgO). Ее опредѣляютъ градусами. Въ Германіи 1 градусъ жесткости обозначаетъ содержаніе въ 100000 частяхъ воды 1-хъ части извести или 0,7 ч. магnezіи. Французскіе граду-

сы указываютъ содержаніе углекислой извести (или эквивалентнаго ей количества углекислой магнезіи) въ 100000 ч. воды. Англійскіе градусы относятся тоже къ углекислымъ соединеніямъ, но по отношенію къ 70000 ч. воды. Перечисленіемъ получается, что 100 нѣмецкихъ градусовъ = 179 французскихъ = 125 англійскихъ.

Воду, содержащую не болѣе 10° называютъ обыкновенно мягкой; если она содержитъ болѣе 20° - жесткой, а между 10° и 20° - среднежесткой. Вода, содержащая 25° считается для питья безвредной, если эта жесткость происходитъ отъ гипса или магнезіальныхъ солей. Вода, содержащая 18-20° пригодна для всѣхъ цѣлей. Жесткость происходитъ отъ полуторныхъ и двойныхъ углекислыхъ солей магнезіи и извести. При кипяченіи воды часть углекислоты улетучивается, получаютъ простыя углекислыя соли, которыя въ водѣ трудно растворимы, и потому часть ихъ осаждается, какъ накипь на стѣнкахъ сосуда. Помощью кипяченія можно жесткость воды понизить на 10° и больше. Для питья предпочитаютъ жесткую воду, но для хозяйственныхъ и промышленныхъ потребностей лучше мягкая вода. Стирка въ жесткой водѣ требуетъ гораздо больше мыла, чѣмъ въ мягкой, такъ какъ въ первой оно трудно растворяется. Обыкновенное мыло состоитъ изъ стеариновой кислоты и натрона; въ жесткой водѣ стеариновая кислота образуетъ съ известью или магнезіей нерастворимое мыло, которое выдѣляется въ видѣ бѣлыхъ клочковъ, чѣмъ пользуются для опредѣленія градусовъ жесткости, зная, что 10 градусовъ жесткости въ литрѣ уничтожаютъ 1,2 грамма мыла (или въ 1 хб.мтр. - 1,2 килгр.) Гранитъ, базальтъ, сланецъ и кварцевый песокъ даютъ мягкую воду, а известь, доломитъ, рухлякъ и известковый песокъ - жесткую.

ЖЕЛѢЗО. Содержаніе въ водѣ желѣза для здоровья безвредно, но оно засоряетъ посуду, отъ того, что растворенная въ водѣ двууглекислая закись желѣза при соприкосновеніи съ воздухомъ превращается въ нерастворимый гидратъ, который выдѣляется изъ воды въ видѣ бурого порошка. Такая вода непригодна для стирки бѣлья и для разныхъ промышленныхъ производствъ.

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ. Для питья наиболѣе вкусна вода, когда она содержитъ 9-12°С. Для прочихъ потребностей температура воды безразлична.

БАКТЕРІОЛОГИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ. Химическій анализъ опредѣляетъ только приблизительно содержаніе органическихъ веществъ, помощью перекиси марганцеваго кали, котораго 1 часть разрушаетъ 5 частей органическихъ веществъ. Но химія не въ состояніи открыть въ водѣ вредныя соединенія; для этого необходимы микроскопическія изслѣдованія, которыми доказано, что большинство болѣзней, обусловленныхъ употребленіемъ воды, происходитъ отъ находящихся въ ней микроорганизмовъ (бактерій или бацилл). Такъ какъ до сихъ поръ не найдено практическое средство отдѣлять въ водѣ вредныя бактеріи отъ безвредныхъ, то считается вода тѣмъ лучше, чѣмъ меньше она содержитъ бактерій. Вода, содержащая въ 1 куб.сантиметрѣ 100 зародышей, считается безвредной. Это число относится къ свѣжей водѣ; когда вода постоитъ, то число зародышей чересмырно увеличивается. Такъ вода, содержащая въ свѣжемъ состояніи въ 1 куб.см. только 26 зародышей, послѣ двухдневнаго отстаиванія имѣла уже 134600 въ куб.см. Грунтовая вода въ чистомъ грунтѣ, находящаяся на глубинѣ 4-5 мтр. обыкновенно совсѣмъ свободна отъ зародышей. Впрочемъ зародыши находили даже въ дистиллированной водѣ. (Опредѣленіе ко-

личества бактерий въ водѣ см. Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1888 Hülle S. 354).

ИСТОЧНИКИ ВОДЫ.

Источники бываютъ наружные и подземные.

Наружные источники: а) рѣки, б) озера, в) собира-
тельные пруды, г) цистерны, д) дистиллированная вода.

Подземные источники: е) грунтовая вода, ж) ключи.
Цистерны (собиратели дождевой воды) употребляются
только въ жаркихъ странахъ, а дистиллированная вода
- на судахъ и въ жаркихъ приморскихъ странахъ.

СНАБЖЕНІЕ КЛЮЧЕВОЙ И ГРУНТОВОЙ ВОДОЙ.

Ключевая и грунтовая вода всего лучше удовлетворяютъ
качествами, требуемыми отъ воды городского водопрово-
да: онѣ имѣютъ удобную температуру и вслѣдствіе филь-
траціи во время движенія черезъ проницаемые слои на-
столько чисты, что могутъ быть употребляемы непосред-
ственно; обыкновенно эта вода, если она добывается съ
глубины не меньшей 4-5 мтр. совершенно свободна отъ
бактерій. Нерѣдко бываетъ возможно получать грунтовую
воду на такой высотѣ, что не бываетъ надобности подни-
мать ее насосами. Такъ какъ притокъ грунтовыхъ водъ
бываетъ наиболѣе обильнымъ вблизи открытыхъ руселъ, то
расположенныя вдоль береговъ рѣкъ устройства для соби-
ранія воды оказываются наиболѣе выгодными; но если
они расположены слишкомъ близко возлѣ рѣки, то въ нихъ
попадаетъ и рѣчная вода. Присутствіе послѣдней можетъ
быть определено посредствомъ сравненія температуры
рѣчной, грунтовой и добытой изъ собирателя воды. Если
 Q - количество взятой изъ собирателя воды, Q_z - заклю-
чающееся въ ней количество рѣчной, Q_g - грунтовой и
 t, t_2 и t_g - соотвѣтственные температуры, то: $Q = Q_z + Q_g$ и

$$t\theta = t_z\theta_z + t_g\theta_g \text{ откуда: } \theta_z = \frac{\theta(t - t_g)}{t_z - t_g}; \quad \theta_g = \frac{\theta(t_z - t)}{t_z - t_g}.$$

Если напр. $t_z = 15^\circ$; $t_g = 8^\circ$ и $t = 12^\circ$, то вода въ соби-
рателѣ состоитъ на $4/7$ изъ рѣчной (профильтровавшейся
черезъ берегъ) и на $3/7$ изъ грунтовой воды; t_g нужно
опредѣлять въ непосредственной близи мѣста сборнаго
сооруженія.

Наружные признаки, указывающіе на возможность су-
ществованія въ данномъ мѣстѣ грунтовой воды, слѣдую-
щіе: отсутствіе или бѣдность открытыхъ руслъ на боль-
шомъ протяженіи; небольшія колебанія уровня малыхъ
рѣкъ послѣ сильнаго дождя; водонепроницаемая поверхность;
глубокія рѣки и озера или пруды, питающіеся грунтовой
водой; присутствіе ключей. Сборные мѣста грунтовыхъ
водъ нужно искать главнымъ образомъ въ рѣчныхъ доли-
нахъ, высохшихъ руслахъ, въ мѣстности между склонами
горъ и низовьяхъ, тамъ, гдѣ находятся большія ямы, не
имѣющія стока. Нѣкоторыя указанія дають также суще-
ствующіе колодцы. Когда такой водоносный слой найденъ,
то нужно буреніями бурами діаметра 3-5 см. опредѣлить
его расходъ.

Каждая буровая скважина можетъ быть преграждена въ
буровой колодець, въ которомъ посредствомъ выкачиванія
можно опредѣлить качество воды. Если вмѣстѣ съ измѣ-
реніемъ количества выкачиваемой воды будемъ измѣрять
также пониженія горизонта, то, такъ какъ эти пониженія
относятся какъ расходы, получимъ отъ раздѣленія раско-
да на пониженія мѣрило водонепроницаемости разныхъ грун-
товъ. Проницаемость можетъ быть опредѣлена также такимъ
образомъ, что открытый вверху цилиндръ, въ днѣ котора-
го устроены отверстія, наполняемъ увлажненнымъ испытыва-
емымъ грунтомъ и измѣряемъ время, въ теченіе котора-
го черезъ него протечетъ извѣстное количество воды.
Такимъ образомъ могутъ быть получены указанія на такое

мѣсто, которое даетъ наибольшее количество воды при наименьшемъ пониженіи горизонта. Въ тоже время нужно будетъ опредѣлить точно толщину водоноснаго слоя, испытать способность поглощенія воды разными грунтами и опредѣлить величину зеренъ, составляющихъ его частей. Если бы эти зерна были шарики равныхъ діаметровъ, то пустоты составляли бы 0,476 полного объема, но, обыкновенно, онѣ бываютъ не болѣе 0,1 до 0,35, причемъ замѣчено, что равномерный среднекрупный песокъ даетъ болѣе воды, чѣмъ гравій. Такъ какъ способность водопроницаемости одного и того же слоя бываетъ въ разныхъ мѣстахъ различна, то число такихъ пробъ должно быть по возможности большое. При этомъ важно также опредѣлить высоту горизонта грунтовой воды въ разныхъ мѣстахъ посредствомъ одновременнаго опредѣленія его высоты въ возможно большемъ числѣ буровыхъ скважинъ. Помощью этихъ данныхъ можно будетъ построить планъ горизонталей грунтовой воды и опредѣлить имѣется ли дѣло со стоячей водой. Если h — наденіе грунтовой воды, V — ея скорость и K — коэффициентъ, зависящій отъ свойства слоя, то по Дарси:

$$V = K \frac{h}{l} \text{ и расходъ } Q = KF \frac{h}{l}, \text{ гдѣ } F - \text{ водоносное сѣченіе,}$$

т.е. сумма заполненныхъ водой промежутковъ за вычетомъ нужной для увлаженія поверхности и задержанной влажностью воды. Болѣе точно получается V помощью наблюденія времени, которое требуетъ растворъ соли (или краски) для того, чтобы отъ одного мѣста дойти къ другому; но для полученія правильнаго средняго значенія нужно сдѣлать большое число опытовъ.

Помощью этихъ изслѣдованій можно получить указанія относительно направленія теченія, скорости и расхода грунтовой воды и такимъ образомъ, опредѣлить наиболее выгодное мѣсто добычи ея. Если представляется возмож-

ность, то наблюдения слѣдуетъ производить въ теченіе продолжительнаго времени, такъ какъ расходъ грунтовыхъ водъ бываетъ переменный и полезно знать его минимальную величину. Тоже самое дѣйствительно и по отношенію къ ключевой водѣ. (Такъ обыкновенный расходъ ключа въ Argentieres = 200-300 литровъ въ секунду, максимальный = 100 литровъ, а минимальный - 37 литр.; расходъ ключей вѣнскаго водопровода измѣняется отъ 2881 до 260 литр. въ сек.; обыкновенно онъ 1000 литр.)

ОПРЕДѢЛЕНІЕ РАСХОДА СООРУЖЕНІЙ СОБИРАЮЩИХЪ

ГРУНТОВУЮ ВОДУ.

Собирательные проводы должны получить такое устройство, чтобы могли отводить всю притекающую къ нимъ грунтовую воду. Если вода собирается каналомъ, то кромѣ соотвѣтственной величины сѣченія, онъ долженъ также получить достаточное число отверстій для впуска воды. Когда послѣднее условіе исполнено, то сѣченіе перпендикулярное къ оси канала будетъ имѣть видъ (черт. 1) горизонтъ грунтовой воды представить въ сѣченіи параболу, которой уравненіе

$$y^2 = \frac{2qx}{kk_1b} + h^2 \quad (1)$$

гдѣ Q - расходъ, l - длина канала. Получаемъ:

$$Q = \frac{kk_1b(y^2 - h^2)}{2x} \quad (2)$$

*) По опытамъ Дарси, Поазель и др. надъ движеніемъ воды въ тонкихъ трубкахъ скорость V измѣняется въ простомъ отношеніи съ паденіемъ (въ открытыхъ руслахъ - въ отношеніи квадратнаго корня). Если поэтому паденіе $= \frac{h}{l}$, то $V = k\sqrt{\frac{h}{l}}$ (гдѣ k - скоростной коэффициентъ, k_1 -

Для предѣльной точки $y = H$ и $x = L$

$$Q = \frac{k k_1 b (H^2 - h^2)}{2L} \quad (2)$$

L — расстояние отъ канала той точки, въ которой разность между высотой первоначальнаго и нижняго горизонта столь незначительна, что можно ее пренебречь. Уравненіе (а) дѣйствительно для притока съ одной стороны; если вода притекаетъ съ обѣихъ сторонъ, то Q — вдвое больше. Скорость, съ которой вода движется къ проводу увеличивается съ уменьшеніемъ водоснаго сѣченія и она достигаетъ наибольшаго значенія у канала. Каналъ слѣдуетъ поэтому окружать по возможности хорошо проницаемыми матеріалами, какъ напр. гравіемъ или щеб-

коэффициентъ проницаемости, зависящій отъ матеріала). Такъ какъ паденіе въ точкѣ, которой абсцисса

$x = \frac{dy}{dx}$, то $V = k \frac{dy}{dx}$. Если b — ширина потока грунтовой воды, то его сѣченіе въ этомъ мѣстѣ $F_x = y b k_1$; здѣсь k_1 — коэффициентъ водопроницаемости слоя. Расходъ

$$-Q = F_x V_x = y b k k_1 \frac{dy}{dx} \quad \text{и, подставивъ } k k_1 = k_0,$$

$$Q dx = k_0 y dy b; \quad \text{интегрируемъ}$$

$$Q x = k_0 b \frac{y^2}{2} + C. \quad \text{Для } x = 0 \quad y = h \quad \text{поэтому}$$

$$C = -k_0 \frac{b h^2}{2} \quad \text{и слѣдовательно}$$

$$y^2 = \frac{2 Q x}{k k_1 b} + h^2$$

немь; занесеніе пескомъ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ болѣе наибольшая скорость приближается къ естественной скорости слоя. Когда воду собирають колодцами, то разстояніе ихъ зависитъ главнымъ образомъ отъ толщины и качества водоноснаго слоя, кромѣ того на него имѣютъ вліяніе діаметръ колодца и способъ эксплуатаціи. Число колодцевъ или разстояніе ихъ между собою и расходъ опредѣлятся при равномерной проницаемости и глубинѣ водоноснаго слоя слѣд. образомъ: помощью предварительныхъ работъ найдено, что требуемое количество воды M получается на ширинѣ B (черт. 2). Если Q - расходъ одного колодца при допускаемомъ пониженіи горизонта, то наименьшее число колодцевъ

$$n = \frac{M}{Q}, \text{ ихъ разстояніе: } = \frac{B}{n} = \frac{BQ}{M} = 2R.$$

Колодцы должны быть расположены на линіи перпендикулярной къ теченію. Чтобы получить Q , принимаемъ, что первоначально уровень воды вблизи колодца былъ горизонтальный. Тогда притокъ со всѣхъ сторонъ будетъ одинаковъ, и если стѣнки проницаемы, то онъ будетъ:

$Q = 2\pi x u v_x k$, гдѣ V_x - скорость, съ которой вода кольцевого цилиндра радіуса X и высоты u притекаетъ къ центру колодца, а k - коэффициентъ проницаемости (отношеніе сѣченія воды или пустотъ къ полному сѣченію).

Такъ какъ:

$$V_x = k \frac{dy}{dx}, \text{ то } Q = 2\pi u x \frac{dy}{dx} k,$$

Интегрируя, получимъ:

$$Q \frac{dx}{x} = 2\pi k k y dy; \text{ Огн. nat } x = k k, y^2 + C$$

Для $x = r$ $y = h$; поэтому

$$\text{Огн. nat } r = k k, h^2 \pi = C; \text{ Огн. nat } \frac{x}{r} = k k, \pi(y^2 - h^2)$$

$$Q = \frac{k k_0 \pi (y^2 - h^2)}{\lg \text{nat} \frac{x}{r}} = \frac{k_0 \pi (y^2 - h^2)}{\lg \text{nat} (\frac{x}{r})} \quad (b)$$

Для предѣльныхъ значеній $y = H$ и $x = R$

$$Q = \frac{k_0 \pi (H^2 - h^2)}{\lg \text{nat} \frac{R}{r}} = \frac{k_0 \pi (H+h)(H-h)}{\lg \text{nat} \frac{R}{r}} \quad (c)$$

изъ (b) получаемъ:

$$y^2 = \frac{Q}{k_0 \pi} \lg \text{nat} \left(\frac{x}{r} \right) + h^2 \quad (d)$$

изъ (c) слѣдуетъ, что Q увеличивается съ уменьшеніемъ h , т.е. съ увеличеніемъ пониженія S уровня, а также съ увеличеніемъ радіуса колодца. Когда вода выкачивается насосами, то пониженіе имѣетъ предѣлъ въ высотѣ всасыванія и также въ томъ, что h не должно быть слишкомъ мало, чтобы скорость притока не была велика. Такъ какъ черезъ всѣ кольцевые цилиндры пониженнаго горизонта протекаетъ одно и тоже количество воды, то до нѣкоторой степени возможно опредѣлить діаметръ колодца въ зависимости отъ желаемаго пониженія, опредѣливъ предварительно по уравненію (d) форму криволинейнаго сѣченія уровня. Такъ напр. горизонтъ колодца, намѣченнаго на черт.3 пунктиромъ съ рад. r , могъ бы находиться на h , $-h$ выше какъ и горизонтъ меньшаго (съ рад. r), но, если послѣдній понизимъ тоже до h , то онъ доставитъ больше воды, и сѣченіе уровня будетъ имѣть видъ пунктирной линіи. Но увеличеніе радіуса r имѣетъ мало вліянія на увеличеніе количества воды (это видно изъ ур-ія (b), принимая во вниманіе, что при увеличеніи числа, его логарифмъ увеличивается тѣмъ менѣе, чѣмъ больше это число) большее вліяніе на расходъ имѣетъ толщина H водоноснаго слоя. Изъ экономическихъ соображеній выгодно поэтому устраивать колодцы малаго

діаметра, считая за предѣль ту величину, при которой скорость притеканія не будетъ столь значительна, чтобы могла размывать водоносный слой и заносить колодець пескомъ. Если пониженія S и S_1 (или h и h_1) разнятся между собою немного, то можно принять R постояннымъ и тогда

$$Q = \frac{(H+h)(H-h)}{(H+h_1)(H-h_1)} = \frac{(H+h)S}{(H+h_1)S_1}$$

Когда толщина водоноснаго слоя небольшая, то можно поставить $H+h = H+h_1$, и тогда расходы приблизительно пропорціональны пониженіямъ горизонта.

Расходъ Q зависитъ также существенно отъ коэффициента $k_0 = k k_1$, который измѣняется съ качествами водоноснаго слоя въ большихъ предѣлахъ. K опредѣляется посредствомъ измѣренія скорости, а k , помощью опредѣленія занимаемаго водой объема.

Для опредѣленія точной величины Q по уравненію (с) нужно знать радіусъ R , а такъ какъ онъ неизвѣстенъ, то имъ задаются въ предѣлахъ отъ 200 до 400 мтр.; вообще слѣдуетъ брать R не слишкомъ малымъ, хотя его неправильная величина не имѣетъ большого вліянія на величину Q .

АРТЕЗИАНСКІЕ КОЛОДЦЫ.

Колодець дѣйствуетъ какъ артезіанскій, если водоносный слой находится подъ давленіемъ. Пусть AB (черт. 4) такой слой, и b - его толщина; вода въ колодцѣ поднимается выше поверхности слоя на $H-b$. Если опять примемъ, что притокъ къ колодцу со всѣхъ сторонъ равномеренъ, то разница сравнительно съ предыдущимъ случаемъ будетъ состоять только въ томъ, что водопропускающій кольцевой цилиндръ точки (x, y) имѣетъ постоянную высоту b , такъ что его поверхность $F = 2\pi x b k$. Вслѣдствіе

того и кривая понижения будетъ по всѣмъ направленіямъ одинакова, и поверхность свободнаго горизонта, который представляемъ себѣ горизонтальнымъ, будетъ образовывать тѣло вращенія, ось котораго совпадаетъ съ осью колодца. Поэтому, такъ какъ:

$$Q = FV \text{ и } V = k \frac{dy}{dx}, \text{ то } Q = b2\pi xk, v = b2x\pi k, k \frac{dy}{dx}$$

$$dy = \frac{dx}{x} \cdot \frac{Q}{2\pi b k k_1} \quad y = \frac{Q}{2\pi b k k_1} \cdot \lg nat x + C$$

для $x = r$ $y = h$ поэтому:

$$C = h - \frac{Q}{2\pi b k k_1} \lg nat r \text{ и, подставляя } k k_1 = k_0$$

$$y = \frac{Q}{2\pi b k_0} \lg nat \frac{x}{r} + h \quad Q = \frac{2\pi b k_0 (y-h)}{\lg nat \frac{x}{r}}$$

Если разстояніе точки, въ которой y почти = H обозначимъ черезъ R то

$$Q = \frac{2\pi b k_0 (H-h)}{\lg nat \frac{R}{r}} \quad \dots \dots \dots (ж)$$

Изъ послѣдняго уравненія слѣдуетъ, что расходъ артезианскаго колодца увеличивается въ такомъ же отношеніи какъ и пониженіе уровня, предполагая, что притокъ достаточно обильный и скорость его у колодца не слишкомъ большая.

Предыдущія формулы выведены при предположеніи, что естественный уровень грунтовой воды горизонталенъ и находится поэтому въ покоѣ. Но если онъ имѣетъ наклонъ, соотвѣтствующій наклону непроницаемаго слоя, а скорость воды C то она выше линіи XX (со стороны притока (черт. 5) дѣйствуетъ ускоряюще, а ниже XX — замедляюще на движущуюся къ центру колодца воду. Пусть изображенный на черт. 5 кругъ представляетъ планъ кольцевого цилиндра,

въ центрѣ котораго находится колодезь А, и C — скорость, съ которой вода во время пользованія колодеземъ притекала бы къ нему при горизонтальномъ уровнѣ грунтовой воды, то легко узнать, что замедляющее и ускоряющее дѣйствіе тѣхъ слагающихъ скорости C , которыя направлены къ колодезю, взаимно уничтожаются, и ихъ вліяніе на дѣйствіе колодезя будетъ $= 0$. По отношенію къ дѣйствію этихъ слагающихъ образуетъ XX какъ бы нейтральную ось (XX перпендикулярно къ C) поэтому пересѣченіе поверхности грунтовой воды вертикальной плоскостью, проходящею черезъ XX , будетъ имѣть видъ черт. 3 между тѣмъ какъ вертикальное сѣченіе по ZZ (параллельно скорости C) дастъ фигуру чер. 6. Въ верхней части здѣсь слагается C съ V , скорость увеличивается и поверхность имѣетъ вслѣдствіе того довольно значительный уклонъ, между тѣмъ какъ въ нижней части скорость притока равна разности скоростей и въ точкѣ, для которой $V = C$, она равна 0, т.е. касательная къ поверхности, въ этомъ мѣстѣ горизонтальна. Форма сѣченія ZZ получается такимъ образомъ, что ординаты полученные изъ уравненія (d), для горизонтальнаго уровня откладываемъ отъ наклонной плоскости непроницаемаго слоя, т.е. предполагаемъ, что въ точкахъ, находящихся на одной вертикали кольцевого цилиндра, скорости одинаковы, что будетъ достаточно вѣрно только при маломъ паденіи грунтовой воды и при большой толщинѣ водоноснаго слоя. Особенно важна точка N (черт. 6), въ которой касательная къ кривой горизонтальна, потому что внѣ ея хотя и происходитъ отклоненіе струй (вслѣдствіе скорости C) отъ ихъ первоначальнаго направленія, но вода уже не можетъ попадать въ колодезь. Ординаты точекъ N однородны съ ординатами тѣхъ точекъ кривой пониженія (черт. 3) въ которыхъ касательная образуетъ съ осью x -овъ уголъ α (черт. 6).

Изъ уравненія (д) имѣемъ:

$$2ydy = \frac{Q}{k_0 \pi x} dx; \quad \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2yk_0 \pi x} \quad \text{и такъ какъ}$$

$$\frac{dy}{dx} = - \operatorname{tg} \alpha \quad x = Z_n, \quad \text{то}$$

$$Z_n = - \frac{Q}{2yk_0 \pi \operatorname{tg} \alpha} \dots \dots \dots (3)$$

При пользованіи этимъ выраженіемъ ставимъ сперва $y = H$, и затѣмъ опредѣляемъ y точнѣе изъ уравненія (д). Для всякаго другого сѣченія, проведеннаго черезъ ось колодца, образующаго съ осью X -овъ уголъ γ , будетъ (черт. 5):

$$Z_n = - \frac{Q}{2\pi y k_0 \operatorname{tg} \alpha \sin \gamma} \dots \dots \dots (k)$$

Если толщина водоноснаго слоя большая, то y и H отличаются мало отъ h и тогда по (3)

$$Z_n = - \frac{Q}{2hk_0 \pi \operatorname{tg} \alpha}$$

Помощью предыдущихъ уравненій можно приблизительно опредѣлить такое разстояніе колодца отъ рѣки или озера, при которомъ въ колодезь будетъ попадать только грунтовая вода. Положимъ напр., что для устройства (черт. 7) $k_0 = 0,005$, $\operatorname{tg} \alpha = 1/500$ (причемъ увеличеннымъ уклономъ вблизи берега пренебрегаемъ) $H = 6$ м, $h = 4$ м и $r = 1,5$ м, то для $R = 250$ м. по (с) $Q = 61$ литр. въ сек. Предполагая, что теченіе грунтовой воды перпендикулярно къ берегу, получаемъ изъ (3) для $y = 6$ м. $Z_n = 162$ м. Подставивъ это значеніе въ (д) находимъ $y = 5,85$ м. и теперь по (3) болѣе точно: $Z_n = 166$ м. слѣд. $y_n = 5,85 - 166/500 = 5,52$ м. Колодезь долженъ быть поэтому удаленъ отъ берега на 160 до 170 м., если онъ долженъ давать одну только грунтовую воду. Если столь большое разстояніе неудобно, то колодезь долженъ работать съ меньшимъ пониженіемъ для

того, чтобы въ него не попадала рѣчная вода; если бы на-
прим. это разстояніе было взято = 50м. отъ берега, то
при существованіи прежнихъ данныхъ получили бы по (3)
 $Q = 50 \cdot 2.6.0,005.3,14.1/500 = 18,8$ литр. въ сек., отку-
да по (д) $h = 5,4$ м. слѣд. допускаемое пониженіе = 0,6
м. Въ этомъ случаѣ пришлось бы увеличить число колод-
цевъ вдоль берега; ихъ наибольшее разстояніе опредѣлит-
ся богатствомъ подземнаго потока. Если грунтовая вода
притекаетъ къ берегу подъ угломъ $< 90^\circ$, то полезно на-
чертить предѣль притока въ планѣ, и онъ не долженъ какъ
на черт.8 выходить за линію берега, такъ какъ въ про-
тивномъ случаѣ въ него будетъ попадать наружная вода.
На черт.9 представлены линіи притока отдѣльныхъ струй,
находящагося въ дѣйствиіи колодца; линія ANB означаетъ
предѣль доставки; внѣ ея происходитъ только отклоненіе
струй отъ ихъ первоначальнаго направленія. Притокъ къ
колодцу распределенъ довольно равномернo вдоль перимет-
ра колодца, и если линія ANB не встрѣчаетъ берега, то
колодецъ питается только грунтовой водой.
Уравненіе осевого сѣченія ZZ (черт.5) получается такимъ
образомъ, что въ уравненіи (д) подставимъ Z вмѣсто x и
 $y \pm Z \operatorname{tg} \angle$ вмѣсто y, такъ что будетъ:

$$y = \pm Z \operatorname{tg} \angle + \sqrt{\frac{Q}{k_0 n} \operatorname{lg} \operatorname{nat} \frac{Z}{r} + h^2} \dots \dots (л)$$

причемъ знакъ + дѣйствителенъ для правой, а знакъ -
для лѣвой стороны. Для сѣченія ММ нужно вмѣсто $\angle$ под-
ставить $\frac{\pi}{90} \angle$.

При составленіи предыдущихъ формулъ предполагалось,
что стѣнки собирателя доходятъ до водонепроницаемаго
слоя и вода получается только черезъ отверстія въ стѣн-
кѣ. Если водопроницаемый слой находится также подъ
основаніемъ колодца, и дно его будетъ открыто, то и
слои находящіеся ниже дна, будутъ доставлять воду; но

въ настоящее время не имѣется правильныхъ указаній для опредѣленія количества воды, входящей изъ этихъ нижнихъ слоевъ, и потому лучше на нихъ совсѣмъ не рассчитывать и давать колодцу такую глубину, какая бы требовалась, если бы ниже дна не было проницаемаго матеріала.

Если нижній грунтъ состоитъ главнымъ образомъ изъ грубаго гравія, то можетъ оказаться выгоднымъ устроить колодецъ съ непроницаемыми стѣнками, такъ что вода въ него будетъ входить только снизу черезъ дно. Разрѣзъ черезъ ось такого колодца дастъ фигуру (черт. 10), на которой видно, что кривая пониженія примыкаетъ почти касательно къ стѣнкамъ колодца. Начало этой кривой у стѣнки находится надъ горизонтомъ воды въ колодцѣ выше на величину m , соотвѣтствующую сопротивленію, которое притекающая въ колодецъ вода должна преодолевать. Такъ какъ притокъ происходитъ главнымъ образомъ вдоль стѣнокъ, то полезно давать колодцу большой периметръ, чтобы скорость притока не была очень значительна и не заносила колодецъ пескомъ.

При вычерпываніи воды изъ колодца или сборнаго канала проходитъ нѣкоторое время до образованія равномернаго притока отъ крайняго предѣла доставки и вначалѣ получается вода изъ образовавшагося запаса. Испытаніе колодца должно производиться поэтому достаточно продолжительное время; ежедневно слѣдуетъ производить точное измѣреніе состоянія грунтовой воды, главнымъ образомъ по направленію теченія и по перпендикулярному къ нему направленію, и эти измѣренія исполнять не только вблизи колодца, но и за предѣлами притока, чтобы при опредѣленіи количества доставляемой колодцемъ воды было извѣстно также повышеніе и пониженіе уровня подземнаго потока.

При предыдущихъ выводахъ предполагалось равномерное

сложеніе водоноснаго слоя, что въ дѣйствительности бываетъ рѣдко. Поэтому при предварительныхъ работахъ слѣдуетъ результаты вычисленій провѣрять непосредственными опытами.

СНАБЖЕНІЕ КЛЮЧЕВОЙ ВОДОЙ.

Вытекающую изъ ключа воду собираютъ въ ящикахъ или ямахъ весьма простаго устройства, изъ которыхъ она переходитъ въ проводъ. Эти ящики называютъ колодцами или камерами. Когда воду берутъ изъ большого числа ключей, то каждый получаетъ свой сборный колодець; колодцы соединяются между собой трубами или каналами, а послѣдній колодець получаетъ видъ камеры, въ которой вода очищается отстаиваніемъ. Камера должна быть защищена отъ перемены температуры (главнымъ образомъ отъ мороза); и въ ней долженъ быть устроенъ а) спускъ, для опорожненія; б) переливъ, чтобы горизонтъ воды не поднимался выше опредѣленной величины и в) отверстіе для входа съ цѣлью осмотра. На черт. 11 и 12 представлена камера для ключевой воды, выходящей снизу. Ключъ окруженъ колодцемъ діаметра = 10 м. перекрытымъ непроницаемымъ сводомъ, на которомъ насыпанъ слой земли. Для входа устроена сбоку дверь, которая служитъ вмѣстѣ вентиляціей; внутри устроенъ вдоль стѣнокъ банкеть для облегченія осмотра. Отверстіе провода возвышается немного надъ дномъ, чтобы осадки въ него не попадали, а спускъ начинается у низшаго мѣста дна. Переливъ для этой камеры излишенъ. На черт. 13 и 14 представлена камера, въ которую вода входитъ черезъ устроенныя въ стѣнкѣ отверстія. Дно положено фильтрующимъ матеріаломъ, въ которомъ остается влекомый водой песокъ; кромѣ того отверстія покрыты и снаружи фильтрующимъ слоемъ; имъ заполненъ отчасти и

сборный каналъ. Въ сводѣ камеры устроено отверстіе для спуска въ нее нужныхъ при очисткѣ матеріаловъ. Лѣстница для спуска въ камеру помещена отчасти въ особой башенкѣ съ вентиляціонными отверстіями, а отчасти и въ самой камерѣ. Спускъ и переливъ оказались здѣсь ненужными. Когда ключъ выходитъ со склона горы, то его обдѣлываютъ непроницаемой стѣнкой, но съ отверстіями достаточныхъ размѣровъ для пропуска воды. Черт. 15-18 представляютъ примѣръ конструкціи нужной въ этомъ случаѣ камеры. Она перекрыта сводомъ, а для входа въ ней устроено отверстіе съ наклонной дверью. Отъ стѣнки проведена въ глубь горы штольня (длиною 20 м.), имѣющая цѣлью подвести въ камеру болѣе значительное количество воды посредствомъ перехватыванія поперечныхъ теченій; штольня заполнена гравіемъ и внизу устроены лотокъ для облегченія движенія ключевой воды. Чтобы въ штольню не могли попадать не совсѣмъ чистыя верхнія воды, она покрыта слоемъ жирной глины (заштрихованнымъ на чертежѣ); собирающаяся на этомъ слой вода, помощью указанной на черт. 17 пунктиромъ трубы ЛН отводится въ спускную трубу С. Въ камерѣ устроены 2 низшія поперечныя стѣнки, образующія 3 отдѣленія Т, S и R. Ключевая вода сливается въ Т, освобождается отъ песка, переливается черезъ стѣнку въ отдѣленіе S, въ которомъ помещается начало отводной трубы, отверстія котораго покрыты мелкой сѣткой. Когда количество притекающей въ S воды слишкомъ большое, то излишекъ ее переливается черезъ стѣнку Н въ R и попадаетъ въ спускную гончарную трубу С. Посредствомъ открытія задвижки G можно спустить въ эту трубу также воду изъ Т.

Грунтовую и ключевую воду, просачивающуюся въ малыхъ количествахъ собираютъ также дренажными траншеями и дренажными трубами.

Дренажная траншея или дренажная канава, (черт. 19) есть канава, вырытая съ вертикальными стѣнками, разрѣзающая водоносный слой, дно которой вѣвается въ непроницаемый слой на 20-30 см. На дни канавы устраивается сборный лотокъ С; на протяженіи водоноснаго слоя канава заполняется гравіемъ или щебнемъ и окружается фильтрующимъ матеріаломъ, крупность зеренъ котораго уменьшается по направленію къ стѣнкамъ. Сверху канава покрывается дерномъ, хворостомъ или камнемъ, затѣмъ слоемъ жирной глины и засыпается.

Дренажныя трубы изготовляются изъ гончарной глины; діаметръ ихъ бываетъ отъ 3 до 15 см., а длина 30 до 60 см. Онѣ прикладываются концами одна къ другой безъ всякаго соединенія; вода входитъ въ нихъ черезъ промежутки въ стыкахъ. Дренажныя трубы должны находиться на разстояніи не менѣе 8 мтр. отъ деревьевъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ онѣ могутъ быть закупорены корнями ихъ.

Сборныя трубы отличаются отъ дренажныхъ тѣмъ, что на стыкахъ соединяются непроницаемыми муфтами, а для входа въ нихъ воды получаютъ равномерно распредѣленные отверстія шириною въ 1 см.; болѣе узкія отверстія легко заносятся. Отверстія бываютъ круглыя и продолговатыя. Эти трубы изготовляются изъ гончарной глины, цементнаго бетона и чугуна. Какъ дренажныя такъ и сборныя трубы обдѣлываютъ фильтрующимъ матеріаломъ, чтобы попадающая въ нихъ вода по возможности менѣе содержала песку и ила. Трубы слѣдуетъ закладывать на глубинѣ не меньшей 4 или 5 мтр.

Сборные каналы. Когда количество грунтовой воды болѣе значительно, то вмѣсто сборныхъ трубъ строятъ сборные каналы. Чтобы они по возможности собирали всю воду, протекающую по водоносному слою, располагаютъ ихъ дно

въ водонепроницаемомъ грунтѣ. Для впуска воды устраиваютъ въ стѣнкахъ продолговатыя отверстія шириной = 1 см; если водоносный слой находится и надъ сводомъ, то отверстія устраивать и въ сводѣ. На черт. 20 представлено поперечное сѣченіе сборнаго канала, котораго высота = 1 мтр, а ширина = 0,63 мтр. у пяти и 0,5 мтр у дна. Онъ построенъ изъ кирпича на цементномъ растворѣ и расположенъ на слой бетона толщиной 32 см. Вода входитъ черезъ открытые швы, устроенные въ 1-мъ, 3-мъ, 5-мъ и 7-мъ слой; ихъ ширина = 20 мм. Дно смазано цементомъ; остальная часть не оштукатурена. Снаружи стѣнки обложены фильтрующимъ матеріаломъ (мелкимъ камнемъ и крупнымъ пескомъ). Каналъ засыпанъ слѣдующими матеріалами: е) матеріалъ водоноснаго слоя, д) - грубый песокъ, с) - мелкій песокъ, в) - глина, а) - черноземъ. Столь сложная засыпка была нужна вслѣдствіе того, что этотъ каналъ проходитъ подъ прудомъ. Дно канала устроено въ водонепроницаемомъ слой; уклонъ его = $1/2000$. На разстояніи около 300 мтр. устроены смотровые колодцы, черезъ которые можно спускаться въ каналъ для чистки его и для исправленій. Каналъ оканчивается камерой, изъ которой вода выкачивается въ напорный резервуаръ. Сѣченіе эти каналы получаютъ только такое, какое необходимо для проведенія попадающей въ нихъ воды; но, нерѣдко, дѣлаютъ ихъ проходными, для чего нужна ширина не менѣе 0,63 мтр., и высота не менѣе 1,0 мтр. Если ширина канала не болѣе 0,6 мтр., то вмѣсто свода можно перекрывать его плитами. Въ каналахъ столь малыхъ размѣровъ, что въ нихъ нельзя входить, должны быть устроены на разстояніи около 1000 мтр. вентиляціонныя трубки, идущія отъ вершины канала до поверхности земли.

Естественными фильтрами называютъ сборные каналы, устраиваемые въ водоносномъ слой рѣчныхъ береговъ. Они

не доходить до водонепроницаемаго грунта, и дно ихъ оставляется открытымъ чтобы вода могла входить въ каналъ снизу. Свое названіе получили эти каналы оттого, что предполагали, что въ нихъ будетъ собираться рѣчная вода, профильтрованная матеріаломъ берега; но опыты показали, что въ нихъ собирается смѣсь рѣчной и грунтовой воды, и что эта вода для питанія часто оказывается негодной. Вслѣдствіе того нѣкоторые города, получавшіе воду изъ натуральныхъ фильтровъ, построили новыя сборныя сооруженія и водой изъ первыхъ фильтровъ не пользуются.

Когда грунтовая вода находится на значительной глубинѣ, то для собиранія ея устраиваютъ сборныя штольни, построеніе которыхъ производится рудничнымъ способомъ.

КОЛОДЦЫ.

Колодцы могутъ быть раздѣлены на домашніе и сборные; какъ тѣ, такъ и другіе могутъ быть обыкновенные и артезіанскіе.

Домашніе колодцы. Они назначаются для домашняго потребленія; воду изъ нихъ берутъ обыкновенно въ небольшомъ количествѣ и не непрерывно, но черезъ разныя промежутки. Они обдѣлываются деревомъ или кладкой, и дно ихъ находится на 0,5 до 1 мтр. ниже поверхности непроницаемаго слоя. Когда стѣнки обдѣлываются деревомъ, то колодцы получаютъ въ сѣченіи форму квадрата, а если кладкой, то форму круга. Въ прѣстныхъ колодцахъ кладка бываетъ сухая или переложенная мхомъ, но лучше заполнить швы глиной, потому что въ моховомъ заполненіи развиваются разныя вредныя организмы, портящіе воду. Кладка колодцевъ состоитъ обыкновенно изъ кирпича на цементномъ растворѣ, но употребляется также и известковый растворъ. Діаметръ колодцевъ бываетъ 1-1,5 мтр.

Исслѣдованія показываютъ, что колодезная вода содержитъ тѣмъ больше микроорганизмовъ, чѣмъ рѣже берутъ воду, вслѣдствіе чего оказывается лучше строить трубчатые узкіе колодцы, потому что въ нихъ меньшее количество воды соприкасается съ воздухомъ.

Если воду изъ колодца выкачиваютъ насосомъ, то, когда низинный горизонтъ воды въ немъ находится не ниже 7 мтр. отъ поверхности, можно всасывающій насосъ расположить на поверхности; при глубинѣ до 12 мтр. можно употреблять подъемный насосъ, котораго поршень находится ниже поверхности внутри колодца, а при глубинѣ воды большей 12 мтр. нуженъ нагнетательный насосъ.

Черѣдко въ городахъ находится грунтовая вода на небольшой глубинѣ, но эта вода засорена органическими веществами, дѣлающими ее непригодной. Въ такихъ случаяхъ нужно искать воду на болѣе значительной глубинѣ и принять мѣры, чтобы въ колодець не могла попадать вода верхнихъ слоевъ, что будетъ имѣть мѣсто только тогда, когда между верхнимъ и нижнимъ слоемъ находится достаточно толсты непроницаемый слой, и колодець обдѣланъ непроницаемой кладкой.

Сборные колодцы. Изъ колодцевъ, доставляющихъ воду городскому водоснабженію, берутъ воду непрерывно въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ или въ теченіе большей части дня, вслѣдствіе чего въ водоносномъ слое образуются то пониженіе уровня, которое было разсмотрѣно выше. При выборѣ мѣста для этихъ колодцевъ нужно особенно обращать вниманіе на чистоту водоноснаго слоя, который долженъ быть свободенъ отъ засореній, какъ органическими веществами, такъ и микроорганизмами.

СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНІЯ КОЛОДЦЕВЪ.

При небольшой глубинѣ и столь слабымъ притокомъ грун-

товой воды, что она может быть удаляема изъ котлови- ны посредствомъ вычерпыванія или выкачиванія безъ за- трудненій, изготовляютъ колодцы посредствомъ выемки соотвѣтственной ямы съ вертикальными стѣнками, которая для предупрежденія обвала обдѣлываютъ досками съ рас- порками. Когда колодець вынутъ до полной глубины, то изготовляютъ его стѣнки и постепенно устраняютъ вре- менную деревянную обдѣлку; притомъ нужно хорошо запол- нить промежутки между стѣнкой и грунтомъ, чтобы нигдѣ не оставалось пустотъ.

Если колодець обдѣливается кладкой, то нижніе слои ея кладутъ обыкновенно на деревянное кольцо, образую- щее для кладки роль ростверка.

При болѣе значительной глубинѣ изготовляютъ колодцы погруженіемъ. Для этого изготовляютъ изъ дерева или желѣза кольцо, которое обезпечиваетъ связь кладки во время погруженія. Сѣченіе кольца клинообразное; его наиболѣе употребительныя формы изображены на черт. 21 (а-г); гдѣ г изображаетъ сѣченіе желѣзнаго кольца. Ши- рина кольца равна или немного меньше толщины кладки. Чтобы вслѣдствіе неравномѣрнаго погруженія кладка не могла разорваться, полезно соединять ее съ кольцомъ посредствомъ анкеровъ, состоящихъ изъ 4-хъ или болѣе круглыхъ стержней діаметра отъ 2-хъ до 4 см., прикрѣп- ленныхъ къ кольцу болтами или чеками; эти анкера заму- ровываются въ кладкѣ и соединяются внутри ея съ проме- жуточными кольцами, располагаемыми на разстояніяхъ око- ло 2-хъ мтр., тоже болтами или чеками. Для уменьшенія тренія при погруженіи иногда стѣнку обдѣлываютъ снаружы досками S (черт. б) или гладко штукатурятъ ее, а иногда для той же цѣли суживаютъ ее вверху для увеличенія промежутка между ею и грунтомъ. Но послѣднее средство приноситъ пользу только при крѣпкомъ грунтѣ. Если есть

возможность удалить воду из колодца, то для погруженія вынимаютъ равномерно грунтъ подъ кольцомъ. При сильномъ наплывѣ воды вычерпываютъ грунтъ приборами, при употребленіи которыхъ рабочимъ нѣтъ надобности входить въ воду; грунтъ вычерпываютъ въ центрѣ колодца, и только если колодезь начнетъ наклоняться на одну сторону, его вырываютъ вблизи противоположной стороны. Если грунтъ состоитъ изъ пльвуна (очень тонкаго песку), то вычерпываніе бесполезно, такъ какъ сдѣланное углубленіе сейчасъ же заполняется новымъ пескомъ. При малыхъ глубинахъ употребляютъ для землечерпанія черпакъ, надѣтый на длинную рукоятку; при болѣе значительной глубинѣ черпакъ снабжаютъ мѣшкомъ или сумкой; употребляютъ и другіе землечерпательные приборы (норія, индійскій черпакъ и пр.). Равномѣрный и не слишкомъ грубый песокъ можно выкачивать песчанымъ насосомъ*) а также приборомъ вродѣ инжектора. При большой глубинѣ подвѣшиваютъ кладку помощью упомянутыхъ выше анкеровъ къ неподвижнымъ лѣсамъ, причемъ бываетъ нерѣдко нужно сильно ее нагружать.

Также изготовляютъ колодцы пневматически при помощи сжатого воздуха точно такимъ образомъ какъ при устройствѣ фундаментовъ, для чего употребляютъ кессонъ, т.е. опрокинутый ящикъ, въ которомъ сгущаютъ воздухъ настолько, что онъ вытѣсняетъ изъ него всю воду. Въ кессонъ входятъ рабочіе и подрываютъ равномерно подъ его стѣнками. Вверху устраивается камера съ двумя дверями; одна дверь сообщается камерѣ съ широкой трубой для спуска рабочихъ, оканчивающейся на кессонѣ, другая съ наружнымъ воздухомъ; въ каждой двери находится малый клапанъ. Рабочій входитъ въ камеру черезъ наружную

*) The Engineer 1869. Deutsche Bauzeitung 1875.

дверь и плотно закрываетъ ее за собой, затѣмъ открываетъ клапанъ во внутренней двери, вслѣдствіе чего камера наполняется сжатымъ воздухомъ. Когда давленіе съ обѣихъ сторонъ внутренней двери сдѣлается одинаковымъ, то рабочій открываетъ ее и помощью лѣстницы или подъемнаго прибора опускается по трубѣ въ кессонъ. По той же или по другой подобной трубѣ поднимаютъ вынутый въ кессонѣ матеріалъ и складываютъ его въ камерѣ. Выходъ изъ кессона происходитъ въ обратномъ порядкѣ. Часто устраиваютъ двѣ камеры, которыя попеременно находятся въ сообщеніи съ воздухомъ и кессономъ, а иногда камеры располагаютъ не вверху, а внизу на кессонѣ.

Толщина водонепроницаемыхъ стѣнокъ колодезѣ. При крѣпкомъ грунтѣ, производящемъ сравнительно небольшое давленіе на стѣнки, бываетъ достаточна толщина въ 1 кирпичъ. Если обозначимъ діаметръ колодезѣ въ свѣту черезъ d , а толщину стѣнки черезъ t , то можно брать $t = 0,1d + 0,1$ (все въ метрахъ).

Стѣнки обдѣлываютъ также деревомъ (срубомъ) и другими матеріалами какъ напр. бетономъ, булыжнымъ камнемъ и пр.

Водопроницаемыя стѣнки. Для этихъ стѣнокъ употребляютъ часто пустотѣлый кирпичъ со сквозными пустотами, причемъ кладутъ попеременно нѣсколько слоевъ сплошного и нѣсколько изъ пустотѣлаго кирпича; но при употребленіи хорошаго цементнаго раствора можно всю кладку вывести изъ пустотѣлаго кирпича. Если колодезь устроенъ въ песчаномъ грунтѣ, то его нужно обложить фильтрующимъ матеріаломъ, употребляя возле стѣнокъ крупнозернистый, а затѣмъ болѣе мелкій матеріалъ, для того чтобы предупредить занесеніе колодезѣ пескомъ. Въ изобрѣт. на черт. 22 колодезь, заложеномъ въ среднѣ-крупномъ пескѣ, устроена двойная стѣнка (въ 1 кирпичъ

каждая) изготовленная изъ пустотѣлаго кирпича; которая расположена на желѣзномъ кольцѣ, Во время исполненія закладывали въ пространствѣ между стѣнками радіальныя перегородки изъ досокъ (см. планъ), а между ними устанавливали концентрическія стѣнки изъ жести. Образованныя такимъ образомъ отдѣленія заполняли гравіемъ послѣ чего жестяныя стѣнки и перегородки вынимали. Наружное, примыкающее къ грунту отдѣленіе, заполнено столь мелкимъ матеріаломъ, что даже тонкій песокъ черезъ него не проходитъ; а зерна гравія примыкающаго къ стѣнкѣ колодца, немного больше пустотъ кирпича.

Если дно колодца состоитъ изъ мелкаго песку, то его нужно нагрузить такими же фильтрующими слоями, насыщая на песокъ самый мелкій гравій, а на него болѣе крупный.

ЖЕЛѢЗНЫЕ КОЛОДЦЫ.

Желѣзные колодцы могутъ быть раздѣлены на широкіе и узкіе. Широкие изготовляются такимъ же образомъ какъ и каменные, а узкіе посредствомъ забивки (вродѣ свай) и буренія.

Широкіе желѣзные колодцы отличаются отъ каменныхъ тѣмъ, что въ нихъ отношеніе площади вводящихъ воду отверстій къ полной поверхности можетъ быть больше, вслѣдствіе чего діаметръ при одинаковомъ дѣйствіи можетъ быть меньше, что облегчаетъ погруженіе. Они изготовляются изъ чугунныхъ колецъ до 4 мтр. діаметромъ. Верхняя часть этихъ колодцевъ обыкновенно бываетъ каменная.

На черт. 23 изображенъ чугунный колодецъ, котораго діаметръ - 4 мтр. а глубина 18 мтр. Онъ состоитъ изъ 10 одно на другомъ расположенныхъ чугунныхъ колецъ

высотой 1 мтр. и толщиной 35 мм., соединенных между собою болтами. Отверстій въ кольцахъ не сдѣлано и вода входить въ колодець только черезъ дно; кромѣ того вода притекаетъ въ него черезъ сборную трубу а. Помощью сифона S этотъ колодець соединенъ съ другимъ, имѣющимъ въ стѣнкѣ продолговатая отверстія для впуска воды. Два такихъ колодца снабжаютъ водою городъ, имѣющій до 70000 жителей, и даютъ 215 литр. въ сек.

Трубчатые (узкіе) колодцы раздѣляются на:

1) - Свайные колодцы, называемые также американскими, абиссинскими и Нортонъ колодцами, потому что изобрѣтены американцами, были употребляемы въ большомъ количествѣ во время абиссинской кампаніи (1869) и затѣмъ усовершенствованы Нортонъ.

Колодець состоитъ изъ желѣзной трубы діаметра 3-8 см., снабженной внизу стальнымъ остріемъ (черт. 24); труба забивается подобнымъ образомъ, какъ обыкновенная свая, причемъ баба падаетъ на подбабокъ, укрѣпленный на верхнемъ концѣ вбиваемой трубы, или она имѣетъ видъ длиннаго стержня, движущагося внутри трубы и ударяетъ по верхней поверхности стального острія. Нижняя часть трубы на длину отъ 0,5 до 1 мтр. и болѣе снабжена щелями шириной 3-6 м/м и покрыта цинкомъ; если водоносный слой мелкопесчаный, то щели покрываются тканью изъ тонкой мѣдной проволоки. При глубинѣ воды не болѣе 8 мтр., воду выкачиваютъ обыкновеннымъ всасывающимъ насосомъ, при болѣе значительной глубинѣ употребляютъ подъемный или нагнетательный насосъ. Въ послѣднее время при забивкѣ трубъ употребляютъ одновременно способъ полосканія, что даетъ возможность забить ихъ въ глинистой почвѣ до глубины 20 мтр., въ песокъ и гравіи до 38 мтр.. Когда грунтъ мягкій и глубина не превышаетъ

6 мтр., то колодець можетъ быть изготовленъ посредствомъ ввинчиванія.

Такіе колодцы имѣютъ передъ каменными то преимущество, что добываемая вода не приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, и потому свободна отъ микробовъ. Труба діаметра = 3 см. можетъ давать непрерывно 0,7 литр. въ секунду, а при діаметрѣ = 7,5 см. — 2,5 литр. и больше, почему и употребляются часто въ хозяйствѣ, на заводахъ и для снабженія городовъ. Для снабженія города Бруклина устроены въ 1885 году 4 группы такихъ колодцевъ діаметра 5 см. (черт. 25) которые даютъ 84000 куб.мтр. грунтовой воды въ сутки. Вода притекаетъ къ насосному зданію N группы по двумъ всасывающимъ проводамъ діам = 30 см. и отводится дальше по нагнетательному проводу ДД. Колодцы и всасывающій проводъ соединены помощью трубокъ длиной 1,5 мтр. и діам. 7,5 см. Каждый колодець даетъ около 2,5 литр. въ сек. или 130 кб.литр. въ день.*) Помощью такихъ же колодцевъ, заложенныхъ у села Большіе Мытищи близъ старыхъ мытищенскихъ ключевыхъ бассейновъ, собирается вода для новаго московскаго водопровода, котораго сборныя сооруженія устроены по образцу бруклинскихъ; вода всасывается паровыми водоподъемными насосами прямо изъ колодцевъ, которые рассчитаны на доставку 1,500000 ведеръ (18450 кб.литр.) въ сутки. Водоводъ отъ новой мытищенской насосной станціи имѣетъ діам. 24 д.

9) Буровые колодцы. Забивка трубъ представляетъ при большой глубинѣ, а также при крѣпкомъ грунтѣ (или плотномъ) большія затрудненія, такъ какъ трубы во время забивки получаютъ искривленія и фильтръ сильно страдаетъ.

*) L. cheyer: Centralblatt der Bauverwaltung. 1883 S. 263

даетъ.

Забивка не годится вообще при діаметрѣ большемъ 8 см. Въ этомъ случаѣ трубы углубляютъ буреніемъ или водополосканіемъ. Въ сомнительныхъ случаяхъ слѣдуетъ устроить опытный колодецъ діаметра 3-5 см., и затѣмъ уже приступать къ исполненію болѣе широкихъ скважинъ. Въ рыхломъ грунтѣ всегда необходимы обсадныя трубы, которыя при діаметрѣ до 40 см. бываютъ желѣзныя (но не клепанныя), а при болѣе значительномъ діаметрѣ — клепанныя или чугуныя.

Опытнымъ буреніемъ опредѣляются тѣ слои, которые болѣе годятся для снабженія.

Когда водоносный слой крупнозернистый, то онъ можетъ уже образовать дно колодца; но если этотъ слой мелкопесчаный, то нужно его нагрузить фильтрующими слоями, которыхъ зерна постепенно увеличиваются снизу вверхъ, для того чтобы колодецъ не могъ быть занесенъ пескомъ и иломъ. Эти слои вводятъ въ обсадную трубу и затѣмъ поднимаютъ до поверхности верхняго слоя, или вмѣсто нихъ вставляютъ въ обсадную трубу фильтрующую корзину (всасыватель) или обкладываютъ фильтрующимъ матеріаломъ опущенную на дно трубу со щелями на ея поверхности. Въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ поднимаютъ обсадную трубу также до поверхности входящей воды.

Фильтрующія корзины (черт. 26) состоятъ изъ продырявленной желѣзной или мѣдной трубы или изъ металлическаго остова, обдѣланнаго тканью изъ мѣдной проволоки. Когда корзина засорена, то ее вынимаютъ, очищаютъ и опускаютъ на прежнее мѣсто; также имѣются устройства, гдѣ помощью вспомогательнаго насоса выкачиваютъ песокъ изъ корзины не вынимая ея. Всего лучше засореніе предупреждается фильтрующими слоями, которые въ Нюренбергѣ устроены слѣд.образ. (черт. 27): Обсадная труба получила

діам. 800 мм.; на дно опустили сначала круглую бетонную плиту діаметра 790 мм. обдѣланную уступами, на которой расположили снабженную отверстиями чугунную трубу діаметра = 150 мм. и три цилиндра изъ желѣзной жести, увеличивающихся діаметровъ. Кольцевые промежутки I, II и III между цилиндрами, наполненными фильтрующимъ матеріаломъ (I - гравій, II - крупный песокъ, III - мелкій песокъ) послѣ чего обсадную трубу и желѣзные цилиндры вынули. V - сборная труба съ вентиляемъ, шш - мѣдная труба, соединяющая сборную трубу съ колодцемъ; ея діаметръ = 70мм. На черт. 28 представленъ планъ сборныхъ колодцевъ въ Нюрнбергѣ.

Артезіанскіе колодцы. Артезіанскіе колодцы получаютъ воду изъ слоевъ, находящихся на очень большой глубинѣ, когда эта вода находится подъ столь значительнымъ напоромъ, что поднимается почти до поверхности, а иногда даже и выше поверхности земли. Такіе колодцы были извѣстны въ Китаѣ уже въ древности гдѣ глубина ихъ достигаетъ 1200 мтр., глубина устроенныхъ въ Европѣ и Америкѣ артезіанскихъ колодцевъ превышаетъ 1700 мтр. Трубы артезіанскихъ колодцевъ должны быть совершенно плотныя, чтобы поднимающаяся въ нихъ вода не могла просачиваться въ верхніе проницаемые слои, а также чтобы и наоборотъ вода изъ верхнихъ слоевъ не могла просочиться въ колодецъ. При большихъ глубинахъ бываетъ нужно для облегченія буренія діаметръ бура постепенно уменьшать, одинаковая толщина можетъ быть сохранена только при буреніи въ крѣпкомъ камнѣ, не производящемъ бокового давленія. Буръ въ послѣднее время дѣлаютъ внутри пустымъ (вродѣ трубы) и вводя въ него во время буренія воду помощью нагнетанія, вытѣсняютъ отдѣленный буромъ матеріаль, вслѣдствіе чего не бываетъ надобности буръ вынимать. Получаемая изъ артезіанскихъ колодцевъ вода рѣдко бы-

васть пригодна для всѣхъ цѣлей домашняго потребленія; она содержитъ слишкомъ много растворенныхъ минеральныхъ веществъ и имѣетъ высокую температуру (до 30° и болѣе); кромѣ того расходъ ихъ непостояненъ и со временемъ уменьшается.

Всякій колодезь долженъ быть подверженъ предварительному испытанію. Для этого въ теченіе нѣсколькихъ дней, и даже нѣсколькихъ недѣль выкачиваютъ изъ испытываемаго колодца воду въ большемъ количествѣ, чѣмъ онъ долженъ въ послѣдствіи давать; при этомъ грунтъ вблизи колодца очищается, потому что вслѣдствіе сильнаго теченія въ крѣпкомъ и скалистомъ грунтѣ водяные каналы расширяются, а въ песчаномъ образуется вокругъ фильтрующихъ слоевъ колодца или его корзины натуральный фильтр, и это есть причина того, что количество доставляемой воды со временемъ увеличивается и вода дѣлается чистею.*)

*) Литература:

Dr. Klose. Канатное буреніе въ Сѣверной Америкѣ.

Friedeberg. Die Anlage der Rohren- oder Abyssinierbrunnen.

Spor. Water supply. The present practice of sinking and boringwells.

Fecklenburg. Handbuch der Tiefbohrkunde.

Fink. Theorie und Construction der Brunnenanlagen и друг.

ОЧИСТКА ВОДЫ.

Въ очисткѣ нуждается обыкновенно только вода наружнаго происхожденія, т.е. получаемая изъ рѣкъ, озеръ и прудовъ. Можно различать механическіе и химическіе способы очистки. Къ химическимъ способамъ принадлежать: а) окисленіе или аэрація. Очистка окисленіемъ происходитъ во всѣхъ рѣкахъ такимъ образомъ, что органическія вещества соединяясь съ кислородомъ воздуха при помощи микроорганизмовъ разрушаются и преобразовываются. Такъ называемое "самоочищеніе рѣкъ" основывается отчасти на окисленіи; б) химическое осажденіе употребляется главнымъ образомъ для уменьшенія въ водѣ лишняго количества известковыхъ и желѣзистыхъ соединеній.

Къ механическимъ способамъ принадлежитъ главнымъ образомъ пропусканіе воды черезъ сита (а также кипяченіе и дистиляція), отстаиваніе и фильтрація. Значеніе для очистки воды въ большихъ количествахъ имѣютъ только оба послѣдніе способа.

ОТСТАИВАНІЕ.

Засоряція воду иловатыя и песчанія частицы тяжелѣе воды. Онѣ могутъ плавать въ ней, поэтому, только тогда, когда скорость теченія не ниже извѣстнаго предѣла, зависящаго отъ крупности частицъ. Очищать воду отстаиваніемъ можно поэтому двоякимъ образомъ или оставляя ее нѣкоторое время въ покоѣ, или заставляя ее двигаться съ очень малой скоростью. Въ первомъ случаѣ воду оставляютъ въ покоѣ въ теченіе 12 до 30 часовъ, а въ послѣднемъ - она движется со скоростью 1 до 2 мм. въ сек., для чего на каждый секунднй литръ нужно сѣченіе отъ 0,5 до 1 кв.метр.. Всего лучше вода очищается отстаиваніемъ въ прудахъ и озерахъ, вода которыхъ бываетъ

почти совсѣмъ свободна отъ механическихъ примѣсей и потому отстойныхъ бассейновъ не требуетъ.

Если притокъ и стокъ отстойнаго бассейна будутъ устроены одинъ противъ другого (черт.29) то легко образуется теченіе по линіи АВ, а вода справа и слѣва будетъ оставаться въ покой, поэтому слѣдуетъ устраивать большое число приводныхъ и отводныхъ отверстій, и надо принять во вниманіе, что лѣтомъ верхняя вода теплѣе, а зимой холоднѣе, чѣмъ нижняя. Всего лучше устроить притокъ и стокъ равномернымъ по всей длинѣ бассейна (какъ на черт.30) и устроить передвижной щитъ, который лѣтомъ пропускалъ бы нижнюю (черт.31) а зимой верхнюю воду (черт.30). Дно и стѣнки бассейна должны быть совершенно непроницаемы; если поэтому онъ устраивается не въ плотномъ грунтѣ, то устроенную для него яму сначала обкладываютъ жирной глиной или бетономъ толщиною 0,3 до 0,5 мтр., и, кромѣ того для защиты отъ волнъ покрываютъ мостовкой (черт.32); иногда обдѣлываютъ бассейнъ даже каменными стѣнками (черт.33). Чтобы при данной площади уменьшить длину стѣнокъ даютъ имъ часто въ планѣ форму квадрата; глубина воды въ нихъ зависитъ отъ мѣстныхъ обстоятельствъ и бываетъ 3-4 мтр. При малой глубинѣ вода лѣтомъ легко нагревается, а зимой замерзаетъ. Иногда покрываютъ эти бассейны навѣсами и даже сводами, такимъ же образомъ какъ и фильтры. Слѣдуетъ въ бассейнахъ устраивать всегда два отдѣленія и принять во вниманіе возможность расширенія. Воду отводить какъ на черт.30 помощью жолоба или помощью трубы съ поплавкомъ (черт.31), регулирующей стекающее количество. Иногда соединяютъ отстойный бассейнъ съ рѣшеткой или грубымъ фильтромъ, задерживающимъ болѣе крупные предметы, а также водяныхъ животныхъ.

ПЕСЧАНЫЕ ФИЛЬТРЫ.

Дѣйствіе. - Фильтрующимъ веществомъ въ этихъ фильтрахъ служить слой мелкаго песка, черезъ который вода медленно просачивается. Промежутки между песчинками обыкновенно такъ малы, что они не пропускаютъ даже самыхъ мелкихъ иловатыхъ частицъ; такъ напр. въ песокъ діаметра $1/3$ мм промежутки не болѣе $1/20$ мм. Вслѣдствіе того на песчаномъ слой образуется пленка изъ тонкихъ волоконъ растеній, остатковъ мелкихъ водяныхъ растеній, остатковъ мелкихъ водяныхъ животныхъ и наносовъ, которые въ высокой степени содѣйствуютъ очисткѣ воды. Пока такая пленка не образовалась, фильтръ пропускаетъ не совсѣмъ чистую воду, поэтому свѣжеустроенный фильтръ даетъ хорошую воду только послѣ нѣкотораго промежутка времени (отъ 16 до 36 часовъ). Чтобы фильтръ внутри не засорялся иломъ обыкновенно наполняютъ его чистой водой сначала снизу (т.е. вводятъ ее снизу вверхъ) такъ чтобы она покрыла собой песчаный слой, затѣмъ пускаютъ на него мутную воду до тѣхъ поръ, пока не образуется пленка, а затѣмъ уже открываютъ фильтръ для пользованія. Очищающее дѣйствіе этой пленки приписываютъ главнымъ образомъ микроорганизмамъ. Съ увеличеніемъ толщины пленки увеличивается напоръ, который необходимъ для того, чтобы вода проходила черезъ фильтръ въ достаточномъ количествѣ. Поэтому фильтръ требуетъ приборовъ, посредствомъ которыхъ было бы возможно глубину воды въ фильтрахъ увеличивать и уменьшать. Если эта глубина будетъ слишкомъ большая, то вода будетъ очищаться недостаточно; обыкновенно принимаютъ, что скорость фильтраціи не должна превышать 100 мм. въ часъ, и что поэтому высота напора не должна быть больше 0,75 до 1 мтр. Исключеніе составляетъ вода получаемая изъ большихъ бассейновъ (какъ напр. изъ Невы въ Петербургѣ), кото-

рая сама по себѣ достаточно чиста и содержитъ мало зародышей, вслѣдствіе чего можетъ быть пропускаема черезъ фильтръ съ большей скоростью.

Когда фильтръ несмотря на достаточную высоту напора пропускаетъ мало воды, то его исключаютъ изъ дѣйствія и снимаютъ съ него пленку виѣстѣ съ слоемъ песка толщиной 1,5-3 см., послѣ чего его пускаютъ вновь; это бываетъ нужно производить смотря по качеству воды и времени года; въ промежуткахъ отъ 6 до 80 дней. Если толщина песчаного слоя уменьшится до 35 см., то нужно насыпать на него свѣжій песокъ, потому что отлаганіе микроорганизмовъ (бактерій), превращающихъ способныя къ гніенію вещества въ безвредныя, распространяется до нѣкоторой глубины, такъ что вода улучшается отчасти и въ химическомъ отношеніи. При толщинѣ фильтрующаго слоя меньшей 30 см. часть полезныхъ бактерій проходила бы безъ пользы для воды. Чѣмъ больше вода засорена, тѣмъ толще долженъ быть песчаный слой.

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО. Чтобы можно было производить чистку фильтровъ безъ перерыва снабженія, число ихъ не должно быть менѣе 2-хъ. Стекающая изъ фильтровъ вода проводится въ расположенный соотвѣтственно ниже резервуаръ. Кроме того въ непосредственной близи фильтровъ долженъ находиться складъ песка и устройство для промывки его; также надо имѣть въ виду возможность расширенія фильтраціонной станціи. На черт. 34 указанъ планъ фильтровъ въ Берлинѣ. АА - резервуаръ чистой воды, В - промывка песка, С - машинное зданіе. Другой примѣръ изображенъ на черт. 35, въ которомъ означаетъ: а - приводъ отъ рѣки, ОО - отстойные бассейны съ грубыми фильтрами, в - проводы отъ отстойныхъ бассейновъ къ фильтрамъ, Р, т - гидротехническія сооруженія.

Листъ 11.

воды отъ фильтровъ къ резервуару R чистой воды, к - проводъ отъ резервуара къ городу, ш - проводы для спуска воды изъ отстойныхъ бассейновъ, с - тоже изъ фильтровъ и S - изъ резервуара. Чтобы можно было вести воду прямо на фильтры мимо отстойныхъ бассейновъ, устроенъ проводъ G; помощью провода d можно воду направить мимо фильтровъ въ резервуаръ, а помощью провода i можно провести воду мимо резервуара R.

При описаніи фильтровъ нужно разсмотрѣть:

- 1) фильтрующій слой, его основаніе и сборные каналы.
- 2) высота воды въ фильтрѣ и устройства для впуска ея.
- 3) устройства для регулированія напора.
- 4) величину и устройство фильтровыхъ бассейновъ.
- 5) побочныя устройства.

1. ФИЛЬТРУЮЩІЙ СЛОЙ, ЕГО ОСНОВАНІЕ И СБОРНЫЕ КАНАЛЫ.

Фильтрующій слой состоитъ изъ равномернаго чистаго песку, крупность зеренъ котораго = $1/3$ до 1 мм. Такъ какъ естественный песокъ всегда бываетъ засоренъ, то его нужно промывать. Толщина этого слоя, какъ уже выше было сказано, не должна быть меньше 0,5 мтр., но для правильнаго дѣйствія фильтра, нужна толщина 1 мтр. Основаніе фильтрующаго песка составляютъ обыкновенно изъ каменистыхъ слоевъ, крупность зеренъ которыхъ постепенно увеличивается такимъ образомъ, чтобы пустоты слѣдующаго слоя были меньше зеренъ предыдущаго. Въ представленномъ на черт. 36 и 37 фильтрѣ (разрѣзъ и планъ) слѣдуютъ послѣ песка 5 слоевъ толщиною 3, 3, 4, 5 и 8 см.; крупность которыхъ увеличивается отъ величины зерна проса до величины грецкаго орѣха. Дно фильтра обдѣлано двускатными (крышеобразными) площадками шириной 4,4 мтр. и съ уклономъ $1/10$; непосредственно на днѣ насыпанъ слой крупнѣе орѣха, выступающій только

немного выше гребней дна. Сборные каналы состоятъ изъ дренажныхъ трубъ, которыхъ діаметръ въ началѣ 10, а затѣмъ 15 см. Въ другомъ фильтрѣ основаніе состоитъ изъ 3-хъ слоевъ толщиною 7 см. каждый, крупностью гороха, бобовъ и орѣха, изъ слоя 14 см. грецкаго орѣха и слоя толщиною 21 см. въ кулакъ; всасывающіе каналы имѣютъ сѣченіе въ 19 см. а сборный каналъ 57 см. въ квадратѣ; послѣдній врѣзанъ въ дно фильтра на 36 см.

Основаніе не имѣетъ никакого вліянія на дѣйствіе фильтра; большая высота его только затрудняетъ устройство, не принося никакой пользы. Поэтому Мюръ составляетъ его изъ рядовъ положенныхъ плашмя кирпичей (черт. 38); промежутки въ $1/2$ кирпича между рядами образуютъ каналы, которые покрыты кирпичами съ открытыми швами. Сверху насыпанъ слой крупнаго песку; толщина слоя 25 см. и на немъ лежитъ непосредственно фильтрующій слой. По способу Мюра устроены фильтры въ Варшавѣ, Цюрихѣ, Лондонѣ и др.

2 - ВЫСОТА ВОДЫ ВЪ ФИЛЬТРѢ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНІЯ НАПОРА.

Среднимъ числомъ слой воды надъ фильтромъ имѣетъ толщину 0,9 до 1 мтр., но, собственно, эта толщина зависитъ отъ качествъ фильтрующаго слоя и должна увеличиваться съ засореніемъ его. Впускъ воды на фильтръ долженъ быть устроенъ такимъ образомъ чтобы вода распространялась съ возможно малой скоростью и не размывала песокъ. Часто по срединѣ фильтра устраиваютъ жолобъ и вода переливается черезъ края его стѣнокъ, причемъ дно жолоба бываетъ уширено наружу, чтобы переливающаяся вода падала не на песокъ, а на это уширеніе (черт. 39). Этотъ жолобъ удобно изготовлять изъ бетона. Притокъ регулируется щитомъ, установленнымъ на соотвѣтственной

высотѣ и переливной трубой, черезъ которую стекаетъ излишекъ воды. Также выпускаютъ воду помощью приборовъ, имѣющихъ одинаковое устройство съ приборами, регулирующими напоръ.

ПРИВОРЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНІЯ НАПОРА.

Иногда къ фильтру F (черт. 40) примыкаетъ колодезь K, соединенный съ проводомъ L, отводящимъ воду въ резервуаръ помощью канала d, снабженнаго щитомъ C, черезъ который вода, протекающая по сборному каналу S должна переливаться. Другое устройство представлено на черт. 41. Верхняя часть трубы, отводящей воду изъ фильтра, можетъ быть помощью винта передвигаема вдоль нижней, и такимъ образомъ, ея верхній конецъ можно поднимать и опускать, а вмѣстѣ съ тѣмъ будетъ подниматься или опускаться горизонтъ воды. На черт. 42 представленъ самодѣйствующій приборъ Линдлея, устроенный въ Варшавѣ. Здѣсь поплавокъ S, уравновѣженный висающимъ на цѣпи противовѣсомъ поднимаетъ и опускаетъ прикрепленную къ нему верхнюю часть отводной трубы, вслѣдствіе чего отверстія ея O находятся всегда на одномъ и томъ же разстояніи отъ горизонта воды, и потому черезъ нихъ вытекаетъ постоянно одинаковое количество воды. Посредствомъ измѣненія противовѣса можно измѣнить это количество.

4. ВЕЛИЧИНА И УСТРОЙСТВО ФИЛЬТРОВЫХЪ БАССЕЙНОВЪ.

Площадь фильтровъ опредѣляется количествомъ воды, которое фильтры должны доставлять въ опредѣленное время и скоростью фильтраціи. Но дѣйствительная площадь должна быть немного больше, чтобы не было недостатка воды во время возобновленія или чистки фильтрующаго слоя, которая дѣломъ иногда бываетъ нужна каждую не-

дѣлю. Отдѣленія, на которыя раздѣляютъ фильтры не должны быть слишкомъ большія, чтобы исключеніе одного отдѣленія не имѣло слишкомъ значительнаго вліянія на количество доставляемой воды. Наиболее цѣлесообразными оказываются слѣдующія площади такихъ отдѣленій.

Для меньшихъ городо́въ:	. . .	700 - 1200	кв.мтр.
" средних "	. . .	1200 - 2000	" "
" больших "	. . .	2000 - 3500	" "

Можно принять, что, напр. при 10 фильтрахъ въ среднемъ только 7 дѣйствуютъ одновременно, т.е. что въ это время одинъ опорожняютъ, одинъ чистятъ и одинъ наполняютъ. Стоимость фильтровъ будетъ тѣмъ меньше при одной и той же площади, чѣмъ меньше длина стѣны. Если число отдѣленій n , назовемъ длину всѣхъ стѣнъ черезъ P , а полную площадь черезъ F , то

$$P = 2nx + (n+1)y; \quad F = nxy$$

$$P = 2nx + (n+1) \cdot \frac{F}{nx}$$

$$\frac{dP}{dx} = 2n - \frac{(n+1)}{n} \cdot F \cdot \frac{1}{x^2} = 0$$

$$2n^2 = (n+1)(nxy) : x^2 \quad \text{откуда}$$

$$x = \frac{n+1}{2n} \cdot y \quad (\alpha)$$

$$\text{Напр. при } n = 3 \quad x = \frac{4}{6}y = \frac{2}{3}y.$$

Въ умѣренномъ климатѣ фильтры часто ничѣмъ не покрыты, но большей частью ихъ покрываютъ сводами, или какъ на черт. 36 стропильной крышей. Покрытіе нужно для предупрежденія большихъ переѣнъ температуры воды, т.е. для защиты лѣтомъ отъ сильнаго нагрѣванія, а зимой отъ замерзанія (для чего предлагаютъ даже отапливать фильтры). При покрытіи сводами чистка фильтровъ бываетъ затрудни-

тельна и вентиляція менѣ хороша; при изображенномъ на черт. 36 устройствѣ этихъ неудобствъ можно избѣгнуть и оно дешевле сводовъ (фильтръ со сводами стоитъ въ $1\frac{1}{2}$ до 2-хъ разъ больше, чѣмъ непокрытый). Вокругъ стѣнки фильтровъ дѣлаютъ иногда откосныя, (съ $1\frac{1}{2}$ -нымъ откосомъ), но въ крытыхъ фильтрахъ онѣ должны быть вертикальны, чтобы уменьшить ихъ площадь. Особенно вниманіе должно быть обращено на плотность дна и стѣнокъ, для чего бываетъ часто нужно изготовленія для фильтровъ ямы обложить сначала слоемъ жирной глины толщиной около 0,5 мтр. или слоемъ бетона въ 0,3. Стѣнки изъ бута на цементномъ растворѣ, смазанныя внутри цементномъ толщиною 1,5-2 см. имѣютъ сами по себѣ достаточную плотность. При расположеніи фильтровъ надо обращать вниманіе, чтобы уровень воды въ фильтрахъ былъ ниже уровня отстойнаго бассейна (или рѣки) и выше уровня резервуара, въ которомъ собирается профильтрованная вода.

ПОВОЧНЫЯ УСТРОЙСТВА.

Проводы между фильтрами должны быть устроены такимъ образомъ, чтобы не только каждый изъ нихъ (фильтровъ) могъ быть исключенъ, но также чтобы можно было установить прямое сообщеніе между рѣкой съ одной стороны и между резервуаромъ чистой воды и отводящей изъ послѣдняго воду трубой; такъ какъ иногда можетъ оказаться надобность въ доставкѣ большого количества и не фильтрованной воды (напр-во время пожара); кромѣ того нужны проводы для спуска воды изъ отстойныхъ бассейновъ и фильтровъ и проводъ къ промывкѣ и спуску грязной воды. Фильтры слѣдуетъ располагать вблизи мѣста добычи воды, а не вблизи запаснаго резервуара для того чтобы насосы накачивали чистую воду и тѣмъ

предохранялись от засоренія. Уходъ за фильтрами состоитъ въ регулированіи напора, надзоръ за машинами и въ провѣркѣ степени чистоты рѣчной и профильтрованной воды. Простѣйшій приборъ для послѣдней цѣли состоитъ изъ стеклянной трубки діаметра 25-30 мм. снабженной дѣленіями, въ которой находится передвижной поршень съ тонкимъ знакомъ. Этотъ поршень удаляютъ отъ смотрового отверстія до тѣхъ поръ, пока знакъ будетъ едва замѣтенъ и опредѣляютъ его разстояніе. Кромѣ того бываетъ нужно ежеднѣвно опредѣлять число зародышей въ фильтрованной водѣ; химическій анализъ можетъ быть нуженъ только въ исключительныхъ случаяхъ. Когда число зародышей оказывается большое, то причиной тому можетъ быть засореніе нижнихъ слоевъ фильтрующаго песка и его основанія. Тогда нужно фильтръ опорожнить, хорошо провѣтривать и затѣмъ промыть родой, къ которой для уничтоженія органическихъ веществъ прибавлено немного переокси марганцеваго калия. Промывка песку производится всего лучше въ коническихъ барабанахъ, внутри которыхъ находятся желѣзные выступы. Съ одной стороны вводится песокъ, а съ другой вспрыскивается вода, такъ что при своемъ движеніи песокъ приходитъ въ соприкосновеніе постоянно съ чистой водой. Барабанъ приводится во вращеніе около горизонтальной оси (для чего нужно до 1 ¹/₂ лошадиныхъ силъ).

ПРОЧІЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ. Многократно дѣлали опыты замѣнить песокъ друг. веществами, какъ: костянымъ углемъ, желѣзными опилками, смѣшанными съ пескомъ и т.д. дѣйствуя на воду химически; распространенія эти способы не получили. По системѣ Waggen'а песокъ заключенъ въ желѣзныхъ ящикахъ и вода проходитъ черезъ него подъ напоромъ, между тѣмъ какъ вращающіеся ножи снимаютъ отъ времени до времени засоренный песокъ и выполаскиваются водой (фильтры Парижа) они дѣйствуютъ хуже песчаныхъ.

Брейеръ въ Вѣнѣ фильтруетъ воду черезъ асбестъ, котораго волокна столь тонки, что въ пучкѣ сѣченіемъ 1 кв. миллим. насчитываютъ ихъ до 3.000000. Вода гонится черезъ асбестъ напоромъ въ 1 атм. Фишеръ употребляетъ для фильтраціи плиты изъ искусственно приготовленной пористой песчанистой массы.

П р и м ѣ ч. 1 кв. мтр. фильтра покрытаго сводомъ стоитъ 30-40 р., непокрытаго - 20-25 руб.

Плиты толщиною 10 см. устанавливаются въ 2 ряда на разстояніи 3 см. другъ отъ друга и вода проводится черезъ нихъ напоромъ. Когда вода очень засорена, то сначала подвергаютъ ее предварительной очисткѣ и затѣмъ отводятъ на фильтры. Наиболѣе употребительные способы предварительной очистки слѣдующіе.

1) ОЧИСТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИМЪ ЖЕЛѢЗОМЪ.

(Способъ Андерсона). Воду вводятъ во вращающіеся барабаны, въ которыхъ находится большое количество мелкихъ кусковъ желѣза. вслѣдствіе чего она насыщается желѣзомъ. Если затѣмъ ввести въ воду воздухъ, то желѣзо выдѣляется въ видѣ окиси и притомъ увлекаетъ съ собою часть органическихъ веществъ и микроорганизмовъ. Или, также, вводятъ воду въ электролизоръ, котораго положительный полюсъ состоитъ изъ желѣзной плиты, а отрицательный - изъ угля. Посредствомъ электричества нѣкоторое количество воды разлагается и образующійся при томъ озонъ сильно развѣдываетъ желѣзо, погруженное отчасти въ воду. Образовавшуюся окись желѣза ^{во} вращающихся барабанахъ смѣшиваютъ хорошо съ водою, послѣ чего для освѣженія ея накачиваютъ въ нее воздухъ, потомъ ведутъ ее въ отстойные бассейны и затѣмъ на фильтры.

2) ПРИБАВКА КВАСЦОВЪ употребляется для желтоватой и вообще темной воды торфяныхъ болотъ, причемъ бываетъ

достаточно отъ $1/25000$ до $1/8000$ квасцовъ. Глиноземъ квасцовъ осаждается, всасываетъ въ себя окрашивающее вещество и увлекаетъ также значительную часть органическихъ веществъ.

3) ВЕНТИЛЯЦІЯ ВОДЫ или аэрація нужна главнымъ образомъ для очистки воды отъ желѣза, такъ какъ въ водѣ для хозяйственныхъ цѣлей допускають 0,1 до 0,15 миллигр. желѣза въ литрѣ. Послѣ аэраціи необходима фильтрація, но скорость фильтраціи можетъ доходить до 700 мм. въ часъ.

4) ИЗВЕСТЬ. Къ слишкомъ жесткой водѣ прибавляютъ їдкую известь, которая съ растворенной двууглекислой известью соединяется въ нерастворимую простую углекислую известь. Требуемое количество извести должно быть опредѣлено предварительными опытами, потому что излишекъ ея портитъ вкусъ воды; обыкновенно прибавляютъ известь въ видѣ известковой воды.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ХРАНЕНІЯ ВОДЫ.

Такъ какъ расходъ въ разныя часы неодинаковъ, то машины при накачиваніи воды насосами прямо къ мѣсту потребления должны бы работать неравномѣрно, что не только было бы невыгодно, но также вредно для котла и машинъ. Поэтому между мѣстомъ добычи и потребления помѣщаютъ резервуаръ; воду накачиваютъ въ резервуаръ равномерно, а изъ резервуара вода стекаетъ по мѣрѣ надобности. Согласно практикѣ можно принять, что въ теченіе 14 часовъ, отъ 6-ти ч. утра до 8 ч. вечера, расходуется на 19,2% воды больше, чѣмъ при равномерномъ накачиваніи доставляютъ въ это время насосы (предполагая, что послѣдніе работаютъ непрерывно 24 часа въ сутки); а отъ 8 ч. вечера до 6 ч. утра расходъ на 19,2% меньше до-

ставки. Въ теченіе этихъ послѣднихъ часовъ образуется поэтому въ резервуарѣ запасъ, который расходуется въ остальное время. Изъ этого слѣдуетъ, что полезный объемъ резервуара долженъ быть не меньше 19,2% суточного расхода Q_s , а такъ какъ максимальный суточный расходъ превышаетъ средній въ 1,5 раза, то минимальный объемъ резервуара получается $= 1,5 \cdot 19,2\% Q_s = 28,8\% Q_s$. Но такъ какъ желательно, чтобы резервуаръ никогда не былъ пустымъ, чтобы имѣть запасъ напр. на случай пожара и т.д., то считаютъ за необходимый объемъ резервуара $1/3$ суточного расхода, предполагая, что машины работаютъ непрерывно 24 ч. въ сутки. Часто даютъ этимъ резервуарамъ больший объемъ, равный 50% до 100%, чтобы имѣть запасъ на случай порчи провода. Въ большихъ городахъ полезно распределить этотъ объемъ на нѣсколько резервуаровъ, устроенныхъ въ разныхъ мѣстахъ города. Эти резервуары называютъ обыкновенно запасными резервуарами; такъ какъ они должны регулировать также напоръ, то ихъ располагаютъ на возвышеніяхъ, а если такихъ возвышеній въ городѣ или близкой окрестности нѣтъ, то строить для нихъ башни достаточной высоты, которыя называютъ водонапорными башнями.

НАИБОЛѢЕ ВЫГОДНОЕ РАСПОЛОЖЕНІЕ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ.
Если въ городѣ имѣется нѣсколько мѣстъ одинаково удобныхъ для устройства водонапорной башни, то наиболѣе выгоднымъ будетъ приблизительно то мѣсто, которое по отношенію къ расходу составляетъ центръ того участка, для котораго башня назначается. Въ томъ легко убѣдиться помощью слѣдующаго рассужденія. Пусть водонапорная башня находится въ точкѣ P_2 гдѣ нибудь внутри того участка, для котораго она предназначена и который изображенъ на черт. 43 въ видѣ замкнутой контура. DE — главная магистраль, идущая отъ насосной станціи. Для

выгодности работы машинъ необходимо, чтобы насосы днемъ и ночью работали равномерно, а въ такомъ случаѣ совершенно достаточно, чтобы они были въ состояніи доставлять только среднее секундное количество q . Ночью, когда расходъ въ городѣ почти равенъ нулю, все количество q будетъ идти по магистрали DE въ бакъ, въ P_2 ; въ тѣ часы дня, въ которые расходъ не превышаетъ q , будетъ только часть накачиваемаго количества q доходить до бака, а часть будетъ расходиться не доходя до него по отвлѣченіямъ kk ; въ тѣ же часы, въ которые расходъ въ городѣ превышаетъ среднее количество q , вода будетъ имѣть въ магистраляхъ отчасти обратное теченіе. Такъ на примѣръ, если расходъ = q , и $q_1 = q + \alpha$, то количество q будетъ доставляться прямо насосами, а количество α перейдетъ въ проводъ изъ запаса, образовавшагося въ бакѣ. Положимъ теперь, что башня помѣщается въ точкѣ А — участка. Секундный расходъ отъ насосной станціи до начала А города, постояненъ и равенъ q и кривая, ординаты которой выражаютъ секундные расходы отъ насосной станціи до башни А будетъ прямая mn , проведенная параллельно оси абсциссъ ox на разстояніи = q ; далѣе за башней линія макс. расходовъ будетъ имѣть видъ нѣкоторой кривой $A'E$, которой ордината въ началѣ города $AA' =$ максимальному секундному расходу всего города = nq , причемъ n около 2,1. Въ концѣ города Е ордината расходной линіи = 0. Слѣд. на части DA трубы должны быть рассчитаны на расходъ q , а начиная съ точки А — на $2q$, причемъ на протяженіи AE труба будетъ идти постепенно утолщаясь въ зависимости отъ измѣненія расхода. Если бы водонапорная башня помѣщалась ранѣе города, за чертой его въ точкѣ P_3 , то линія расхода выразилась бы линіей $mr_3 A''A'E$, изъ чего видно, что такое расположеніе менѣе выгодно, чѣмъ пре-

дыдущее въ A , потому что труба между P_3 и A должна быть рассчитана на расходъ q въ исто q . Теперь пусть башня помѣщается въ точкѣ P , тогда насосная труба, ведущая къ баку башни, не доходя до нея, соединена въ нѣсколькихъ точкахъ kk съ уличными магистральями, такъ что часть воды передается отъ насосной станціи прямо въ городскую сѣть. Отъ насосной станціи до башни кривая расходовъ согласно предыдущему будетъ выражаться прямою mp , далѣе кривою $A''E$, такъ что вся расходная линія будетъ $mp, A''E$. Изъ этого ясно, что такое расположеніе башни въ P болѣе выгодно, чѣмъ въ A , потому что на части AP , труба можетъ быть рассчитана вмѣсто расходовъ выражаемыхъ кривою A, A'' на постоянный меньшій расходъ q . Далѣе, если мы поставимъ башню въ точкѣ P , то такое расположеніе будетъ еще выгоднѣе, чѣмъ предыдущее; расходная линія выразится линіей mOE , слѣд. на части PP , магистраль можетъ быть рассчитана вмѣсто расходовъ выражаемыхъ кривою $A''O$ на постоянный расходъ q , выражаемый прямою po . Если затѣмъ далѣе передвинуть башню въ положеніе P_2 , то такое расположеніе будетъ менѣе выгодно, чѣмъ предыдущее, такъ какъ магистральную трубу на части PP_2 надо рассчитать вмѣсто уменьшающагося расхода, выражаемаго кривою OM , на болѣе постоянный расходъ q , выражаемый прямою Op_2 . Точка P , въ которой было бы всего выгоднѣе устроить башню, совпадаетъ довольно точно съ центромъ того города или участка, для которыхъ она предназначена. Такъ какъ устройство нѣсколькихъ водонапорныхъ башенъ лишь немногимъ обходится дороже устройства одной башни, замѣняющей ихъ, то въ большомъ городѣ вообще выгоднѣе раздѣлить его на участки и для каждаго участка приблизительно въ его центрѣ построить особую башню.

ВОДОНАПОРНЫЯ КОЛОННЫ. При водоснабженіи употребляютъ

ся еще водонапорная колонна. Водонапорная колонна представляет обыкновенно вертикальную трубу небольшого диаметра, через которую вода должна проходить прежде, чѣмъ попадетъ въ городскую сеть; вода въ последней находится такимъ образомъ подъ давленіемъ столба воды, соответствующаго высотѣ колонны. Такъ какъ въ колоннѣ имѣется всегда лишь незначительный запасъ воды, то она расхода не регулируетъ, а только напоръ, и потому насосы должны работать перемѣнно, соответственно колебанію расхода въ городѣ. Машины вслѣдствіе этого работаютъ крайне невыгодно; кромѣ того и ночью, когда расходъ въ городѣ прекращается, машины должны быть непрерывно наготовѣ на случай пожара. Вслѣдствіе этихъ недостатковъ напорныхъ колоннъ, ихъ болѣе въ Европѣ не строятъ и тамъ, гдѣ они ранѣе были построены, замѣняютъ постепенно водонапорными башнями.

ВЫБОРЪ МАТЕРІАЛА ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВЪ И ИХЪ НАИ- БОЛѢЕ ВЫГОДНЫЕ РАЗМѢРЫ.

Резервуары изъ кладки или бетона строятъ тогда, когда дно ихъ можетъ быть расположено на естественномъ грунтѣ и при томъ стараются, чтобы хотя часть ихъ стѣнокъ была погружена въ землѣ. Смѣшивать кладки съ бетономъ нецѣлесообразно.

Въ планѣ каменные резервуары получаютъ прямоугольную форму (черт. 44), а если они состоятъ изъ одного только отдѣленія, то — квадратную, такъ какъ квадратъ имѣетъ наименьшій периметръ. Наиболее выгодная глубина (разстояніе горизонта воды отъ дна спускнаго канала) получается слѣдующимъ образомъ: Пусть Q — полезный объемъ и K — полная стоимость: стоимость стѣны можетъ быть принята пропорціонально квадрату глубины h , т.е. $= sh^2$.

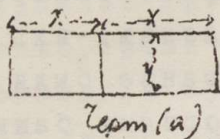
Если кроме того означим приходящуюся на 1 кв.метр. сѣченія (въ планѣ) бака стоимость а) внешней земли через r , б) укрѣпленія дна - через S , в) приобрѣт. грунта - через w , то при длинѣ стѣны x для квадратнаго резервуара будетъ:

$$K = 4xmh^2 + x^2(r+S+w) \text{ такъ какъ } Q = x^2h,$$

$$\text{то } K = 4mh^2\sqrt{\frac{Q}{h}} + \frac{Q}{h}(r+S+w) = 4m\sqrt{Qh^3} + \frac{Q}{h}(r+S+w) = 4m\sqrt{Q} \cdot h^{\frac{3}{2}} + \frac{Q}{h}(r+S+w)$$

$$\frac{dK}{dh} = 4m \cdot \frac{3}{2} \sqrt{Qh} - \frac{Q}{h^2}(r+S+w) = 0$$

откуда $h = \sqrt[5]{\frac{Q(r+S+w)^2}{36m^2}}$; т.е. наибыводнѣйшая глубина пропорціональна 5-му корню полезнаго объема Q .



Если резервуаръ имѣетъ 2 отдѣленія (черт. (а)), то

$$K = (4x+3y)mh^2 + 2xy(r+S+w) \text{ и такъ какъ } *)$$

$$\frac{x}{y} = \frac{3}{4}, \text{ то } Q = 2xyh = \frac{8}{3}x^2h, \text{ откуда } x = \sqrt{\frac{3}{8} \frac{Q}{h}}, \text{ поэтому}$$

$$K = h \cdot 8m \sqrt{\frac{3Q}{m}} + \frac{Q}{h}(r+S+w). \text{ Если положимъ } \frac{dK}{dh} = 0, \text{ то бу-}$$

$$\text{детъ } h = \sqrt[5]{\frac{Q(r+S+w)^2}{54m^2}}.$$

Такимъ же образомъ получимъ для круглаго резервуара радиуса r :

$$h = \sqrt[5]{\frac{Q(r+S+w)^2}{g \cdot \pi m^2}}$$

и если онъ раздѣленъ діаметральной аѣнкой на 2 половины

$$h = \sqrt[5]{\frac{Q\pi(r+S+w)^2}{g \cdot (\pi m + m)}}$$

гдѣ m - коэффициентъ стоимости наружныхъ стѣнъ, а m_1 - внутренней перегородки.

(х)

Въ случаѣ прямоугольнаго резервуара

$$\text{при } \frac{x}{y} = \frac{3}{4}, \text{ то } Q = 2xyh = \frac{8}{3}x^2h$$

Предыдущія формулы дѣйствительны, когда вода доставляется самотекомъ. Если ее нужно поднимать на высоту (черт. 45) $H+h$, то стоимость K увеличивается на $q(H+h)k$, гдѣ q — количество поднимаемой воды въ секунду въ литрахъ и k — стоимость устройства, ухода и подъема на каждый килограмметр. Слѣд. въ этомъ случаѣ:

$$K = 4mh \sqrt{qh} + \frac{Q}{h}(r+S+w) + q(H+h)k$$

$$\frac{dK}{dh} = \frac{3}{2} 4m \sqrt{qh} - \frac{Q}{h^2}(r+S+w) + qK$$

откуда
$$\sqrt{h} = \sqrt{\frac{(r+S+w)Q}{6m} - \frac{qh^2k}{6m\sqrt{Q}}}$$

h получается, слѣдовательно, меньше чѣмъ въ прежнемъ случаѣ, и оно опредѣляется всего проще по способу приближенія. Такимъ же образомъ получимъ для бака съ диаметральной перегородкой.

$$\sqrt{h^5} = \frac{(r+S+w)\sqrt{Q}}{m\sqrt{54}} - \frac{2qh^2k}{18m\sqrt{Q}}$$

Согласно практикѣ можно принять среднимъ числомъ $k = 80$ руб. Мѣстные обстоятельства, какъ высота горизонта грунтовыхъ водъ и проч. заставляютъ нерѣдко отклоняться отъ этой наиболѣе выгодной глубины.

Особенно большое вниманіе должно быть обращено на плотность резервуара. Для этого нужно употреблять по возможности плотные камни, небольшихъ размѣровъ (чтобы каменщикъ могъ свободно поднимать ихъ руками) и вести кладку на гидравлическомъ растворѣ, поверхность камней должна быть шероховата, совсѣмъ чистая и хорошо смоченная; положенный въ растворъ камень не долженъ быть тронуть съ мѣста. Иногда со стороны воды бутовую кладку смазываютъ 2 раза цементомъ и эту смазку, толщина которой 9-15 м/м, покрываютъ кирпичной кладкой. Въ кладкѣ

изъ тесоваго камня плотность хорошо достигается растворомъ, который вводится желобками m въ швы по всѣмъ направленіямъ. Для раствора берутъ на 1 часть цемента 2 до $2\frac{1}{2}$ час. песку и прибавляютъ немного жирной извести, въ видѣ известкового молока, отъ чего онъ дѣлается

плотнѣе. Дно иногда покрываютъ асфальтомъ. Въ Англіи часто резервуары получаютъ одежду изъ хорошо перемѣтой жирной глины, перемѣнанной на половину съ пескомъ или смѣсью изъ песка и гравія (фильтры въ Варшавѣ); и кладка образуетъ только облицовку глиняной одежды.

Въ открытыхъ резервуарахъ морозъ можетъ произвести горизонтальныя трещины, потому что грунтъ М, (черт. 46) увеличиваясь при замерзаніи въ объемѣ, производитъ на стѣнки дѣйствіе А снизу вверхъ; такія же трещины можетъ произвести образующійся въ резервуарѣ ледъ, что однако менѣе опасно, такъ какъ ледъ можетъ выпучиваться вверхъ. Чтобы вынираніе вверхъ не было возможно, нужно для засыпки возлѣ стѣнокъ употреблять хорошо пропускающій матеріалъ; иногда кладку связываютъ вертикальными желѣзными анкерами. Эти мѣры особенно необходимо при прямолинейныхъ стѣнкахъ. Стѣнки открытыхъ резервуаровъ рассчитываются и проверяются какъ подпорныя стѣнки при предположеніи, что въ резервуарѣ нѣтъ воды.

Погруженные въ землѣ резервуары, не подверженные дѣйствию мороза, испытываютъ только напоръ земли и напоръ воды, но послѣднимъ при расчетѣ стѣнокъ пренебрегаютъ. Напоръ грунта въ пропитанной водой почвѣ можетъ превратиться въ напоръ воды. Своды перекрытыхъ резервуаровъ подвергается сравнительно малой нагрузкѣ, получаютъ вслѣдствіе того малую толщину; обыкновенно она не пре-

вынааетъ 12 до 20 см. Стѣнамъ даютъ въ новѣйшее время тоже сводчатую форму, чѣмъ получается значительное сбереженіе въ объемѣ кладки, такъ какъ линія давленія почти совпадаетъ съ осью ея. (Черт. 47, 48, 49, 50). Черт. 47 представляетъ планъ такого резервуара, раздѣленнаго поперечной стѣнкой на 2 половины, черт. 48 - разрѣзъ по АВ, черт. 49 - разрѣзъ по СD, черт. 50 - разрѣзъ по ЕF. Чтобы не имѣть дѣла со сводами большихъ пролетовъ, дѣлать резервуаръ на части, шириною 3 до 4,5 мтр. и каждую часть покрываютъ цилиндрическимъ сводомъ, опирающимся на стѣны съ отверстіями, перекрытыми арками (крестовые своды излишне увеличиваютъ стоимость сооруженія). Въ послѣднее время предпочитаютъ строить резервуары изъ бетона (с - спускъ и переливъ, д - приводъ и отводъ). Теперь изготовляютъ обыкновенно вначалѣ дно и затѣмъ уже стѣны; дно всегда строятъ изъ бетона и смазываютъ цементомъ и асфальтомъ. Сводъ покрываютъ слоемъ цемента толщиной 1 до 1.5 см. и засыпаютъ, причемъ высота засыпки бывааетъ не менѣе 1 мтр.

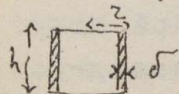
Для облегченія опорожненія и чистки полъ получаетъ небольшой уклонъ къ спускному желобу, устроенному обыкновенно возлѣ стѣны. Для лучшаго осушенія грунта вдоль стѣны закладываютъ иногда у подошвы ихъ дренажныя трубы.

Чтобы сохранить свѣжесть воды, полезно увеличить путь отъ привода до отвода помощью стѣнокъ S (черт. 51) и употреблять такіе же щиты, какъ при отстойныхъ бассейнахъ. Въ изображенномъ на черт. 47-50 резервуарѣ вода притекаетъ и стекаетъ по одной и той же трубѣ, вслѣдствіе чего она не принуждена проходить черезъ резервуаръ. Приводъ, отводъ, спускъ и переливъ устраиваютъ такимъ образомъ, чтобы соответственныя задвижки находились въ

хорошо освѣщенномъ и легко доступномъ помѣщеніи. Кромѣ того резервуаръ долженъ получить входъ и достаточное число вентиляціонныхъ отверстій, чтобы во время наполненія могъ выходить воздухъ и чтобы онъ могъ возобновляться. Эти отверстія должны быть покрыты такимъ образомъ, чтобы черезъ нихъ не могли попадать лягушки и насекомыя. Въ самомъ резервуарѣ должно быть совсѣмъ темно, въ противномъ случаѣ оно будетъ засоряться водяными растеніями.

ЖЕЛѢЗНЫЕ БАКИ употребляются главнымъ образомъ тогда, когда приходится располагать резервуары выше поверхности земли. Ихъ строить теперь почти исключительно изъ желѣза, такъ какъ стѣнки подвергаются растяженію. Наиболее выгодная форма - цилиндръ, потому что во всякомъ горизонтальномъ сѣченіи его напряженія имѣютъ одинаковую величину, увеличивающуюся книзу. Плоское дно требуетъ, вслѣдствіе изгиба, особыхъ балокъ для укрѣпленія его и кромѣ того толстыхъ стѣнъ, которыя могли бы выдерживать сосредоточенныя въ опорныхъ мѣстахъ давленія. Висячія днища не требуютъ этихъ укрѣпленій и стѣнки могутъ быть тоньше, такъ какъ при ихъ устройствѣ давленіе распределяется равномерно по всему периметру; поэтому въ последнее время строить днища большей частью въ видѣ шаровыхъ сегментовъ, а плоскія встрѣчаются только въ старыхъ резервуарахъ.

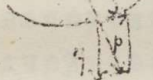
Если означимъ черезъ: p - давленіе воды, δ - толщину стѣнки, r - радіусъ резервуара и k - допускаемое напряженіе матеріала стѣнокъ, то должно $h.2r.p = 2h.\delta k$; $k\delta = pr$; для большей жесткости $k\delta$ полученной по этой формулѣ толщинѣ δ прибавляютъ 3 до 5 мм. и больше *



*) Болѣе точныя формулы см. Ueber die Stabilität u. Festigkeit von cylindrischen Bassin, wänden. Civilingenieur 1877 S. 289.

Напряженія въ висячемъ днѣ получаются слѣдующимъ образомъ: (черт. 52) стрѣжемъ нижнюю часть горизонтальнымъ сѣченіемъ и обозначимъ черезъ Q - дѣйствующій на эту часть вѣсъ воды, и s - тангенціальное напряженіе, отнесенное къ единицѣ длины. Элементарная сила p дѣйствуетъ нормально къ стѣнкѣ дна. Разложимъ ее на верт. q и танг. s . Сумма верт. силъ $q = Q$.

По условіямъ равновѣсія имѣемъ:



$$2y\pi s \cdot \sin\beta = Q \quad s = \frac{Q}{2y \cdot \pi \cdot \sin\beta}$$

Если V - объемъ воды и j - ея удѣльный вѣсъ, то

$$Q = j \cdot V = j \cdot y \cdot \pi \cdot h + j \cdot y \cdot \pi \cdot \frac{x}{2} = j y \pi \left(h + \frac{x}{2} \right)$$

Такъ какъ $y = R \cdot \sin\beta$, то $s = j \cdot \left(h + \frac{x}{2} \right) \frac{R}{2}$, изъ чего видно, что s увеличивается вмѣстѣ съ x и достигаетъ максимума въ t . Если толщина листовъ δ , то $s = k\delta$.

Чтобы стѣны, на которыхъ бакъ расположенъ нижней окружностью, не расширялись горизонтальными силами $s \cos\beta$ и воспринимали только вертикальный грузъ Q , распределенный равномерно, по опорной окружности располагаютъ бакъ на чугунномъ кольцѣ. Горизонтальныя силы - $s \cos\beta$ вызываютъ въ этомъ кольцѣ тангенціальное напряженіе $T = s \cos\beta \cdot r$ (гдѣ r - радиусъ цилиндра) а его вертикальный грузъ $V = 2r\pi \cdot s \cdot \sin\beta$,

поэтому

$$\frac{T}{V} = \frac{sr \cos\beta}{s \cdot 2r \sin\beta} \quad T = \frac{V}{2 \cdot \operatorname{tg}\beta} \quad *)$$

*) Эти формулы дѣйствительно точны для резервуаровъ, дно которыхъ образовано по линіи равновѣсія; но послѣдняя немного отклоняется отъ круговой линіи. Кромѣ того подъ дѣйствіемъ напора линія равновѣсія сама собою образуется.

Съ увеличеніемъ β — T уменьшается, и для полукружности ($\beta = 90^\circ$) дѣлается = 0. Такъ какъ кольцо сжимается, то его можно изготовлять изъ чугуна.

Цилиндрическіе баки съ шарообразнымъ днищемъ построены во многихъ городахъ Франціи, Германіи и др. На черт. 53 представленъ такой бакъ, вмѣщающій 1200 куб. мтр.; толщина его листовъ измѣняется отъ 6 до 12 мм; подъемная труба снабжена расширительнымъ приборомъ А. На черт. 54 указанъ способъ соединенія днища со стѣнкой, которая укрѣплена угольниками m ; кольцо здѣсь желѣзное. Когда черезъ середину бака проводятъ лѣстницу, для чего бываетъ нуженъ внутренній цилиндръ, то напряженіе въ окружности пересѣченія почти вдвое больше, чѣмъ въ кольцѣ.

Коническое днище (черт. 55) легче устроить, чѣмъ шаровое, такъ какъ приходится выгибать листы только по одному направленію, но вслѣдствіе болѣе значительныхъ напряженій и большей поверхности оно обходится не дешевле. Сбереженіе получается, если (по Инце) опора будетъ устроена въ серединѣ днища. (Черт. 56) Верхняя часть ЕА въ томъ случаѣ не подвѣшена, а подперта, въ ней матеріалъ подвергается поэтому сжатію d , но смятіе здѣсь не имѣетъ мѣста, такъ какъ оно уничтожается растяженіемъ, производимымъ дѣйствующимъ на Еи давленіемъ воды, которое перпендикулярно къ Еи. Если нижнюю коническую часть $в$, замѣнимъ выпуклой АГВ, (черт. 57) то въ кольцѣ АВ происходитъ растяженіе, между тѣмъ какъ коническая часть ЕГАВ его сжимаетъ; такъ что эти обѣ силы при соотвѣтственномъ отношеніи размѣровъ конической и выпуклой части совсѣмъ уничтожаются и кольцо испытываетъ только вертикальное давленіе. Та же цѣль можетъ быть достигнута и конструкціей (черт. 58). Примѣры такихъ баковъ представлены на черт. 59-61. Черт. 59 представляетъ бакъ, вмѣщающій 400 м³ (построенный въ г. Рейсхейдѣ), дно котораго

устроено по принципу (черт. 57): диаметр бака 7,5 м., а опорного столба — только 3 мтр., что дает возможность построить опорную кладку весьма тщательно и дешево. На черт. 60 представлен резервуар с коническим днищем, по тому же принципу (г. Сегединь, объем 1000 куб. мтр.) а на черт. 31 — по способу (черт. 53) (г. Диденгофен), вмещающий 500 м³. В г. Мангейм (2000 куб. мтр.) употреблено устройство, изображенное на черт. 62, в котором нижняя часть имеет вид висящего конуса; конструкция его видна из чертежа. Нижняя пространства башни под резервуаром употребляются для помещения машин, а также для контор, квартир и складов, а иногда оставляются пустыми.

В новейшее время каменные резервуары покрывают часто сводами по способу Монье (бетон с железным каркасом), и даже весь резервуар изготовляют по этому способу.

В прямоугольных железных резервуарах с глубиной воды 2 — 2,5 м. толщина стенок бывает 5-6 мм, а дна — 7 до 8 мм. Их скрепляют уголками с размерами полок 60-80 мм. При глубине воды до 5 мтр. толщина стенок достигает 8,5 мм.

КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ПРОВОДОВЪ.

Сооружения, устраиваемые для провода воды могут быть разделены на гравитационные и напорные. В первых — вода движется силой тяжести; если они открыты, то их называют канавами, а закрытые гравитационные проходы называют каналами. В напорных проходах вода движется силой напора и они могут состоять только из труб.

ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ ВЪ КАНАЛАХЪ И КАНАВАХЪ.

Если обозначим через:

Q - расходъ, т.е. количество воды, протекающей черезъ сѣченіе въ секунду.

v - среднюю скорость профиля.

F - площадь и P - периметръ живого сѣченія.

R - гидравлическій радіусъ = $\frac{F}{P}$

J - паденіе (тангенсъ угла наклона поверхности воды).

k - коэффициентъ, зависящій главнымъ образомъ отъ матеріала стѣнокъ русла; то $Q = Fv$ (1) и $v = k \sqrt{RJ}$ (2).

По этимъ двумъ формуламъ могутъ быть опредѣлены двѣ величины, если другія - извѣстны. Обыкновенно извѣстенъ расходъ Q , и кромѣ того часто бываетъ дано паденіе J , положеніемъ начальной и конечной точки канала; если скоростью v зададимся, то изъ (1) получимъ

$F = \frac{Q}{v}$. Задавшись формой поперечнаго сѣченія, можно найти его размѣры, помощью которыхъ получится смачиваемый периметръ P и затѣмъ $R = \frac{F}{P}$. Теперь можно вычислить k и затѣмъ $v = k \sqrt{RJ}$. Помощью этого v , повторяемъ расчетъ, получимъ болѣе точныя значенія для размѣровъ профиля. (Иногда задаются не скоростью v , а гидравлическимъ радіусомъ R и опредѣляютъ профиль опять по методу приближенія).

а) Формы сѣченія канавъ и каналовъ бываютъ: трапеція, прямоугольникъ, кругъ и овалъ.

1) Трапеція. Форму трапеціи даютъ канавамъ при изготовленіи ихъ въ рыхломъ грунтѣ и при томъ стараются выбирать размѣры профиля такимъ образомъ, чтобы при данной площади F его периметръ былъ наименьшій, такъ какъ при одинаковыхъ прочихъ обстоятельствахъ онъ будетъ представлять наименьшее сопротивленіе движенію воды. Изъ черт. 63 имѣемъ:

$$F = (b - t \cdot \operatorname{ctg} \varphi) \cdot t \dots (2) \text{ откуда } = \frac{F}{t} + t \operatorname{ctg} \varphi \text{ и}$$

$$b_1 = \frac{F}{t} - t \cdot \cotg \varphi; P = b_1 + \frac{2t}{\sin \varphi} = \frac{F}{t} - t \cdot \cotg \varphi + \frac{2t}{\sin \varphi},$$

P будет минимумъ, когда $\frac{dp}{dt} = 0$, т.е. $\frac{F}{t^2} - \cotg \varphi + \frac{2}{\sin \varphi} = 0 \quad (\Delta)$

$$\text{откуда } t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \varphi}{2 - \cos \varphi}}$$

По (Δ) $\frac{F}{t^2} = \frac{b}{t} - \cotg \varphi$, и подставивъ для $\frac{F}{t^2}$ значение изъ (Δ) -

$$\frac{F}{t^2} = - \cotg \varphi + \frac{2}{\sin \varphi} = \frac{b}{t} - \cotg \varphi, \text{ откуда } \frac{b}{t} = \frac{2}{\sin \varphi} \dots \dots (a)$$

Профиль, удовлетворяющій последнему отношенію представляетъ движенію наименьшее сопротивленіе, поэтому скорость въ немъ будетъ максимальная, а это значить, что его площадь будетъ наименьшая, т.е. онъ будетъ наиболѣе дешевымъ. Изъ черт. 64 легко узнать, что условію (a) удовлетворяетъ трапеція, описанная около окружности

$$\text{радіуса } = t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \varphi}{2 - \cos \varphi}} \quad \text{По (a) } t = \frac{b \cdot \sin \varphi}{2} \quad \text{и такъ какъ}$$

$$AC = \frac{t}{\sin \varphi}, \text{ то } AC = \frac{b}{2}, \text{ т.е. длина откоса } = 1/2 \text{ верхней}$$

$$\text{ширины. Затѣмъ имѣемъ } P = b_1 + \frac{2t}{\sin \varphi} = b - 2t \cdot \cotg \varphi + \frac{2t}{\sin \varphi} =$$

$$= \frac{2b(2 - \cos \varphi)}{\sin \varphi} \quad \text{и по (Δ) } F = \frac{t^2 (2 - \cos \varphi)}{\sin \varphi}; \text{ поэтому } R = \frac{F}{P} = \frac{t}{2}.$$

Для угла φ действительны слѣдующія значенія:

	$\cotg \varphi$	φ
Почва каменистая, крѣпкій рухлякъ,	$1/2 - 1$	$68 \frac{1}{2}^\circ - 45^\circ$
крѣп. сухой торфъ	$1 - 1 \frac{1}{4}$	$46^\circ - 38 \frac{2}{3}^\circ$
Плотная глина, глинистая земля	$1 \frac{1}{2}$	$33 \frac{2}{3}^\circ$
Обыкновенная земля (песчаноглинистая и глин. песчан.	$2 \frac{1}{2}$	$23 \frac{2}{3}^\circ - 22^\circ$
Рыхлая земля, песокъ	$3 \frac{1}{4}$	

Наибольшая выродная скорость для земляных каналов колеблется между 0,6 и 0,8 м; эта скорость не повреждает русло и не допускает засорения его иломъ. Вообще же для того, чтобы вода не размывала канаву, средняя скорость v не должна превышать:

при легкой песчаной почве	0,5 до 0,76 мтр.	(2,5 фут.)
" средней "	0,84 мтр.	(2 ³ / ₄ фут.)
" глинистой почве	0,91 мтр.	(3 фута)
" гравия и крепких грунтов	1,22 мтр.	(4 фута).

Не всегда бываетъ возможно дать канавѣ наибольшую выродную глубину (опредѣляемую по формулѣ (Δ)). По Дупиньеру для канавъ въ 1 до 10 кв. мтр. въ секунду удобная глубина отъ 0,6 до 1,2 мтр., а ширина $b = 4 - 12t$. Давняя для трапеціи формула — действительна, очевидно и для прямоугольника ($\varphi = 90^\circ$).

КАНАЛЫ. Допускаемая скорость въ закрытыхъ проходахъ зависитъ отъ матеріала, изъ котораго они изготовлены; при употребленіи хорошаго камня, лучшаго клинкера и тщательномъ исполненіи она можетъ доходить до 2,5 мтр.

КРУГОВОЙ КАНАЛЪ. (Черт. 65) При данной площади круга имѣетъ наименьшій периметръ, если потому расходъ, а слѣдов. и площадь измѣняется мало, то круговая форма канала наиболѣе выгодна; при переменномъ расходѣ овальная форма выродитъ круговой. Круговые каналы устраиваются главнымъ образомъ въ болотистыхъ грунтахъ. Если φ — уголъ наклона и d — діаметръ, то (черт. 65)

$$F = \left(\frac{\varphi}{180} \pi + \sin \varphi \right) \frac{d^2}{8} = (0,01745 \varphi + \sin \varphi) \frac{d^2}{8} \quad \text{Наибольшая}$$

$$\text{глубина воды} - t = \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right) \frac{d}{2} \quad \text{Снашиваемый периметръ}$$

$$P = \frac{\varphi}{180} \pi \frac{d}{2} = 0,00872 \varphi d.$$

Наиболѣе выгодный уголъ φ (получаемый изъ условія

$$\frac{dF}{dP} = 0) \varphi = 257^{\circ} 27' 13''.$$

ОВАЛЬНОЕ СВѢЩЕНИЕ. (Черт. 66). Высота этого свѣщенія обыкновенно = $1\frac{1}{2}$ ширины, а радиусъ дна = $\frac{1}{6}$ высоты. Часть площади ниже ab получается всего проще, если вычтемъ площадь abcd изъ всей площади, лежащей ниже линіи dc...
пл. abcd = пл. 2-хъ сект. (nbc+mad) - пл. 2-хъ трг.

$$(\text{pqm} + \text{pqn}) + \text{пл. тр-ка aqb}; \text{пл. mad} = \frac{(3r)^2 \pi \Delta}{360}; \text{при } \Delta = 3r.$$

$$\text{пл. тр-ка pqm} = \frac{2r \cdot pq}{2} = 2r^2 \cdot \text{tg} \Delta; \text{пл. aqb} = \text{ao} \cdot \text{co} =$$

$$= \text{go} \cdot \frac{\text{go}}{\text{tg} \Delta} = \frac{(\text{ae} - \text{pq})^2}{\text{tg} \Delta} = \frac{(3r \text{Sn} \Delta - 2r \text{tg} \Delta)^2}{\text{tg} \Delta}. \text{Слѣдовательно пло-}$$

$$\text{щадь abcd} = 3r^2 \left(\frac{\pi \Delta}{180} + \frac{3}{2} \text{Sn} 2\Delta - 4 \text{Sn} \Delta \right).$$

$$\text{Площадь ниже dc} = \Omega = 2 (\text{пл. сект. mds} - \text{пл. тр-ка mpt})$$

$$+ \text{пл. сект. stu}; \text{пл. сектора mds} = \frac{(3r)^2 \pi \beta}{360}; \text{пл. тр-ка}$$

$$\text{mpt} = \frac{2r \cdot 3r}{2} = \frac{3r^2}{2}; \text{пл. сект. stu} = \left(\frac{r}{2} \right)^2 \frac{\pi}{360} \gamma; \text{tg} \beta = \frac{3}{4};$$

$$\beta = 36^{\circ} 52' 11''; \gamma = 180^{\circ} - 2\beta = 106^{\circ} 15' 38''; \text{слѣд. площ. } \Omega =$$

$$= 3,02r^2 = 0,336H^2 (\text{гдѣ } H = 3r = \text{высотѣ профиля}).$$

Площадь свѣщенія, наполненнаго водою, уровень которой

$$\text{ab} - F = 3,02r^2 - 3r^2 \left(\frac{\pi \Delta}{180} + \frac{3}{2} \text{Sn} 2\Delta - 4 \text{Sn} \Delta \right) \text{ (I)}. \text{Смачивае-}$$

$$\text{мый периметръ P опредѣлится. } P = 2 \cdot 2 \cdot 3r \pi \frac{\beta}{360} +$$

$$+ \frac{r \pi \gamma}{360} - 2 \cdot 2 \cdot 3r \pi \frac{\Delta}{360} = 4,79r - 6r \Delta \frac{\pi}{180}. \text{Слѣд. } P = r(4,79 - 6\Delta \frac{\pi}{180}),$$

гдѣ Δ - въ градусахъ (II). При наполненіи канала выше dc вычитаютъ изъ площади и периметра всего профиля, т.е. изъ $4,59r^2$ и $7,93r$ - площадь и периметръ сегмента vux. Величина необходимой площади канала получается изъ ур-ія

$$F = \frac{Q}{v}. \text{ При данномъ } \Delta \text{ можно по (I) найти } r, \text{ и затѣмъ}$$

опредѣлить изъ (II) — P , гидравлическій радіусъ $R = \frac{F}{P}$; паденіе J канала опредѣлится изъ ур-ія $v = c \sqrt{RJ}$.

Наиболѣе выгодная высота наполненія получается $= 0,86H$ (въ круговомъ сѣченіи $= 0,81d$). Когда каналъ рассчитанъ для даннаго расхода Q на полный профиль, то этотъ расходъ протекаетъ уже при наполненіи $0,86H$ (а въ кругѣ $0,81d$).

Овальную форму употребляютъ и въ другихъ видахъ. Инженеръ Филиппъ построилъ въ Лондонѣ и нѣкоторыхъ другихъ англійскихъ городахъ форму (черт.67) особенно выгодную при маломъ паденіи, такъ какъ сѣченіе внизу еще болѣе сужено. Ея площадь $= 4,46y^2$, а периметръ $7,84y$; предыдущія формулы можно употреблять безъ измѣненія и для этого сѣченія. Форма (черт.68) употреблена въ Лондонѣ, Кельѣ, Висбаденѣ и др.; она получила большую высоту для облегченія прохода въ ней. Формы (черт.69 и 70) выгодны при недостаточной свободной высотѣ.

Вода движется въ открытыхъ и закрытыхъ каналахъ только подъ дѣйствіемъ силы тяжести, поэтому такіе каналы и называются гравитаціонными. Они возможны только въ томъ случаѣ, когда исходная точка канала лежитъ выше конечной; паденіе должно быть по возможности равномерное и не выходить изъ извѣстныхъ, опытно опредѣленныхъ предѣловъ, потому что очень малое паденіе требуетъ большаго сѣченія канала, чѣмъ увеличивается его стоимость, каналъ въ этомъ случаѣ заносится иломъ, вода нагревается и теряетъ свѣжесть. При слишкомъ большомъ паденіи стѣнки и дно канала подвергаются поврежденію. Опытами опредѣлено, что для каменнаго канала паденіе не должно быть менѣе $0,0002$ и не болѣе $0,005$. Зависимость между скоростью, паденіемъ и профилемъ опредѣляется формулой $v = c \sqrt{RJ}$. (A), гдѣ по Гангиле-

$$\text{Куттеру } c = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \quad (R - \text{гидравлический радиус} = \frac{F}{P}).$$

Величина b зависит от материала дна и стенок канала и в этом отношении Куттеръ различает 12 степеней шероховатости поверхности, которымъ соответствуют слѣдующія значенія b .

Сте- пень	Число b	М а т е р і а л ь с т ѣ н о к ъ и д н а.
1	0,12	Цементныя стѣнки, гладкія круглыя
2	0,15	Цементныя стѣнки, обыкновен. прямоугольныя; тщательно строганныя доски.
3	0,20	Чистый цемент, строганныя доски, тесов. камень
4	0,27	Чугунныя трубы, хорош. качества; хорошая кирпичная и тесовая кладка, нестроганныя доски.
5	0,35	Чугунныя трубы, обыкновенныя. Обыкновен. кирпичн. кладка; бутовая кладка тщательная, гончарныя трубы.
6	0,45	Засоренныя чугунныя трубы. Обыкновенная бутов. кладка.
7	0,56	Бутовая кладка неровная, дно покрыто немно- го иломъ.
8	0,72	Бутовая кладка шероховатая съ иловатымъ дномъ.
9	0,93	Старая кладка съ болотистымъ дномъ, безъ мха и растеній.
10	1,22	{ Скалистый грунтъ, дно ширин. 1,5 мтр., не- много водян. растеній; очень правильно и форм. чисто исполн. землян. каналъ безъ растен. сѣч. - Небрежно содержимая сух. кладка, поросш. мхомъ и растен., болотистое дно $\times$ 1,5 мтр. трапе- Землян. каналъ, мало водян. растеній ція. Земляной каналъ, много болотныхъ расте- ній, съ болотистымъ дномъ, плохо содер- жимый, шириною не болѣе 1,5 мтр.
11	1,67	
12	2,44	

Когда падение J - дано, то по формулѣ (А) получается скорость, но для этого нужно знать R , или что одно и тоже, должны быть извѣстны размѣры профиля. Такъ какъ цѣль расчета есть опредѣленіе этихъ размѣровъ, то приходится дѣйствовать по способу приближенія, т.е. гидравлическимъ радіусомъ R задаются, опредѣляютъ по (А)

скорость v , по скорости $F = \frac{Q}{v}$, послѣ чего находятъ

размѣры профиля и повторяютъ расчетъ.

ДВИЖЕНІЕ ВОДЫ ВЪ ТРУБАХЪ ПОМОЩЬЮ НАПОРА. Наблюденія показываютъ, что приведенная выше формула $v = c \sqrt{RJ}$, выражающая зависимость между скоростью, паденіемъ и профилемъ, дѣйствительна для всякаго наполненія сѣченія, какъ въ случаѣ движенія только подъ дѣйствіемъ силы тяжести, такъ и въ случаѣ движенія въ трубѣ подъ напоромъ. Если обозначимъ длину абсд трубопровода черезъ l (черт.72) а потерю напора вслѣдствіе тренія воды о стѣнки - черезъ ξ , то подставивъ $\frac{\xi}{l} = J$ въ выраженіе

для v , будемъ имѣть $v = c \sqrt{RJ} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \sqrt{R \frac{\xi}{l}}$. Когда

вода движется въ круглой трубѣ подъ напоромъ, то все сѣченіе будетъ заполнено и гидравлическій радіусъ

(черт.71) въ этомъ случаѣ $= \frac{F}{\pi} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{d}{4}$; поэтому

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{\frac{d \cdot \xi}{4 \cdot l}} \dots \dots \dots (\alpha) \frac{\pi d}{4}$$

Для чугунныхъ трубъ по предыдущей таблицѣ

$b = 0,27 - 0,35 - 0,45$. Всего чаще берутъ $b = 0,35$.

изъ уравненія (α) имѣемъ $\xi = \frac{4v^2 l}{\left(\frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \right)^2}$. Когда скорость v дана, то расходъ $q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v$; $\left(\frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \right)^2$ откуда $d = \sqrt{\frac{4q}{\pi \cdot v}}$

Обыкновенно извѣстна потеря напора ξ или отношеніе

$J = \frac{1}{2}$; тогда изъ уравненія $q = \frac{\pi d^2}{4} v$, $v = \frac{4q}{\pi d^2}$ и такъ какъ $v = c \sqrt{RJ} = c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot J}$, то $d = \frac{4v^2}{c^2 J}$, и подставляя для v зна-

чение $d = \frac{4(\frac{4q}{\pi d^2})^2}{c^2 \cdot \frac{1}{2}}$; откуда $d = \sqrt{\frac{64 \cdot q^2}{\pi^2 \cdot c^2 \cdot \frac{1}{2}}} = 1,45 \sqrt{\frac{q^2}{c^2 \cdot \frac{1}{2}}} (м)$

гдѣ q - въ кубическихъ метрахъ). Если q - въ литрахъ въ секунду, то $d = 0,092 \sqrt{\frac{q^2}{c^2 \cdot \frac{1}{2}}}$. Такъ какъ $c = \frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}}$ - за-
виситъ отъ искомаго діаметра d , то приходится дѣйстви-
вать по способу приближеній. Обыкновенно d опредѣляютъ
по формулѣ Dupuit - $d = 0,3 \sqrt{\frac{q^2}{J}}$; помощью этого d вы-
числяютъ c , затѣмъ - d по ур-ію (м), и повторяютъ раз-
счетъ. Скорость v въ чугунныхъ трубахъ не должна быть
больше 3-хъ мтр., такъ какъ большая скорость повреждаетъ
асфальтировку или окраску внутри трубы. Обыкновенно v
не превышаетъ 1-го метра, въ большинствѣ же случаевъ она
равна 0,4 до 0,5 мтр.

СОПРОТИВЛЕНІЯ ВОСЛѢДСТВІЕ ИЗМѢНЕНІЯ НАПРАВЛЕНІЯ. 1) Кри-
вая труба (черт. 73а). Если радіусъ искривленія провода
- R , его центральный уголъ - ω и радіусъ трубы - r , то
потеря напора отъ искривленія $\sum = Y_m \frac{v^2}{2g}$. Коэффициентъ
 $Y_m = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{\omega}{90} \right]$. Значенія Y_m для различныхъ
величинъ отношенія $\frac{r}{R}$ даны въ слѣдующей таблицѣ:

$\frac{r}{R}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Y_m	0,131	0,138	0,158	0,206	0,294	0,440	0,661
$\frac{r}{R}$	0,8	0,9	1,0	0,05	0,1	0,15	0,2
Y_m	0,977	1,408	1,979	0,088	0,119	0,139	0,153

Когда $\frac{r}{R} < 0,05$ то $Y_n = 0,00416(1 - \frac{r}{R}) \sqrt{\frac{r}{R}}$.

2. Ломанная трубы (колёна) (Черт. 73 $\frac{1}{2}$). В этом случае потеря напора по Вейсбаху вследствие изменения направления на угол $W = Y_n = Y_m \frac{v^2}{2g}$, где величина $Y_m = (0,9457 \operatorname{Sn}^2 \frac{w}{2} + 2,047 \operatorname{Sn}^4 \frac{w}{2})$. Последнее выражение действительно для труб, которых диаметр $d \geq 30^m$ /м.

Когда $d < 30^m$ /м, то Y_n значительно больше.

Сопротивление вследствие изменения сечения. Из гидравлики известно, что если сечение трубы f внезапно переходит в большее сечение F , то произведенная этим

изменением потеря напора будет: $\xi_n = (\frac{F}{f} - 1)^2 \frac{v^2}{2g}$; следов. $Y_n = (\frac{F}{f} - 1)^2$. В водопроводах внезапных изменений сечения не бывают, но они образуются в местах, где устроены задвижки, краны и клапаны. Мы рассмотрим только влияние сужения задвижками (черт. 74).

Положим, что скорость течения воды по трубѣ при произвольномъ положеніи затвора - v , площадь свободной части поперечнаго сечения - f , тогда при измененіи F в f , а след. и v в v (очевидно, что при $F > f$ $v_1 < v$) потеря напора выразится такъ:

$\xi_n = (\frac{F}{f} - 1)^2 \frac{v_1^2}{2g} = (\frac{f}{F} - 1)^2 \frac{v^2}{2g}$; ибо $fv = Fv_1$. Пусть (черт.

74) C - центръ трубы; C_1 - центръ задвижки, d - диаметръ трубы и t - высота поднятія задвижки. Вследствие сжатія струи въ углахъ A' и B' заполнения не будетъ и вода будетъ занимать площадь $mNmM = f$, f = площ. $mNmC$ + площ. $mCnC'$ - площ. $mMnC'$. Полагая $\angle mC'n = \angle mCn = \varphi$, и

сдѣлавъ приведеніе получимъ $f = \frac{\pi d^2}{4} (1 - \frac{\varphi}{180}) + \frac{t}{2} \sqrt{d^2 - t^2}$,

гдѣ $t = CG' = d \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$.

Такъ какъ $\frac{\pi d^2}{4} = F$, то отношеніе $\frac{f}{F} = 1 - \frac{\varphi}{180} + \frac{2t}{\pi d} \sqrt{1 - \left(\frac{t}{d}\right)^2}$.

Въ слѣдующей таблицѣ приведены значенія f для различныхъ t при діаметрѣ $d = 1$ и средней скорости въ полномъ сѣченіи $F - v = 1$; а также соотвѣтственные значенія Y_n для различныхъ отношеній $\frac{f}{F}$.

$t = \frac{1}{64}$	$\frac{2}{64}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{4}{64}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{6}{64}$	$\frac{7}{64}$
$f = 0,015$	$0,031$	$0,047$	$0,06$	$0,076$	$0,093$	$0,109$
$t = \frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$
$f = 0,125$	$0,247$	$0,366$	$0,478$	$0,581$	$0,672$	$0,714$
$\frac{f}{F} = 0,978$	$0,856$	$0,74$	$0,609$	$0,466$	$0,315$	$0,159$
$Y_n = 0,07$	$0,20$	$0,81$	$2,06$	$5,52$	$17,0$	$97,8$

Если сѣченіе трубы уменьшается не внезапно, а постепенно, то сопротивленіе значительно уменьшается; при цѣлесообразныхъ устройствахъ расширенія, произведенная переменной сѣченія потеря напора можетъ быть сдѣлана = 0. На практикѣ, въ длинномъ проводѣ, гдѣ потеря напора вслѣдствіе тренія $\zeta = Y \frac{f}{d} \frac{v^2}{2g}$ — очень велика сравнительно съ другими, достаточно полученную потерю напора, безъ принятія во вниманіе искривленій и развѣтвленій увеличить на 5% или на 10%.

КОНСТРУКЦІЯ ПРОВОДОВЪ.

КАНАВЫ изготовляются простой выемкой по длинѣ провода. Въ водопроницаемомъ грунтѣ стѣнки и дно отдѣляются битой глиной или каменной кладкой на цементномъ растворѣ.

КАНАЛЫ. Каналы устраиваются изъ дерева, камня и др. матеріаловъ.

I) Деревянные каналы употребляются только при малыхъ сѣченіяхъ и временныхъ проводахъ. Они дѣлаются изъ досокъ, которыя удерживаются на мѣстѣ схватками и болтами (Черт. 75).

II) Каменные каналы строить изъ тесоваго камня, бута, кирпича или смѣшаннаго матеріала. Для водонепроницаемости до высоты уровня ихъ штукатурять внутри цементомъ, а снаружи иногда обдѣлываютъ слоемъ битой глины, бетона и пр. Надъ проводомъ долженъ находится слой земли, смотря по климату отъ 1 до 2 ¹/₂ мтр., чтобы вода лѣтомъ не согрѣвалась, а зимой не замерзала. Если проводъ на такую глубину не можетъ быть погруженъ въ грунтъ, то слѣдуетъ его покрыть насыпью (Черт. 76 и 77). По формѣ каменные каналы бываютъ прямоугольные, круглые и овальные. Прямоугольные каналы бываютъ покрытые плитами и покрытые сводами. Покрытые плитами употребляются въ томъ случаѣ, когда отверстіе въ свѣту не превышаетъ 0,6 мтр. (Черт. 78). Если обозначимъ ширину канала въ свѣту (въ с/м) черезъ l , толщину плитъ — черезъ t , толщину вертикальныхъ стѣнокъ черезъ b , и высоту въ с/м черезъ h , то для опредѣленія этихъ размѣровъ служатъ слѣдующія эмпирическія формулы: $b = 50 + \frac{1}{6}h^c / \text{м}$; $t = 15 + 0,1 l^c / \text{м}$.

Въ случаѣ канала покрытаго сводомъ, сводъ дѣлають обыкновенно полукруглымъ, въ рѣдкихъ случаяхъ лучковымъ. Если l — отверстіе канала въ свѣту въ мтр. h — высота въ свѣту, b — средняя толщина опоръ и t — толщина свода, то для полукруглаго свода:

$$b^c / \text{м} = 65 + 3(l^{mt})^c / \text{м} + (h^{mt})^c / \text{м}; \quad t^c / \text{м} = 40 + 5(l^{mt})^c / \text{м}$$

(для возвышенныхъ сводовъ нужно брать 0,8 этихъ вели-

чинь). При лучковых сводах $b^c/m = 65 + 1,5 \frac{P^2 mt}{S}$ и $t^c/m = 40 + 2,5 \frac{P mt}{S} c/m$.

Приведенные размеры предполагают рыхлый грунт; в более прочном грунте можно брать 0,75 от этих величинь.

Круглые каналы (черт. 76 и 77). Они получают круглое или эллиптическое сѣченіе. Весьма употребительны при слабомъ грунтѣ во Франціи, Англіи и Америкѣ. Когда діаметръ ихъ не болѣе 0,75 мтр., то они получаютъ толщину стѣнокъ въ 1/2 кирпича, при болѣе значительномъ діаметрѣ - въ 1 кирпичъ. При малыхъ расходахъ употребляютъ иногда гончарныя и цементныя трубы; гончарныя менѣе шероховаты и потому лучше цементныхъ.

По величинѣ профиля каналы раздѣляются на а) недоступные, получающіе такое сѣченіе, какое необходимо только для протока воды; ихъ употребляютъ при малыхъ расходахъ воды и тамъ, гдѣ вода имѣетъ такія свойства, что очистка канала не нужна. Примѣръ недоступнаго канала, овальнаго поперечнаго сѣченія (черт. 76); б) доступные каналы, получающіе ширину не менѣе 80 с/м и высоту не менѣе 90 с/м; въ нихъ можетъ двигаться рабочий для очистки и починки; в) проходные каналы (черт. 79), снабженные банкетамъ, по которымъ можно проходить. Доступные и проходные каналы получаютъ на разстояніяхъ около 300 мтр. входныя шахты, размерами отъ 70-90 с/м въ сторонѣ квадрата; эти шахты идутъ до поверхности земли и тамъ закрываются плитами (черт. 80 и 81). Въ наинизшихъ мѣстахъ провода должны быть устроены спускныя отверстія, чтобы въ случаѣ надобности (чинки, чистки, осмотра и пр.) можно было опорожнить проводъ. Длинные недоступные провода получаютъ черезъ каждые

1000-1500 мтр. вентиляціонныя трубы, которыя часто служатъ для контроля горизонта воды въ каналѣ. Иногда отъ главнаго провода развѣтвляются побочныя, которые приводятъ къ нему, или отводятъ отъ него воду. Главный проводъ съ побочными вѣтвями долженъ всегда соединяться кривыми линіями, такъ какъ сопротивленіе при закругленіи менѣе сопротивленія при переломѣ. Ось закругленнаго канала должна быть касательной къ осямъ каналовъ главнаго и побочнаго.

АКВЕДУКИ И СИФОНЫ. Когда проводъ пересѣкаетъ оврагъ, рѣку или дорогу, то устраиваютъ акведуки или сифоны. Акведуки есть не что другое, какъ мостъ, верхнее строеніе котораго представляетъ каналъ для провода воды. Прежде, когда не имѣли возможности или не умѣли пользоваться при проводахъ напоромъ, строили при пересѣченіи углубленій акведуки, и не малое число ихъ, построенное древними Римлянами существуетъ до сихъ поръ. *)

Въ новѣйшее время замѣняютъ часто акведуки сифонами, вслѣдствіе меньшей стоимости послѣднихъ. На черт. 82а, в, с представленъ образецъ сифона изъ кладки, проводящаго воду подъ каналомъ; (черт. 82а) — продольный разрѣзъ; черт. 82b — разрѣзъ по *qr*, и черт. 82с — по *ор*. Дно вводнаго колодца *ор* устроено немного ниже дна каменной трубы для отложенія ила; дно *С* устроено соответственно ниже дна *А*. Каменные сифоны часто замѣняютъ чугунными или желѣзными трубами, и послѣднія необходимы при болѣе значительной глубинѣ. Чтобы кладка могла лучше выдерживать внутренній напоръ, скрѣпляютъ ее иногда желѣзными обручами. Болѣе простые сифоны изго-

*) О римскихъ акведукахъ см. "Очерки исторіи мостовъ" стр. 55. О друг. акведукахъ, принадлежащихъ болѣе позднему времени см. тамъ же: стр. 98, 127, 134

товляютъ изъ дерева и скрѣпляютъ желѣзомъ. (Черт. 83 - продольный разрѣзъ, черт. 84 - разрѣзъ по *lm*). Труба состоитъ въ этомъ случаѣ изъ рамъ, обшитыхъ досками, прибитыми къ рамамъ гвоздями. Въ Бельгіи дѣлаютъ двойную обшивку, пространство между которой заполняютъ глиной.

ЛИВЕРНЫЕ ПРОВОДА. Ливерныя трубы даютъ возможность проводить воду черезъ возвышенность къ ниже расположенному мѣсту безъ употребленія подъемныхъ машинъ. Такой проводъ изображенъ на черт. 85. Чтобы провести воду изъ колодца А въ В, не употребляя проведеннаго пунктиромъ провода *г*, устройство котораго вслѣдствіе большихъ земляныхъ работъ обошлось бы слишкомъ дорого, соединяютъ А съ В колѣнчатой трубой *abc*, среднюю часть которой *bs* устраиваютъ съ небольшимъ подъемомъ къ *s*. Уровень воды въ В долженъ быть ниже уровня въ А на величину потери напора въ трубѣ *abc*, а высота *h* верхней точки *s* надъ уровнемъ А должна быть меньше $(10-h)$ мтр. на 1 до 2 мтр. (т.е. $h = 10-h-1$ до $10-h-2$ мтр); *mn* означаетъ горизонтъ грунтовыхъ водъ, который во время выкачиванія всасывающей трубой Р понижается до ор. Въ наивысшей точкѣ *s* скопляются газы (главнымъ образомъ углекислота) и здѣсь располагаютъ всасывающій приборъ, соединяя напр. *s* съ насосомъ или подобнымъ другимъ приборомъ (или наполняя трубу черезъ *s* водою изъ выше расположеннаго мѣста).

Ливеры употребляютъ теперь часто при собираніи воды колодцами. Тогда располагаютъ ливерную трубу вдоль колодцевъ на небольшой глубинѣ, - вообще на глубинѣ промерзанія; ея нижнее колѣно оканчивается въ водяной камерѣ такимъ образомъ, что устье расположено немного ниже наинизшаго горизонта воды колодцевъ и она соединена съ каждымъ колодцемъ особой трубой. На черт. 86

представленъ разрѣзъ сборнаго колодца, нижняя часть котораго состоитъ изъ желѣзной трубы. Колѣнчатая труба с нижнимъ открытымъ концомъ доходить почти до дна колодца, а вверху примыкаетъ къ ливерной трубѣ г, въ которую не-реливается вода изъ с. Приводимый въ движеніе цѣнью и противовѣсомъ, клапанъ п служитъ для разобщенія колодца съ трубой г. Труба г идетъ вдоль всѣхъ сборныхъ колодцевъ и каждый изъ нихъ соединенъ съ трубой г — трубой такого же устройства, какъ с. Труба г поднимается не-много (0,001) по направленію къ насосному зданію и пе-реходитъ въ водяную камеру В (черт.87), въ которой окан-чивается уширеніемъ с. Въ той же камерѣ (т.е. всасываю-щемъ колодцѣ) находится выходящая отъ насосовъ всасываю-щая труба t; трубы с и t соединены между собою вверху горизонтальнымъ колѣномъ съ задвижкой к.*) Въ Пресбургѣ такая труба проходитъ сифономъ подо дномъ рѣки Дуная; въ Ганноверѣ устроены 2 группа колодцевъ; каждая группа имѣетъ особую ливерную трубу г, но обѣ эти трубы въ кон-цѣ водосборныхъ сооруженій соединяются въ одну; чтобы можно было трубы наполнить водою, онѣ снабжены въ колод-цахъ заслонками. Длина ливерной трубы въ Пресбургѣ до-стигаетъ 2 версты). Ливерныя трубы употребляются нерѣд-ко при канализаціи. Такъ на черт.88а, в, с, d указано устройство проведенія водъ каналовъ помощью ливерной трубы ігі, черезъ рѣку. Въ наивысшей точкѣ ливера устроенъ котель (колпакъ) Z, въ которомъ собираются выходящіе изъ воды газы; когда горизонтъ воды въ кот-лѣ понизится до нѣкотораго предѣла, то посредствомъ по-плавка открывается автоматически клапанъ трубы, соеди-няющей Z съ насосомъ, выгоняющимъ эти газы изъ Z.

*) г, — есть наивысшая точка сифонной трубы г. Воздухъ изъ нея выкачиваютъ насосами, для чего нужно открыть задвижку к.

ВЫСОТА НАПОРА. Напоръ въ городскихъ трубахъ долженъ имѣть такую величину, чтобы вода поднималась не только до самыхъ высокихъ этажей зданій, но часто требуютъ, чтобы для удобства тушенія пожаровъ высота струи превышала высоту крышъ зданій. Последнее условіе почти всегда бываетъ исполнено въ городахъ Сѣверной Америки; такъ въ 580 американскихъ водопроводахъ напоръ = 50 мтр., и въ нѣкоторыхъ доходить до 120 мтр., а 174 водопровода устроены такимъ образомъ, что во время пожара напоръ можетъ быть увеличенъ на 45-50 мтр. Въ одномъ изъ водопроводовъ Лондона, длина котораго 65 километр. напоръ = 527 мтр (вода употребляется для подъемныхъ механизмовъ, прессовъ и т.д.

Пусть A - мѣсто добычи воды, H_a - его высота, B - мѣсто потребленія и H_b - высота этого мѣста, то $h_1 = H_b - H_a$ - высота мѣста B надъ мѣстомъ A . Если W - высота, до которой вода должна подниматься надъ B , то полная высота подъема $h_v = h_1 + W$. Къ этой высотѣ надо прибавить потерю $\int$ напора въ фильтрахъ, насосахъ и трубахъ; высота напора, которой пропорціональна работа машинъ, будетъ $h = h_v + \int$. Высота h_v зависитъ отъ той высоты подъема, которая необходима во время максимальнаго расхода, отъ высоты зданій, отъ діаметра домовыхъ проводовъ, длины ихъ, количества воды, которое должны давать наивысшіе краны и т.д. Высоту зданій въ большихъ городахъ можно принять = 20 мтр, но въ нѣкоторыхъ городахъ Европы она достигаетъ 26 мтр. Потеря напора въ трубахъ, считая отъ уличной трубы до наивысшаго крана, достигаетъ 10-15 мтр., такъ что для зданія высотой 20 мтр. требовался бы у уличной трубы напоръ въ 30 до 35 мтр.

Для зданія высотой 15 мтр. нужный напоръ былъ бы 20 до 24 мтр. Но для пожарныхъ цѣлей эти напоры были бы недостаточны. Такъ при разстояніи пожарныхъ крановъ въ

100 мтр., выбрасывающих 6 литр. въ сек., требовалось бы дальнейшее увеличеніе напора на 10 мтр., но и тогда, во время больших пожаровъ было бы невозможно обойтись безъ пожарныхъ насосовъ. Такъ какъ пожарные насосы и при такъ называемыхъ "противопожарныхъ" водопроводахъ необходимы, то на основаніи долголѣтней практики въ Германіи и другихъ государствахъ Европы, пришли къ заключенію, что водопроводы, не допускающіе временнаго повышенія напора, нецѣлесообразно держать подъ болѣе высокимъ напоромъ, чѣмъ требуется для снабженія, и устраиваютъ проводы съ усиленнымъ напоромъ только тамъ, гдѣ эта цѣль можетъ быть достигнута безъ особыхъ затратъ.

Новый Московскій водопроводъ построенъ при слѣдующихъ условіяхъ:

- 1) Полное суточное количество воды принято въ 2.500000 ведеръ. Сѣть должна пропускать половину этого количества т.е. 1.250000 ведеръ въ продолженіи 9 часовъ наибольшаго разбора.
- 2) Пожарные крайи размѣщены въ среднемъ черезъ 50 саж. (100 мтр.) и каждый изъ нихъ рассчитанъ на 50 ведеръ въ минуту.
- 3) Наименьшій свободный напоръ при полномъ расходѣ воды допущенъ въ 10 саж. (21 мтр.).

Запасный резервуаръ у Алексѣевской насосной станціи вмѣщаетъ 300.000 ведеръ; въ водонапорныхъ башняхъ помѣщены 2 резервуара на 150.000 вед. каждый.

СИСТЕМЫ РАЗБОРА ВОДЫ.

Въ настоящее время водопроводы строить почти исключительно по системѣ неограниченнаго разбора, состоящей въ томъ, что потребитель можетъ во всякій часъ получить уговоренное максимальное часовое количество. Слово "неограниченное" нужно поэтому понимать въ тѣсномъ смыслѣ.

Кромѣ этой системы въ нѣкоторыхъ городахъ устроены:

а) англійская система, которая прежде повсемѣстно употреблялась въ Англіи. При этой системѣ въ каждомъ домѣ имѣется бакъ, вмѣщающій суточный расходъ дома; эти баки наполняются въ извѣстные часы дня (около 10 час. утра); они снабжены поплавками, прекращающими автоматически притокъ, когда уровень воды въ бакѣ достигнетъ определенной высоты. При этой системѣ жители не могутъ получить больше воды, чѣмъ условлено, но она имѣетъ то неудобство, что приходится въ теченіи сутокъ пользоваться несвѣжей водой, и при ней много воды пропадаетъ даромъ, потому что когда приближается время новаго наполненія, то жители спускаютъ изъ баковъ всю неизрасходованную воду, что рѣзко замѣтно, напр. въ Лондонѣ, гдѣ около 10 час. утра сточные каналы изобилуютъ стекающей водой (въ Германіи эта система употреблена въ Гамбургѣ; она также довольно распространена въ Сѣв. Америкѣ); она не требуетъ запаснаго резервуара, но необходимые въ каждомъ зданіи баки значительно увеличиваютъ ея стоимость. Она опасна въ пожарномъ отношеніи, потому что при возникновеніи пожара можно въ началѣ употребить для тушенія только находящуюся въ бакѣ воду.

б) Система непрерывнаго движенія, при которой въ каждый часъ притекаетъ непрерывно среднее часовое количество. Эта система не требуетъ запаснаго резервуара, но безъ домовыхъ баковъ она тоже обойтись не можетъ; такъ какъ эти баки нужны только для образованія запаса, необходимаго въ часы максимальнаго расхода, то ихъ объемъ можетъ равняться только 30% суточного расхода.

Система неограниченнаго разбора требуетъ запаснаго резервуара, но за то не нужны домовые баки; при ней получается во всякое время свѣжая вода и въ требуемомъ количествѣ, она поэтому всего лучше удовлетворяетъ по-

требностямъ жителей.

ПРОВОДЪ ОТЪ ИСТОЧНИКОВЪ КЪ ЗАПАСНОМУ РЕЗЕРВУАРУ.

Когда источники находятся выше запаснаго резервуара, то воду можно приводить къ нему открытыми каналами, но въ открытыхъ проводахъ вода подвергается переменамъ температуры и засоренію вслѣдствіе чего предпочитаютъ проводить ее по закрытому каналу. Но канавы или каналы можно употреблять только при непрерывномъ уклонѣ, въ противномъ случаѣ необходимы трубные проводы съ насосами или безъ насосовъ. На черт. 89 указанъ примѣръ провода съ насосами; изъ расположенныхъ на возвышеніи А источниковъ вода опускается къ насосному зданію, расположенному на 40 мтр. ниже; отсюда она накачивается на высоту 183 мтр. и проводится по трубѣ черезъ вершины Z_1, Z_2, Z_3 и Z_4 въ резервуаръ В. На этихъ вершинахъ Z устроены колодцы (Черт. 90 и 91), въ которые вода входитъ черезъ А, а воздухъ и излишняя вода стекаютъ черезъ С. На наиболѣе низкихъ мѣстахъ устраиваютъ спускные краны, чтобы было возможно спустить воду и промывать проводъ; на всѣхъ вершинахъ провода необходимы вентиляционные краны для выпуска собирающихся въ этихъ мѣстахъ газовъ и воздуха, препятствующихъ свободному движенію воды. Для уничтоженія живой силы устраиваютъ родъ каскадовъ такимъ образомъ, что стекающая по трубѣ или каналу вода падаетъ съ нѣкоторой высоты на горизонтальное дно устроеннаго для этой цѣли сосуда (колодца, ямы и т.п.) и затѣмъ съ начальной скоростью близкой къ нулю входитъ въ продолженіе провода. Иногда устраиваютъ къ резервуару двойной проводъ, чтобы во время порчи одного изъ нихъ можно было пользоваться другимъ; но такъ какъ исправленіе поврежденнаго провода вообще не требуетъ много времени, то въ двойномъ проводѣ вообще не бываетъ надобности.

РАЗСЧЕТЪ ПРОВОДА КЪ РЕЗЕРВУАРУ.

Этотъ расчетъ производится по указаннымъ выше правиламъ. Скорость воды въ трубахъ не должна превышать 3 мтр. такъ какъ при болѣе значительной скорости она можетъ повредить внутреннее покрытие стѣнокъ (асфальтъ и т.д.). При подъемѣ воды насосами съ увеличеніемъ скорости увеличивается стоимость устройства, а уменьшается стоимость провода. Поэтому существуетъ наиболѣе выгодная скорость при которой полная стоимость G будетъ наименьшая. Если Q — суточное (вѣсовое) количество воды, поднимаемое на высоту H , то исполняемая работа будетъ QH , ея годовая стоимость kQH , и соотвѣтствующій ей капиталъ — KQH . Капиталъ трубнаго провода, котораго діаметръ — D и длина Z можно поставить = $K_1 DZ$, тогда $G = KQH + K_1 DZ$. Скорость $v = c \sqrt{RJ} = c \sqrt{\frac{D H}{4 \cdot Z}} = \frac{4q}{D^2 \pi}$, гдѣ q — секундный расходъ въ кб.мтр. Изъ этого уравненія получаемъ

$$H = \frac{64 \cdot q^2 \cdot Z}{\pi^2 \cdot c^2 \cdot D^5} = 6,46 \frac{q^2 \cdot Z}{c^2 \cdot D^5}; \quad G = K \cdot 6,46 \cdot Q \frac{q^2 \cdot Z}{c^2 \cdot D^5} + K_1 DZ.$$

Діаметръ, для котораго стоимость будетъ наименьшая получается изъ условія $\frac{dG}{dD} = 0$ т.е. — $5K \cdot 6,46 \cdot Q \frac{q^2 \cdot Z}{c^2 \cdot D^6} + K_1 Z = 0$
 $D^6 = 32,3 \frac{K}{K_1} \cdot Q \frac{q^2}{c^2}; \quad D = \sqrt[6]{32,3 \frac{K}{K_1} \cdot Q \frac{q^2}{c^2}}; \quad v = \frac{4q}{\pi \sqrt[3]{32,3 \frac{K}{K_1} \cdot Q \frac{q^2}{c^2}}}$

Если машины работают непрерывно день и ночь, то $Q = 86400q$; вообще $Q = nq$, такъ что $v = 0,4 \sqrt[3]{\frac{K \cdot c^2}{K_1 \cdot n}}$.

Если поставимъ въ выраженіи $c = \frac{100 \sqrt{D}}{2b + \sqrt{D}} \dots b = 0,35$

то при $D = 1,0$ до $0,1 \dots c$ измѣняется отъ 53,3 до 31,1 и потому при непрерывной работѣ въ теченіе сутокъ наи-

выгоднѣйшая скорость равняется отъ $137 \sqrt[3]{\frac{k}{k_1}}$ до $0,09 \sqrt[3]{\frac{k}{k_1}}$.
Отношеніе $\frac{k}{k_1}$ зависитъ отъ разныхъ условій и опредѣляется для каждаго случая особо.

СИСТЕМЫ ТРУБНОЙ СѢТИ.

Различаютъ 3 системы устройства водопроводной сѣти внутри города.

1) РАДІАЛЬНАЯ СИСТЕМА. Черт. 92 представляетъ pts - периметръ (границу) города z - его центр тяжести: R - высокій резервуаръ или машинное зданіе съ насосами. Воду ведутъ по направленію къ центру z до точки p , а затѣмъ или а) какъ на черт. 92 продолжаютъ главную трубу Rp до центра z , отъ котораго уже развѣтвляются трубы по различнымъ направленіямъ въ улицы и переулки. Если построимъ только принадлежащую городу часть водопровода, не включая отвлѣтвленія въ частные дома, то сѣть, при почти кругообразномъ планѣ города или его участка, какъ это обыкновенно бываетъ, будетъ приблизительно имѣть видъ, представленный на черт. 92. Центр z почти находится въ центрѣ фигуры pts . Этотъ способъ имѣетъ то удобство, что распребленіе воды регулируется изъ одной центральной точки и, что при надобности исправленія, одна вѣтвь можетъ быть исключена совершенно независимо отъ другихъ. Его неудобство состоитъ въ томъ, что вода въ нѣкоторыхъ трубахъ, какъ ma, mb имѣетъ обратное теченіе, вслѣдствіе чего при употребленіи накачиванія часть работы машинъ пропадаетъ даромъ; или б) развѣтвленіе къ периметру начинаютъ уже у периметра p (черт. 93). Этотъ способъ бываетъ не совсѣмъ удобенъ тогда, когда невозможно машинное зданіе R построить со стороны узла p и бываетъ необходимо расположить его на противоположной сторонѣ. Радіальная система рѣдко бываетъ возможно употребить, такъ какъ въ городахъ улицы не исходятъ радіально изъ одной точки.

2) СИСТЕМА РАЗВѢТВЛЕНІЯ (Черт. 94)

Главная труба проходить по улицѣ, пересекающей городъ, отъ нея развѣтвляются въ мѣстахъ ея пересѣченія съ другими улицами и переулками, побочныя трубы, отъ которыхъ въ свою очередь могутъ идти развѣтвленія. Неудобство этой системы состоитъ въ томъ, что при порчѣ главной трубы на какомъ нибудь мѣстѣ, напр. и, вся мѣстность иѣ остается безъ воды; также неравномѣрности расхода проявляются здѣсь большими колебаніями давленія въ трубахъ, чѣмъ при радіальной системѣ. Въ участкахъ города, въ которыхъ улицы выходятъ отъ одной общей площади, можно соединять систему развѣтвленія съ радіальной.

3) ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА. (Черт. 95) Эта система употребляется въ новѣйшее время почти исключительно, она получается изъ системы развѣтвленія посредствомъ прибавки окружной трубы *omns*, соединяющей концы проводовъ такимъ образомъ, что въ каждую трубу вода можетъ быть впущена съ обоихъ концовъ. Поврежденіе главной трубы въ какомъ нибудь мѣстѣ внутри города, рѣсѣдствіе того не имѣетъ на доставку воды никакого вліянія, а также колебанія давленій въ трубахъ значительно меньше.

Чтобы движеніе воды по всеѣмъ направленіямъ при циркуляционной сѣти было одинаково удобно, нужно, чтобы оси всеѣхъ выходящихъ изъ одного узла (распредѣлительнаго ящика) трубъ, образовали между собою одинаковые углы. Поэтому при 4-хъ трубахъ (самый обыкновенный случай) какъ въ А и С (черт. 96) этотъ уголъ долженъ быть $= 90^\circ$, при трехъ (какъ въ В) $- 120^\circ$ и т.д. Для каждой трубы въ распредѣлительномъ ящикѣ устроена задвижка (знакъ: попереч. — черта), спускной кранъ для спуска воды (знакъ $\rightarrow$) и при расположеніи угла въ вершинѣ провода также воздушный клапанъ (вантузъ) (знакъ $\rightarrow$). Узлы обусловливаютъ значительную потерю напора, что считаютъ недостаткомъ цир-

куляціонной системы, сравнительно съ системой развѣтвленія, въ которой отвѣтвленія устраиваютъ посредствомъ касательныхъ дугъ, какъ въ D. Вслѣдствіе того и въ циркуляціонной сѣти образуютъ иногда узлы посредствомъ касательныхъ дугъ, какъ въ E.

При циркуляціонной системѣ случается нерѣдко, что на нѣкоторыхъ мѣстахъ, вслѣдствіе малаго потребленія, вода застаивается; такое мѣсто въ одной трубѣ заключено всегда по крайней мѣрѣ между двумя смежными мѣстами потребленія, а иногда занимаетъ и большее протяженіе. Почти постоянная перемена давленій въ трубахъ бываетъ причиной, что эти мѣста перемѣщаются и ближайшіе потребители получаютъ несвѣжую и нерѣдко мутную воду. Это неудобство устраняется сильнымъ полосканьемъ, для чего открываютъ на многихъ мѣстахъ спускные клапаны. При ключевой водѣ осадки бываютъ незначительны, поэтому и упомянутое неудобство менѣе чувствительно. При системѣ развѣтвленія вода можетъ застаиваться только въ конечныхъ частяхъ трубы, что легко устраняется открытіемъ гидрантовъ, которые всегда находятся на концахъ трубъ. Полосканіе здѣсь бываетъ всегда совершенно, потому что вода движется по опредѣленному направленію, между тѣмъ, какъ при циркуляціонной системѣ направленіе теченія въ извѣстной степени неопредѣленно.

Чтобы освободить отъ упомянутаго недостатка циркуляціонную систему, ей даютъ нѣкоторыя измѣненія: по роду этихъ измѣненій различаютъ 3 слѣдующихъ сложныхъ циркуляціонныхъ системы: а) Альтернативная система, — есть обыкновенная циркуляціонная система съ закрытыми задвижками на соотвѣтственныхъ мѣстахъ (черт. 97). Система дѣйствуетъ такимъ же образомъ, какъ и система развѣтвленія (вода течетъ по опредѣленному направленію); но въ случаѣ надобности какъ напр., при исключеніи нѣ-

которыхъ трубъ для починки или во время пожара открытіемъ задвижекъ можетъ быть восстановлена циркуляція. Разница этой системы сравнительно съ простой состоитъ только въ уходѣ, но не въ устройствѣ.

б) Смѣшанная система. Только внутренняя часть города получаетъ кольцо, а къ внѣшнимъ частямъ (предмѣстья) идутъ простыя развѣтвленія.

3) Система развѣтвленія со вспомогательной циркуляціей. Къ обыкновенной системѣ развѣтвленія прибавляютъ для обезпеченія правильности дѣйствія между главными трубами нѣсколько соединительныхъ трубъ, которыя обыкновенно закрыты и открываются въ случаѣ надобности.

Простая система развѣтвленія можетъ быть употребляема въ малыхъ городахъ и тамъ, гдѣ водопроводъ проводить только воду для питья; для большихъ городовъ она неудобна. Которой изъ другихъ системъ въ данномъ случаѣ слѣдуетъ отдать предпочтеніе зависитъ отъ мѣстныхъ обстоятельствъ. Циркуляціонная система отличается еще тѣмъ удобствомъ, что она всего легче допускаетъ уширеніе сѣти; но она требуетъ большее число трубъ и задвижекъ, чѣмъ система развѣтвленія, что и есть причина, по которой послѣдняя, не смотря на ея несовершенство, встрѣчается во многихъ городахъ.

НАПОРНЫЯ ЗОНЫ.

При проектированіи водопровода для города, расположеннаго на неровной мѣстности, важное значеніе имѣетъ вопросъ: Какъ слѣдуетъ поступить, чтобы на всѣхъ мѣстахъ потребленія давленіе въ трубахъ было почти одинаково. Рѣшеніе этого вопроса будетъ различно, смотря по тому, доставляется ли вода городу посредствомъ гравитаціи, или съ помощью насосовъ.

1) Вода доставляется силою тяжести изъ одного только источника. Положимъ, что городъ занимаетъ заштрихован-

ную поверхность (черт. 98). Резервуаръ находится въ I. Если проведемъ черезъ уровень резервуара горизонтальную плоскость, спроектируемъ на нее главную проводную трубу и будемъ откладывать отъ этой проекціи внизъ соответственныя потери напора, то получимъ прямую Ib_1 , если пренебrecь искривленіями трубы, пересѣкающую поверхность города въ a_1 и b_1 ; изъ чего видимъ, что, расположенные выше линіи a_1b_1 дома могутъ получать воду только при прекращеніи доставки ниже a_1b_1 и то съ весьма слабымъ напоромъ.

Обстоятельства оказываются еще болѣе невыгодными при расположеніи резервуара въ II, котораго напорная линія IIb_2 пересѣкаетъ поверхность въ a_2 и b_2 . Всего лучше окажется если резервуаръ будетъ расположенъ одинъ въ I, а другой въ III, такъ что изъ I вода будетъ протекать не прямо въ водопроводную сѣть — но въ III. При употребленіи того же провода, какъ и прежде, напорная линія, вслѣдствіе уменьшенія скорости въ трубахъ (которыя теперь будутъ доставлять только среднее часовое количество), получить болѣе пологое положеніе I III, а отъ III пойдетъ далѣе по линіи III-а. Распределеніе давленія во всемъ городѣ будетъ теперь болѣе равномерно, чѣмъ въ прежнемъ случаѣ. Если бы для всего города былъ устроенъ одинъ только проводъ, то могло бы случиться, что во время исключительно большого расхода въ нижнемъ городѣ, верхній могъ бы получать мало воды. Поэтому будетъ наиболѣе цѣлесообразно построить какъ для нижняго, такъ и для верхняго города отъ резервуара III — особые проводы pq и rs . Если теперь, вслѣдствіе большого расхода, въ нижнемъ городѣ напорная линія ra понизится до va , то для верхняго это не будетъ имѣть никакого вліянія. Полученныя такимъ образомъ 2 части города называются верхней и нижней зоной. Чтобы при порчѣ резервуара III городъ не оставался безъ воды, устроена соединитель-

ная вѣтвь p , посредствомъ которой вода изъ I можетъ прямо переходить въ pq . При такомъ устройствѣ трубы нижней зоны подвергаются значительному давленію, поэтому требуютъ болѣе матеріала, и содержаніе ихъ затру- днительно. Но высокое давленіе весьма полезно для ту- шенія пожаровъ, а также тѣмъ, что вода можетъ быть употреблена для водяныхъ двигателей. Но если это давле- ніе переходитъ извѣстный предѣлъ, то можетъ оказаться удобнымъ раздѣлить городъ на зоны, съ особыми резервуа- рами для каждой, что однако имѣетъ неудобства болѣе сложнаго ухода. Иногда при употребленіи отдѣльныхъ зонъ, устраиваютъ ихъ такимъ образомъ, чтобы въ случаѣ пожара нижняя часть могла быть соединена съ верхней; но тогда трубы должны получить такую толщину, какъ если бы была одна зона.

Вода доставляется нѣсколькими источниками, находящи- мися на различныхъ высотахъ. Въ этомъ случаѣ дѣлать городъ въ вертикальномъ направленіи на зоны и назна- чать для каждой зоны наиболѣе соотвѣтствующій ей источникъ. Высота одной зоны опредѣляется максималь- нымъ статическимъ напоромъ, который устанавливается ночью въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ и требуемымъ въ наивысшихъ точкахъ наименьшимъ напоромъ, опредѣляе- мымъ на основаніи наибольшаго часового расхода.

Если высота напора, которую вода должна имѣть на мѣ- стѣ потребленія, означимъ черезъ h_v , а потерю напора на томъ же мѣстѣ черезъ f , то сумма $h_v + f$ — будетъ наи- меньшая величина напора H , которую вода должна имѣть на мѣстахъ потребленія. Въ черт. 99 заштрихованная пло- скость представляетъ опять поверхность потребленія. Городъ расположенъ по обѣ стороны рѣки S , которой го- ризонтъ $г$ низкихъ водъ опредѣленъ кривой NN . Городъ можно раздѣлить на зоны, начиная сверху внизъ. Откла-

дываемъ отъ NN вверхъ наибольшую статическую высоту напора H (соотвѣтствующую наибольшему допускаемому давлению въ трубахъ) и проводимъ горизонталь MM , то на этой горизонтали долженъ находиться наинизшій уровень резервуара R , первой зоны.

Отъ этой горизонтали откладываемъ внизъ высоты $h_v + f$; такъ какъ въ этой суммѣ только h_v постоянно, а f увеличивается съ разстояніемъ мѣста отъ резервуара, то отложеніемъ высоты $h_v + f$ получится прямая, которой вертикальная проэкція будетъ наклонная линія $ABCD$. Эта линія будетъ — верхній предѣлъ 1-ой зоны.

Если теперь отъ наинизшей точки D этой зоны отложимъ вверхъ опять высоту H , то получимъ горизонтъ PP резервуара R_2 второй зоны, которой нижній предѣлъ будетъ $ABCD$, а верхній $EFGH$ опредѣлится такимъ же образомъ, какъ было указано для первой. Мы предполагаемъ, что источники не дозволяютъ устроить резервуаръ выше резервуара R_2 , то остается еще часть города выше $EFGH$, которая не можетъ быть отдѣлена (при исключеніи употребленія насосовъ), какъ особая зона. Тогда часть выше GH прибавляемъ ко 2-ой зонѣ, чтобы сберечь большой расходъ на устройство для нея особаго провода отъ R_2 . Въ наиболѣе высокихъ домахъ въ этой части будетъ напоръ вообще слабъ, но по необходимости придется имъ довольствоваться; впрочемъ жители этой части могутъ пользоваться увеличеннымъ напоромъ въ трубахъ во время слабаго расхода во 2-ой зонѣ. Для части выше EF , которая находится близко къ резервуару, удобнѣе будетъ устроить особый проводъ отъ R_2 , чтобы не подвергать ее большимъ колебаніямъ, происходящимъ отъ колебаній расхода во 2-ой зонѣ.

Также можно будетъ находящуюся ниже U часть города прибавить къ первой зонѣ, такъ что давленіе въ трубахъ

этой части будетъ немного превышать допускаемое, но обусловленное этимъ обстоятельствомъ, увеличеніе стоимости будетъ значительно меньше, чѣмъ раздѣленіе города на 3 зоны. Когда такимъ образомъ предѣлы зонъ теоретически опредѣлены, нужно будетъ ихъ измѣнить соотвѣтственно верхней конфигураціи города, принимая во вниманіе, что видъ проводной сѣти трубъ опредѣляется сѣтью улицъ. Послѣ можно будетъ опредѣлить число жителей каждой зоны, принимая во вниманіе его возможное увеличеніе въ будущемъ и разстоянія зонъ отъ резервуара. Когда вода получается изъ высоко расположеннаго источника, то резервуары R_1 и R_2 , построенные для каждой зоны на различныхъ высотахъ, регулируютъ напоръ источника такимъ образомъ, что на трубы во всѣхъ зонахъ дѣйствуетъ одинаковое наибольшее давленіе. Эти резервуары регулируютъ поэтому не только притокъ воды, но и давленіе въ трубахъ. Особенно большое вниманіе слѣдуетъ обратить на наивысшій резервуаръ, такъ какъ можетъ случиться, что онъ будетъ нуженъ иногда и для нижнихъ зонъ; во всякомъ случаѣ онъ долженъ вмѣщать въ себѣ все количество воды, нужное для потушенія пожаровъ. чтобы въ случаѣ надобности можно было во всемъ городѣ пользоваться полнымъ напоромъ наивысшаго резервуара. На мѣстѣ предполагаемаго наивысшаго горизонта резервуара устраиваютъ въ немъ сливъ для стока воды. Всѣ зоны могутъ быть соединены съ высшимъ резервуаромъ посредствомъ одной главной трубы, отъ которой выходятъ главные трубы, къ отдѣльнымъ зонамъ; но лучше соединять каждую зону съ наивысшимъ резервуаромъ посредствомъ особой трубы, такъ какъ при этомъ достигается лучшее выраженіе напора.

Въ большихъ городахъ устраиваютъ иногда въ его лучшихъ

мѣстахъ бассейны, которыми вода доставляется снизу фонтанами. Эти бассейны, служащіе для украшенія города и освѣжающіе воздухъ, могутъ быть тоже употреблены, какъ уменьшители напора, но они вредны для свѣжести доставляемой ими воды.

2) При водоснабженіи посредствомъ насосовъ дѣленіе на зоны еще болѣе важно, чѣмъ при употребленіи высокихъ резервуаровъ, такъ какъ такимъ раздѣленіемъ можно достигнуть важнаго сбереженія топлива. При маломъ устройствѣ съ однимъ только насосомъ (черт. 100) каждая зона должна получить особый резервуаръ. Сначала наполняютъ нижній резервуаръ R_1 , затѣмъ закрываютъ кранъ C_1 , открываютъ C_2 и наполняютъ R_2 . Чтобы не былъ возможенъ разрывъ трубы въ случаѣ, когда бы, по недосмотру, пущены были насосы при закрытыхъ кранахъ C_1 и C_2 , вертикальная труба вверху при D открыта, такъ что черезъ нее можетъ переливаться вода. Болѣе удобно и надежно устройство (черт. 101), такъ какъ при немъ краны C_1 и C_2 могутъ быть помѣщены въ машинномъ зданіи. Обыкновенно каждый резервуаръ получаетъ особый насосъ (черт. 102), чтобы можно было непрерывно питать оба резервуара. Это устройство употребляютъ всего чаще. Въ Лондонѣ каждое зданіе имѣетъ свой резервуаръ: городъ раздѣленъ на зоны; въ определенное время дня наполняютъ резервуары наинижней зоны, затѣмъ, соотвѣтственно повисивъ давленіе насосовъ, резервуары слѣдующей зоны и т.д. Если одна зона состоитъ изъ нѣсколькихъ, другъ отъ друга раздѣленныхъ участковъ, то можетъ оказаться выгоднымъ провести отъ машиннаго зданія къ каждому участку особую главную трубу, или даже, смотря по обстоятельствамъ, для cadaго участка построить особое машинное зданіе.

Также можетъ иногда оказаться целесообразнымъ раздѣлить машинное устройство на вертикально, по себѣ слѣ-

дующія насосныя станціи, какъ въ черт. 103, причемъ низиннѣйшій насосъ долженъ качать воду для всѣхъ резервуаровъ; слѣдующій насосъ для всѣхъ резервуаровъ, находящихся выше I-ой зоны и т.д.

Когда городъ окруженъ возвышеніями, на которыхъ онъ отчасти расположенъ, то при доставкѣ воды съ одной только стороны отъ резервуара R_1 (черт. 104) можетъ получиться напорная линія R_1a весьма невыгодная для противоположнаго участка, особенно въ часы максимальнаго расхода; эта линія могла быть сдѣлана болѣе выгодной только употребленіемъ малой скорости, или большихъ діаметровъ трубъ, что неудобно. Но если устроимъ на другой сторонѣ второй резервуаръ R_2 , наз. контр-резервуаромъ, и соединимъ его съ главнымъ резервуаромъ R_1 , посредствомъ главнаго провода R_1pR_2 , причемъ R_2 будетъ расположенъ ниже R_1 на высоту H_1R_2 не меньшую соотвѣтственной потери напора, то во время слабого разбора, т.е. ночью, когда линія напора приблизится къ горизонталю, будетъ контррезервуаръ наполняться водою изъ главнаго резервуара. Днемъ эта вода будетъ снабжать соотвѣтственный участокъ посредствомъ минимальной напорной линіи R_2a_2 , вслѣдствіе чего и линія R_1a получитъ болѣе выгодное положеніе R_1a_1 . При расчетѣ контррезервуаровъ принимаютъ во вниманіе увеличеніе населенія въ будущемъ. Въ такомъ случаѣ въ первое время контррезервуаръ будетъ наполняться водою уже днемъ, и тогда, послѣ наполненія его, разобщаютъ его отъ главнаго и спускаютъ съ него воду въ городъ только въ извѣстные опредѣленные часы дня, или употребляютъ его воду, какъ запасъ на случай, когда бы притокъ изъ R_1 прекратился или оказался недостаточнымъ. Тогда и часть города со стороны R_1 получала бы воду отъ R_2 съ минимальной напорной линіей R_2a_1 . Во всякомъ случаѣ

главная труба должна быть снабжена вблизи резервуара открытыми трубками, через которые при замкнутом резервуаре мог бы уходить воздух. Объемы обоих резервуаров определяются по данным выше правил. Диаметр главной трубы от R_1 к R_2 должен быть рассчитан на протяжении, принадлежащей ей части города, на наибольший часовой расход; также должна быть рассчитана главная труба идущая от R_2 к R , на протяжении, принадлежащей ей части города. Соединение обоих главных труб внизу города составляется трубой, которой диаметр обеспечивает ежедневное наполнение контррезервуара в ночное время. Оба резервуара имеют наиболее выгодное положение, если соединяющая их прямая совпадает с продольной осью плана города.

Если имеются два провода u и r , с противоположных сторон, такой величины, что одного резервуара для них вообще недостаточно, то устройство двух резервуаров будет тем более полезно, что посредством соединяющей их трубы достигаются все те удобства, какие имеются при устройстве главного и контррезервуара.

Когда город расположен на отлогости, поднимающейся в сторону, противоположную сторонѣ источниковъ, то резервуаръ будетъ расположенъ въ концѣ снабжаемаго мѣста (или гдѣ нибудь въ серединѣ) (черт. 105). Ночью, когда разборъ = 0, вода притекаетъ по напорной линіи MR къ резервуару R ; во время максимальнаго разбора она уже на пути распределяется по линіи MN_0 , а резервуаръ R снабжаетъ находящуюся справа N_0 часть города по линіи RN_0 . Когда резервуаръ уменьшится, то мѣсто линіи MN_0 займетъ прямая MN , такъ что предѣлъ N приблизится къ резервуару, изъ чего слѣдуетъ, что часть N_0R будетъ получать воду то прямо изъ источниковъ находящіяся слѣва A , то изъ резервуара R , и что въ послѣдній - притекаетъ

только часть нужной въ городѣ воды, такъ какъ часть ея расходуется не доходя до R . Чтобы во время поломки трубы слѣва W_1 , не сошла вся вода, устроенъ при W_1 клапанъ, открывающійся вправо, къ которому иногда для безопасности прибавляютъ воздушный колоколь.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ГЛАВНЫХЪ РАЗМѢРОВЪ НАСОСОВЪ.

Обозначимъ по отношенію къ горизонту NN (черт. 144) черезъ:

H_r - высоту резервуара R, H_a - высоту источниковъ A.

f_r - потерю напора въ приводной трубѣ.

h_v - необходимую высоту напора въ наивысшемъ мѣстѣ города.

f_a - потерю напора на протяженіи отъ мѣста A - добычи воды до насоснаго зданія P и

f_r - потерю отъ P до резервуара R, - то нужная высота подъема $H = H_r - H_a + f_a + f_r$.

Если H_e - высота наивысшаго снабжаемаго мѣста и h_v требуемый напоръ, то $H_r = H_e + h_v + f_r$.

Насосы и машины должны быть рассчитаны такъ, чтобы могли поднимать максимальное суточное количество Q на высоту H.

Пусть означаетъ:

c - среднюю секундную скорость шоршня насоса, въ мтр.

s - длину хода его.

F - площадь его поперечнаго сѣченія

n - число оборотовъ въ минуту

φ - коэффициентъ полезнаго дѣйствія насосовъ.

ψ - отношеніе числа рабочихъ часовъ къ 24-мъ час. (т.е. къ полному суточному времени), то для насосовъ двойного дѣйствія:

$$Q = \varphi 42 F s n . 60 . 24 \text{ сутк.} \quad q = \frac{\varphi \psi . 2 F s n}{80} \text{ въ сек.}$$

Такъ какъ $c = \frac{2sn}{60}$, то $q = \varphi \varphi F c$; $F = \frac{q}{\varphi \varphi c} =$ полному сѣ-
ченію насосовъ. Если число насосовъ - i и діаметръ
поршня D , то:

$$F = i \frac{\pi D^2}{4}, \text{ откуда } D = \sqrt{\frac{4F}{i\pi}} = \sqrt{\frac{4q}{\varphi \varphi i \pi c}}$$

φ зависитъ отъ конструкціи насосовъ и измѣняется отъ
0,8 до 0,95, среднимъ числомъ $\varphi = 0,9$; тогда

$$D = 1,19 \sqrt{\frac{q}{\varphi i c}}$$

Для насосовъ простаго дѣйствія $D_1 = D \sqrt{2} = 1,68 \sqrt{\frac{q}{\varphi i c}}$.

Скорость $c = 0,5$ до $0,8$ мтр., и максимум $1,2$ м; длина
хода s опредѣляется тѣмъ, что обыкновенно $\frac{s}{D} = 2$.

Число лошадиныхъ силъ требуемыхъ для насосовъ

$$N = \frac{\lambda \cdot q H \cdot 1000}{75} ; \lambda \text{ колеблется въ предѣлахъ } 1,25 \text{ и } 1,5;$$

среднимъ числомъ $\lambda = 1,3$; при передаточномъ дѣйствіи
машинъ λ увеличивается въ зависимости отъ потери рабо-
ты въ передаточномъ механизмѣ. Работа, исполняемая ма-
шинами на 1 кил. сожженнаго угля, получается посред-
ствомъ измѣренія количества воды, поднятой на данную
высоту. Если H (черт. 106) - разстояніе дна сосуда отъ
горизонта всасыванія, d - глубина наполненія и f - по-
теря на вредныя сопротивленія, Ω - площадь сѣченія
сосуда A , слѣдовательно объемъ по Ωh , то нужная для
наполненія работа $Z = \Omega h (H + f + \frac{h}{2}) \cdot 1000$ килгр.мтр. Что-

бы получить надежные результаты, нужно эти опыты произ-
водить со всевозможной тщательностью въ теченіи нѣ-
сколькихъ дней и взвѣшивать каждый разъ не только топ-
ливо, но и остающуюся послѣ сгорания золу.

РАЗСЧЕТЪ ТРУБНОЙ СѢТИ.

Для проектированія трубной сѣти нужно имѣть точный

планъ города, на которомъ нанесены точно не только всѣ существующія улицы и переулки, но также и будущія, проектированныя согласно расширенію города. Работу начинаютъ съ опредѣленія числа жителей въ каждой части улицы и переулка, идущей отъ одного угла (образуемаго отвѣтвленіемъ или перекресткомъ) до другого. Такъ изображенная на черт. 107 часть улицы АВ имѣетъ углы въ точкахъ 1, 2, 3, 4 и 5, а улица 1С - въ точкахъ 1, 6, 7, 8, 9 и 10 и т.д. Притомъ пользуются послѣднимъ счисленіемъ населенія, статистическими данными, или, что наиболѣе правильно, производятъ непосредственныя опредѣленія. Полученныя числа увеличиваютъ на процентъ увеличенія населенія и записываютъ въ серединѣ соответственной части улицы. Иногда для большей наглядности дѣляютъ число населенія на соответственную длину улицы, полученное число откладываютъ въ какомъ нибудь масштабѣ перпендикулярно къ оси улицы, чѣмъ получается прямоугольникъ, котораго высота = числу населенія на единицу длины при равномерномъ распредѣленіи его; площадь прямоугольника равна поэтому полному населенію соответствующаго участка улицы или переулка. Для проектируемыхъ, или слабо заселенныхъ улицъ число будущаго населенія опредѣляютъ приблизительно соображаясь съ густотой населенія участковъ, близкихъ имъ по мѣстнымъ условіямъ (такъ напр. полагаютъ отъ 20 до 50 кв. мтр. на жителя). Если умножимъ число жителей на количество $\mathcal{D}$ воды, приходящееся на жителя въ сутки, то получимъ суточный расходъ; число $\mathcal{D}$ въ болѣе богатыхъ или промышленныхъ кварталахъ берутъ выше, чѣмъ для болѣе бѣдныхъ улицъ.

Затѣмъ наносятъ на планъ сѣть трубъ по системѣ развѣтвленія и опредѣляютъ направленіе движенія воды. Когда городъ находится въ ровной мѣстности, то за главную трубу принимаютъ ту, которая идетъ по улицѣ, дѣлящей соот-

вѣтственную часть города на двѣ, по расходу по возможности равныя части. При волнистой и вообще неровной поверхности представимъ себѣ въ каждомъ мѣстѣ потребленія отложенной требуемую высоту напора, и черезъ полученные точки проведемъ поверхность. На этой поверхности спроектируемъ сѣтъ открытыхъ канавъ (въ которыхъ вода слѣдов. будетъ двигаться помощью одной силы тяжести). Сѣтъ трубъ, совпадающая съ сѣтью каналовъ будетъ наиболѣе выгодная, потому что потеря напора будетъ въ ней наименьшая. Такъ какъ высота требуемаго напора для всѣхъ мѣстъ почти постоянная, то полученная по предыдущему напорная поверхность будетъ почти параллельна естественной поверхности города и потому она опредѣлена уже горизонталями послѣдней. Изъ этого получаемъ правило, что главныя трубы нужно назначать на высоко расположенныхъ улицахъ и изъ нихъ должна вода идти въ ниже расположенныя мѣстности. На основаніи этого правила не трудно будетъ намѣтить на планѣ стрѣлками направление теченія воды во всѣхъ участкахъ улицъ и переулковъ. Очевидно, что количество воды, которое будетъ проходить черезъ данное сѣченіе трубы, равняется суммѣ расходовъ всѣхъ ниже расположенныхъ частей (считая по направленію теченія воды), снабжаемыхъ этой трубой. На эту сумму долженъ быть рассчитанъ діаметръ трубы (т.е. площадь ея поперечнаго сѣченія) въ томъ же мѣстѣ. Для каждой улицы соотвѣтственная ей сумма населенія, или соотвѣтствующій этой суммѣ расходъ въ секунду записываются въ верхнемъ углѣ ея, а иногда изображаются графически полосами.

Дінія напорнаго паденія. По приведеннымъ выше формуламъ (см. расчетъ трубъ): $d = 1,45 \sqrt{\frac{q^2}{c \cdot j}}$, гдѣ q — въ куб. мтр. въ секунду.

Если q - въ мтр. въ секунду, то $d = 0,092 \sqrt{\frac{q^2}{c^2} \cdot \frac{P}{f}} \quad (\alpha)$
 причём $c = \frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}}$ и $b = 0,35$.

Для опредѣленія діаметра d нужно знать q, c и f .

Количество воды q , которое будетъ проходить черезъ трубу въ секунду, нанесено на планѣ цифрами или графически.

Коэффициентъ C зависитъ отъ неизвѣстнаго еще діаметра d ; поэтому дѣйствуютъ по способу приближенія, т.е.

опредѣляютъ d по приближенной формулѣ $d = 0,3 \sqrt{q^2 \frac{P}{f}}$,
 затѣмъ находятъ $C = \frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}}$ и вставляютъ это C въ формулу (α) , послѣ чего повторяютъ расчетъ, опредѣляя помощью этого d болѣе точное значеніе для C .

Для опредѣленія напорной линіи, т.е. паденія для данной трубы, строимъ ея продольный профиль.

На черт. 108 изображенъ продольный профиль главной трубы, продолжающейся до запаснаго резервуара R . Отъ улицы, по которой проходитъ эта труба, отвѣтвляются въ точкахъ A, B, C, D, E, F, G другія улицы или переулки. Откладывая въ этихъ точкахъ требуемыя минимумъ высоты напора $h_a, h_b, h_c, \dots$ и полученныя точки соединяемъ линіей $A, B, C, \dots$, то движеніе воды можетъ быть устроено по напорной линіи RG , и ея паденіе будетъ равно $\frac{P}{l}$. Такъ какъ это паденіе для всѣхъ участковъ $AB, BC, CD, \dots$ разсматриваемой трубы будетъ постоянно, то уравненіе (α) можно написать:

$$d = 0,092 \sqrt{\frac{P}{f}} \cdot \sqrt{\frac{q^2}{c^2}} = a \sqrt{\frac{q^2}{c^2}},$$

гдѣ a - для всѣхъ участковъ трубы величина постоянная.

Въ случаѣ, представленномъ на черт. 109, гдѣ прямая RG , пересѣкаетъ линію требуемыхъ напоровъ, нужно будетъ

провести какъ напорную линію ломанную $RD, G,$, такъ что въ части RD , будетъ меньшее паденіе, чѣмъ въ части въ $D, G,$; для первой части нужно въ $(\mathcal{L})$ подставить соотвѣтственное паденіе $\frac{L_1}{R}$, а для второй $\frac{L_2}{R}$. Наиболее выгодный случай имѣлъ бы видъ, представленный на черт. 110, гдѣ напорная линія RG , параллельна поверхности AG , такъ какъ здѣсь во всѣхъ точкахъ вода поднималась бы какъ разъ на требуемую высоту: между тѣмъ какъ въ предыдущихъ случаяхъ она почти вездѣ поднимается выше, чѣмъ требуется. На практикѣ такой случай представляетъ рѣдкое исключеніе.

Лишняя высота подъема воды могла бы быть уменьшена, если бы вмѣсто прямой RG , (черт. 111) за напорную линію была принята $RSG,$. Эта послѣдняя была бы вообще выгоднѣе, чѣмъ прямая, потому что вслѣдствіе большого паденія вблизи резервуара, гдѣ нуженъ большой діаметръ, этотъ послѣдній могъ бы быть уменьшенъ (такъ какъ по $(\mathcal{L})$ при увеличеніи $\frac{L}{R}$ діаметръ d уменьшается, а стоимость трубы уменьшается въ большемъ еще отношеніи, которое равно около $d^{1,2}$), но большая высота подъема всегда полезна, и потому прямая напорная линія считается болѣе удобной. Очевидно, что линія $RS, G,$ была бы менѣе выгодна прямой $RG,$.

Почти такимъ же образомъ опредѣляемъ діаметры для всѣхъ другихъ улицъ и переулковъ, замѣняя въ нихъ резервуаръ точками $A, B, C, \dots$ ихъ отвлѣченія. При этомъ можетъ получиться, напр. для улицы, выходящей изъ B (черт. 108) высота h_c не достаточной, и будетъ нужно поднять точку B , выше, и это можетъ за собою повлечь измѣненіе линіи $RG,$, (если бы точка B , упала выше этой линіи).

Полученные этимъ расчетомъ діаметры измѣняются соответственно практическимъ даннымъ, изготовляемымъ на заводахъ, притомъ слѣдуетъ брать ближайшее большее

число, чтобы не увеличить потерю напора. Чтобы трубы не слишком быстро засорялись, а также чтобы во время пожара давали достаточно сильную струю воды, диаметры их нигдѣ не должны быть менѣе 10 см. Часто бываетъ нужно повтореніемъ расчета убѣдиться, что при установленныхъ окончательно діаметрахъ напорная линія нигдѣ не понизилась ниже предѣла.

Широкія улицы (черт. 112) получаютъ 2 провода, идущіе вдоль зданій, такъ какъ тогда отвлѣтленія въ дома выходятъ дешевле. Чтобы опредѣлить потерю напора, происходящую въ участкѣ АВ трубы вслѣдствіе стока воды съ нее въ дома, обозначимъ черезъ Q количество воды, протекающее въ концѣ ея В, и черезъ q то количество, которое съ нее истекаетъ въ дома на протяженіи АВ, и поставимъ $AB = l$, а потеря напора отъ А до В черезъ f , то по Darcy

$$f = \frac{l}{d^5} \left(\frac{Q + 0,55q}{20} \right)^2.$$

Исполненнымъ по этимъ указаніямъ расчетомъ получится проводъ удовлетворяющій при системѣ развлѣтленія требованіямъ, какъ напора, такъ и количества воды. Чтобы превратить эту систему въ циркуляціонную, нужно соединить между собою концы главныхъ трубъ, а также насколько возможно и концы побочныхъ проводовъ. Диаметры этихъ соединительныхъ трубъ опредѣляются обыкновенно безъ вычисленія, принимая во вниманіе мѣстные обстоятельства).

При предыдущемъ расчетѣ было принято, что источники находятся на большой высотѣ, вслѣдствіе чего имѣется возможность устроить запасный резервуаръ на столь значительномъ возвышеніи, что линія уклона (паденіе) опредѣляется соединеніемъ точки Е, (черт. 108) съ горизонтомъ резервуара R. Когда источники находятся внизу, такъ что воду нужно поднимать насосами, то по-

строивъ, по предыдущему, линію напорныхъ высотъ (линія А, В, С, D, Е, F, G, (черт. 108 и 109) проводимъ линію паденія такъ, чтобы она эту линію высотъ нигдѣ не пересѣкала, и чтобы наклонъ ея былъ не больше 3‰ (0,3 процент); въ существующихъ городскихъ водопроводахъ этотъ наклонъ колеблется въ предѣлахъ отъ 3 до 30‰. Высота внапасаго резервуара и соотвѣтствующая ей сила машинъ опредѣляется этимъ наклономъ. Иногда задаются не паденіемъ J (какъ въ предыдущемъ было принято), но максимальной скоростью v, и опредѣляютъ $d = \sqrt{\frac{4g}{\pi v}}$ (гдѣ

среднимъ числомъ $v = 1,1$ мтр.) и потерю напора

$$f = \frac{4v^2}{c^2} \cdot \frac{l}{d}, \text{ гдѣ } c = \frac{100 \sqrt{d}}{0,7 + \sqrt{d}}.$$

Но сравнительные расчеты показываютъ, что стоимость сѣти, вычисленной на основанной постоянной максимальной скорости, при одинаковыхъ условіяхъ получается болѣе высокая, чѣмъ когда она рассчитана на постоянное паденіе. На черт. 113 представленъ случай, когда оказывается необходимымъ строить резервуаръ R на сторонѣ, противоположной источникамъ. Здѣсь принято, что въ началѣ города напоръ равенъ MN, а вода движется ночью къ резервуару R по напорной линіи MR. Линія нужныхъ напорныхъ высотъ N, A, B, C, D, E, F, G. Вода распределяется въ сѣти во время своего движенія по направленію къ Ru, положимъ, что максимальному разбору соотвѣтствуетъ линія паденія ME, то для резервуара остается только правая часть E, G, GE, которая будетъ получать воду по линіи RE, ; E образуетъ поэтому водораздѣлъ въ зависимости отъ котораго слѣдуетъ рассчитывать діаметры трубы. При опредѣленіи водораздѣла E нужно принять во вниманіе, что при равномерномъ движеніи воды можетъ во время максимальнаго суточного расхода попасть въ R только 30% средняго суточного расхода; часть

ЕГ города должна поэтому быть не больше той, при которой эти 30% равняются максимальному суточному расходу. Это последнее обстоятельство имеет менее значения, когда вода поднимается насосами, потому что тогда в случае надобности можно повысить работу машинь.

Предыдущее разсужденіе дѣйствительно и для случая съ контррезервуаромъ (черт.114), съ тѣмъ только отличіемъ, что вслѣдствіе прибавленія воды отъ запаса резервуара R_1 точка Е, можетъ быть передвинута болѣе вправо.

Наиболѣе выгодный наклонъ линіи МЕ, зависитъ отъ формы линіи напорныхъ высотъ А, Е, G, но вообще получится болѣе выгодное распредѣленіе, если точка Е, будетъ находиться въ серединѣ трубной сѣти. Такъ какъ это послѣднее условіе при употребленіи одного только резервуара R_2 (устроеннаго въ концѣ города) бываетъ скорѣе исполнено, чѣмъ при устройствѣ двухъ резервуаровъ (т.е. резервуара R_1 съ контррезервуаромъ R_2) и такъ какъ сооруженіе двухъ резервуаровъ чрезмѣрно повышаетъ стоимость водопровода, то устройству одного только резервуара R_2 слѣдуетъ и въ случаѣ, представленномъ на черт.119 отдавать предпочтеніе.

Если резервуаръ находится внутри снабжаемаго участка (черт.115), то въ находящейся со стороны источниковъ части АЕ вода распредѣляется непосредственно по линіи А, Е, и вообще часть АR города находится въ томъ же условіи, что на черт.113, а остальная часть RS получаетъ воду изъ резервуара по правилу, уясненному на черт.108.

РАСЧЕТЪ ТОЛЩИНЫ СТѢНОКЪ ТРУБЪ.

Самымъ лучшимъ матеріаломъ для водопроводныхъ трубъ оказался чугуны, который почти исключительно употребляется для городскихъ водопроводовъ. Чугунныя трубы въ настоящее время отливаютъ въ песчаныхъ формахъ въ

вертикальномъ положеніи. Крѣпость растяженія чугуна 1000-1800 кил. на 1 квад. сант.; трубы рассчитываютъ обыкновенно на 10 кратную площадь, такъ что $k=100-180$ кл. на 1 $\square$ снт. Дѣйствительное давленіе, дѣйствующее въ трубахъ $p = p - p_0$; при расчетѣ трубъ берутъ $p=6-8$ атмосфер.; рассчитанныя такимъ образомъ трубы употребляютъ и при нисшихъ давленіяхъ; большія давленія встрѣчаются сравнительно рѣдко. Для водопроводныхъ трубъ p = давленію водяного столба, а p_0 = давленію атмосферы. Когда эти трубы врыты въ землю, то снаружи на нихъ дѣйствуетъ еще давленіе грунта, но для безопасности послѣднее не вводится въ расчетъ.

При опредѣленіи толщины стѣнокъ трубъ нужно имѣть въ виду удары, которыми онѣ подвергаются во время перевозки, напряженія изгиба въ грунтѣ, подверженномъ осадкамъ, неточности изготовленія ихъ и дешевизну фабрикаціи. Имѣя въ виду эти обстоятельства получается, что при коэффициентѣ прочности = 10 и $p = 8$, теоретическія формулы даютъ для толщины стѣнокъ практическую величину только начиная отъ $d = 300 - 400$ м/м. При болѣе значительныхъ давленіяхъ этотъ предѣлъ ниже, а при меньшихъ - выше. Вслѣдствіе того толщину стѣнокъ трубъ предпочитаютъ рассчитывать по эмпирическимъ формуламъ, изъ которыхъ наиболѣе употребительны слѣдующія, въ которыхъ означаетъ: t - толщину стѣнокъ въ сантиметр., d - діаметръ трубы въ см., p - внутреннее давленіе въ атмосферахъ (т.е. въ килограммахъ на 1 кв. см.).

$$\text{Reuleaux} - t^{\text{cm}} = 0'7 + 0'0125 d^{\text{cm}}$$

Glasgow

$$\text{для } p \leq 5 \text{ атмосфер. } t^{\text{cm}} = 0'57 + 0'0213 d^{\text{cm}}$$

$$\text{" } p > 5 \text{ " } t = 0'57 + 0'00312 d(p+2)$$

ШМИДТЪ

для $p \leq 6$ атмосф.

$$t = 0.7 + 0.02 d$$

" 6 "

$$t = 0'7 + 0'00333 \, \bar{d}_p$$

Табель

$$t = 0'4 + 0'0007 \text{ pd}$$

Последняя формула дает минимальную толщину, къ которой, смотря по точности изготовленія, Тафель предлагает прибавлять 0'1 - 0'3 сантиметра, чтобы даже на наименѣе топкихъ мѣстахъ толщина не была менѣе той, которая получается изъ этой формулы.

Крафтъ

предлагаетъ рассчитывать трубы слѣдующимъ образомъ:

если: p_i - внутреннее давление въ трубѣ въ фунтахъ на
1 квад. дюймъ

Н въ футахъ во-
дяного столба (1 атм. = 33,9 фут)

1 — толщина стѣнокъ трубы въ дюймахъ

d — діаметръ трубы въ дюймахъ, то

$$t = \frac{dp}{6000} + 0,2'' \quad \text{или} \quad t = 0,000072 \text{ Hd} + 0,2''.$$

Если полученная по этой формулѣ толщина окажется меньшей толщины стѣнки газовыхъ трубъ того же діаметра, то чугунная труба получаетъ такую же толщину стѣнки, какъ газовая труба, въ противномъ случаѣ она получаетъ толщину , вычисленную помощью формулы.

Толщина стѣнокъ газовыхъ трубъ слѣдующая:

діаметръ трубъ	4	6	8	10	12	14	16	}
Толщ. стѣн; газ. трубъ	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	
діаметръ трубъ	20	24	30	36	42	48	}	дюймы
Толщ. стѣн. газ. трубъ	0,66	0,72	0,81	0,91	1,0	1,10		

ИСПЫТАНІЯ ТРУБЪ

Для проверки годности трубъ подвергаютъ ихъ слѣдующимъ испытаніямъ: -

1) Испытаніе на заводѣ передъ отправкой, чтобы негодныя трубы излишне не перевозить.

Каждая труба подвергается гидравлическимъ прессомъ давленію въ 12-15 атм. Часто предписываютъ, чтобы пробное давленіе было $= 2p$, гдѣ p — наибольшее давленіе, которое труба будетъ испытывать въ проводѣ; во всякомъ случаѣ пробное давленіе должно по крайней мѣрѣ на 5 атмосферъ быть больше рабочаго давленія p .

При большихъ доставкахъ полезно нѣкоторыя трубы испытать выше предѣла упругости и даже до излома, чтобы хорошо ознакомиться съ внутреннимъ составомъ ихъ матеріала. Для открытія пороковъ отливки, производятъ на нихъ удары желѣзными молотами, вѣсъ которыхъ, смотря по діаметру трубъ, бываетъ 0,5 — 1,5 килгр. и принимаютъ только тѣ, которыя не имѣютъ неплотныхъ мѣстъ. Насосъ, накачивающій воду въ прессъ, снабжаютъ манометромъ и предохранительнымъ клапаномъ. Для ускоренія наполненія трубъ водою, вставляютъ въ нихъ иногда деревянное ядро.

2) Испытаніе трубъ на мѣстѣ укладки. Оно производится точно такимъ образомъ, какъ въ предыдущемъ случаѣ.

3) Испытаніе послѣ укладки до заполненія рвовъ, въ которыхъ онѣ уложены, землей. Давленіе употребляютъ въ этомъ случаѣ немного большее рабочаго давленія p .

4) Испытаніе готоваго водопровода передъ открытіемъ его. Цѣль его открыть болѣе значительныя недостатки, для чего давл. около 2 атм. совершенно достаточно.

СОЕДИНЕНІЯ ТРУБЪ.

Употребляютъ 2 рода соединенія трубъ: муфтами и флянцами.

Въ новѣйшее время почти исключительно употребляютъ соединеніе муфтами, потому что оно менѣе жестко, чѣмъ

соединеніе фланцами, допускаетъ небольшую подвижность трубъ и облегчаетъ укладку ихъ въ кривыхъ. Въ муфту вставляютъ конецъ трубы, до половины заполняютъ ее пеньковымъ плетнемъ, заливаютъ свинцомъ, который подчеканиваютъ. Плетень долженъ не допускать свинецъ въ трубу и предупреждать образованіе неплотныхъ соединеній при поврежденіи свинцовой заливки. Для ускоренія этой работы часто изготовляютъ свинцовыя полукольца, которыя вставляютъ въ муфты и чеканятъ.

Хотя муфты получаютъ большую толщину, чѣмъ стѣнки трубы и кромѣ того утолщеніе снаружи, но онѣ всетаки составляютъ наиболѣе слабое мѣсто трубы и должны при отливкѣ всегда находиться внизу. Такъ какъ изломы происходятъ всего чаще во время чеканки, то слѣдуетъ употреблять только мягкій свинецъ.

Въ (черт. 116) указанъ профиль муфты съ углубленіемъ, удерживающимъ прочно свинцовое кольцо (употребляемый часто во Франціи).

Въ (черт. 117) концы трубъ отточены конически и вставлены въ соотвѣтственно вверченныя муфты. Укладка этихъ муфтъ идетъ очень скоро; онѣ требуютъ для набивки мало матеріалу и даютъ очень плотныя соединенія. Большую подвижность допускаетъ шарообразное соединеніе (черт. 118). Это удобство достигается отчасти и при простыхъ муфтахъ, посредствомъ закругленія снаружи конца трубы и изготовленія соотвѣтственной шарообразной выемки въ муфтѣ.

Трубы съ муфтами вынимаютъ такимъ образомъ, что нагреваютъ соединеніе до тѣхъ поръ, пока свинецъ не расплавится и приподнимаютъ трубу немного вверхъ, причемъ концы ихъ разъединяются. Но отъ такого дѣйствія страдаетъ плотность соединенія; его нужно поэтому производить осторожно.

Лопнувшую трубу обыкновенно разбивают ударами на части, затѣмъ вставляютъ новую трубу безъ муфты соответственной длины и покрываютъ стыкъ подвижной муфтой (чер. 119). Въ трубахъ большихъ діаметровъ опытные рабочіе вырубаютъ долотами поврежденную часть, надѣваютъ подвижныя муфты и вставляютъ на мѣсто поврежденной соответственную часть безъ муфты. Малыя поврежденія исправляютъ желѣзными листами или состоящими изъ двухъ частей кольцами, которыя крѣпко свинчиваютъ и конопатятъ.

Соединеніе флянцами (черт. 120-121) употребляютъ теперь еще иногда въ проводахъ вертикальныхъ или имѣющихъ большое паденіе и гдѣ требуется легкое разъединеніе и замѣна частей трубъ, какъ въ задвижкахъ, гидрантахъ и пр. Представленное на черт. 122-123 соединеніе отличается большой скоростью въ укладкѣ и дешевизной, поэтому особенно удобно для провизорическихъ соединеній. Между концами трубъ остается промежутокъ для каучуковаго кольца, которое крѣпко сжимается желѣзными соединительными болтами, не устраняя притомъ возможность небольшой подвижности. Когда трубы находятся снаружѣ и подвержены колебаніямъ температуры, то при большой длинѣ ихъ необходимы муфты, дѣлающія возможными продольныя движенія при удлиненіяхъ. Въ черт. 124 указана такая муфта, которая устроена въ самой высокой точкѣ провода, вслѣдствіе чего снабжена сверху воздушнымъ краномъ. Натягиваніемъ болтовъ, расположенныхъ по окружности крышки, находящаяся въ промежуткѣ, набивка прижимается крѣпко къ отточенному концу трубы.

ЗАЩИТА ТРУБЪ ОТЪ РЖАВЛЕНІЯ.

Трубы покрываютъ различными веществами, какъ дегтемъ, смолой, асфальтомъ, известковымъ молокомъ, цементомъ, поливкой (эмалью), жиромъ и т. д. Всего чаще употребляютъ

асфальтъ. Для этого трубы нагреваютъ до температуры 150-180° Цел., чтобы совершенно устранить сырость и погружаютъ въ массу асфальта, находящуюся въ состояніи кипѣнія, въ которой ихъ оставляютъ 10-20 минутъ. Затѣмъ вынимаютъ, держатъ нѣкоторое время въ вертикальномъ положеніи, чтобы остался только тонкій равномерный слой.

Большія трубы покрываютъ асфальтомъ, къ которому, для того, чтобы онъ скорѣе просыхалъ, прибавляютъ бензинъ. Чтобы асфальтъ лучше прилегалъ къ металлу, полезно примѣшать немного льняного масла. Если предварительно покроютъ трубу внутри и конецъ ея снаружи известковымъ молокомъ, то въ послѣдствіи легко освободить трубу отъ асфальтаваго слоя. Этотъ способъ покрытія весьма прочный и дѣлаетъ стѣнки гладкими, что полезно для движенія воды.

Покрытіе дегтемъ менѣе прочно, особенно на воздухѣ и солнцѣ, и придаетъ водѣ непріятный вкусъ.

Известковымъ молокомъ покрываютъ трубы внутри частью тамъ, гдѣ вода мягкая. Когда трубы внутри очень засорятся, то полезно покрывать ихъ внутри гидравлической известью, которой слѣдуетъ всегда отдавать предпочтеніе передъ известковымъ молокомъ, потому что углекислота воды образуетъ изъ послѣдней углекислую и затѣмъ двойно-углекислую известь, которая въ водѣ растворяется, между тѣмъ какъ гидравлическій растворъ въ послѣдствіе его содержанія кремнекислыхъ солей кальція и алюминія, обладаетъ большой прочностью. Въ известковомъ грунтѣ полезно обдѣлывать проводъ глиной.

УКЛАДКА ТРУБЪ.

Чтобы сохранить свѣжесть воды и предупредить ея замерзаніе, трубы должны быть уложены въ грунтъ на глу-

бину не менѣе 1,5-2,0 метр. (считая отъ поверхности грунта до вершины трубъ). Въ большихъ городахъ, чтобы устранить вредное вліяніе сотрясеній отъ движенія по улицамъ, берутъ эту глубину 2,1 метра и болѣе.

Работы по укладкѣ трубъ производятся въ слѣдующемъ порядкѣ:

- 1) Нанесеніе на поверхности оси, имѣющихъ быть вырытыми, рвовъ посредствомъ шнура или мѣла, послѣ чего разбираютъ мостовую или снимаютъ щебенку.
- 2) Выемка грунта. Рвы вырываютъ обыкновенно съ вертикальными откосами, которые на разстояніяхъ отъ 3-6 мтр., соотвѣтственно плотности грунта, составляютъ поперечныя стѣны, въ которыхъ внизу для трубъ пробиваютъ небольшія отверстія. На тѣхъ мѣстахъ, гдѣ будутъ находиться муфты, вынимаютъ въ днѣ и стѣнокъ углубленія, чтобы имѣть мѣсто для исполненія работъ по соединенію трубъ (черт. 125-126).
- 3) Доставка трубъ, принадлежностей провода и строительныхъ матеріаловъ, нужныхъ для устройства отводовъ водъ къ спускамъ, перекрещиваній каналовъ и пр. - отъ склада къ мѣсту работъ.
- 4) Опусканіе трубъ въ рвы при малыхъ діаметрахъ руками помощью веревокъ, а при тяжелыхъ - посредствомъ переносныхъ щилей.
- 5) Сборка трубъ и соединеніе ихъ. Трубы должны внизу быть хорошо подбиты землей, чтобы лежали на ней плотно всей своей длиной. Это особенно важно при укладкѣ трубъ на кирпичныхъ столбикахъ, которые бывають нужны для точной нивелировки ихъ направленія. Укладку производятъ, гдѣ возможно, снизу вверхъ, по направленію противъ теченія воды, обращая муфты къ нагорной сторонѣ, такъ что вода втекаетъ въ муфту, а вытекаетъ изъ конца, вслѣдствіе чего встрѣчаетъ при косой укладкѣ менѣе со-

противленія движенію, чѣмъ если бы трубы были уложены въ обратномъ положеніи; а также муфты надежнѣе заполняются свинцомъ.

6) Засыпка рва, возстановленіе поверхности улицы и пр. При засыпкѣ слѣдуетъ брать сначала мелкій матеріаль, чтобы устранить возможность поврежденія трубы.

РАСЧЕТЪ ТОЛЩИНЫ СТѢНОКЪ ТРУБЫ ИЗЪ ДРУГИХЪ МАТЕРІАЛОВЪ.

p - внутреннее давленіе въ атмосфер.

d - діаметръ трубы въ мм.

t - толщина стѣнокъ въ мм.

Желѣзо: $t = 3,0 + 0,0009 \, p d$.

Свинецъ: $t = 5,2 + 0,0024 \, p d$

Красная мѣдь: $t = 4,0 + 0,0015 \, p d$

Желтая мѣдь: $t = 3,0 + 0,0005 \, p d$

Асфальтъ: $t = 10 + 0,004 \, p d$

Глина: $t = 12 + 0,005 \, p d$

Цементъ: $t = 45 + 0,054 \, p d$

Натур.кам.: $t = 30 + 0,037 \, p d$

Дерево: $t = 27 + 0,033 \, p d$.

Чистка трубы. Для сборки грязи устраиваютъ особня углубленія (ящики) въ наиболѣе низкихъ точкахъ провода. Ихъ снабжаютъ спусками; кромѣ того они могутъ быть очищаемы сверху, отвинтивъ крышку. Легкіе осадки удаляются полосканіемъ, т.е. большой скоростью воды. Большіе предметы удерживаются сѣтками у входа въ проводъ. Если попавшіе въ трубу предметы не пропускаютъ черезъ нее воду и невозможно узнать, гдѣ засоренное мѣсто, то бываетъ нужно просверливать трубу въ разныхъ мѣстахъ. Когда проводъ пересѣкаетъ русло рѣки, то проводятъ его обыкновенно внизу подъ дномъ рѣки и эту часть провода, вслѣдствіе трудной

доступности къ ней, устраиваютъ особенно прочно, чтобы исправленія были рѣдки. Часто берутъ для нея желѣзныя трубы, которыя менѣе подвержены излому, чѣмъ чугунныя и, вслѣдствіе ихъ большой длины, даютъ менѣе стыковъ. Такіе проводы окружаютъ обыкновенно толстымъ слоемъ бетона, который въ рѣкахъ съ сильнымъ теченіемъ долженъ находится на такой глубинѣ, чтобы не быть размытымъ. Въ тихой водѣ должно укладывать трубы прямо на дно безо всякаго покрытія и безъ особаго изготовленія ложа для нихъ. При употребленіи подвиж. соединен. трубъ опускаютъ собранный наверху проводъ на судахъ на дно. Проводъ проводятъ надъ водой только тамъ, гдѣ имѣются готовые мосты. Онъ долженъ быть хорошо защищенъ отъ дѣйствія мороза и солнца, для чего его нужно окружить дурными проводниками тепла. Соединенія должны быть устроены такимъ образомъ, чтобы были возможны удлиненія трубъ при перемѣнѣ температуры и могли бы выдерживать сотрясенія отъ ѣзды. Вслѣдствіе того эти трубы соединяютъ флянцами съ другими прокладками.

ОСОБЫЯ ЧАСТИ ПРОВОДОВЪ.

1) На развѣтвленіяхъ бываютъ нужны особыя фасонныя части, устроенныя такимъ образомъ, что одно направленіе переходитъ въ другое по касательной. На черт. 127 показана фасонная часть при одностороннемъ, а на черт. 128 — при двухстороннемъ отвѣтвленіи. Эти формы употребляются только тогда, когда вода движется всегда въ одномъ направленіи, если же направленіе движенія воды можетъ измѣняться, какъ это бываетъ въ циркуляціонной сѣти, то употребляютъ фасоны (черт. 129). Такъ какъ на мѣстахъ отвѣтвленій нужны задвижки, то лучше устраивать здѣсь флянцы вмѣсто муфтъ, потому что тогда коробки задвижекъ

могутъ непосредственно привинчены къ флянцамъ трубы.

2) На мѣстѣ развѣтвленія часть воды уходитъ въ вѣтви и нижняя часть главной трубы получаетъ менѣе воды, чѣмъ верхняя. Чтобы средняя скорость отъ этого не измѣнилась, нижняя часть должна получить меньшій диаметръ ($d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$), чтобы переходъ былъ внезапный и потеря напора небольшая, для этого употребляютъ конусообразныя фасоны (черт. 130).

3) Когда въ одной точкѣ сходятся большое число трубъ съ разными направленіями, то употребляютъ распределительные ящики, т.е. чугунные цилиндрическіе сосуды съ колѣнами для трубъ (черт. 131). Эти ящики получаютъ на днѣ спускной край к, а сверху они плотно закрыты привинченной крышкой, которая часто получаетъ къ вершинѣ воздушный край для выпуска воздуха. Эти ящики назначаютъ иногда и для разбора воды, поливки улицъ и проч. Вмѣсто цилиндрическихъ употребляютъ также шарообразныя распределительные ящики.

4) ЗАМЫКАЮЩІЕ ПРИВОРЫ (Задвижки).

На мѣстѣ соединенія двухъ проводовъ располагаютъ задвижки такимъ образомъ, чтобы каждый проводъ могъ быть совершенно отдѣленъ отъ другого и чтобы съ него можно было спустить воду, не препятствуя свободному движенію воды въ другомъ проводѣ. Если вода имѣетъ всегда одно и тоже направленіе, т.е. когда сѣтъ устроена по системѣ развѣтвленія, то въ главномъ проводѣ нужна, въ случаѣ, когда вѣтвь приводитъ къ нему воду, задвижка выше входа вѣтви въ трубу, а если вѣтвь отводитъ воду изъ главной трубы, то послѣдняя получаетъ задвижку ниже входа въ нее вѣтви (черт. 132). Въ обоихъ случаяхъ вѣтви получаютъ тоже задвижки на мѣстѣ ихъ

выхода отъ главной трубы.

Если направленіе воды можетъ измѣниться (сбѣть циркуляціонная), такъ что она то входитъ въ главную трубу, то выходитъ изъ нея, то на узлахъ, гдѣ два или болѣе проводовъ соединяются между собою, слѣдов. преимущественно у распредѣлительныхъ ящиковъ должна каждая труба получить задвижку; во всякомъ случаѣ вѣтви должны быть на концахъ снабжены задвижками, чтобы теченіе воды въ главной трубѣ не зависѣло отъ поврежденій и починокъ въ вѣтвяхъ (черт. 133). Вообще задвижками при устройствѣ проводовъ не слѣдуетъ скупиться, такъ какъ ихъ недостатокъ можетъ быть причиной многихъ неудобствъ.

Задвижки соединяются съ проводами флянцами. Устройство задвижекъ бываетъ весьма различно; одно изъ болѣе употребительныхъ указано на черт. 134. G - помѣщеніе для задвижки, имѣющей прямоугольное или овальное сѣченіе, K - задвижной клинъ, D - бронзовая кольцо, которая при нижнемъ положеніи клина увеличиваютъ плотность прибора. Винтъ S долженъ быть особенно прочно устроенъ, такъ какъ онъ подвергается сильному крученію; его дѣлаютъ изъ мѣди или желѣза.

На черт. 135 представлена задвижка системы Dennis и комп. Трубы закрываются двумя кружками a, цилиндрическія поверхности которыхъ имѣютъ снаружи винтовыя нарѣзки. Обѣ нарѣзки имѣютъ общую гайку b, которую посредствомъ винта d, приводимаго въ движеніе колесомъ B, можно поднимать и опускать. Кромѣ того крышки снабжены снаружи зубчатыми секторами, зубцы которыхъ захватываютъ зубчатныя полосы C, прикрѣпленныя къ стѣнкамъ помѣщенія. Оба зацѣпленія находятся на противоположныхъ сторонахъ помѣщенія.

Когда вращеніемъ винта d гайка поднимается, то, вслѣд-

ствіе зацѣпленія с, крышки а приходятъ во вращеніе въ противоположныя стороны и вывинчиваются въ гайку, вслѣдствіе чего удаляются отъ отверстій трубы. Такимъ образомъ уже въ началѣ движенія задвижки освобождаются отъ давленія воды, чѣмъ значительно облегчается движеніе ея. При опусканіи гайки б, крышки а вывинчиваются изъ гайки и при низкомъ положеніи крѣпко прилегаютъ къ отверстиямъ трубы.

При манипуляціи задвижками нужно болѣе вниманіе обращать на то, чтобы открываніе и закрываніе происходило какъ можно равномернѣе, потому что въ противномъ случаѣ внезапное измѣненіе скорости производитъ гидравлическіе удары, отъ которыхъ можетъ произойти поврежденіе трубы.

Задвижки заключаютъ, или въ особыхъ каменныхъ колодцахъ, или засыпаютъ, какъ и трубы, землею. Въ послѣднемъ случаѣ отъ верхняго конца ея помѣщенія идетъ труба, которая на поверхности улицы оканчивается съемной чугунной крышкой (въ уровнѣ полотна улицы). Задвижка можетъ быть приводима въ движеніе сверху, посредствомъ длиннаго ключа. Во всякомъ случаѣ, по крайней мѣрѣ, главныя задвижки должны быть заключены въ особые колодцы, чтобы можно было производить въ нихъ починки во всякое время, не разбирая мостовую. Ширина колодца не должна быть менѣе 0,75 мтр., толщина кладки 1/2 до 1 кирпича. Колодцы покрываютъ деревянными или каменными, а всего лучше, чугунными крышками, которыя должны быть особенно прочно устроены, тогда, когда находятся внутри проѣзжей части улицы.

Устроенныя на распредѣлительномъ ящикѣ задвижки помѣщаютъ въ одномъ общемъ колодцѣ (распредѣлительномъ колодцѣ), покрытомъ сводомъ. Надъ каждой задвижкой

устанавливать въ сводѣ небольшое отверстіе, закрываемое чугунной крышкой, черезъ которое можно задвижки *приводить* движенье сверху, не входя въ колодезь. Отъ дна колодца долженъ выходить спускъ, отводящій изъ него воду во время спуска воды съ трубъ.

На черт. 136 представлено обыкновенное устройство распределительнаго колодца, а на черт. 137 - въ случаѣ очень большихъ задвижекъ.

Чтобы положеніе задвижки можно было узнать сверху употребляютъ иногда показатель. На черт. 138 представлено устройство такого показателя, основанное на дифференціальномъ движеніи двухъ колесъ. А - малое зубчатое колесо, прикрѣпленное къ винтовому стержню задвижки; В и С - два зубчатыхъ колеса, изъ которыхъ одно имѣетъ однимъ зубцомъ болѣе другого; оба вращаются свободно на общей оси е, прикрѣпленной къ задвижкѣ и сдѣляются съ колесомъ А. Верхнее колесо В имѣетъ концентрическій прорѣзь ор, въ которомъ движется гвоздь д, прикрѣпленный къ нижнему колесу С. При вращеніи винта задвижки, гвоздь д, вслѣдствіе разности скоростей колесъ В и С измѣняетъ свое относительное положеніе и указываетъ положеніе задвижки. При наинизшемъ и наивысшемъ положеніи ея, д находится на концахъ прорѣза, а для точныхъ указаній промежуточныхъ положеній край прорѣза снабженъ дѣленіями С. На наиболѣе низкихъ мѣстахъ проводовъ устраиваютъ спускные краны или задвижки, чтобы въ случаѣ надобности можно было спустить воду изъ нихъ. Эти краны помѣщаютъ часто въ особыхъ колодцахъ, изъ которыхъ отводятъ воду помощью трубъ или каналовъ. (чер. 145).

ВОЗДУШНЫЕ КРАНЫ. (вантузы) нужны на наивысшихъ точкахъ проводовъ, въ которыхъ собирается воздухъ и мѣшаетъ движенію воды. На такихъ мѣстахъ навинчиваютъ на

проводъ газовую трубу, діаметра 10-15 миллмтр., снабженную сверху малымъ краномъ съ ключомъ и чугунной крышкой, которые отъ времени до времени открываютъ. Воздушные краны на трубахъ большихъ діаметровъ заключаютъ иногда въ особые колодцы. Для уменьшенія числа воздушныхъ крановъ бываетъ часто нужно на наивысшихъ точкахъ провода располагать гидранты или устраивать отъ нихъ частныя развѣтвленія, посредствомъ которыхъ воздухъ переносится въ дома.

ГИДРАНТЫ.

Чтобы можно было пользоваться водой провода для публичныхъ цѣлей, какъ - тушенія пожаровъ, поливки улицъ и проч., устраиваютъ по улицамъ на разстоян. 60-100 мтр. другъ отъ друга гидранты или пожарные краны, которые можно открывать и закрывать съ улицы.

Гидранты бываютъ: а) доступные, помѣщающіеся въ колодцахъ, въ которые можно входить и б) недоступные, погруженные въ землю, которыхъ только верхняя часть выходитъ на поверхность.

Когда гидрантъ находится въ колодцѣ, то коробка крана привинчивается прямо къ проводу. Отъ коробки выходитъ колѣно, оканчивающееся винтовой нарезкой, на которое во время употребленія гидранта, навинчиваютъ стоячую трубу, оканчивающуюся немного выше мостовой; къ верхнему концу ея привинчиваютъ каучуковую трубу для поливки или тушенія пожаровъ.

На черт. 139 представлено обыкновенное устройство гидрантовъ, врытыхъ въ землю. a - коробка, прикрѣпленная къ трубѣ провода. y - кранъ, который посредствомъ стержня S, заключеннаго въ трубу b, прикрѣпленную къ коробкѣ, соединенъ сверху съ винтовымъ болтомъ, проходящимъ черезъ сальникъ C и оканчивающ. втулкой для

ключа. Кранъ снабженъ внизу кожаннымъ или каучуковымъ кружкомъ для большей плотности. Внѣтъ въ продольномъ направленіи неподвиженъ; при его вращеніи кранъ поднимается съ мѣста или опускается на него.

Отъ верхней части трубы b выходитъ колѣно h, оканчивающееся винтовой нарезкой и которая обыкновенно закрыта особой крышкой. Иногда отъ гидранта выходятъ два колѣна. Къ нимъ привинчиваются кожанныя или каучуковыя уличныя трубы, d и t находятся немного ниже поверхности улицы въ особой чугунной коробкѣ K, прикрытой чугунной крышкой f въ уровнѣ полотна улицы. Коробка должна имѣть такіе размѣры, чтобы въ ней можно было свободно работать руками.

Кромѣ того гидрантъ долженъ имѣть вентиль, посредствомъ котораго было бы возможно, послѣ закрытія крана v, спустить съ него оставшуюся воду въ трубѣ b, которая зимою могла бы въ ней замерзнуть. На черт. 140 изображенъ американскій гидрантъ съ автоматическимъ опорожненіемъ трубы b. Непосредственно надъ краномъ v устроено отверстіе O, которое открыто, когда гидрантъ закрытъ. Стержень крана s имѣетъ внизу квадратное сѣченіе и можетъ быть опускаемъ и поднимаемъ вращеніемъ цилиндра z, имѣющимъ внутри винтовую нарезку. Когда кранъ у опускается и открываетъ гидрантъ, закрывается отверстіе O. Плотность достигается кольцомъ изъ мягкаго металла, врѣзывающимся въ закругленный конецъ b.

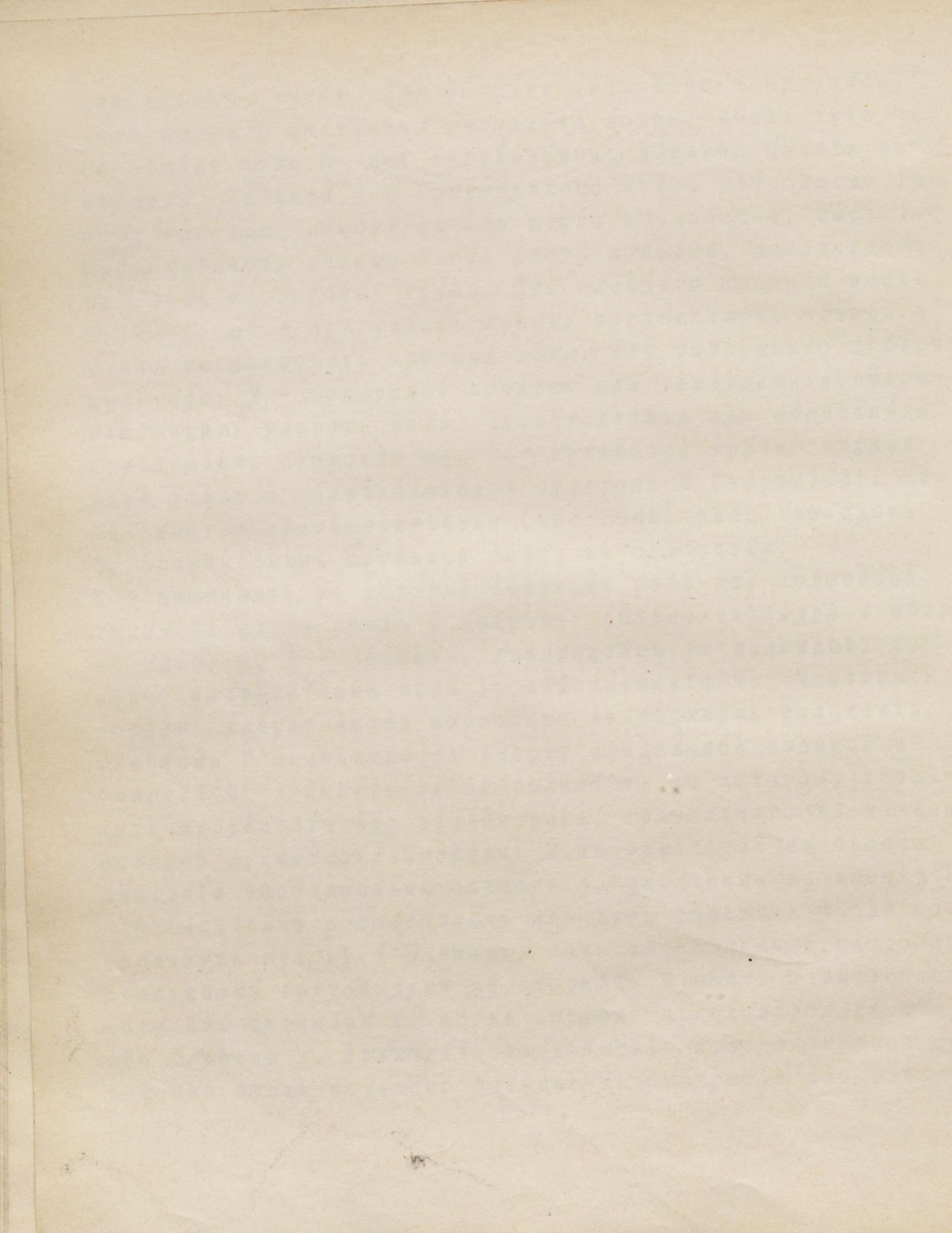
ПОЛОСКАТЕЛЬНЫЕ КРАНЫ. Для чистки уличныхъ кюветовъ и полосканія городскихъ каналовъ устраиваютъ иногда на небольшой высотѣ надъ поверхностью улицъ и на соответственныхъ разстояніяхъ краны, которые для публики недоступны. При открытіи этихъ крановъ, изъ нихъ ^{вытекаетъ} сильная струя воды, которая смываетъ собравшіеся въ кюветахъ нечистоты. Въ широкихъ улицахъ эти полоскатель-

ные краны помѣщаютъ обыкновенно около фонарныхъ столбовъ, а въ узкихъ - у стѣнъ домовъ. Въ Парижѣ эти краны открываютъ 3 раза въ день.

ВОДОРАЗВОРНЫЕ КОЛОДЦЫ. Чтобы и тѣ жители, въ дома которыхъ вода не проведена, могли пользоваться водой водопровода, устраиваютъ на площадяхъ города и на соответственныхъ мѣстахъ улицъ, колодцы, изъ которыхъ вода отпускается даромъ. Вокругъ колодцевъ на площадяхъ устраиваютъ бассейны, воду изъ которыхъ берутъ для пойки лошадей и прочихъ надобностей; кромѣ того, въ жаркіе дни эта вода освѣжаетъ воздухъ: для той же цѣли строятъ фонтаны. Колодцы и фонтаны устраиваютъ иногда съ изяществомъ и служатъ украшеніемъ города.

Колодцы устраиваютъ двоякимъ образомъ: или вода течетъ съ нихъ непрерывно или только во время разбора. При первомъ устройствѣ много воды пропадаетъ даромъ, поэтому его употребляютъ только въ такихъ городахъ, гдѣ вода имѣется съ избыткомъ. Колодцы, съ прерывнымъ теченіемъ воды только во время надобности, устраиваются на болѣе оживленныхъ улицахъ города, на разстояніяхъ около 200 мтр. другъ отъ друга, въ менѣе оживленныхъ улицахъ это разстояніе бываетъ 300 мтр. и болѣе. На черт. 141 указано прежнее устройство такихъ колодцевъ. Отъ проводной трубы поднимается вертикальная труба D, которая разбѣжена отъ рукава r шаровымъ клапаномъ, прижимаемымъ водою снизу къ отверстію. Когда желаютъ брать воду, поднимаютъ рычагъ R вверхъ, вслѣдствіе чего стержень s опускается внизъ, отодвигаетъ шаръ и пропускаетъ воду. Когда на R не дѣйствуютъ, то онъ опускается самъ собою внизъ и теченіе воды прекращается. Чтобы колодцемъ можно было пользоваться, какъ гидрантомъ, на подземной трубѣ имѣется колѣно п, къ которому, открывъ дверцы д, можно привинтить пожарную

или уличную трубу. Эти колодцы имѣютъ то неудобство, что труба D постоянно наполнена водою, вследствие чего лѣтомъ вода въ ней согрѣвается, а зимой можетъ замерзнуть. На черт. 142 представлено новое устройство такого колодца, свободное отъ этого неудобства; черт. 143 представляетъ нижнюю часть этого колодца, находящуюся въ землѣ на глубинѣ трубы. Отъ главнаго провода идетъ труба A; въ B она имѣетъ кранъ, посредствомъ котораго можно регулировать притокъ воды, или совершенно прекращать его. W - воздушный колпакъ для уничтоженія гидравлическихъ ударовъ воды, происходящихъ при внезапныхъ измѣненіяхъ скорости ея, D - подъемная труба, идущая выше улицы и оканчивающаяся рукавомъ M (черт. 142); она начинается непосредственно (черт. 143) надъ клапаномъ C, прижимаемымъ пружиной снизу къ отверстию. E - цилиндръ, въ который стекаетъ вода изъ подъемной трубы D, когда кранъ C закрытъ; объемъ цилиндра = объему трубы D. F - поршень, двигающійся въ цилиндрѣ, который посредствомъ вѣса I, дѣйствующаго на стержень P поршня, удерживается постоянно въ верхнемъ положеніи. Стержень P оканчивается вверху продольной выемкой w (черт. 142) и имѣетъ здѣсь роликъ v, по которому скользить окружность adc эксцентрика, приводимаго въ движеніи снаружки рукояткой. Стержень P направляется въ своемъ движеніи неподвижнымъ болтомъ p, входящимъ въ выемку w. Эксцентрикъ s составленъ изъ дугъ различнаго радіуса. Подвинувъ рукоятку R внизъ, понижается весьма скоро посредствомъ крутой дуги ad, поршень F внизъ и вытѣсняетъ воду изъ цилиндра E. Когда поршень приблизится къ стержню C крана v, приходитъ въ дѣйствіе пологая кривая cd, которая очень медленно открываетъ отверстіе или закрываетъ его.



УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДОВЪ ВЪ ДОМАХЪ.

Эти проводы получаютъ различное устройство, смотря по системѣ доставки воды (непрерывной, пережимающейся, неограниченной). Такъ какъ въ послѣднее время почти исключительно устраиваютъ проводы по неограниченной системѣ, ибо только она можетъ удовлетворить ^вполнѣ потребностямъ жителей, то въ дальнѣйшемъ будемъ заниматься устройствомъ водопроводовъ только по системѣ неограниченнаго разбора. По этой системѣ потребитель можетъ во всякое время брать столько воды сколько допускаетъ діаметръ крана въ зданіи и дѣйствующее въ проводѣ давленіе. Діаметръ крановъ опредѣляется по приблизительному максимальному часовому расходу; его величина колеблется между 1-4 дюйм. При неограниченной системѣ, существуетъ два способа взиманія платы за воду: 1) по величинѣ расхода воды потребителями при чемъ расходъ измѣряется водомерами. Вслѣдствіе того, что здѣсь плата берется за каждое ведро, жители скупаются расходовать воду и потому, не только санитарныя условія, но и хорошая чистота въ городѣ трудно достижимы. 2) a discretion, при чемъ расходъ опредѣляется приблизительно сообразно домашнимъ или промышленнымъ условіямъ потребителя. При послѣднемъ способѣ невозможно опредѣлить точно расходующее количество почему нерѣдко случается, что нѣкоторые потребители оплачиваютъ меньшее количество воды, чѣмъ расходуютъ; но этотъ способъ не требуетъ водомеровъ, вслѣдствіе чего устройство домашнихъ проводовъ обходится дешевле и потребители менѣе стѣсняются брать воду. Вслѣдствіе этого при способѣ a discretion пользованіе водою всегда бываетъ больше, чѣмъ при способѣ водомеровъ, поэтому онъ болѣе распространенъ. Возможная при этомъ

расточительность воды может быть устранена употребленіемъ особс устроенныхъ крановъ.

ПРОВОДЪ ОТЪ ГЛАВНОЙ ТРУБЫ ВЪ ДОМА.

Вода въ дома проводится или изъ главной уличной трубы или же изъ побочной ей параллельной. При проводѣ въ дома уже существующіе, передъ каждымъ домомъ укладывается труба съ отвѣтвленіемъ, изъ котораго вода и проводится въ домъ. Если же проводъ имѣетъ въ виду снабжать водой и тѣ дома, которые будутъ построены только въ будущемъ, то поступаютъ двоякимъ образомъ. 1) на томъ мѣстѣ, откуда должна выходить труба въ домъ, просверливаютъ въ уличной трубѣ отверстіе или 2) на тѣхъ мѣстахъ вставляютъ особня трубы съ отвѣтвленіями, которыя имѣютъ кранъ и особую крышку, какъ на черт. 146 с и в.

ПРОСВЕРЛИВАНІЕ УЛИЧНОЙ ТРУБЫ.

Просверливаніе должно быть исполнено безъ прекращенія движенія воды въ трубѣ; употребляемый для этой цѣли приборъ представленъ на черт. 147. На томъ мѣстѣ уличной трубы, гдѣ должно быть просверлено отверстіе, устанавливаютъ кожанный кружокъ а и обхватываютъ трубу двумя кольцами а и а крѣпко натянутыми болтами б. Верхнее полукольцо а, лежитъ на кожанномъ кружкѣ и представляетъ гайку, въ которую ввинчиваютъ короткую трубу ff съ флянцемъ g на верху. Въ серединѣ ff помѣщаютъ кранъ п, имѣющій такое устройство, что сквозь него можетъ проходить стержень сверла SS. На фланцѣ g располагаютъ каучуковый кружокъ l, а на него устанавливаютъ горизонтальную часть угла ш, которую крѣпко привертываютъ къ флянцу g. Каучуковый кружокъ образуетъ набивку для стержня g не пропускающую воду изъ трубы. Въ уголь ш входитъ винтъ з, оканчивающійся внизу остріемъ, посредствомъ этого острія производятъ на сверильный стержень

SS требуемое давленіе, стержень сверла пригодится во вращеніе рукояткой К. Когда отверстие просверлено, отвинчиваютъ уголь W, отодвигаютъ его въ сторону и поднимаютъ стержень S такъ, чтобы его конецъ находился немного выше крана д, затѣмъ поворачиваютъ кранъ п на 90°, вслѣдствіе чего онъ закроетъ трубу г. Послѣ того вынимаютъ сверло S и привинчиваютъ къ г трубу домашнего провода. Когда устройство послѣдняго окончено, впускаютъ въ него воду, повернувъ соотвѣтственно кранъ п. Особая часть ff навсегда остается привинченной къ проводу. Второй способъ, при которомъ въ уличномъ проводѣ на соотвѣтственныхъ мѣстахъ помѣщаютъ особія трубы а съ отвѣтвленіями д (черт. 146) для предполагаемыхъ домашнихъ проводовъ обходится дороже при самомъ устройствѣ, такъ какъ онъ требуетъ большое число задвижекъ.

Отростки обыкновенно закрыты привинченными къ нимъ крышками б, а задвижки с (черт. 146) служатъ для того, чтобы при соединеніи домашняго провода съ отростками (для чего нужно удалить крышку) можно-бы закрыть уличный проводъ такимъ образомъ, чтобы вода изъ него не вытекала въ отростокъ и чтобы другіе потребители въ это время не оставались безъ воды. Особія трубы а съ отвѣтвленіями вставляются въ проводъ только передъ тѣми зданіями или на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ прокладка вѣтвей ожидается въ скоромъ времени, въ противномъ случаѣ онѣ будутъ представлять мертвый капиталъ. Проводъ отъ уличной трубы въ домъ оканчивается обыкновенно на границѣ владѣнія задвижкой или краномъ, который доступенъ только правленію водопровода и имѣетъ цѣлью принудить потребителя къ исполненію его обязательствъ. Обыкновенно часть домашняго провода отъ уличной трубы до границы частнаго водопровода сооружается на счетъ владѣльца дома, но его содержаніе поручается правленію водопровода.

Устройство проводовъ внутри частныхъ владѣній представляется ихъ владѣльцамъ и не подлежитъ контролю водопровода.

ПРОВОДЫ ВЪ ДОМАХЪ.

Устройство водопровода въ зданіи при неограниченной системѣ разбора представлено на черт. 148 и 149. Труба идущая отъ уличнаго провода, проводится подъ поломъ подвала къ внутренней стѣнѣ зданія (гдѣ она снабжается обыкновенно краномъ a) поднимается вдоль стѣны черезъ всѣ этажи на чердакъ и здѣсь оканчивается пожарнымъ краномъ b. Отъ подъемной трубы выходятъ вѣтви въ отдѣльныя помѣщенія, въ которыхъ онѣ оканчиваются кранами c. На верхнемъ концѣ подъемной трубы полезно устроить воздушный колоколь, чтобы сдѣлать безвредными гидравлическіе удары, происходящіе при внезапномъ открываніи и закрываніи крановъ. На черт. 148 указано простѣйшее устройство, при которомъ трубы идутъ непосредственно къ мѣстамъ потребления, а на фиг. 149 — устроены двѣ подъемныхъ трубы, образующія параллелограмъ съ соединительными внизу (въ подвалѣ) и вверху (на чердакѣ). Относительно наиболѣе нѣлесообразнаго способа расположенія трубныхъ вѣтвей и ихъ соединенія съ подъемной трубой не могутъ быть даны общія правила, такъ какъ это зависитъ отъ величины и положенія помѣщеній; вообще слѣдуетъ здѣсь руководствоваться тѣми же правилами, что и при устройствѣ главныхъ трубъ распредѣляющихъ воду по улицамъ. Важнѣйшія правила суть: 1) Непосредственно на томъ мѣстѣ, гдѣ подъемная труба входитъ въ зданіе, долженъ находиться главный кранъ. 2) Каждый проводъ выходящій изъ подъемной трубы, долженъ имѣть особый кранъ и, чтобы въ случаѣ надобности могъ быть исключенъ изъ провода. 3) Труба не должна имѣть изгибовъ въ вертикальномъ направленіи, потому

что въ верхнихъ точкахъ изгиба образуется воздушная подушка, препятствующая движенію воды. Воздухъ вообще мѣшаетъ правильному теченію воды въ трубѣ. Водяныя же подушки имѣютъ то неудобство, что послѣ прекращенія теченія воды въ подъемной трубѣ онѣ остаются въ низкихъ частяхъ изгибовъ и могутъ служить причиною разрыва трубы зимой. 4) Труба должна быть защищена отъ дѣйствія тепла и холода, потому тамъ, гдѣ труба входитъ въ стѣну зданія снаружи, она должна находиться по крайней мѣрѣ на 1,25 мтр. ниже поверхности грунта. Если бываетъ невозможно проводить трубы черезъ пространства свободныя отъ промерзанія, то ихъ окружаютъ дурными проводниками тепла: соломой, войлокомъ и пр. При сильныхъ морозахъ эти средства бываютъ часто недостаточны и въ такомъ случаѣ полезно бываетъ ночью, когда вода въ трубахъ не движется спускать въ нихъ воду, или же открывъ немного кранъ, привести воду въ тихое, но постоянное движеніе. 5) Трубы не слѣдуетъ проводить черезъ углубленія въ стѣнахъ (особенно вдоль стѣнъ) и задымлять ихъ тамъ, потому что тогда трудно бываетъ открыть поврежденныя мѣста. 6) Трубы не слѣдуетъ проводить вдоль стѣнъ снаружи зданія и вездѣ гдѣ возможно ихъ слѣдуетъ вводить въ зданіе черезъ подвалъ и иныя пространства. Гдѣ необходимо провести трубу снаружи, тамъ она не должна соприкасаться съ кладкой; для этого нужно въ стѣнѣ устроить небольшой каналъ и помѣстить въ него трубу такимъ образомъ, чтобы она со всѣхъ сторонъ была окружена воздухомъ и заполнить каналъ дурными проводниками тепла: соломой, золой, древесными опилками и пр. Лучше всего проводить трубы внутри зданія и вдоль угловъ.

Домовыя трубы.

Трубы для домашнихъ проводовъ употребляются чугуныя

ныя, желѣзныя и свинцовыя и иногда также мѣдныя и оловячныя.

Чугунныя трубы употребляются преимущественно для проводовъ, находящихся въ садахъ или на дворѣ; внутри зданія онѣ неудобны, вслѣдствіе трудности измѣненія направленія провода, ибо для каждаго изгиба приходится выливать отдѣльную штуку. Желѣзныя трубы діаметромъ не болѣе $3/4"$ можно гнуть въ холодномъ состояніи; трубы же большаго діаметра изгибають въ горячемъ состояніи. Такъ какъ желѣзныя трубы скоро ржавѣють, то во избѣжаніе этого ихъ покрываютъ гальваническимъ цинкомъ, а такъ какъ цинковое покрытие при нагрѣваніи трубы плавится, то для изгибовъ трубы, діаметромъ большихъ $3/4"$, вставляются особныя части, указанныя на черт. 150, 151, у которыхъ одинъ конецъ a представляетъ собою винтъ, ввинчивающійся въ трубу, а другой b гайку для другой трубы. Для отвѣтвленій употребляются фасоны, представленныя на черт. 152 и 153; здѣсь каждый конецъ фасона представляетъ собою гайку. Для перемѣны діаметра трубы употребляются фасоны, указанные на черт. 154, 155 тоже съ внутренней рѣзью на концахъ b. Фасонныя части уличнаго провода, указанные на табл. 11, разнятся отъ только что описанныхъ фасоновъ домашняго провода только флянцами вмѣсто рѣзвы и матеріаломъ.

Всею чаще употребляютъ свинцовыя трубы, такъ какъ ихъ легко можно изгибать по всевозможнымъ направленіямъ, онѣ дешевы и не подвержены изнашиванію, особенно когда вода жесткая, содержащая много извести и углекислоты. Для мягкой воды (содержащей менѣе чѣмъ 0,005 углекислыхъ и сѣрнокислыхъ солей) употребляютъ свинцовыя трубы, обработанныя растворомъ сѣрнокислаго калия (ибо мягкая вода растворяетъ свинецъ), который покрываетъ свинецъ нерастворимой пленкой сѣрнокислаго

свинца; или для той же цѣли напояняютъ трубы водой, въ которой растворенъ фосфористый натръ въ отношеніи 0,000004 и оставляютъ ихъ въ такомъ положеніи на нѣсколько недѣль. Эти покрытія непрочны и способовъ, совершенно устраняющихъ раствореніе свинца пока нѣтъ.

Въ послѣднее время употребляютъ часто тонкія оловянные трубы, заключенныя въ толстыя свинцовыя трубы. Трубы, ведущія отъ уличнаго провода въ зданіе подвергаются пробному испытанію на давленіе отъ 10 до 20 атмосферъ; трубы не испытывающія давленія, какъ напримѣръ тѣ, которыя отводятъ воду изъ кухонь, ваннъ и проч. испытанію не подвергаются и могутъ получать болѣе тонкія стѣнки.

СОЕДИНЕНІЕ СВИНЦОВЫХЪ ТРУБЪ.

Конецъ одной трубы посредствомъ конического куска дерева уширяютъ воронкообразно (черт. 156) вставляютъ въ него вѣмного заостренный конецъ другой трубы на глубинѣ 2-5 смт. и при постоянномъ нагрѣваніи запаиваютъ концы. Для паяльнаго вещества берутъ: 5 частей олова на 3 части свинца; эта смѣсь плавится при 181°C . Спаиваемыя поверхности очищаютъ и покрываютъ насыщеннымъ растворомъ цинка съ соляной кислотой, выпареннымъ до густоты жидкаго масла; къ этому раствору прибавляютъ нашатыря. Чтобы соединить одну трубу съ другой подъ угломъ, срѣзаютъ конецъ отвѣтвляющейся трубы подъ соответственнымъ угломъ и вѣмного его заостряютъ. Затѣмъ прорѣзываютъ въ главной трубѣ a - отверстіе такимъ образомъ, чтобы первая труба могла быть въ него вставлена подъ требуемымъ угломъ; при этомъ надо обращать вниманіе на то, чтобы вѣтвь не выступала внутрь трубы; затѣмъ этотъ стыкъ спаиваютъ (черт. 157, 158). На тѣхъ мѣстахъ, гдѣ приходится трубы часто разъединять, соединяютъ ихъ флянцами, которые образуютъ оггибаніемъ кон-

цовъ трубы (черт. 159). Затѣмъ флянцы хорошо притирають, надѣвають на нихъ желѣзные или мѣдныя кольца a и крѣпко ихъ свинчивають. Въ такихъ случаяхъ употребляютъ также часто винтовныя муфты (черт. 160). Для этого употребляютъ 2 короткія желѣзныя трубы a, изъ которыхъ одна имѣетъ немного выступающій бортъ b, и другая утолщеніе c съ нарѣзкой. На первую надѣвають муфту d съ внутренней нарѣзкой и такимъ образомъ свинчивають концы трубъ, между которыми для большей герметичности, помѣщаютъ каучуковое кольцо. Подобное соединеніе употребляютъ и для желѣзныхъ трубъ. Желѣзныя трубы соединяють со свинцовыми f посредствомъ слайки. Желѣзныя трубы свинчивають муфтами (черт. 161 и 162); на концахъ онѣ получаютъ нарѣзки a и b длиною 2-3 с/ш или же соединяють ихъ флянцами изъ кожи, каучука, войлока и т.п. ПОДВИЖНЫЯ ГИБКІЯ ТРУБЫ употребляютъ для тушенія пожаровъ, поливки улицъ и проч.

Ихъ изготовляютъ изъ каучука, кожи или пенъки. Кожанныя употребляютъ рѣдко, вслѣдствіе ихъ высокой стоимости; онѣ удобны при высокихъ давленіяхъ воды. Каучуковныя употребляютъ при не очень высокихъ давленіяхъ; для увеличенія крѣпости ихъ обдѣлываютъ внутри пенъкой, а снаружи кожей. Когда тонкія трубы должны служить для всасыванія, то онѣ получаютъ внутри сильно изогнутую по спирали проволоку съ цѣлю устранить ихъ сплющиваніе. Такую проволоку дѣлають въ трубахъ и не всасывающихъ. Пенъковыя трубы не плотны, поэтому часто пенъку проваривають въ дубильной кислотѣ, а самые пенъковые рукава внутри обдѣлываются каучукомъ. Эти трубы соединяють между собой и съ другими трубами гидрантами посредствомъ металлических трубокъ прикрѣпленныхъ къ ихъ концамъ. Всего чаще употребляютъ свинчиваніе. На черт. 163 обѣ мѣдныя трубки a и b снабжены на поверх-

ности зубчатыми кольцевыми углубленіями, на которыя надѣваютъ концы гибкихъ трубъ; оба конца металлическихъ трубъ соединяють между собой винтовой трубкой д. На черт. 164 показано часто употребляемое соединеніе. Труба а имѣетъ 2 кольцеобразныхъ утолщенія ѳ, между которыми вращается кольцо с, имѣющее 2 диаметрально противоположныхъ выступа параллельные оси трубы и оканчивающіеся крючками шш. Труба б оканчивается двумя клинообразными полукольцами д за которыя захватываютъ выступы шш кольца с прижимающіе выступы другъ къ другу, тѣмъ болѣе, чѣмъ далѣе они будутъ повернуты.

ДОМОВЫЕ КРАНЫ. Краны въ домовыхъ проводахъ устраиваютъ такимъ образомъ, чтобы они при быстромъ вращеніи медленно открывались и закрывались. На черт. 165 указанъ такой кранъ съ горизонтальнымъ, а пунктиромъ с съ вертикальнымъ стокомъ (съ вертикальнымъ стокомъ краны устраиваются для домашнихъ цѣлей; для поливки, для тушенія пожаровъ дѣлаютъ горизонтальный стокъ и надѣваютъ рукавъ).

Труба имѣетъ вертикальную перегородку ѳ, которая дѣлитъ сдѣланное надъ нею отверстіе на 2 части. Это отверстіе закрыто каучуковымъ кружкомъ шш, захатымъ между флянцами. Этотъ кружокъ прижимается къ краямъ отверстія и къ перегородкѣ мѣднымъ клапаномъ п. Стержень клапана с имѣетъ винтовую нарезку, для которой гайкой служить пуговица г, находящаяся снаружи. Эта пуговица можетъ свободно вращаться, не перемѣщаясь поступательно. При вращеніи пуговицы стержень с ввинчивается въ нее медленно, поднимаетъ въ срединѣ каучуковый кружокъ ш и восстанавливаетъ сообщеніе между особыми отдѣленіями а и б трубы.

При другихъ устройствахъ это сообщеніе восстанавли-

ется посредством нажатія на пуговицу, которая послѣ прекращенія давленія на нее сама возвращается въ прежнее положеніе и закрываетъ трубу. Чтобы эти краны можно было употреблять для поливки, концы ихъ иногда получаютъ нарѣзки, на которыя можно привинчивать гибкую трубу. Но обыкновенно устраиваютъ для этой цѣли особые гидранты діаметромъ $1/2 - 2$ дюйма, которые помѣщаютъ на чердакѣ, а въ большихъ зданіяхъ на лѣстницахъ и корридорахъ. Для прикрѣпленія къ стѣнѣ они получаютъ особые флянцы X съ отверстіями для гвоздей или для болтовъ (черт. 166). Гидранты въ садахъ имѣютъ такое же устройство, какъ и гидранты въ зданіяхъ, но только вмѣсто вертикальныхъ они получаютъ горизонтальные флянцы, которыми прикрѣпляются къ погруженному въ грунтъ бревну, отверстіе для выхода воды обращено вверхъ и прикрыто чугунной крышкой, находящейся въ уровень съ поверхностью грунта. Проводъ къ садовымъ гидрантамъ получаетъ скатъ къ главному домашнему крану, чтобы открытіемъ его можно было спустить изъ провода воду.

Фонтаны въ частныхъ владѣніяхъ состоятъ изъ бассейна, изъ кирпича или камня, а малые изъ бетона, который покрываютъ смѣсью изъ сала и воска, вслѣдствіе чего цементъ получаетъ цвѣтъ песчаника; глубина бассейна бываетъ рѣдко болѣе 0,2 мтр.; въ срединѣ поднимается проводная труба до горизонта воды, которая оканчивается соотвѣтственнымъ отверстіемъ. Высота струи зависитъ отъ формы отверстія. Изъ коническихъ наконечниковъ струя поднимается выше, чѣмъ изъ цилиндрическихъ. Высота струи увеличивается также съ діаметромъ наконечника. Иногда отверстіе снабжается различными украшеніями и фигурами. Бассейны

получаютъ спускъ и переливъ; спускъ снабжается стѣной. Обыкновенно спускъ и переливъ оканчиваются въ одной общей трубѣ. Для освѣженія воздуха въ помѣщеніяхъ устраиваютъ иногда фонтаны и въ комнатахъ.

Для сохраненія свѣжести провизіи устраиваютъ холодильные шкафы, внутри которыхъ помѣщены трубы. Въ этихъ послѣднихъ движется постоянно свѣжая вода.

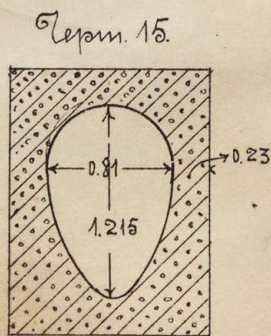
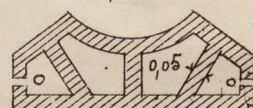
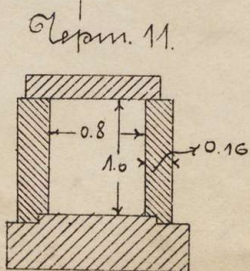
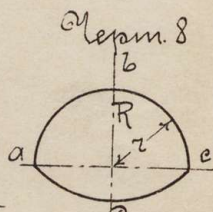
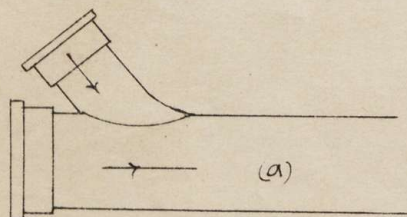
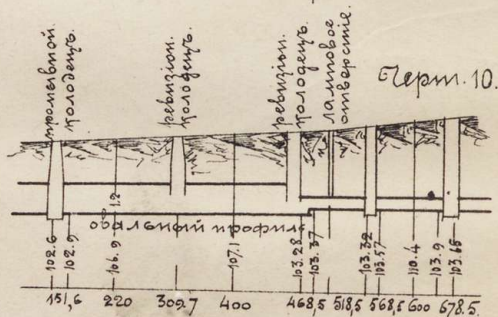
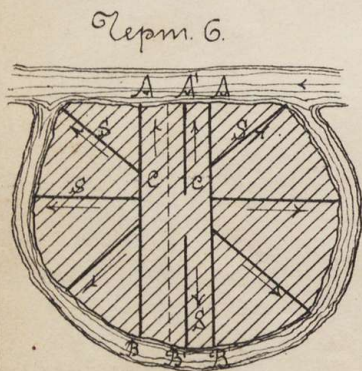
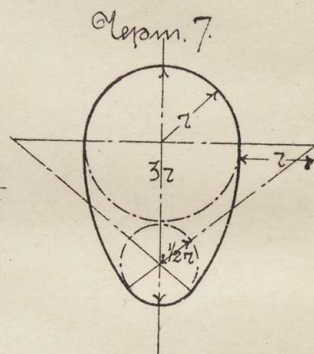
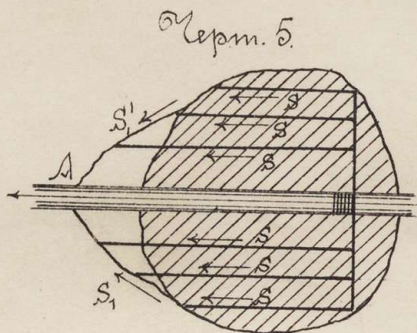
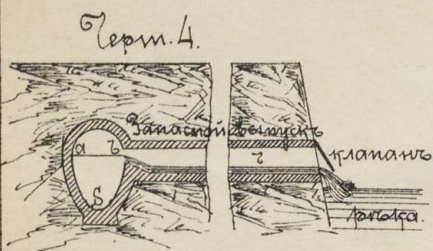
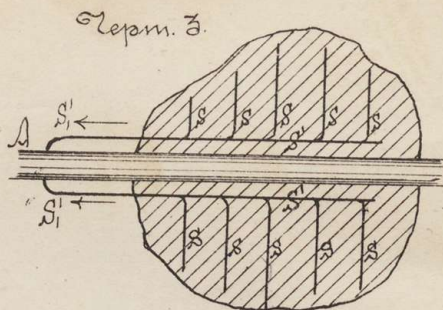
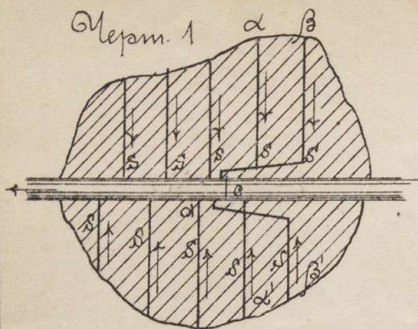
ВОДОМѢРЫ. Водомѣры по причинѣ ихъ дороговизны ставятся только тамъ, гдѣ воды потребляется большое количество напр. въ большихъ домахъ, на пивоваренныхъ заводахъ и пр. Водомѣры должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ. 1) указывать точно количество воды, прошедшей черезъ приборъ, такимъ образомъ, чтобы его можно было всегда прочесть на циферблатѣ. 2) Водомѣръ долженъ быть построенъ такимъ образомъ, чтобы его можно было употреблять при всякомъ давленіи воды. 3) Вода при проходѣ ея въ приборъ должна претерпѣвать по возможности меньшую потерю напора. 4) Водомѣръ не долженъ быть чувствителенъ къ засоренію грязью, пескомъ и пр. 5) Стоимость водомѣра не должна быть высока. До сихъ поръ не существуетъ водомѣра, который удовлетворялъ бы вполнѣ этимъ условіямъ. Для практики достаточно, чтобы водомѣръ указывалъ расходъ воды съ точностью до 1-го ведра, но есть водомѣры, которые указываютъ съ точностью до 1 лит. Существуютъ двѣ системы водомѣровъ: турбинная и поршневая. Въ водомѣрахъ первой системы турбина приводится во вращеніе протекающей водой, при чемъ число оборотовъ вала передается счетчику; такъ какъ внутри извѣстныхъ предѣловъ число оборотовъ турбины пропорціонально количеству протекающей воды, то счетчикъ и можетъ служить для его измѣренія. При второй системѣ приводится водой въ движеніе поршень, число пор-

шневых ходовъ передается счетчику, чѣмъ опредѣляется число наполненій цилиндра, а слѣдовательно и количество протекающей воды. Поршневые водомѣры обладаютъ большей точностью, между тѣмъ какъ турбинные при меньшей точности страдаютъ еще тѣмъ неудобствомъ, что проходъ счѣнь малаго количества воды недостаточенъ для приведенія колеса въ движеніе, поэтому стрѣлье немного кранъ, можно спускать черезъ него воду продолжительное время и такимъ образомъ взять много воды, которая водсмѣромъ вовсе не будетъ указана. Турбинные водомѣры дешевле поршневыхъ и вслѣдствіе простоты ихъ устройства, не такъ легко портятся. Цѣна водомѣровъ колеблется между 50—200 р. На черт. 167 представленъ схематически водомѣръ турбинной системы. Вода входитъ черезъ трубу Е въ чугунный ящикъ А, вложенный въ другой такой же ящикъ В. Изъ А вода проходитъ черезъ мелкія отверстія и благодаря этому оставляетъ тяжелыя частицы въ ящикѣ А. Изъ пространства между А и В вода по трубѣ Е идетъ въ верхнюю половину водомѣра С. Послѣдній обыкновенно бываетъ чугунный и раздѣляется стѣнкою mn на двѣ части CD. Верхняя половина D въ свою очередь раздѣлена на двѣ части: въ верхней части M, къ которой вода не имѣетъ доступа, находится механизмъ счетчика К, а въ нижней C сѣтка, черезъ которую вода входитъ въ барабанъ R, имѣющій видъ турбины; изъ этого барабана вода вытекаетъ по направленію стрѣлокъ. Барабанъ надѣтъ на вертикальный валъ F съ безконечнымъ винтомъ Q на концѣ сѣппленнымъ съ системой колесъ, отъ которыхъ движеніе передается стрѣлкѣ, передвигающейся по циферблату, находящему на верхней крышкѣ прибора. На черт. 168 указанъ приборъ Кеннеди, водомѣръ поршневой системы. Онъ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей:

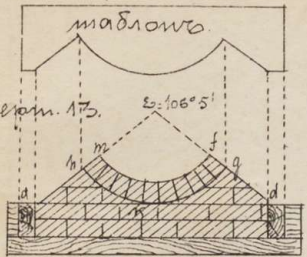
1) измѣрительнаго цилиндра А, въ который входитъ вода и 2) пространства В для счетчика свободнаго отъ воды. Въ А двигается высокій поршень р. Стержень поршня S проходитъ черезъ сальникъ К и оканчивается вверху зубчатой полосой Z. Полоса Z сдѣплена съ зубчатымъ колесомъ, имѣющимъ два пальца t, изъ которыхъ одинъ захватываетъ стержень груза У, свободно вращающійся на оси колеса Р, поднимаетъ его вверхъ и опрокидываетъ въ другую сторону. При обратномъ движеніи поршня р колесо Р получаетъ обратное вращеніе и другой палецъ t вращаетъ грузъ У въ сторону, противоположную первой. Грузъ У при каждомъ паденіи ударяетъ по стержню R крапа распределительнаго механизма, помѣщеннаго въ М, вслѣдствіе чего вода то входитъ снизу поршня въ цилиндръ, то сверху и изъ него происходитъ подниманіе и опусканіе поршня. Происходящее въ ту и другую сторону движеніе оси колеса Р преобразовывается посредствомъ коническихъ зацепленій N въ непрерывное вращательное движеніе въ одну сторону, отсюда идетъ передача счетчику.

Набивка поршня р состоитъ изъ круглаго каучуковаго кольца V, не соединеннаго съ тѣломъ поршня, такъ что при движеніи поршня здѣсь происходитъ треніе каченія, (всегда меньше тренія 1-го рода).

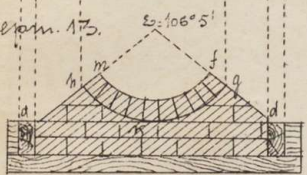
Изд. Штенгель



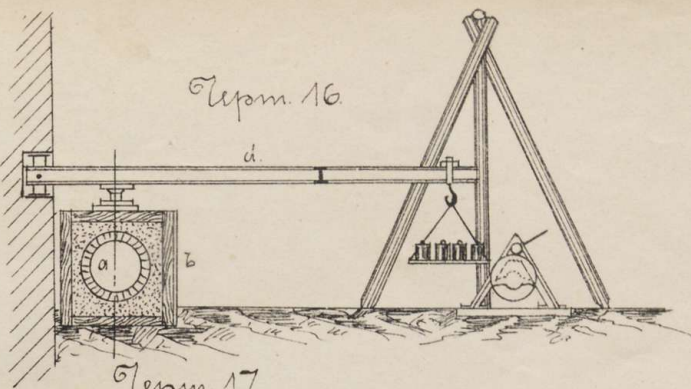
Черт. 12



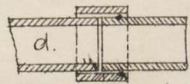
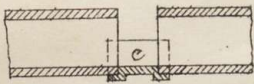
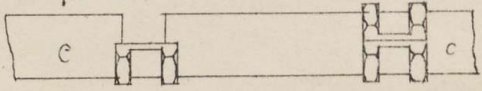
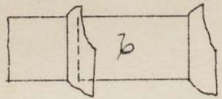
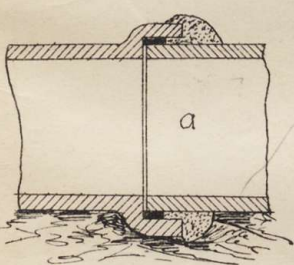
Черт. 175.



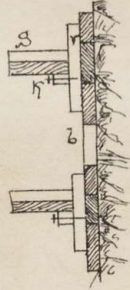
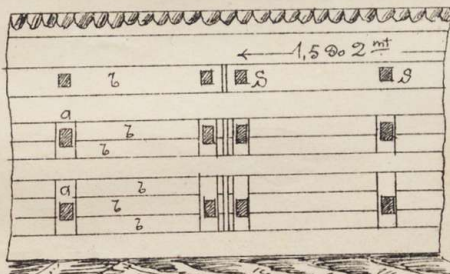
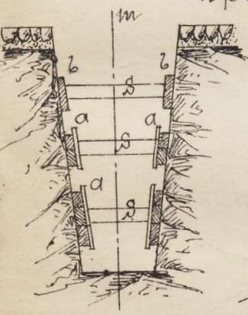
Черт. 16



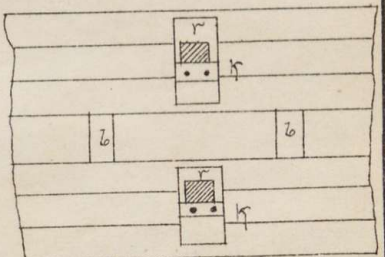
Черт. 17



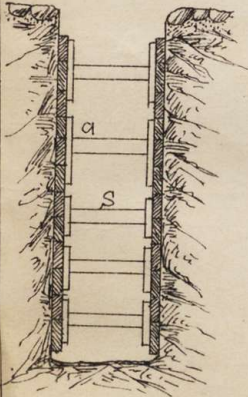
Черт. 18



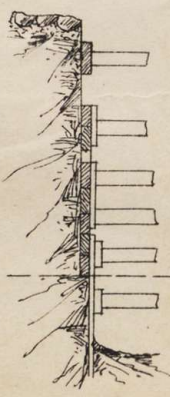
Черт. 19



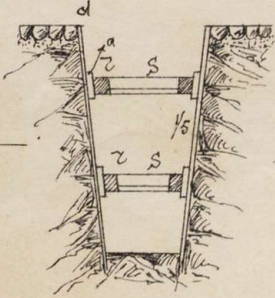
Черт. 20



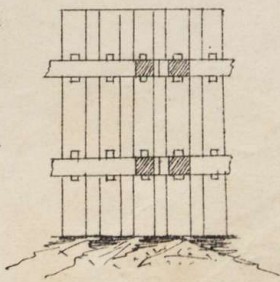
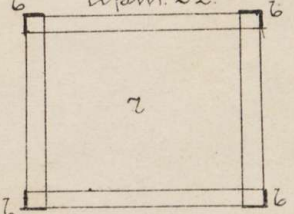
Черт. 21



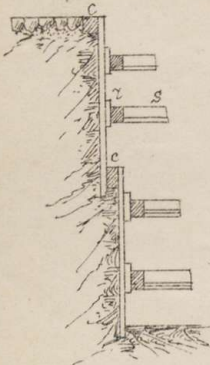
Черт. 23



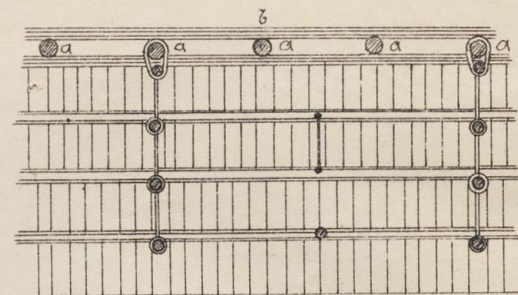
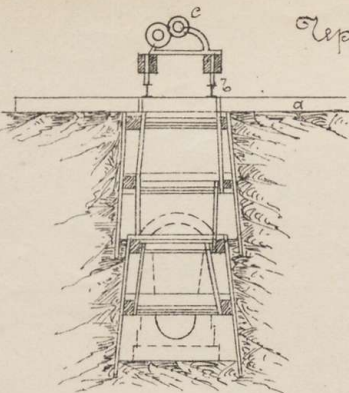
Черт. 22



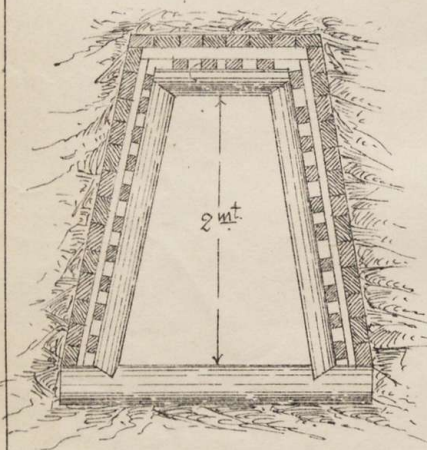
Черм. 24.



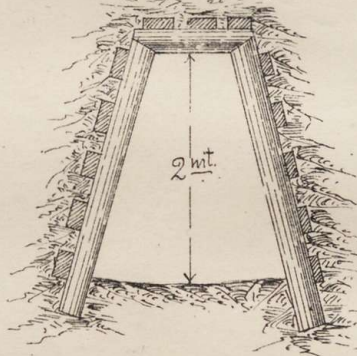
Черм. 25.



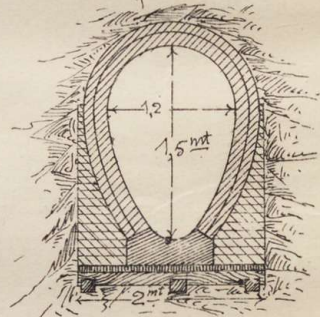
Черм. 26.



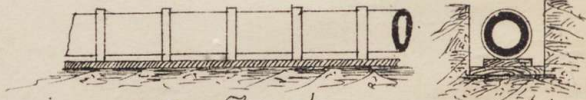
Черм. 27.



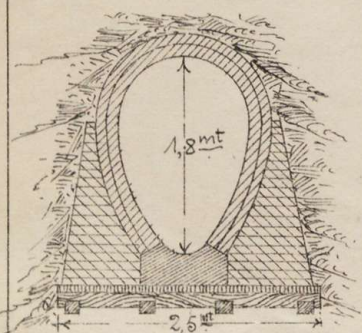
Черм. 28.



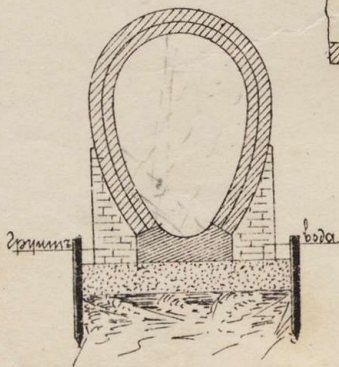
Черм. 30.



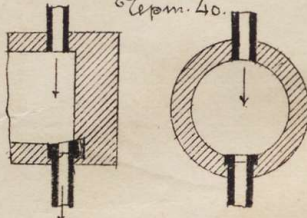
Черм. 29.



Черм. 31.



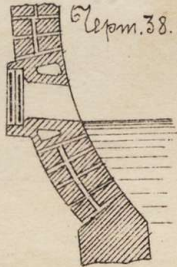
Черм. 40.



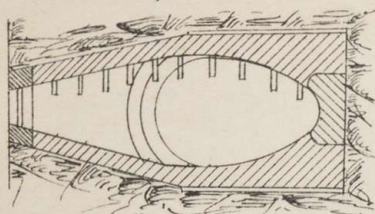
Черм. 39.



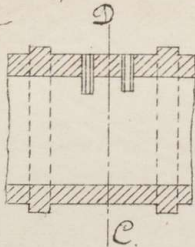
Черм. 38.



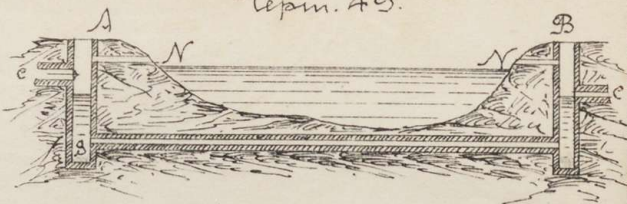
Черм. 50.



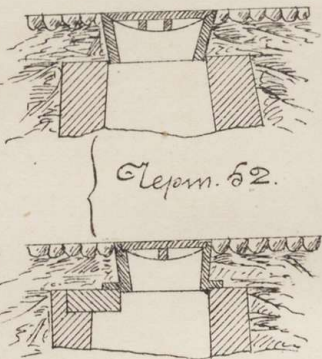
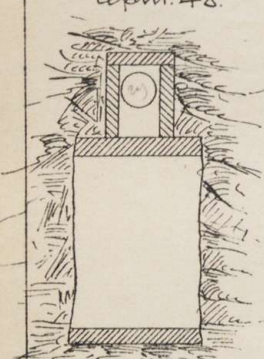
Черм. 51.



Черм. 49.

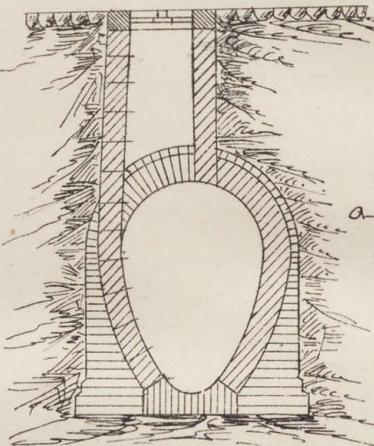


Черм. 48.

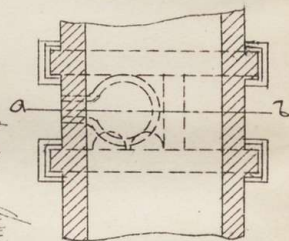


Черм. 52.

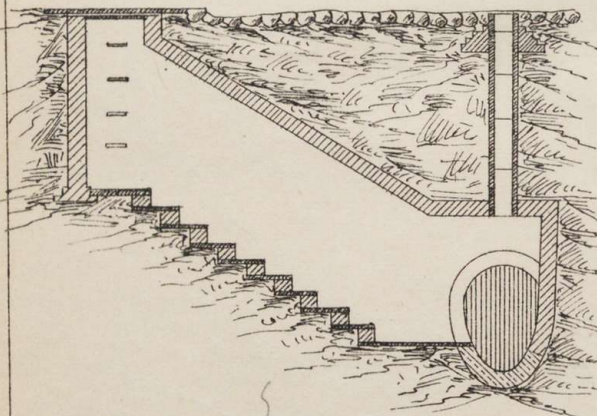
Черм. 53.



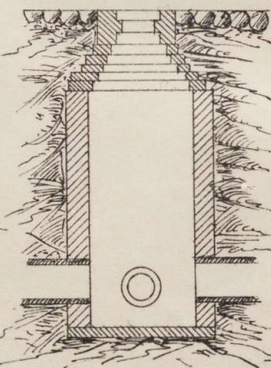
Черм. 54.



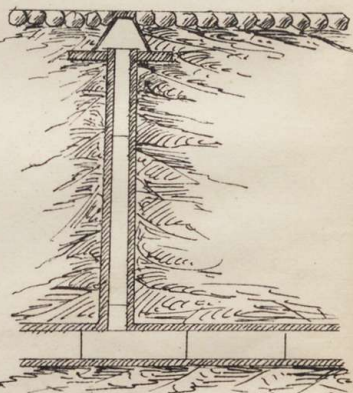
Черм. 55.



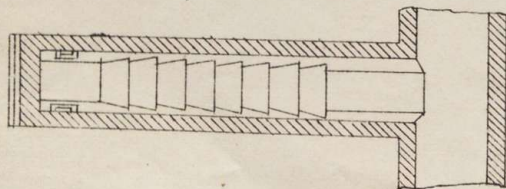
Черм. 57.



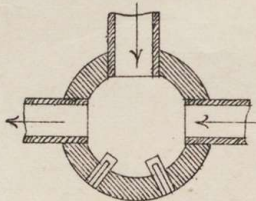
Черм. 59.



Черм. 56.



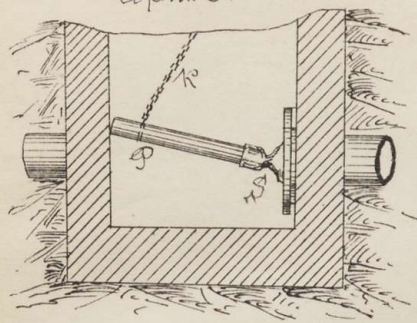
Черм. 58.



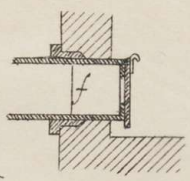
Черм. 60.



Черм. 61.



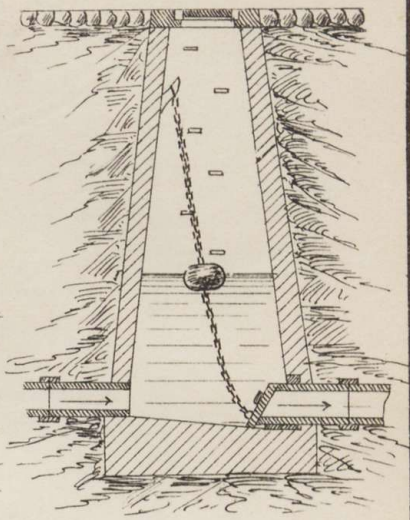
Черм. 62.



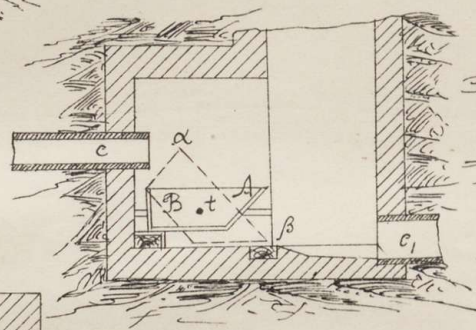
Черм. 63.



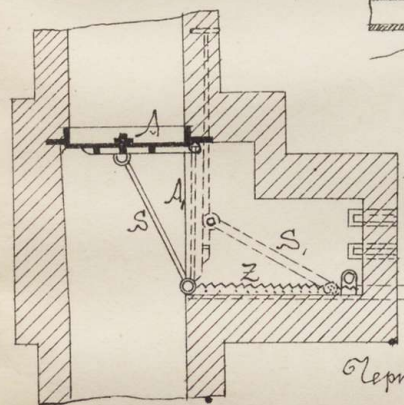
Черм. 64.



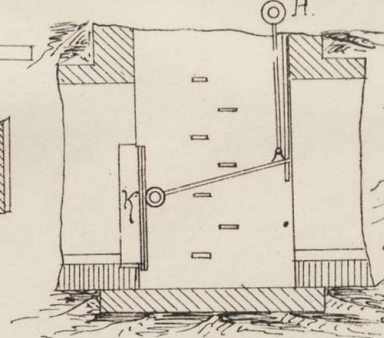
Черм. 65.



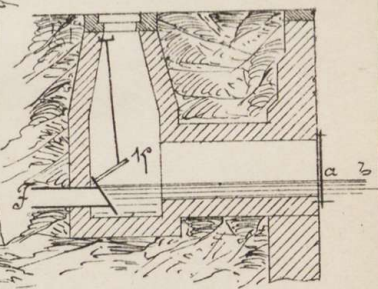
Черм. 66.



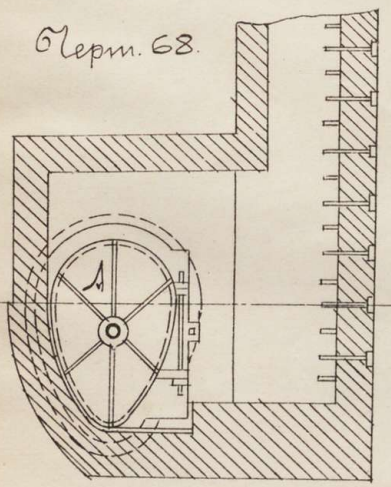
Черм. 69.



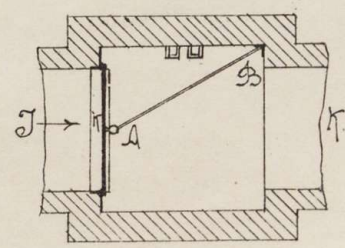
Черм. 71.



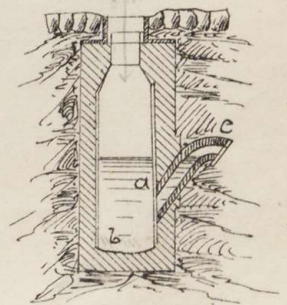
Черм. 68.



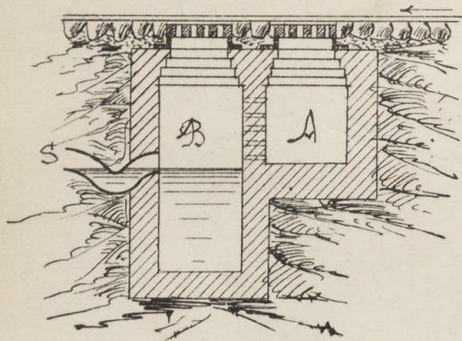
Черм. 70.



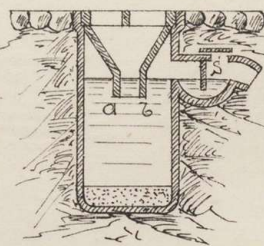
Черм. 72.



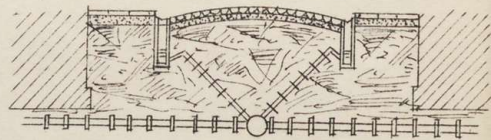
Черт. 73.



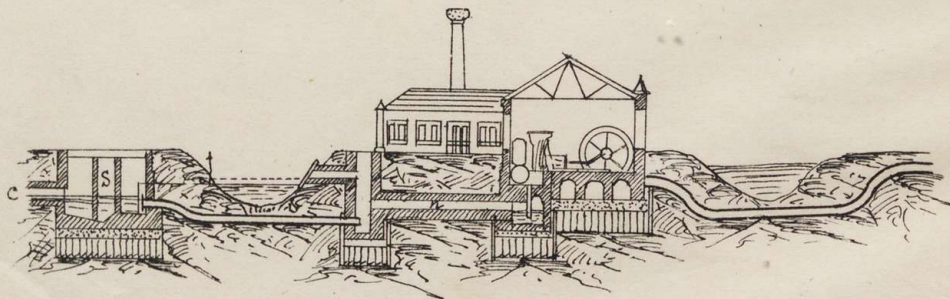
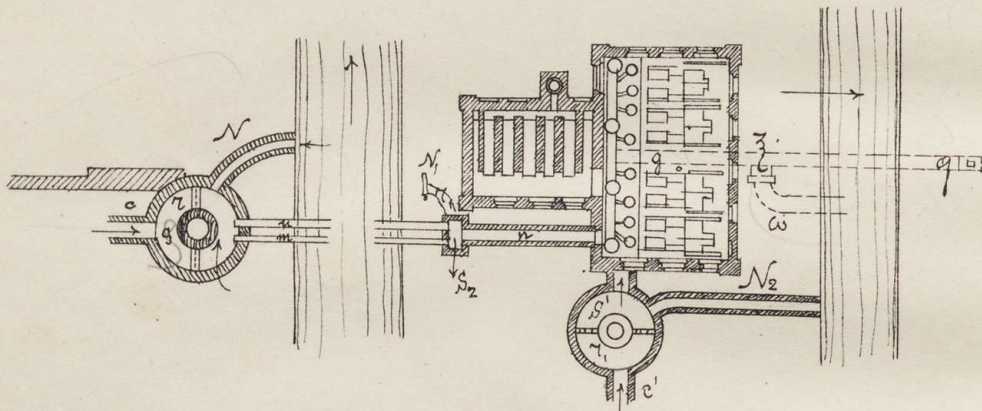
Черт. 74



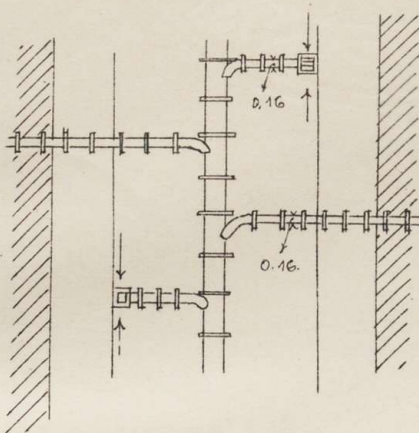
Черт. 75.



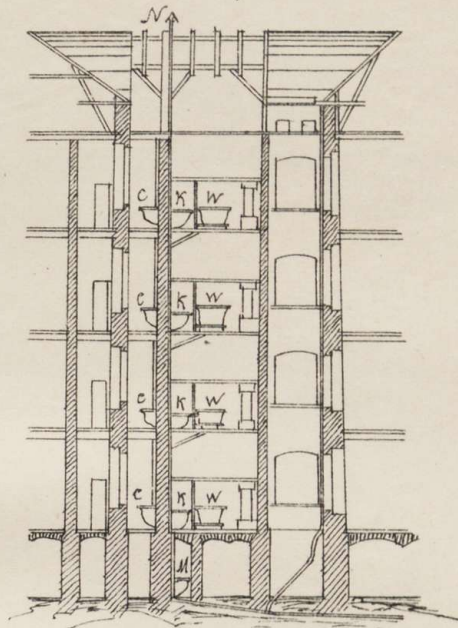
Черт. 82



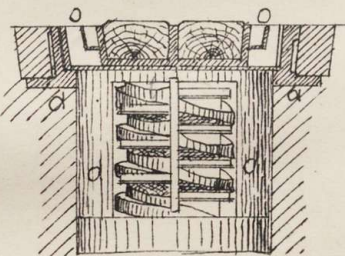
Черт. 76.



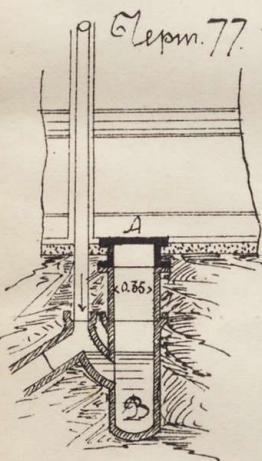
Черт. 79.



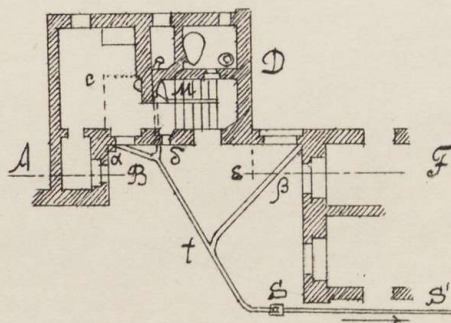
Черт. 80.



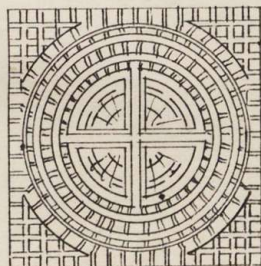
Черт. 77.



Черт. 78.



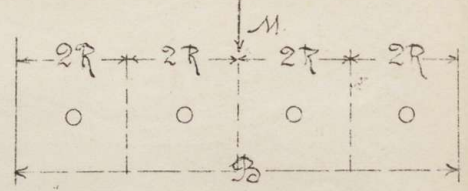
Черт. 81.



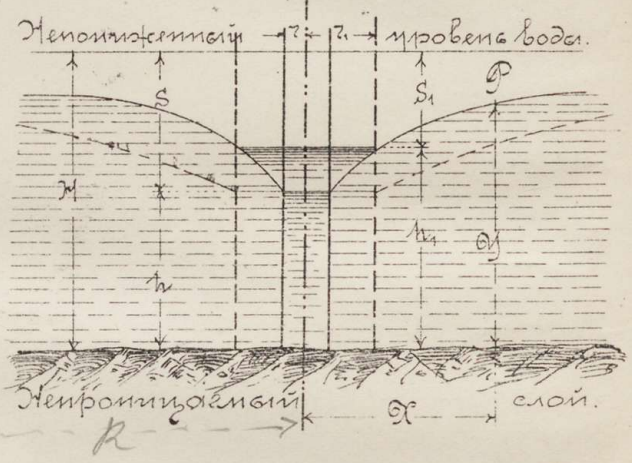
Черт. 1.



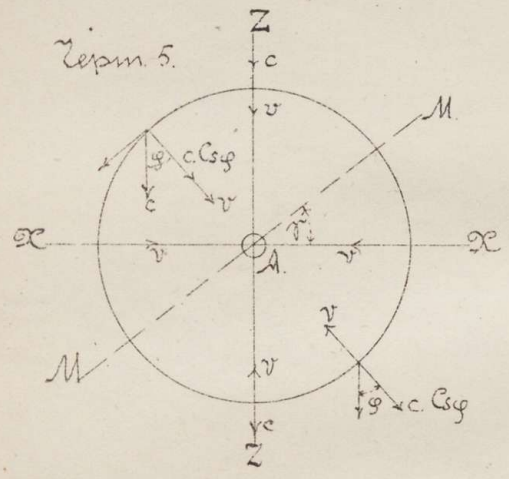
Черт. 2.



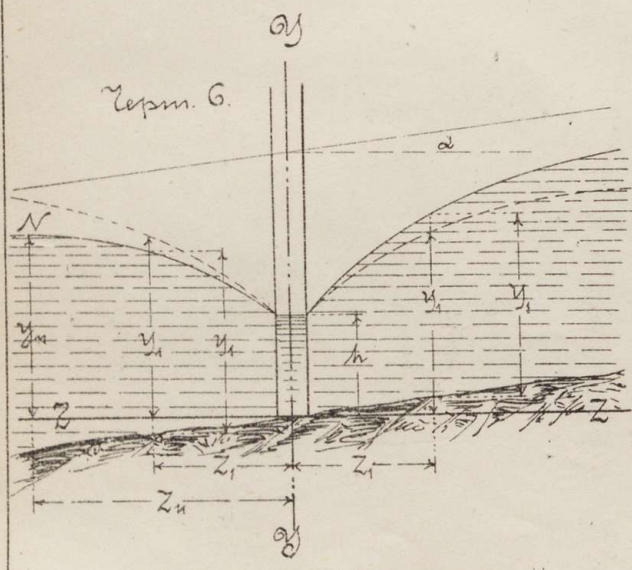
Черт. 3.



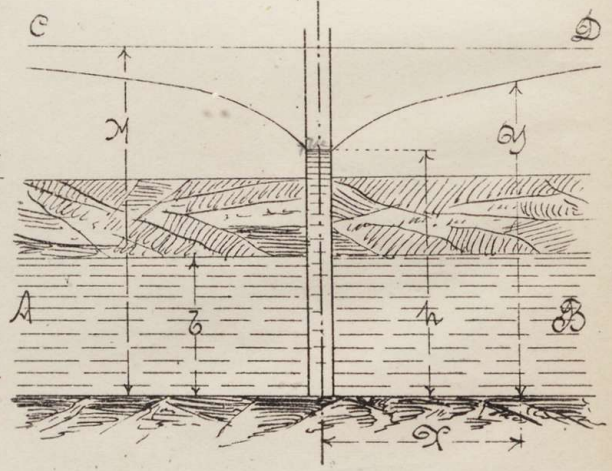
Черт. 5.



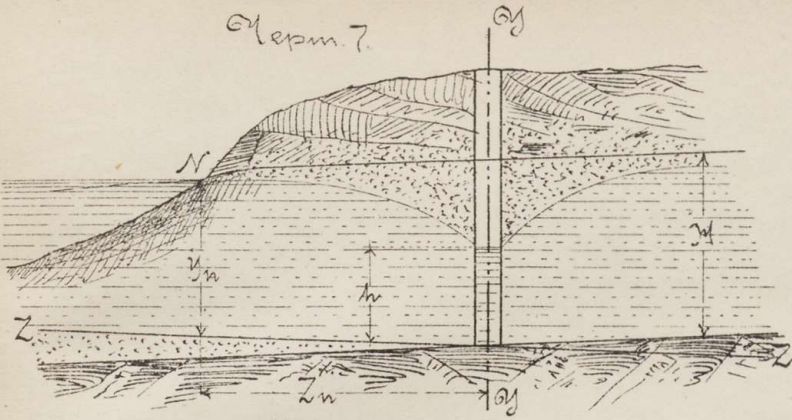
Черт. 6.



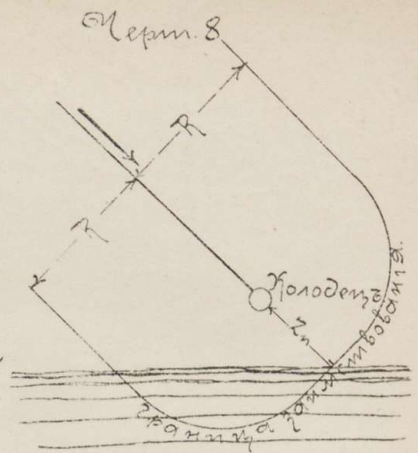
Черт. 4.



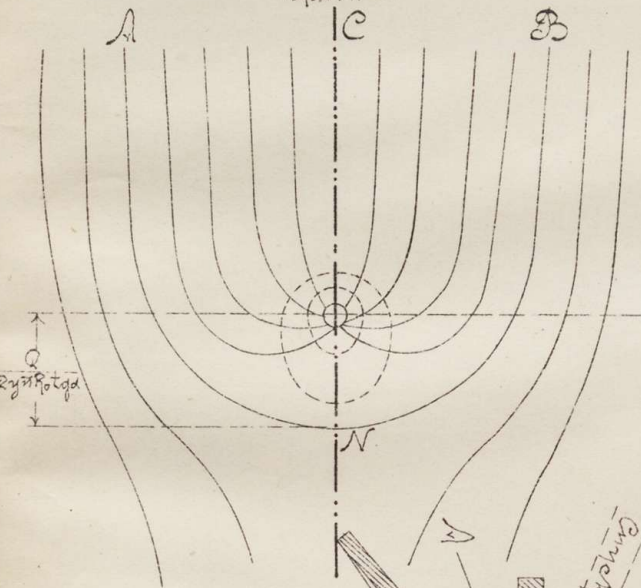
Черт. 7.



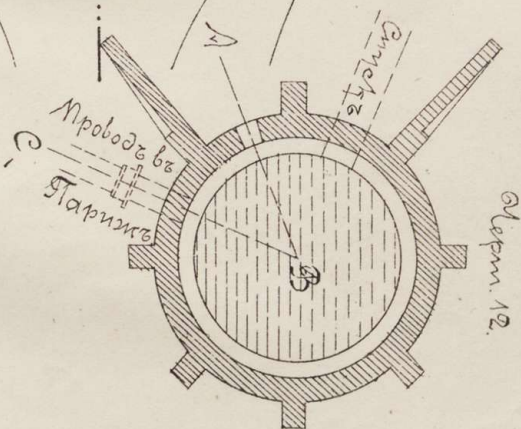
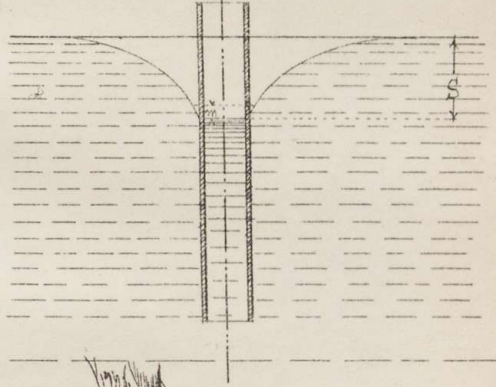
Черт. 8.



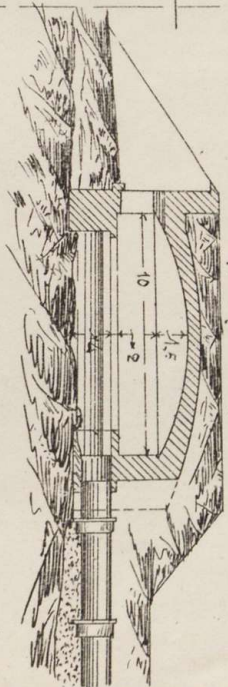
Черт. 9.



Черт. 10.



Черт. 12.

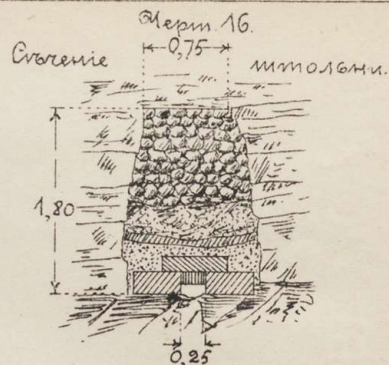
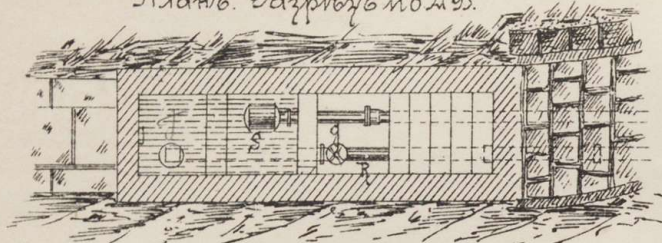


Черт. 11.

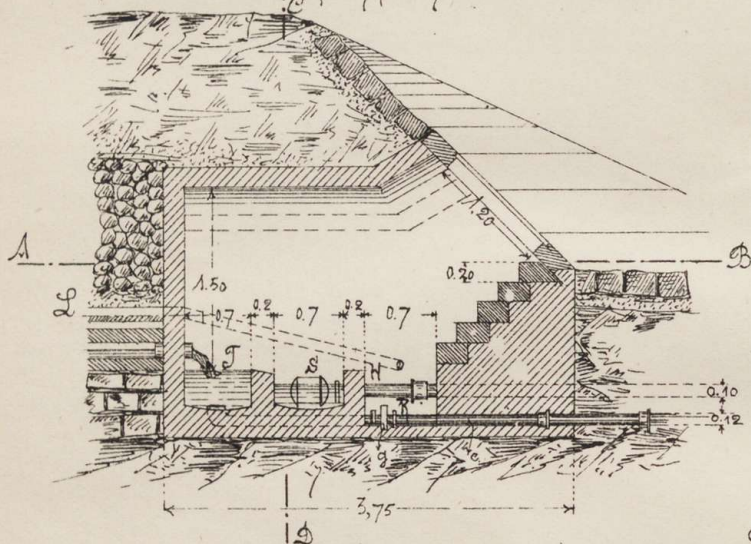
Водоодежда для Армения

Таблица 2.

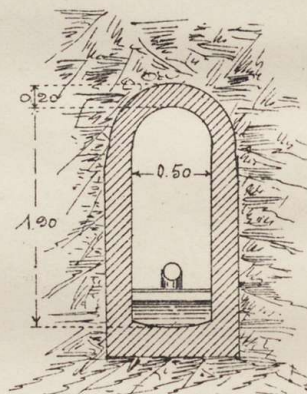
Черт. 15.
План. Разрыв по АБ.



Черт. 17.
Продольный разрыв.

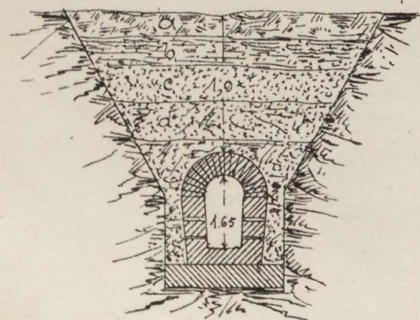


Черт. 18.
Разрыв по CD

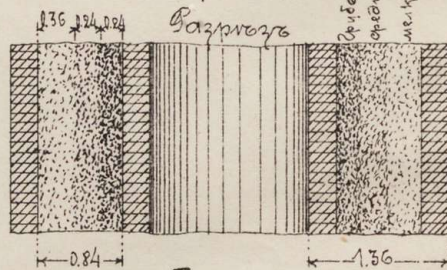


Черт. 20.

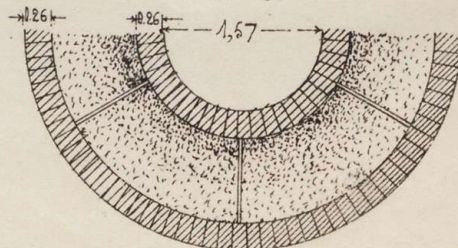
Поперечное сечение сборного канала.



Черт. 22.
Разрыв

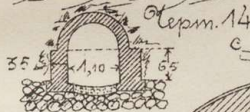
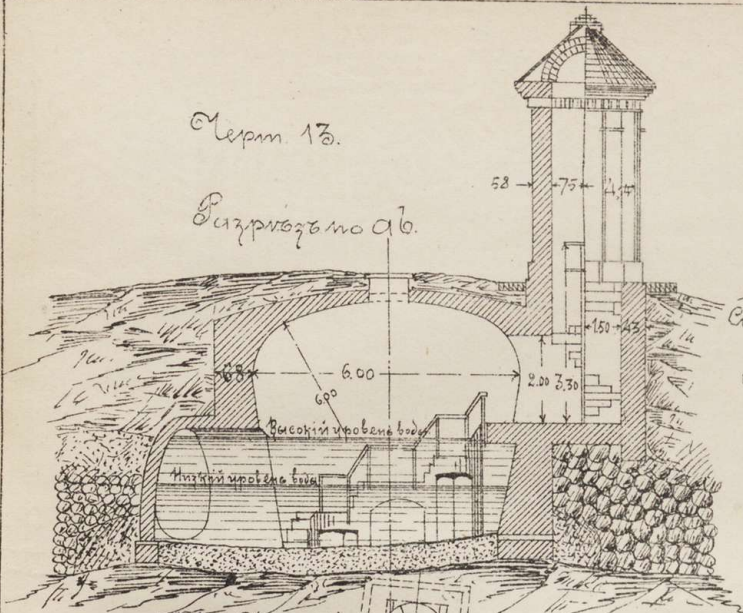


План

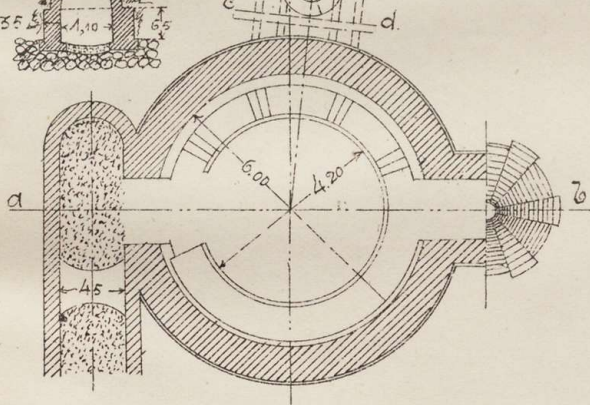


Черт. 13.

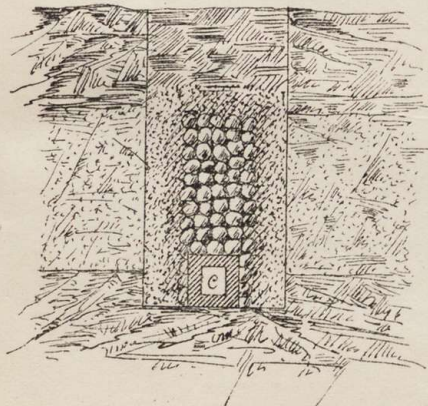
Разрез по а-б.



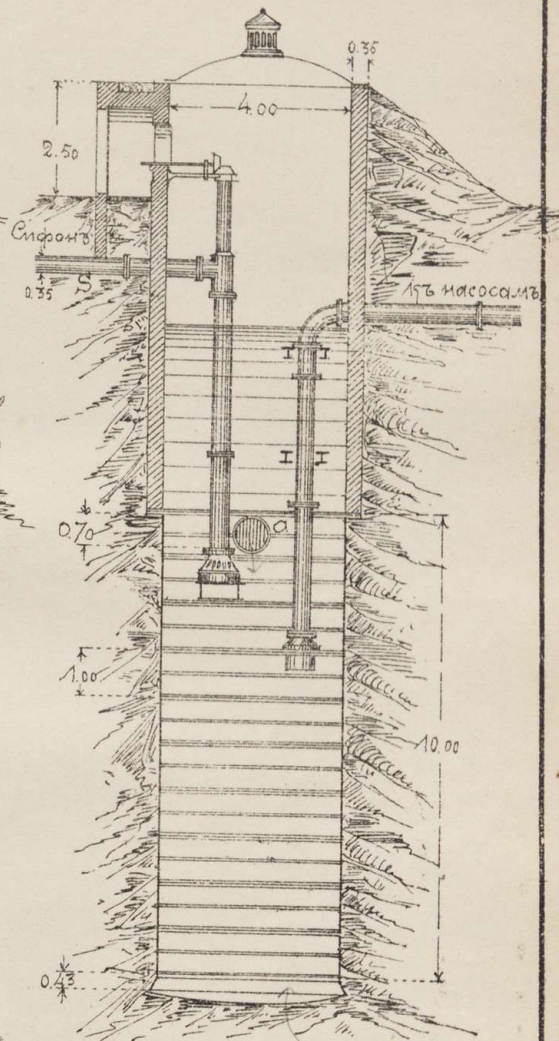
Черт. 14



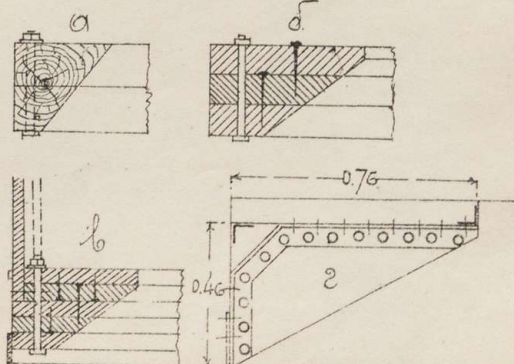
Черт. 15.



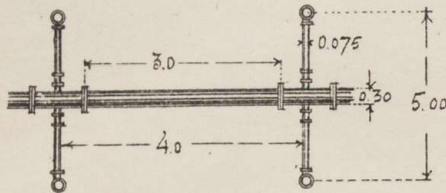
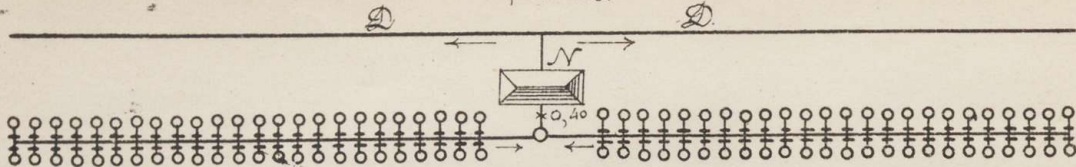
Черт. 23.



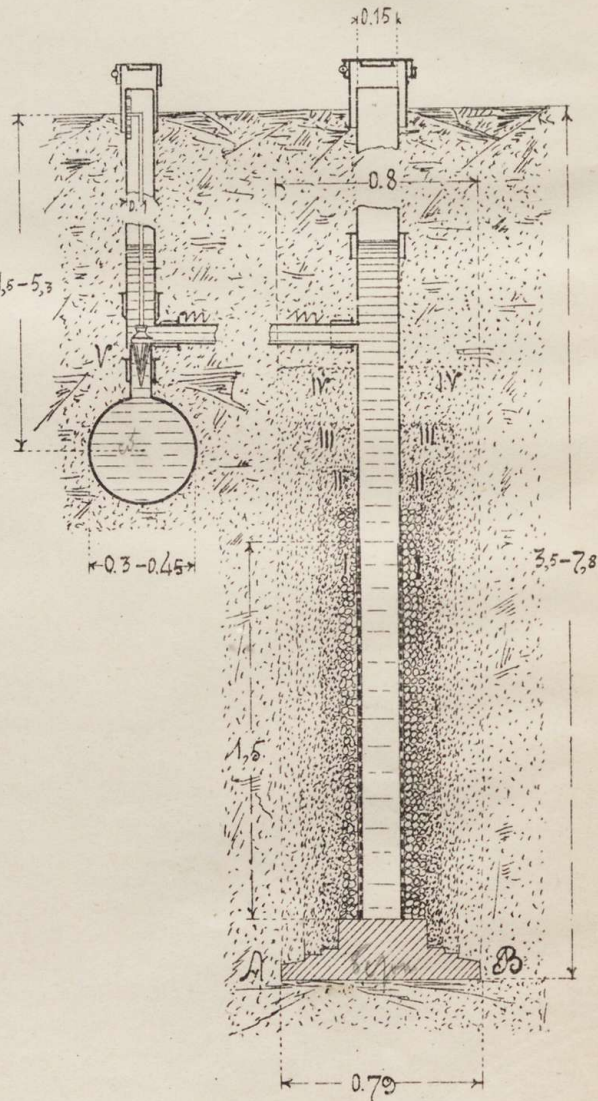
Черт. 21.



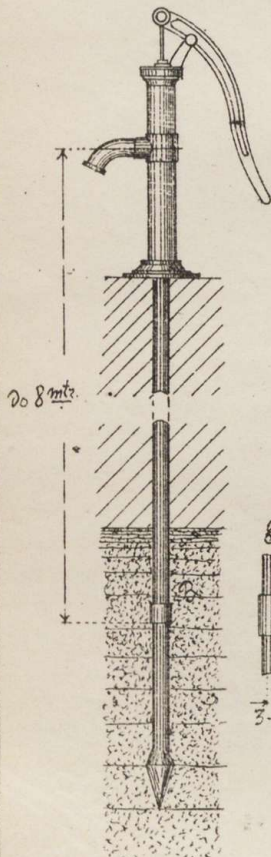
Чепи. 25.



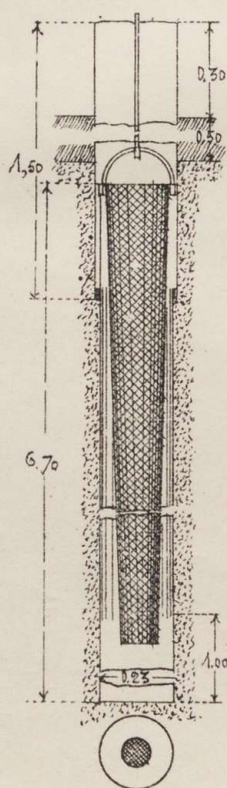
Чепи. 27.



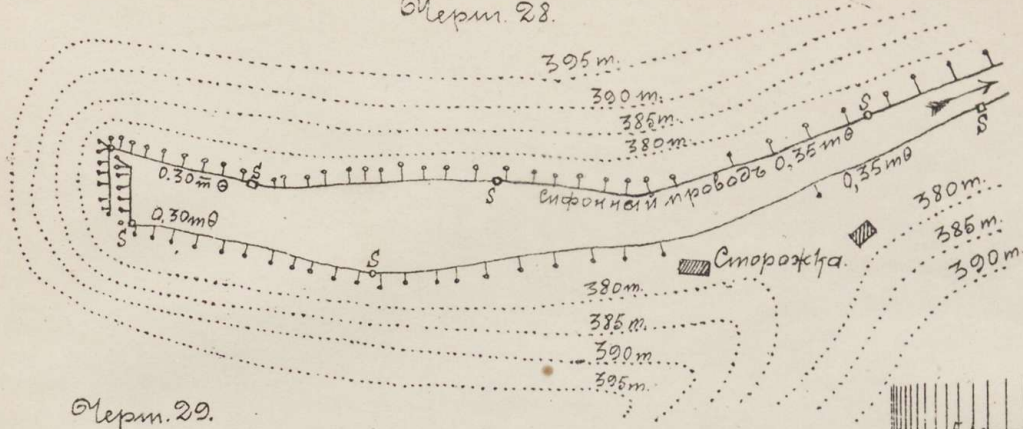
Чепи. 24.



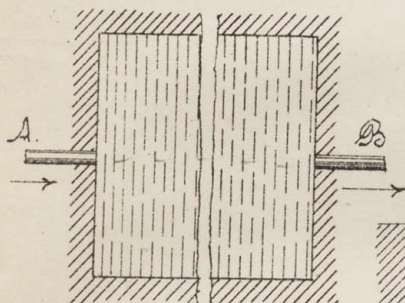
Чепи. 26.



Черт. 28.

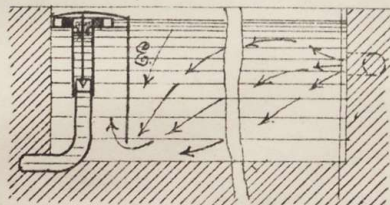


Черт. 29.

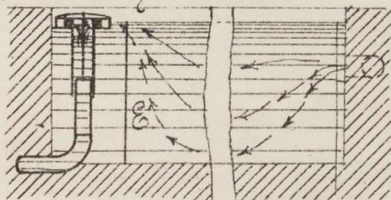


Черт. 31.

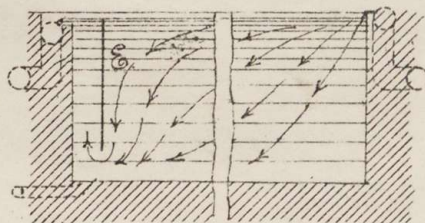
летом.



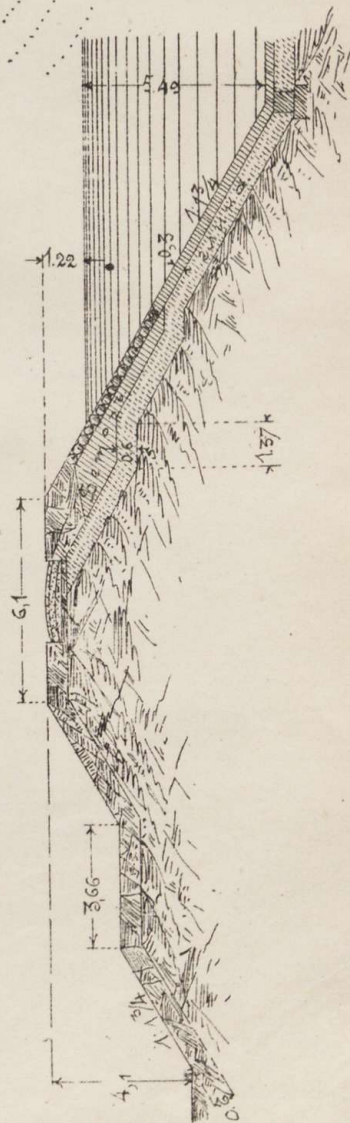
зимой.



Черт. 30.



Черт. 32.

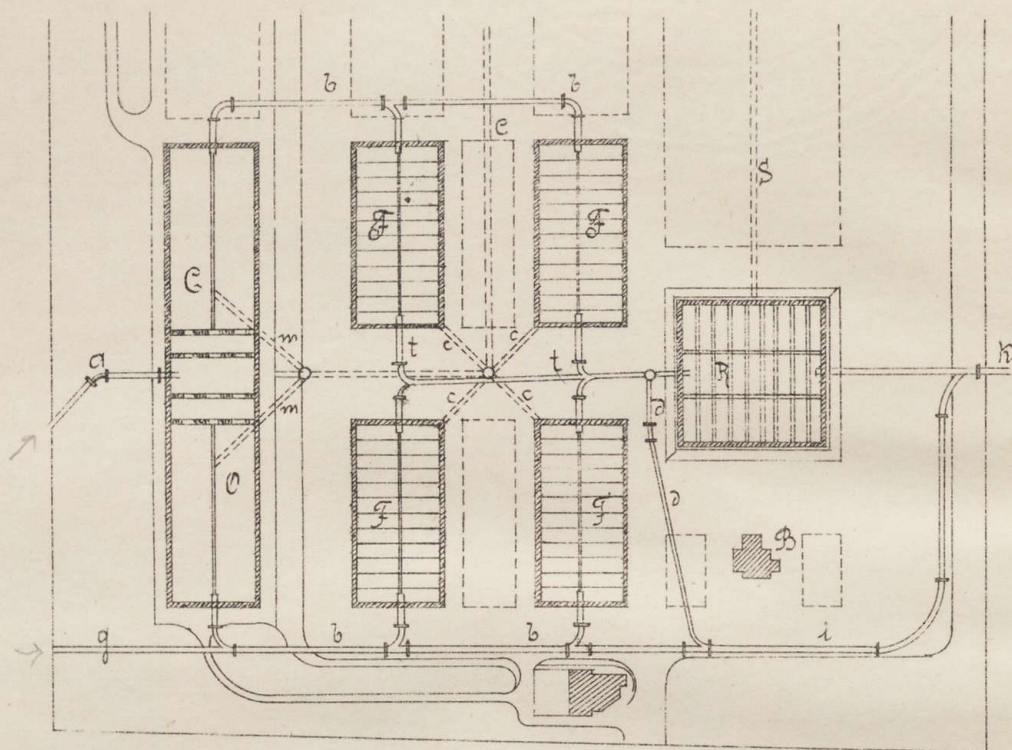


Черт. 33.

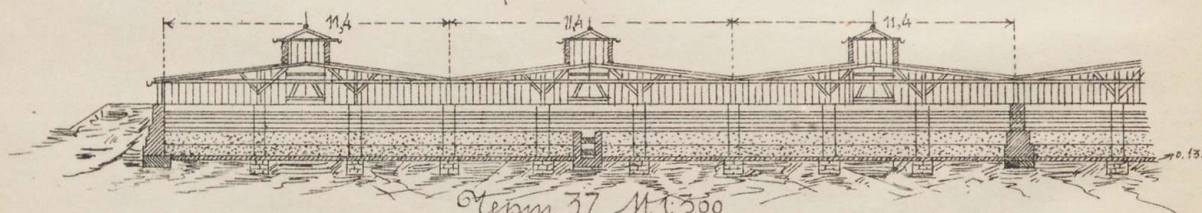
М. 1:400.



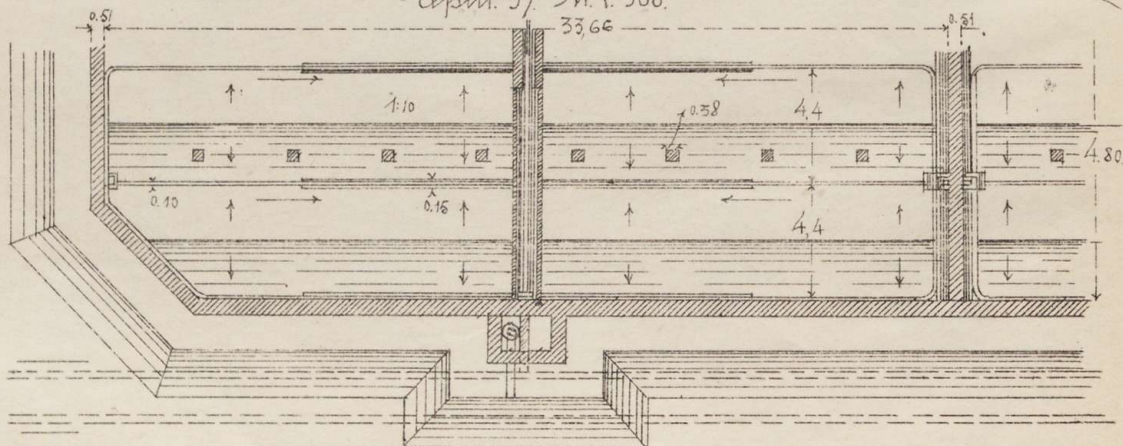
Черт. 35. М. 1:2000



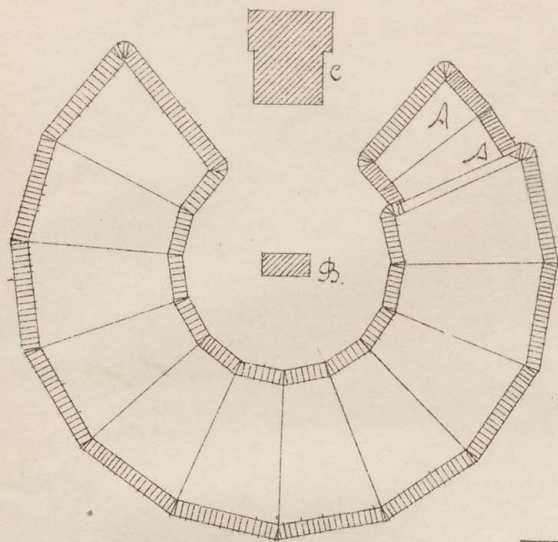
Черт. 36. М. 1:300.



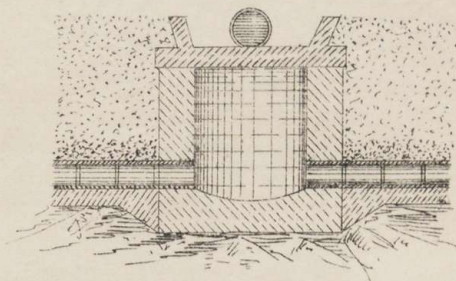
Черт. 37. М. 1:300.



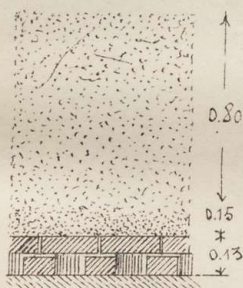
Черт. 34



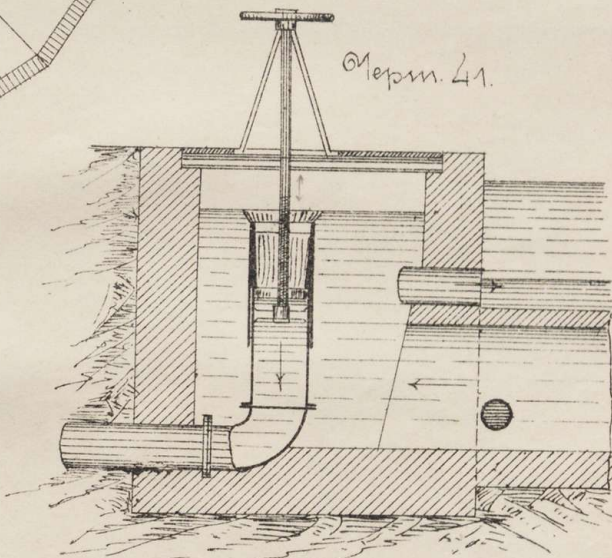
Черт. 39.



Черт. 38.

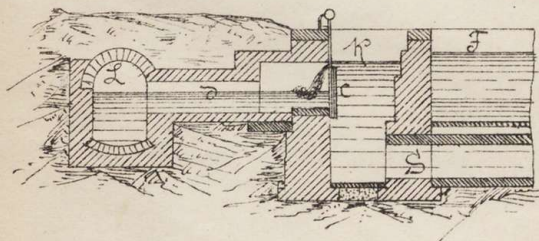


Черт. 41.

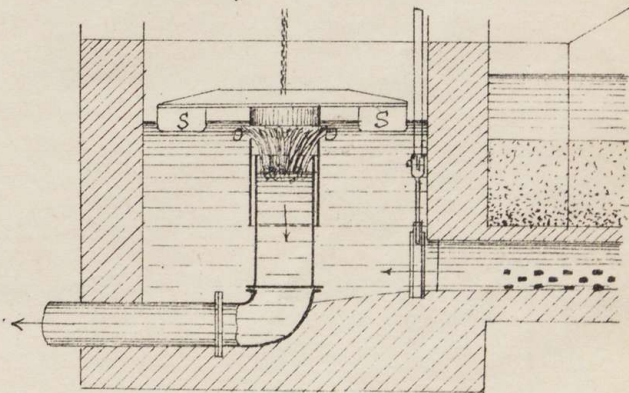


Черт. 40.

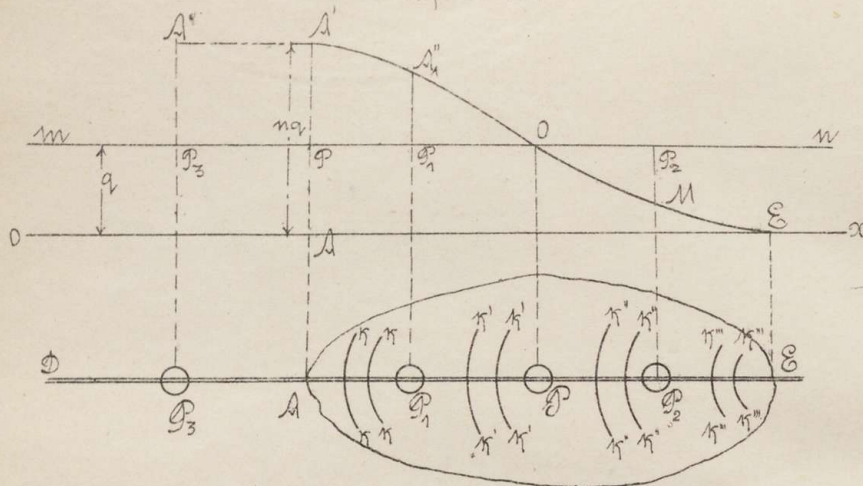
М. 1:100



Черт. 42.



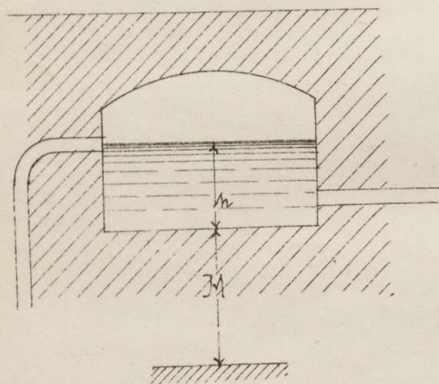
Черт. 43.



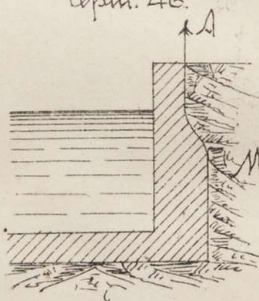
Черт. 44.



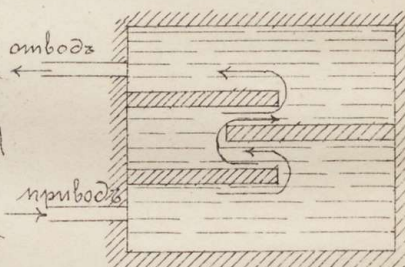
Черт. 45.



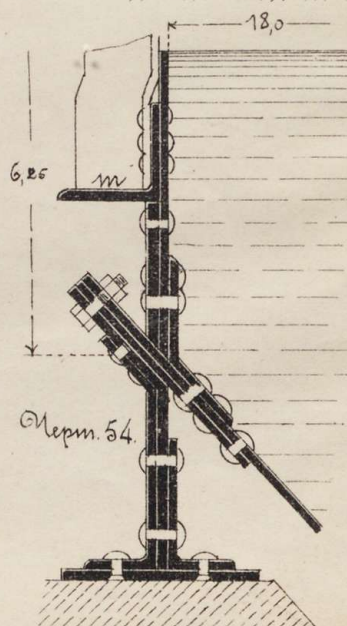
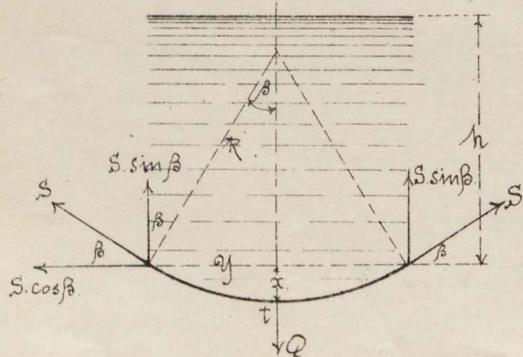
Черт. 46.



Черт. 51.

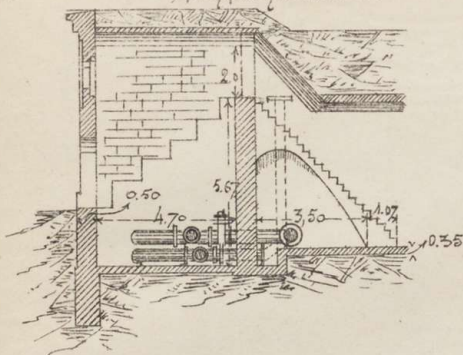


Черт. 52.



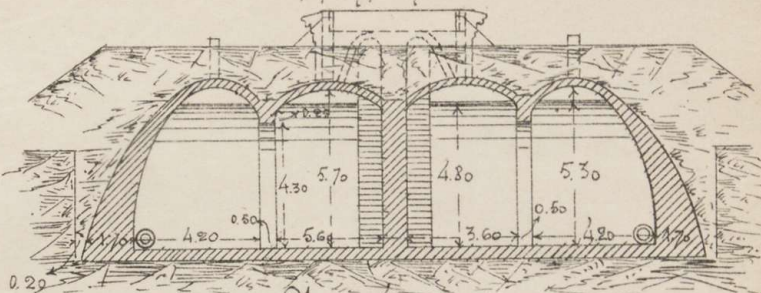
Черт. 50

разрез по ЕФ



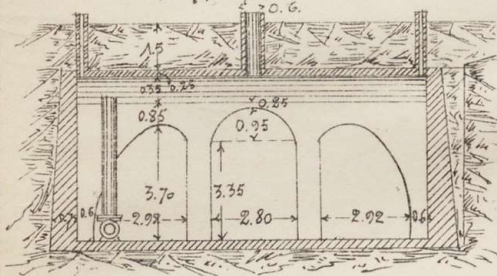
Черт. 48

разрез по АБ

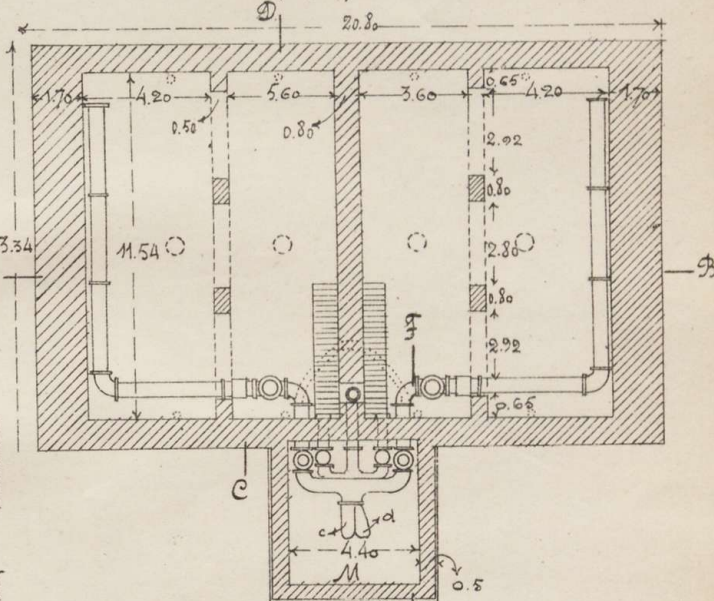


Черт. 49

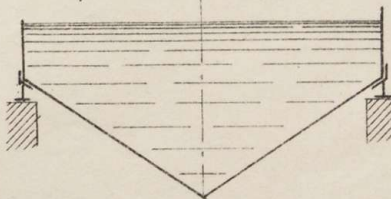
разрез по СД



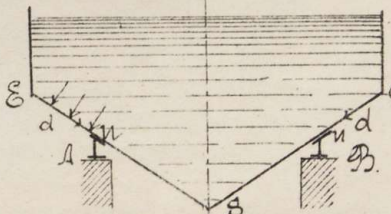
Черт. 47



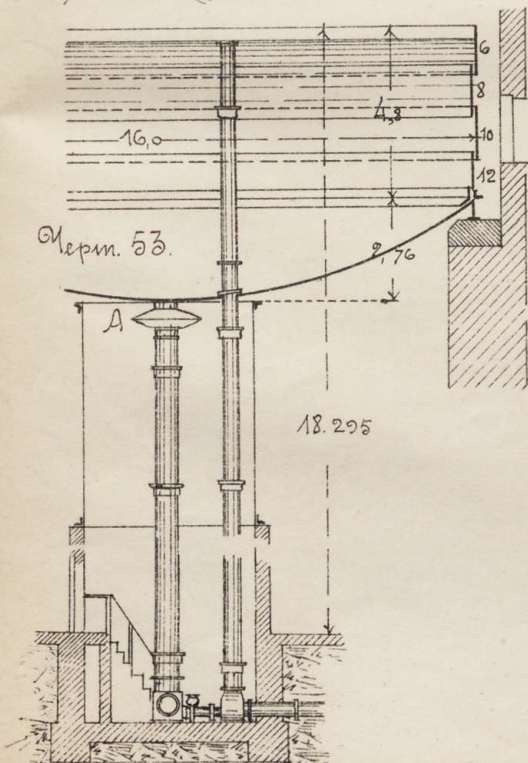
Черт. 55



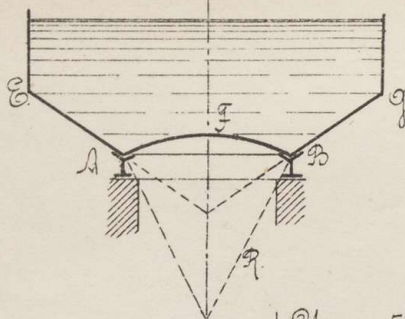
Черт. 56



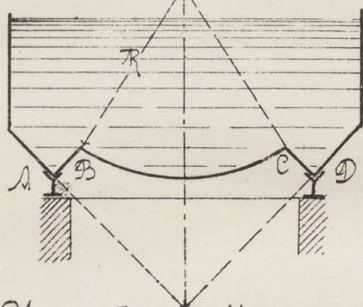
Черт. 53



Черм. 57.

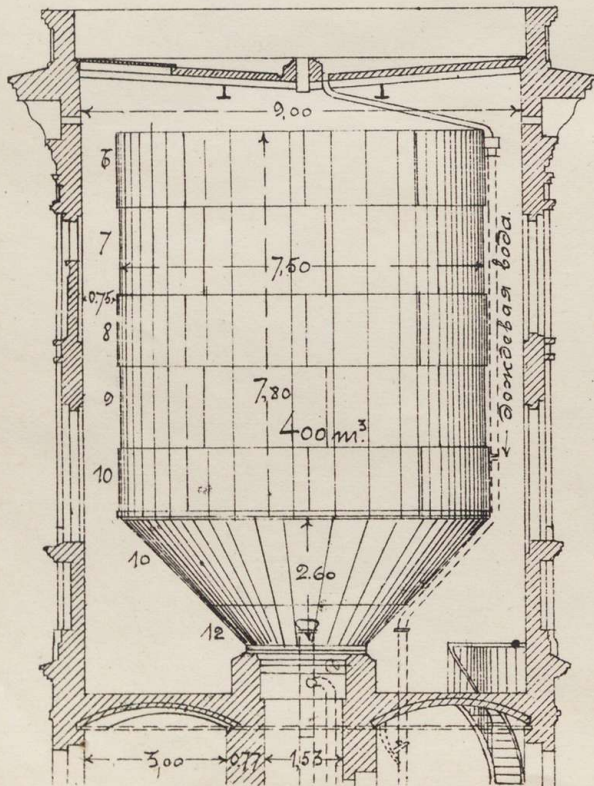


Черм. 58.



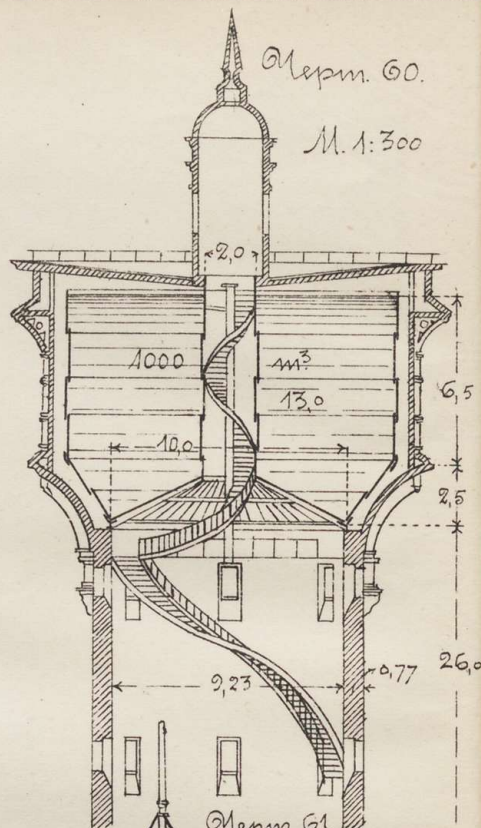
Черм. 59.

М. 1:156.



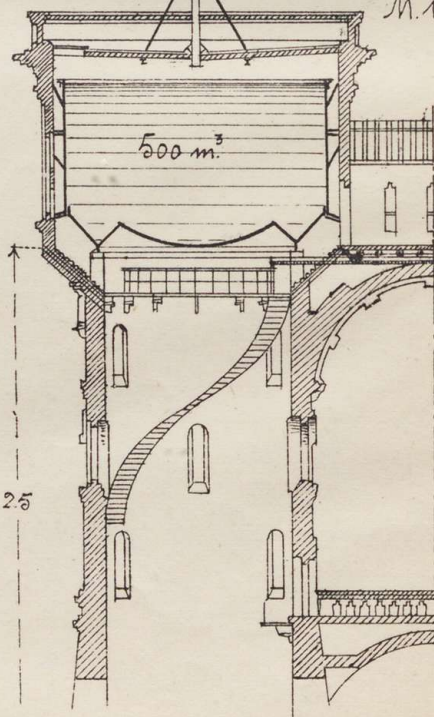
Черм. 60.

М. 1:300

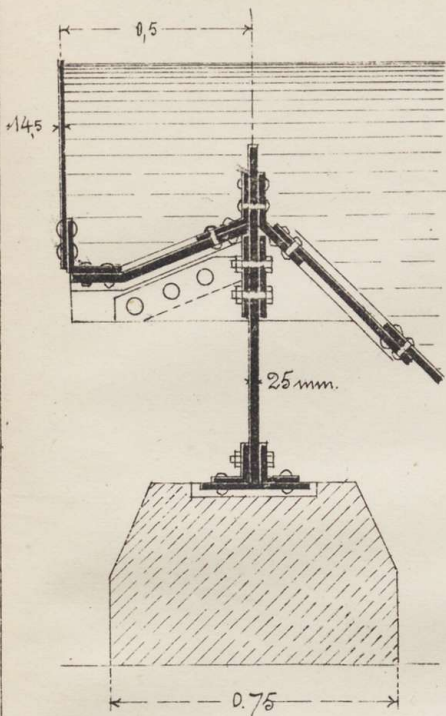


Черм. 61.

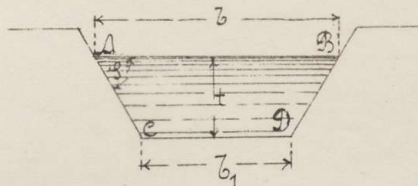
М. 1:300



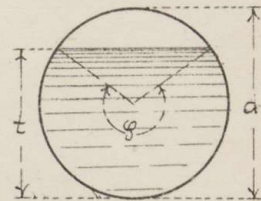
Черт. 62.



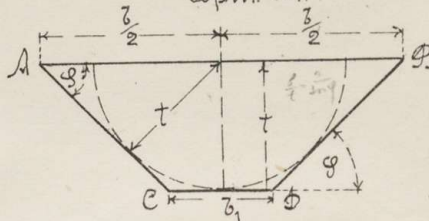
Черт. 63.



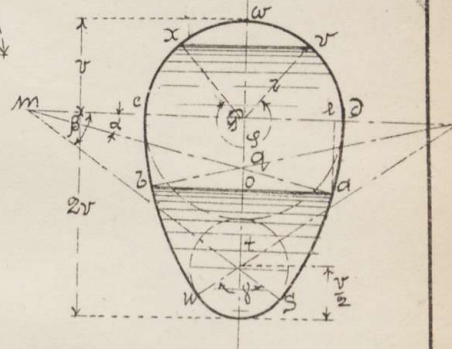
Черт. 65



Черт. 64.

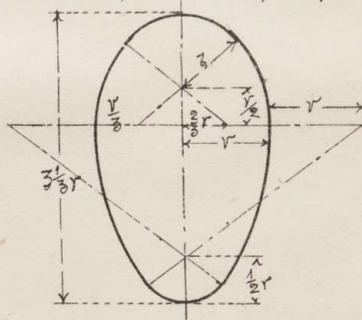


Черт. 66.



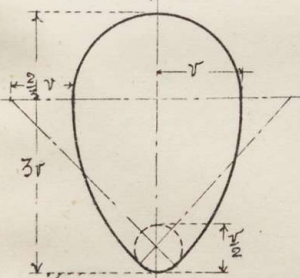
Черт. 68.

Лондон, Пруссинские города.



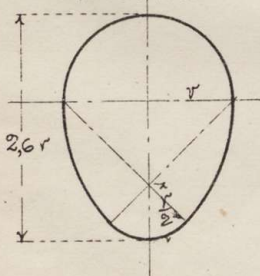
Черт. 67.

Лондон, Люмбах.



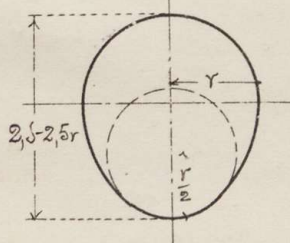
Черт. 67.

Лондон.

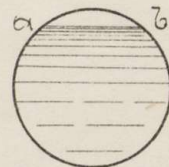


Черт. 70.

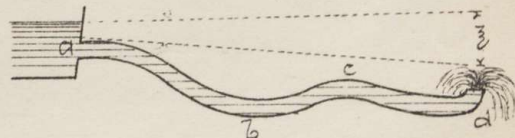
Барнава, Мюнхен.



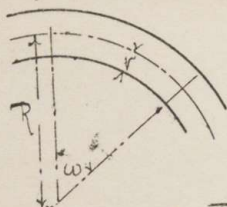
Черт. 71.



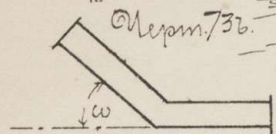
Черт. 72.



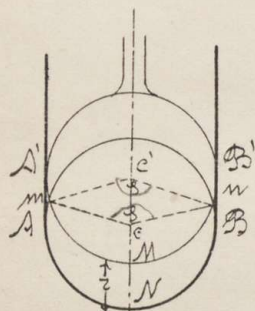
Черт. 73а.



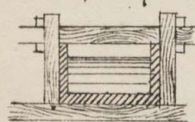
Черт. 73б.



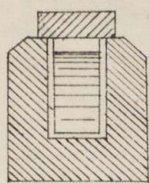
Черт. 74.



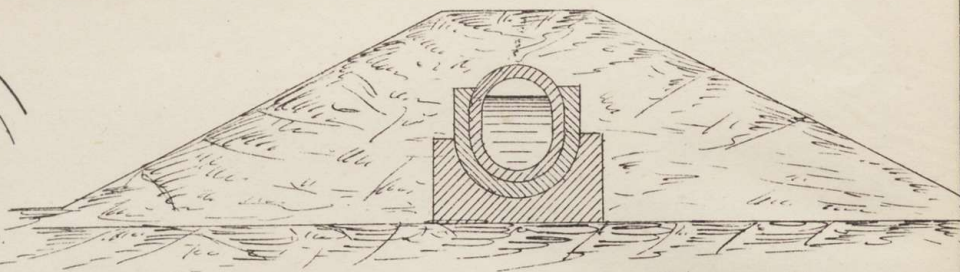
Черт. 75.



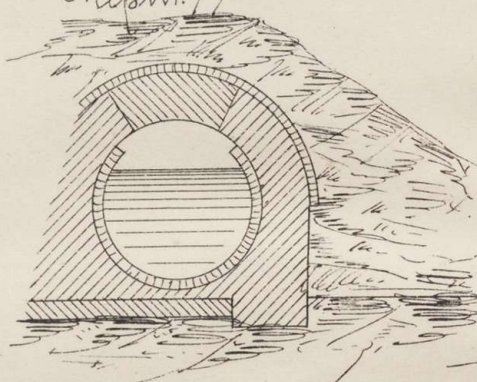
Черт. 78.



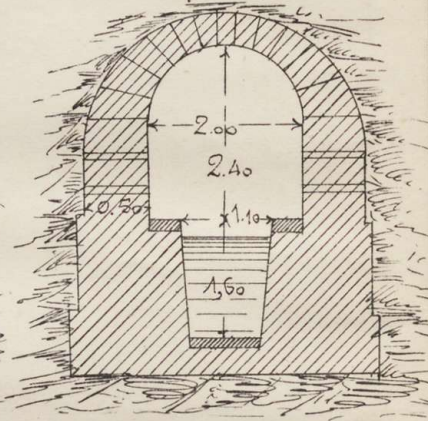
Черт. 76.



Черт. 77.



Черт. 79.

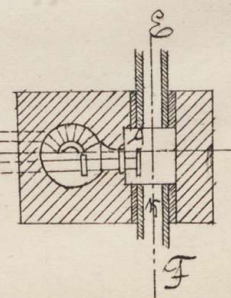
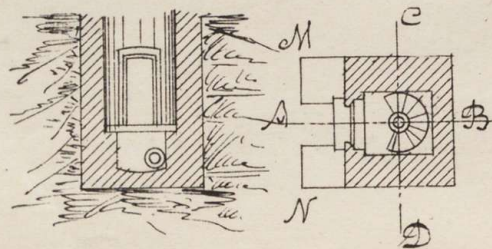
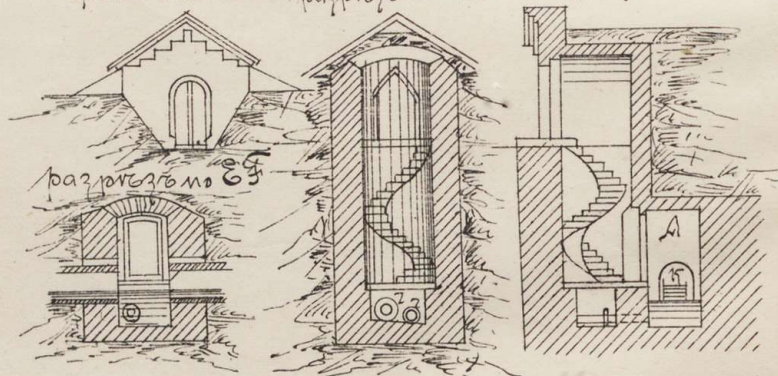


Черт. 81.

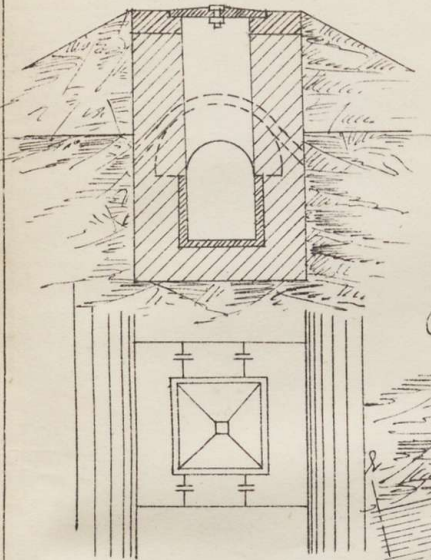
фасада по М.Н.

разрез по А.В.

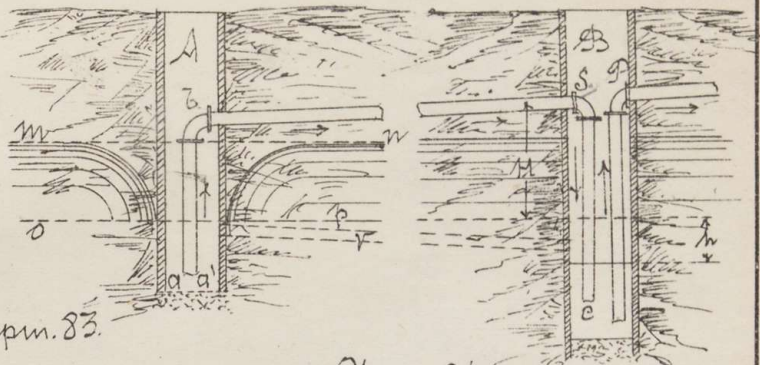
разрез по С.Д.



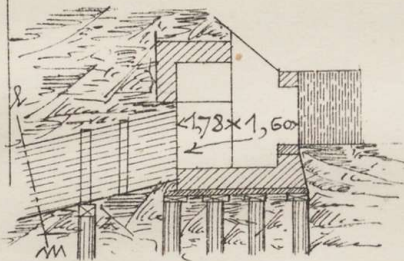
Черм. 80.



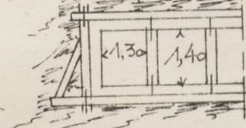
Черм. 85.



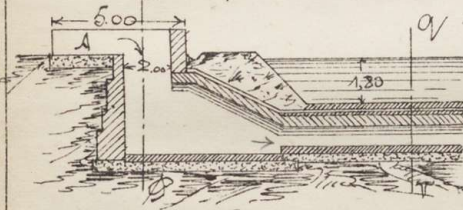
Черм. 83.



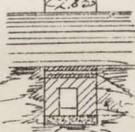
Черм. 84.
разрез по лм.



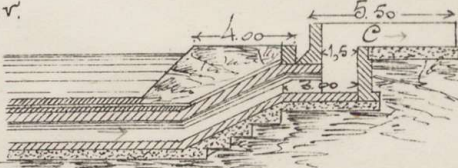
Черм. 82a.



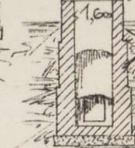
Черм. 82b.
разрез по qv.



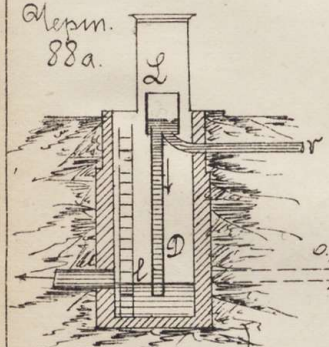
Черм. 82a.



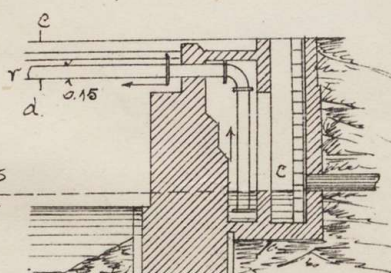
Черм. 82c.
разрез по op.



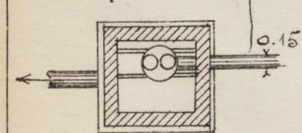
Черм. 88a.



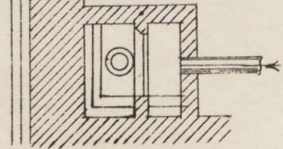
Черм. 88b.



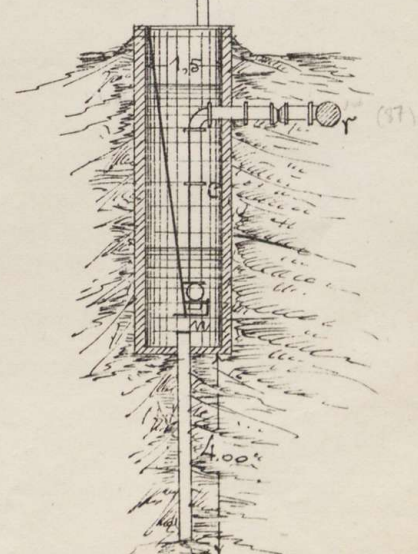
Черм. 88c.



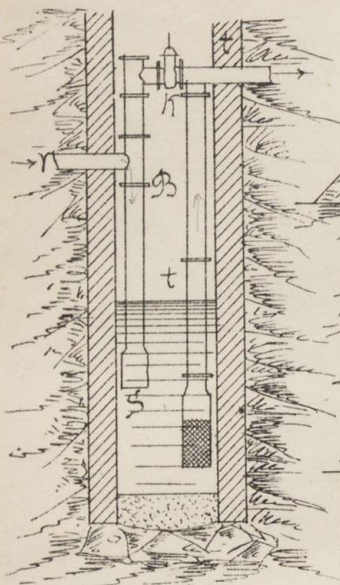
Черм. 88d.



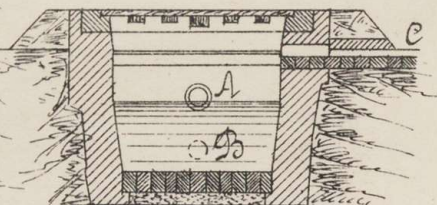
Черм. 86.



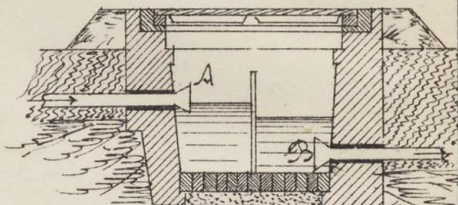
Черт. 87.



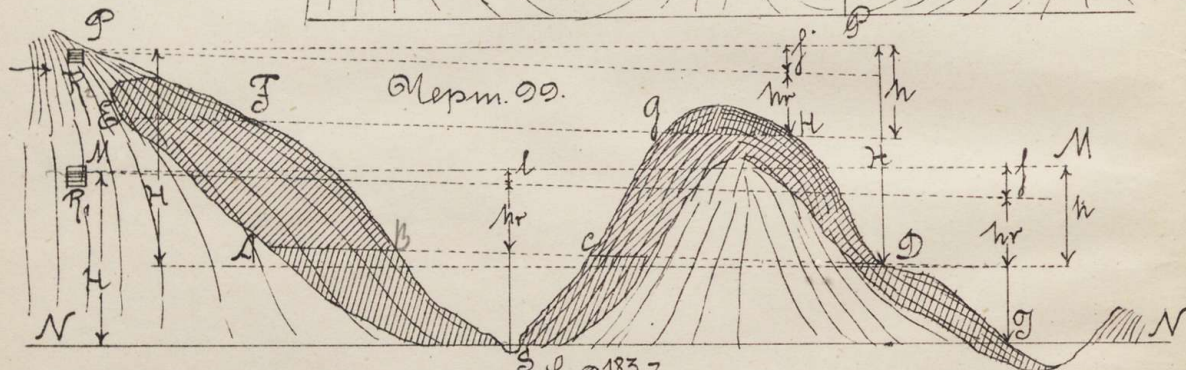
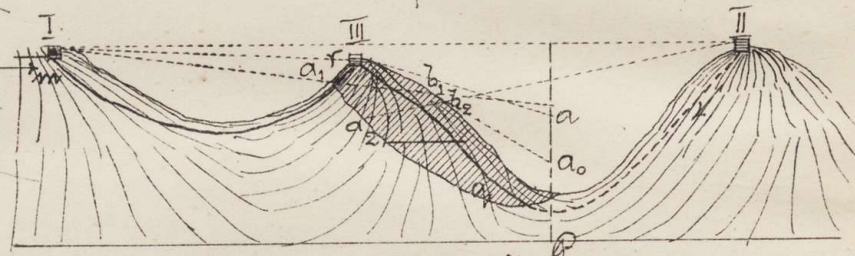
Черт. 90.



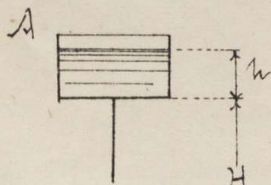
Черт. 91.



Черт. 98.

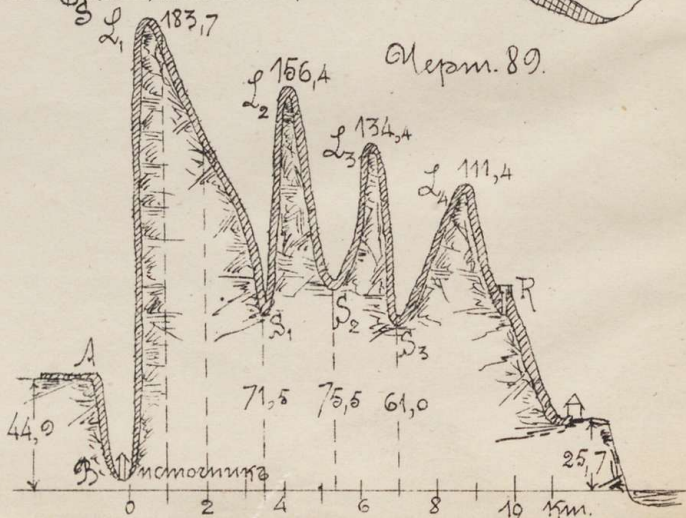


Черт. 106.

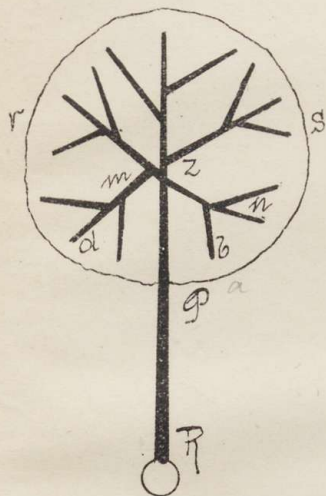


Горизонтное вращивание

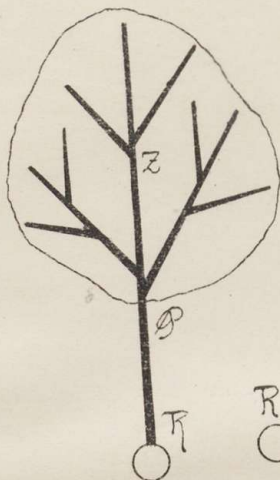
Черт. 89.



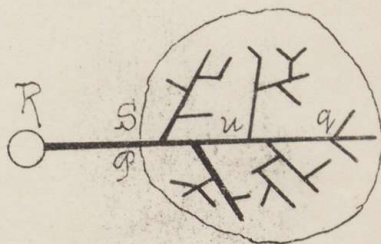
Черт. 92.



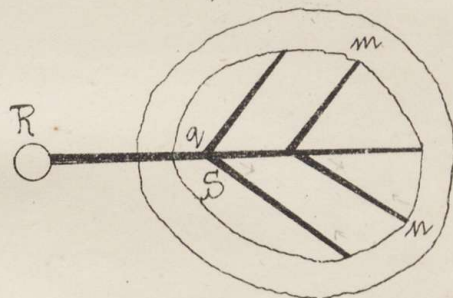
Черт. 93.



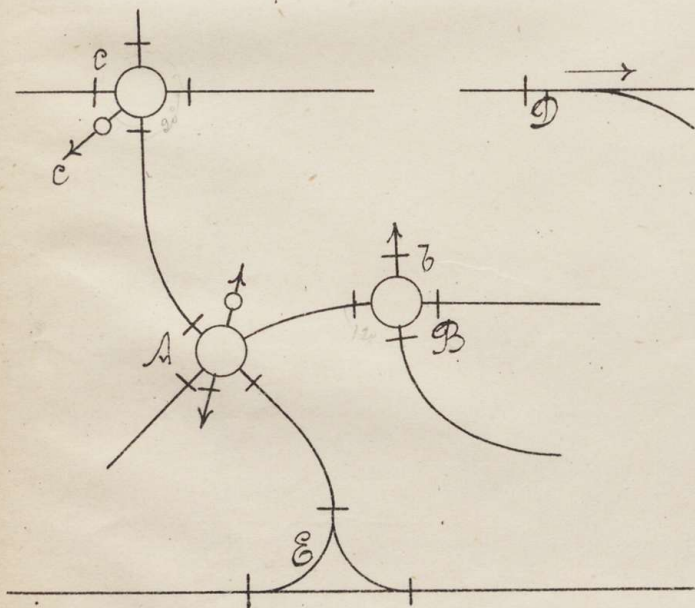
Черт. 94.



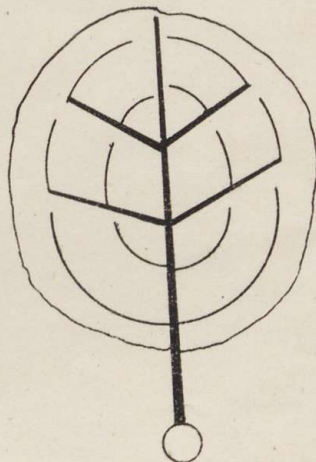
Черт. 95.



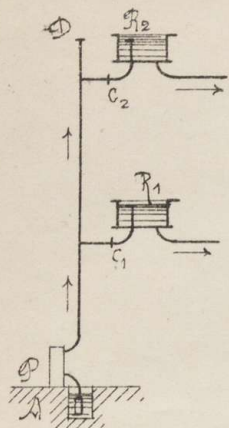
Черт. 96.



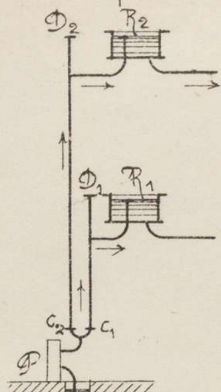
Черт. 97.



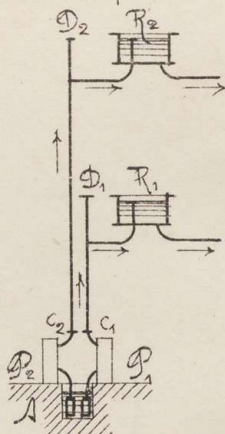
Черт. 100.



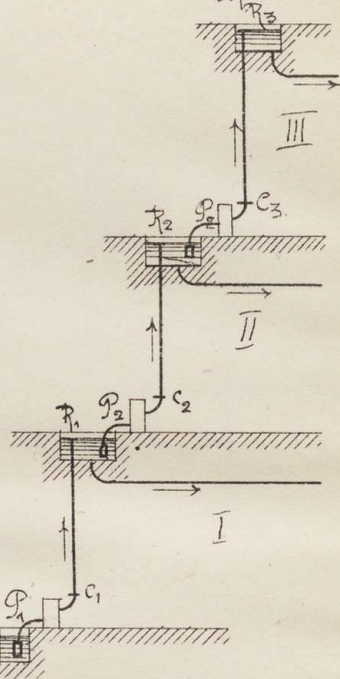
Черт. 101.



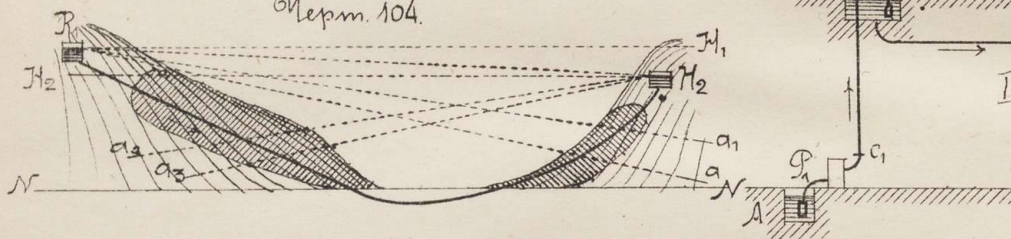
Черт. 102.



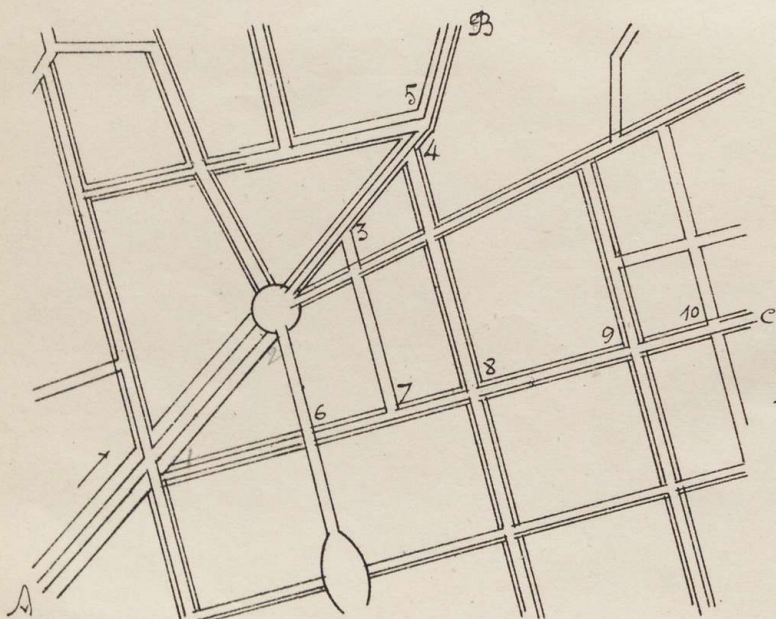
Черт. 103.



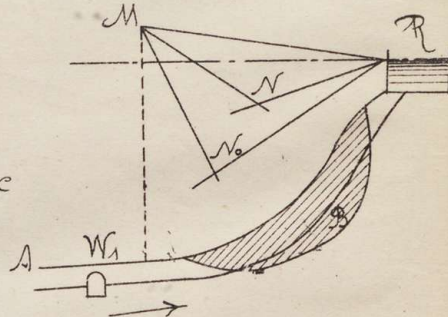
Черт. 104.

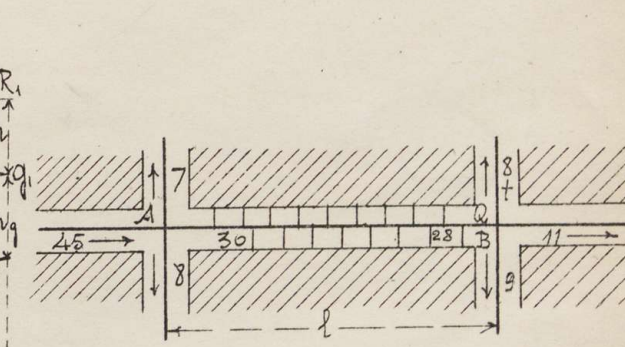
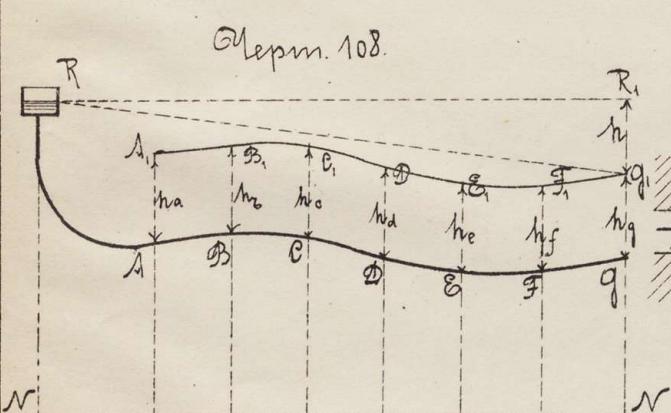
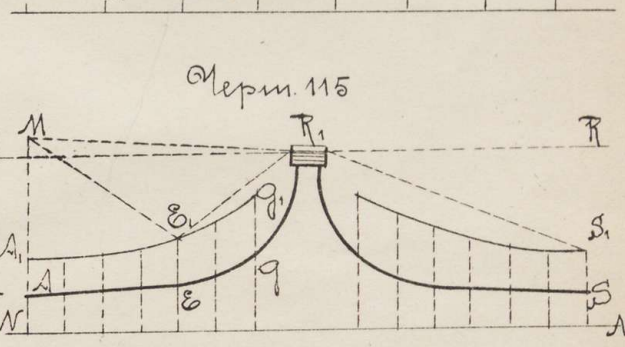
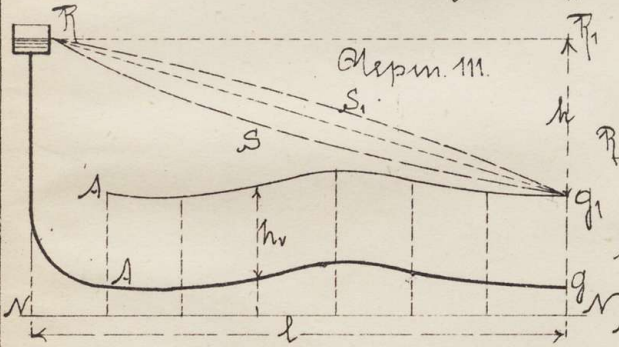
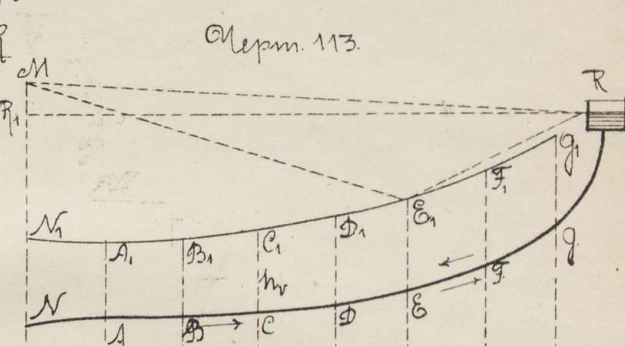
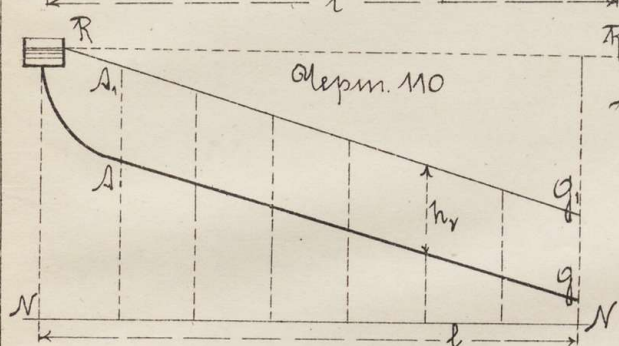
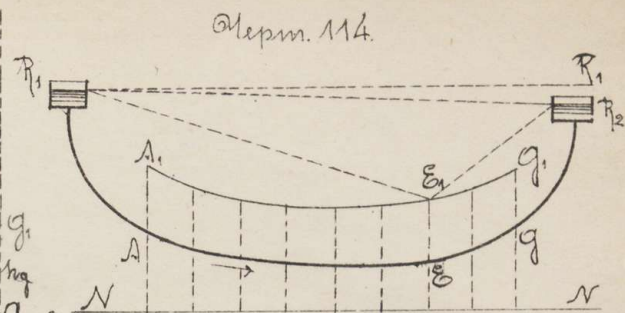
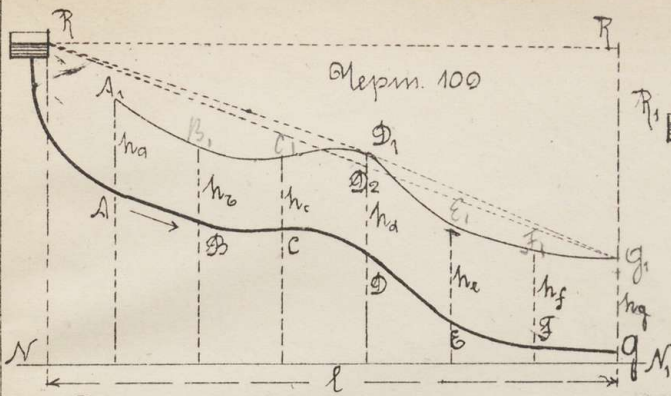


Черт. 107.

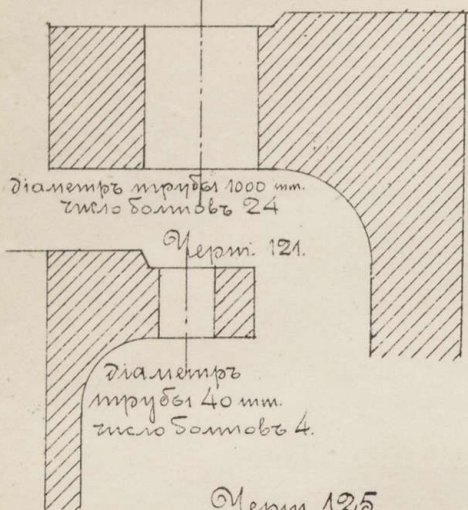


Черт. 105.

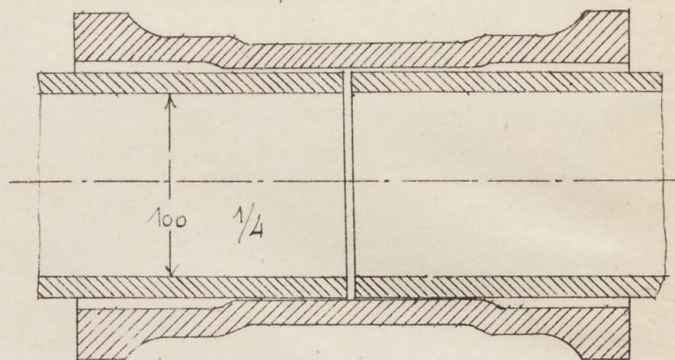




Черм. 120.

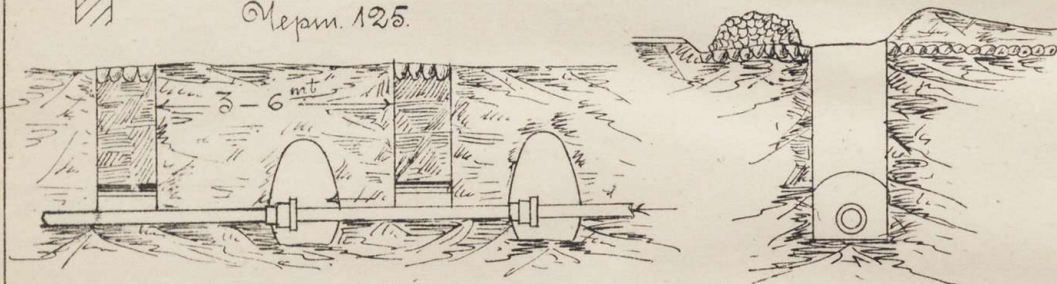


Черм. 119.

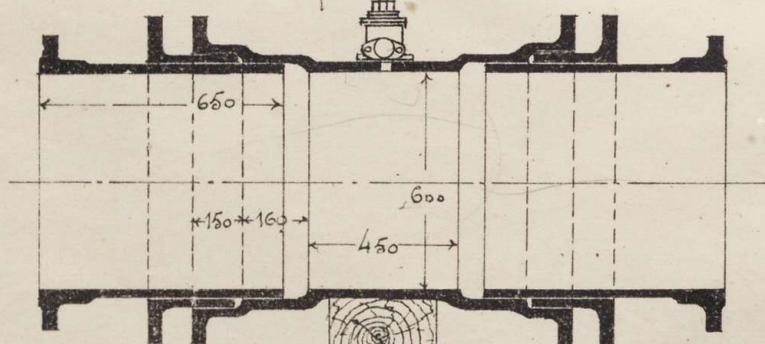


Черм. 116.

Черм. 126.

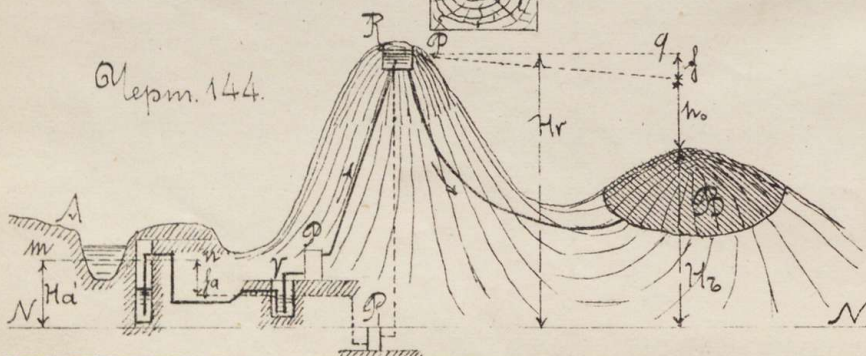


Черм. 124.

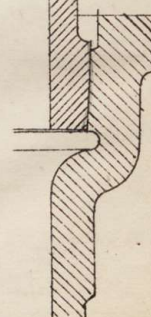


Черм. 117.

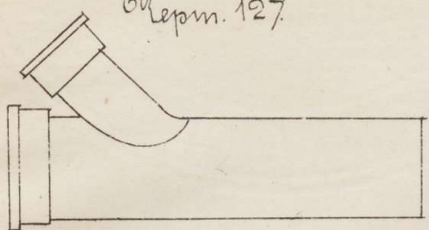
Черм. 144.



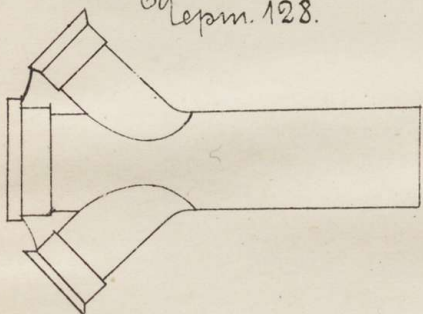
Черм. 118.



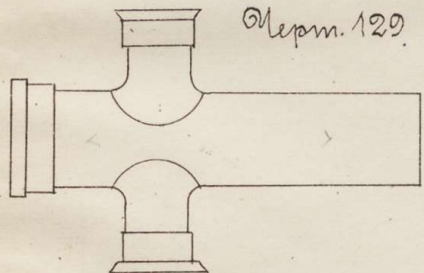
Черт. 127.



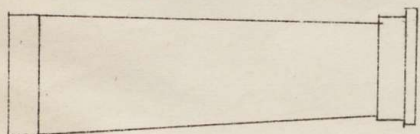
Черт. 128.



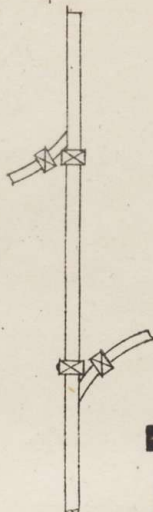
Черт. 129.



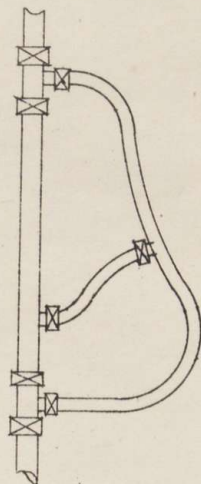
Черт. 130.



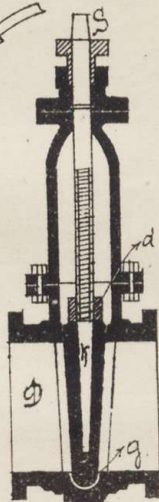
Черт. 132.



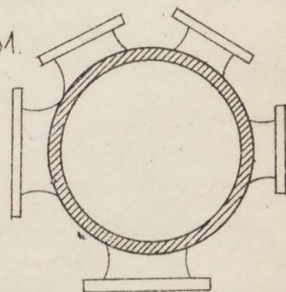
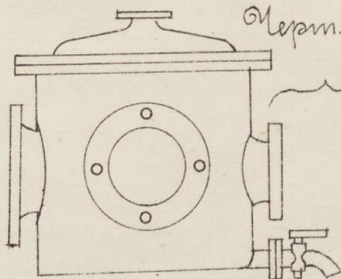
Черт. 133.



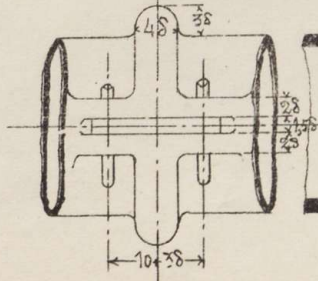
Черт. 134.



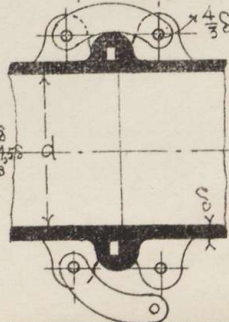
Черт. 131.

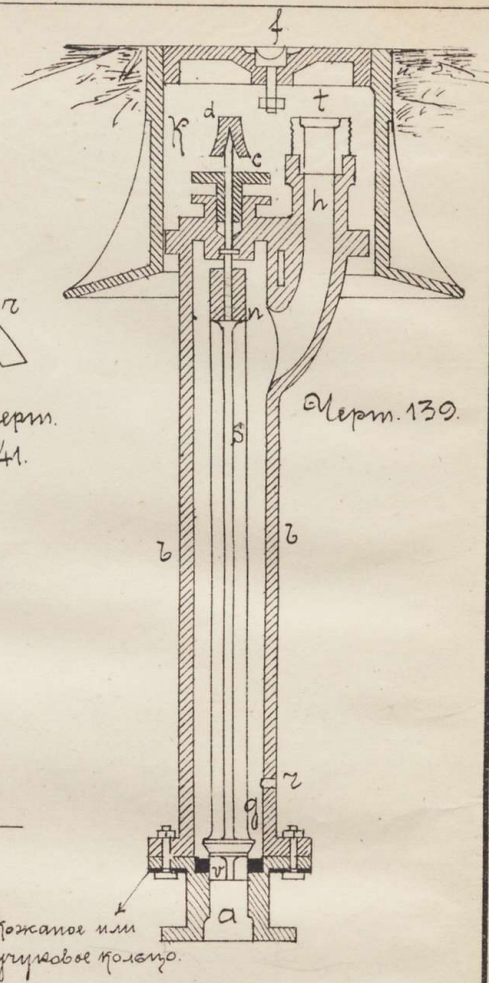
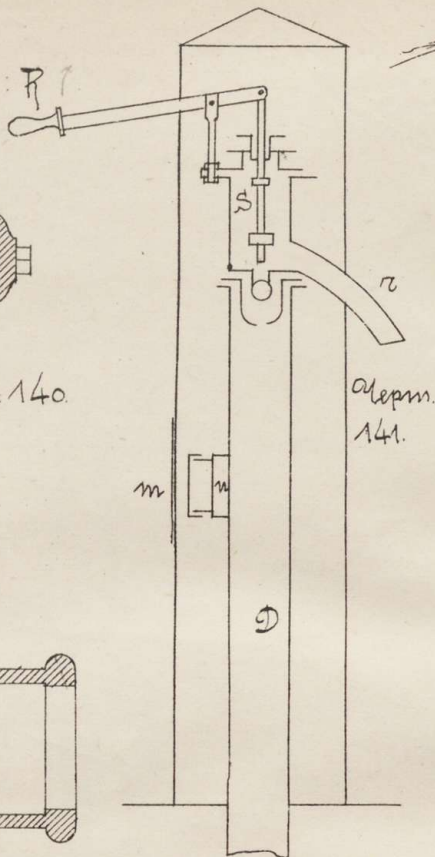
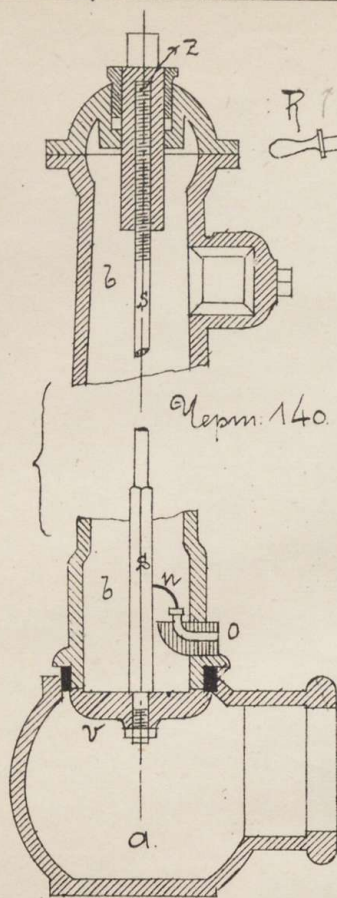


Черт. 122.



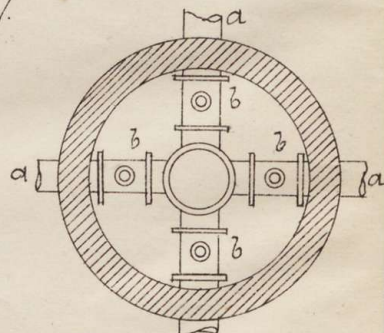
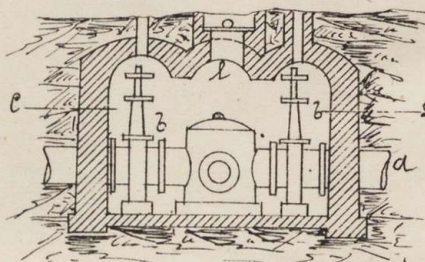
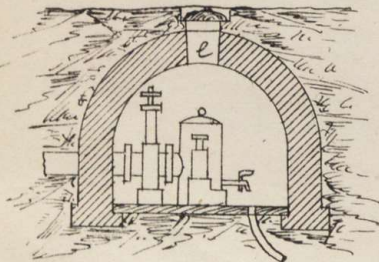
Черт. 123.



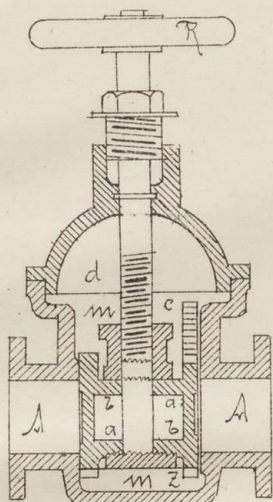


Черт. 137.

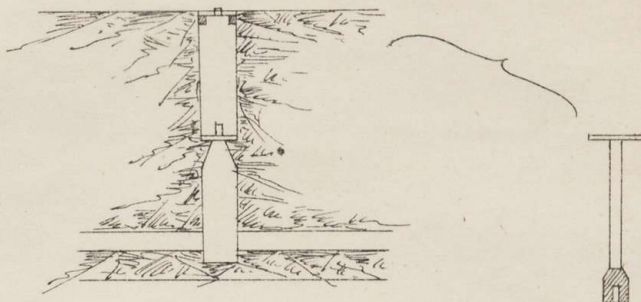
Черт. 137.



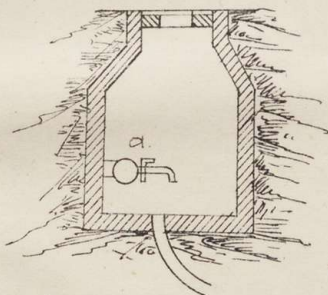
Черт. 135.



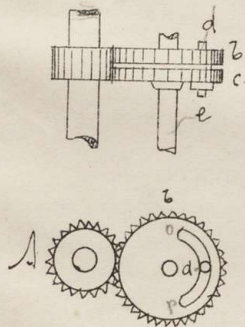
Черт. 136.



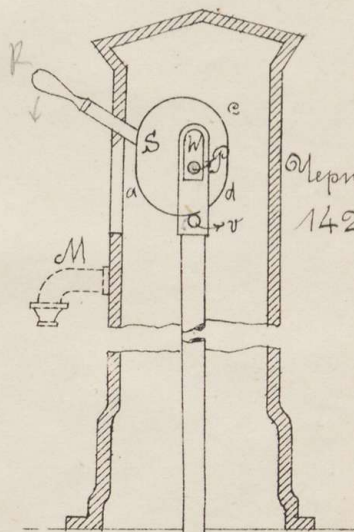
Черт. 145.



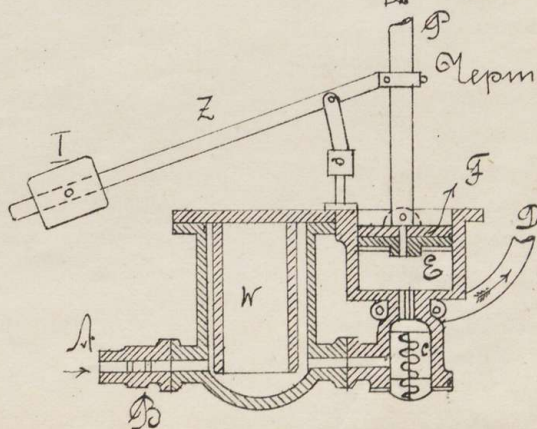
Черт. 138.



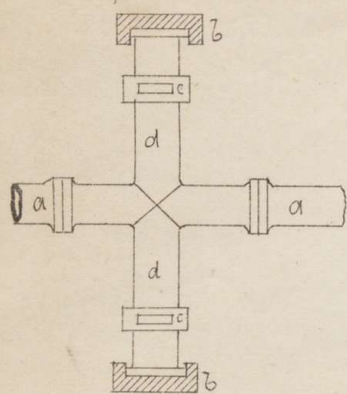
Черт. 142.



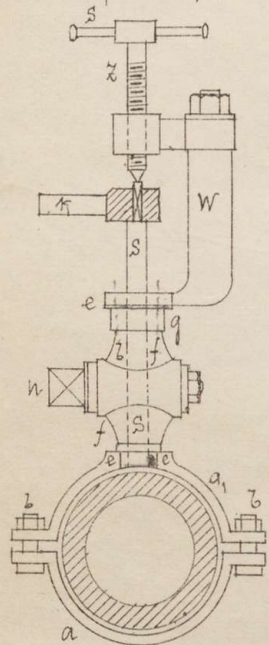
Черт. 143.



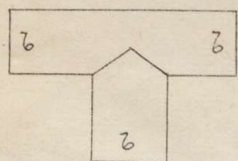
Черт. 146.



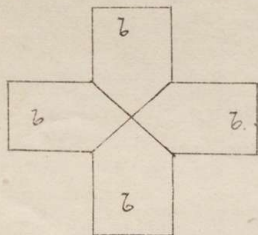
Черт. 147.



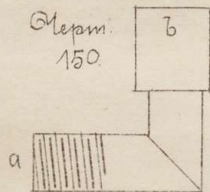
Черт. 152.



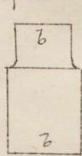
Черт. 153.



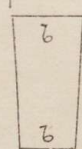
Черт. 150.



Черт. 155.



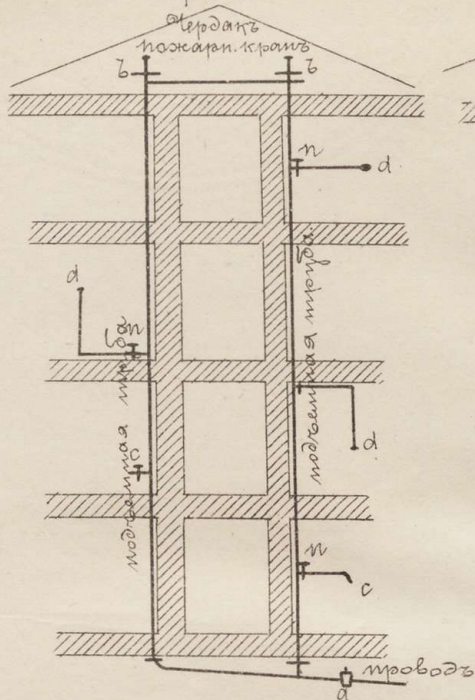
Черт. 154.



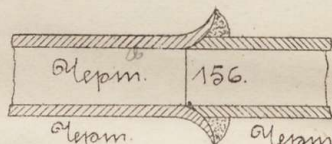
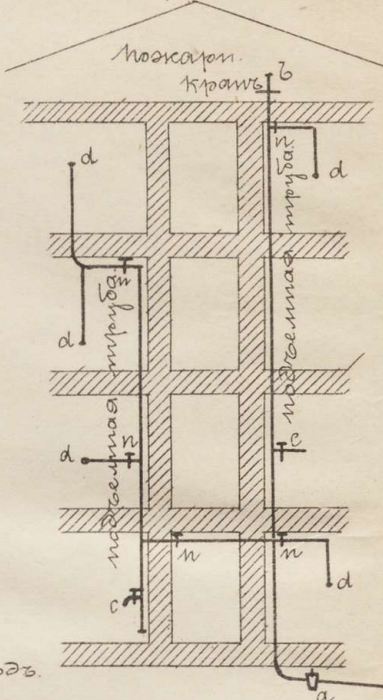
Черт. 151.



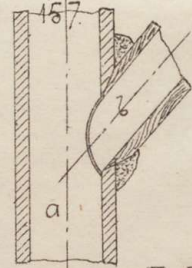
Черт. 140.



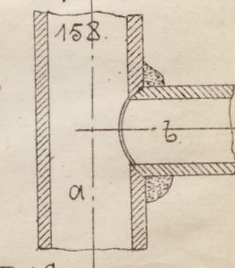
Черт. 148.



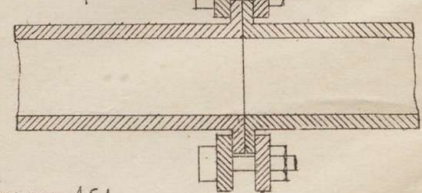
Черт. 157.



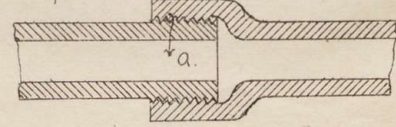
Черт. 158.



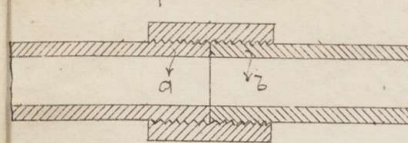
Черт. 159.



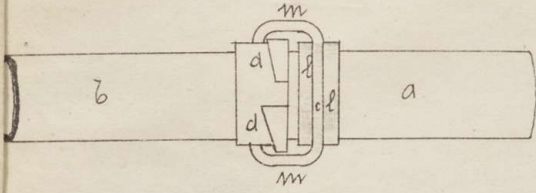
Черт. 161.



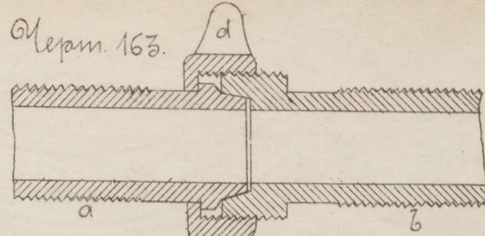
Черт. 162.



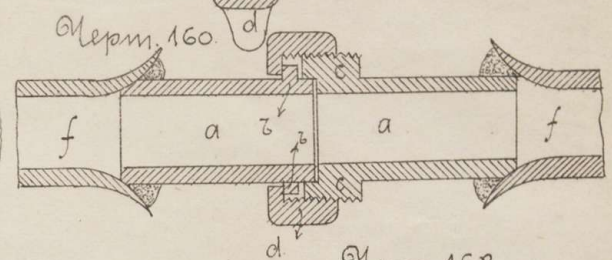
Черт. 164.



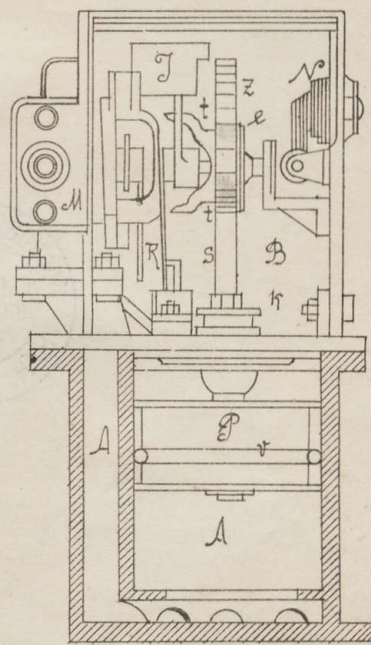
Черт. 163.



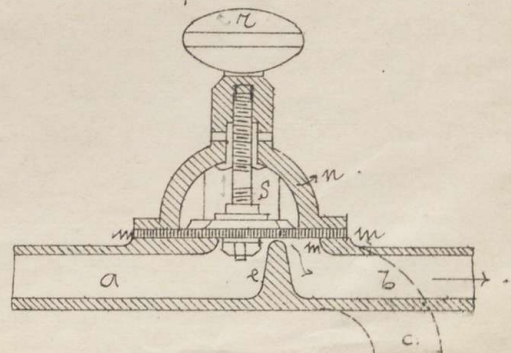
Черт. 160.



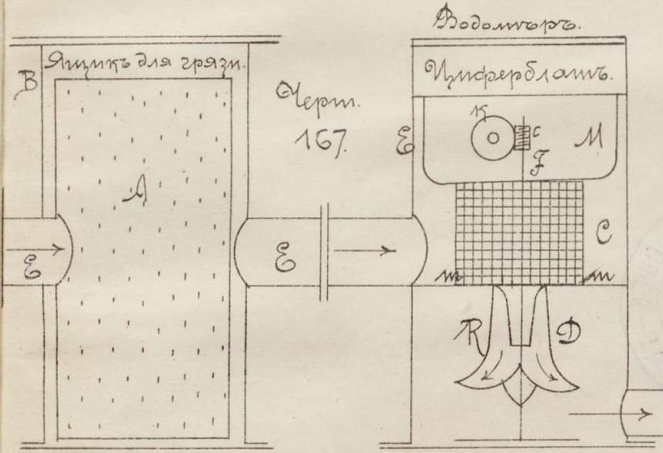
Черт. 168.



Черт. 165.



Черт. 167.



Черт. 166.

