

478

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

83/✓

М. М. Черепашинскій.

Профессоръ ИМПЕРАТОРСКАГО Техническаго Училища.

✓
84/147
Провер. 1935

КАНАЛИЗАЦІЯ

и

ВОДОСНАБЖЕНІЕ.

ПРОВЕРЕНО
1932

21



10 Цель канализации - отводъ изъ города загрязнен-
ныхъ водъ и нечистотъ. Водоснабженіе безъ канализаціи
немыслимо, такъ какъ приведенная вода не уничтожа-
ется и слѣдовательно ее надо отвести.

Отбросы населенныхъ мѣстъ состоятъ: 1) изъ кухон-
ныхъ 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 содѣйствующи-
ми распространенію заразныхъ болѣзней. Отбросы ну-
жно удалять раньше ихъ разложенія, которое начинает-
ся уже черезъ 24 часа, а иногда и раньше. Городскіе
отбросы можно раздѣлить на два главныхъ класса: жид-
кіе и неимѣющіе свойствъ жидкостей. Жидкіе отбросы
составляютъ по объему главнѣйшую часть; ихъ скорѣй-
шее удаленіе составляетъ поэтому главную заботу вся-
каго благоустроеннаго города. Вслѣдствіе этого мы
разсмотримъ сначала способы удаленія жидкихъ отбро-
совъ.

УДАЛЕНІЕ ЖИДКИХЪ ОТБРОСОВЪ

Къ жидкимъ веществамъ, скорѣйшее удаленіе кото-
рыхъ изъ густонаселенныхъ мѣстъ желательно, принад-
лежатъ главнымъ образомъ дождевыя, домашнія и фаб-
ричныя воды, а также и урина людей и животныхъ. Дох-
девыя воды вредны тогда, когда къ нимъ примѣшаны ор-
ганическія вещества. Нѣкоторая часть жидкостей погло-
щается грунтомъ и отчасти испаряется; въ слабонаселен-
ныхъ мѣстностяхъ этихъ естественныхъ средствъ вполне
канализація.

достаточно для удаленія жидкихъ отбросовъ. Въ городахъ - гдѣ въ многоэтажныхъ 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 посрединѣ улицъ или по бокамъ канавы, въ которыя и спускались воды изъ примыкающихъ къ нимъ владѣній, а по нимъ отводились къ ближайшему приемунику. Этотъ способъ употребляется въ большинствѣ русскихъ городовъ, не исключая и Москвы. Существованіе этихъ канавъ, 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 колодцы 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 водн что въ интересахъ здоровья не желательно. Очистка отъ льда этихъ канавъ обходится очень дорого. Изъ этого слѣдуетъ что жидкіе отбросы должны быть удаляемы 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 домохозяевами 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 мтр.) и имѣющихъ требуемое паденіе для скорого стока жидкостей.

Существуетъ двѣ системы канализаціи:

I СПЛАВНАЯ - tout à l'égout (все въ каналъ).

II РАЗДѢЛЬНАЯ,

По первой системѣ каналъ ~~устанавливать~~ какъ вечноточн, ~~какъ~~ ^{для} дождевыхъ водъ, а по второй - ~~только~~ ^{только} ~~нечистоты~~ ^{нечистоты} а для дождевыхъ водъ устраиваютъ особые проводы.

При сплавной системѣ необходимо устройство открытых 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~~ ^{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 à 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, желательна 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 все 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 прилежащими ^{окрестностями} въ масштабѣ $\frac{1}{10000}$. На планѣ должны быть нанесены горизонталы, чтобы знать водораздѣльныя линіи и, гдѣ возможно, планъ будущаго расширенія горо-

да. Для опредѣленія глубины каналовъ нужны кромѣ того горизонталы низкихъ, среднихъ и высокихъ водъ въ различныхъ мѣстахъ и высоты грунтовыхъ водъ для того, чтобы удалить грунтовые воды, заполняющія не глубокіе подвалы.

КОЛИЧЕСТВО ОТВОДИМЫХЪ ВОДЪ.

Каналы должны отводить 1) домашнія, публичныя и промышленныя воды; 2) дождевыя воды, попадающія на участокъ канала и на тѣхъ смежныхъ съ нимъ участкахъ, которыхъ вода при движеніи внизъ проходитъ 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 $2 \cdot \frac{140}{24} = 11,7$ 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 плотностью населенія. Въ Берлинѣ считаютъ на одного человека 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 дождевых 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 полнаго отведенія ея потребовались бы каналы чрезвычайныхъ размѣровъ. Такъ какъ дождевые воды не представляютъ особенно большой непріятности, если не сразу понадутъ въ каналы, да и большіе ливни вообще рѣдки, то достаточно принимать во вниманіе при расчетѣ каналовъ умеренный дождь. При большомъ ливнѣ высота 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 отводятъ 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. понадеетъ въ каналы. Изъ этого количества дождевой воды $\frac{6}{7}$ спускается въ рѣки, а $\frac{1}{7}$, соотвѣтствующая высотѣ дождя 0,33 см. въ часъ, выкачивается изъ каналовъ насосами. Въ Варшавѣ принято для центральныхъ мощеныхъ частей города за высоту дождя падающаго въ каналы въ часъ 6,25 $\frac{m}{m}$ для остальныхъ частей, имѣющихъ немощенія улицы 3,17 $\frac{m}{m}$.

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 ин-

женеру приходится сообразоваться съ мѣстными усло-
віями, такъ что въ этомъ отношеніи не могутъ быть
даны правила, которыя были бы примѣнны для всякаго
случая.

28 УКЛОНЪ ДНА КАНАЛОВЪ ПРИ СПЛАВНОЙ СИСТЕМѢ.

Каналы должны получить такой уклонъ, чтобы ско-
рость воды въ нихъ была достаточна для сплавленія
тѣхъ веществъ, которыя въ нихъ попадаютъ. Опыты по-
казали, что для этого нужна скорость не менѣе 0,6-
0,75 mtr. въ секунду. Если обозначимъ черезъ V ско-
рость въ секунду въ метрахъ. F -площадь живого сѣче-
нія канала. P -периметръ. I -паденіе, (т.е. отношеніе
паденія h къ длинѣ канала l) и ζ коэффициентъ сопро-
тивленія, то

$$I = \zeta \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{P}{F} \dots (1)$$

$$V = \sqrt{\frac{2g}{\zeta} \cdot \frac{F}{P} \cdot I} = K \sqrt{RI} \dots (2) \text{ гдѣ } R = \frac{F}{P} \quad K = \sqrt{\frac{2g}{\zeta}} \quad \text{а } I = \frac{h}{l}$$

а) Въ новѣйшее время употребляютъ часто формулу:

$$V = \frac{100}{b} \sqrt{\frac{R}{1 + \sqrt{R}}} \sqrt{RI}. \text{ Здѣсь } R = \frac{F}{P} \text{ (гидравлическій радиусъ,}$$

а $I = \frac{h}{l}$ паденіе канала, b зависитъ отъ матеріала смачи-
ваемыхъ стѣнокъ; для городскихъ каналовъ среднимъ чи-
сломъ $b=0,45$ (въ метрической системѣ) по Эйфельвейну
(приблизительно) $k=50,9$.

Коэффициентъ ζ зависитъ отъ скорости и данъ въ слѣ-
дующей таблицѣ:

$V = 0,05; 0,10; 0,125; 0,15; 0,18; 0,25; 0,30; 0,40; 0,50;$

$0,75; 1,0$

$\zeta = 0,013; 0,012; 0,0103; 0,0107; 0,0094; 0,0090; 0,0088;$

$0,0084; 0,0082; 0,008; 0,0078.$

Изъ вѣдущихъ 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 нѣрѣдко воды и совсѣмъ не бываетъ.

Какъ наименьшую скорость можно принимать:

для большихъ каналовъ діаметра $> 0,9 \text{ mtr.}$ $V = 0,35 \text{ mtr.}$
" средних " отъ $0,45$ до $0,9 \text{ mtr.}$ $V = 0,9 \text{ mtr.}$
" малыхъ " " $0,15$ до $0,45 \text{ m.}$ $V = 1,1 \text{ mtr.}$

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 прочищать. Очистку производятъ 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 должно имѣть переделовъ (иначе произойдетъ потеря скорости). Если городъ

пересѣкается рѣкою и поверхность имѣетъ по обоимъ 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 С 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 доводятъ до рѣки; вдоль рѣки устраиваютъ собирательные каналы-коллекторы, параллельно берегамъ, которые отводятъ воду каналовъ $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$ въ рѣку ниже плотины С 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', S' (фиг. 3), въ которые входятъ каналы SS. Каналы S', S' спускаютъ нечистоты въ рѣку ниже города по теченію рѣки у точки А. Устройство каналовъ S', S' часто затруднительно, потому что они идутъ вдоль береговъ, находятся слѣдовательно на низкой мѣстности и бываетъ трудно дать имъ требуемый уклонъ, не понижая чрезвѣрно ихъ дна при устьѣ въ А. Въ такихъ случаяхъ бываетъ часто необходимо выкачивать изъ каналовъ S' нечистоты насосами. Во время сильныхъ дождей каналы S', S' будутъ недостаточны для отведенія всей воды притекающей къ нимъ по каналамъ SS. 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', S' съ рѣкою переливными каналами V, 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' ниже ab вода стекаетъ по каналу S' до устья A . Запасные спуски спускаютъ нечистую воду въ рѣку въ чертѣ города. Такой спускъ признается не особенно вреднымъ, потому что онъ приходитъ въ дѣйствіе лишь послѣ того, когда вода въ каналахъ достигнетъ определенной высоты, а до этихъ поръ большая часть нечистотъ будетъ унесена теченіемъ къ мѣсту A ; но такъ какъ нечистоты произведенныя во время дождя, стекаютъ черезъ запасные выпуски въ рѣку въ предѣлахъ города, то этотъ методъ всетаки не желателенъ. Когда устройство каналовъ S' затруднительно, то каналы S располагаютъ параллельно рѣкѣ (фиг. 5), которые отводятъ воду въ сборные каналы S' , а послѣдніе въ рѣку при A . Это расположеніе мѣстъ имѣетъ то неудобство, что затрудняетъ устройство запасныхъ выпусковъ.

Если рѣка огибаетъ городъ кругомъ, то употребляютъ радіальное расположеніе (фиг. 6). Устройство двухъ каналовъ въ AC и DB вмѣсто одного AB 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 все эти системы, употребляя для различныхъ участковъ, соответственно 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 мѣстъ удобныхъ для спуска водъ; 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 сборныхъ 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.

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, обра-

ценная узкимъ концомъ внизъ. Для большихъ каналовъ, которыхъ высота превышаетъ два метра и по которымъ протекаетъ постоянно достаточное количество воды, оказывается наиболее выгодной круглая или трубчатая форма, потому что при одинаковой площади сѣченія периметръ круглаго сѣченія немного меньше 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 меньше 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 ade .

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 спускаютъ воду изъ этихъ выпусковъ. Для предупрежденія засоренія діаметръ каналовъ не дѣлаютъ меньше 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 по-

теру 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 $V = 1$ мт. потеря напора $h = 0.384 \times \frac{1}{2g} = 0.05$ мтр.

Для изготавленія проекта канализаціи требуется слѣдующій подготовительный матеріалъ:

1. Долженъ быть изготавленъ точный планъ города и окрестностей въ масштабѣ $\frac{1}{10000}$ съ нанесенными на немъ горизонталями.

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

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. Занесеніе полученныхъ при нивелированіи высотъ въ планы городскихъ участковъ, составленныхъ въ масштабѣ $\frac{1}{500}$. Эти планы содержатъ границы отдѣльныхъ владѣній, положеніе сточныхъ, газовыхъ и водопроводныхъ трубъ, существующихъ каналовъ, высоты послѣднихъ и проч. данныя, знаніе которыхъ необходимо при проектированіи канализаціи. На эти планы наносятъ планы съ ихъ смотровыми и промывными колодцами, устьями, запасными выпусками, домашними проводами и т. п. За-

тѣмъ строить 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. Глазурованныя гончарныя трубы.
5. Желѣзо.
6. Асфальтъ.

КАНАЛЫ ИЗЪ БУТА, ТЕСОВАГО КАМНЯ И КИРПИЧА.

Употребляется для каналовъ, вслѣдствіе трудности изготовленія гладкихъ внутреннихъ стѣнокъ, которыя не представляли бы движенію воды большого сопротивленія. Бутовые каналы нужно 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 въ сѣдлѣ, вслѣдствіе одинаковаго давленія со всѣхъ сторонъ.

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

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 до 1,5 mtr. Для этого готовятъ раму (фиг. 12 13) изъ брусьевъ ab, cd, длиною около 1,5 mtr. и шириною, равной наружной ширинѣ канала; на этой рамѣ изготовляютъ нижнюю часть для abcd; 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 глазурованной глины (часть 10). Отверстія 0.

Канализація.

Листъ 3.



служать для впуска грунтовой воды. Такъ какъ дно изъ этихъ матеріаловъ трудно соединить между собою водонепроницаемымъ образомъ, потому что при укладкѣ ихъ въ грунтовой водѣ, вода размываетъ цементъ прежде, чѣмъ онъ окрѣпнетъ, то дно изъ кирпича заслуживаетъ предпочтенія.

в). КАНАЛЫ ИЗЪ БЕТОНА И ЦЕМЕНТА.

Бетонъ. Каналы изъ бетона требуютъ вслѣдствіе неровности внутренней поверхности обмазки цементомъ или обдѣлки клинкеромъ. Для бетона берутъ одну часть портландскаго цемента, 2ч. песку и 3ч. щебня, кусками не болѣе 3,5 см. Сперва приготавливаютъ растворъ изъ цемента 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 готовится и верхняя часть. Форму обиваютъ иногда цинковыми щитами. Изготовленіе бетонныхъ каналовъ идетъ очень скоро.

Цементъ Для кладки можетъ быть употребленъ только портландскій цементъ самаго 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 klgr. на 1 кв. см.

2) смѣсь изъ одной части цемента и 3^х частей песку послѣ той же продолжительности отвердѣванія должна имѣть сопротивленіе 5 klgr. на 1 кв. см.

3) при пропускѣ черезъ сито, имѣющее 900 отвер-

стій на 1 кв. см., остатокъ на ситѣ не долженъ превышать 25%.

4) цементъ не долженъ схватывать раѣе 40-60 мин. Изъ цемента, изготовляются также трубы, которыя отличаются большой крѣпостью и большой точностью профиля.

С. ГОНЧАРНЫЯ ТРУБЫ.

Гончарныя трубы употребляются до діаметровъ 0,75 mtr. 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	22,83	25,40	30,48	38,1
д. стѣн. фаянс. гл.	0,95	1,27	1,59	1,9	2,22	2,54	2,85
д. стѣн. изъ обож. гл.	0,95	1,27	1,59	2	2,54	2,79	3,17

Трубы, размѣры которыхъ приведены въ таблицѣ, можно употреблять при глубинѣ каналовъ до 4 mtr.; 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 фиг. 16.

Трубы соединяются между собою муфтами; для набивки употребляютъ смазанный дегтемъ пеньковый шнуръ и жир-

ную глину. Длина муфты около 6 ф. м., а промежуток для набивки 1-2 см. (фиг. 17а)

Иногда бывает нужно для вставки новой вѣтви или при замѣнѣ испорченной вынуть трубу изъ провода; для этого поднимаютъ нѣмного проводъ такъ, чтобы онъ образовалъ кривую линію и затѣмъ вынимаютъ трубу.

Но при этой операціи легко можетъ лопнуть слѣдующая труба. Чтобы облегчить замѣну испорченныхъ трубъ новыми, устраиваютъ трубы (фиг. 17 б) 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 $J = \frac{Q}{V} = \frac{\pi d^2}{8}$ откуда

$$d = \sqrt{\frac{8Q}{\pi V}}$$

Употребляются также муфты, состоящія изъ 2 половинъ (фиг. 17 с) и подвижныя муфты перемещающіяся вдоль трубы въ видѣ плоскихъ колецъ (фиг. 17 д). Теперь эти средства рѣдко употребляютъ. 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 будущаго отвѣтственности уже во время прокладки трубъ на соответственныхъ мѣстахъ помѣщаютъ нужныя для этого колѣна.

В. ЦЕМЕНТНЫЯ ТРУБЫ.

Цементныя трубы изготовляются изъ хорошаго порландскаго 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 еще тѣмъ, что не разрушаются отъ дѣйствія воды протекающей по каналамъ. Онѣ выдерживаютъ бо-
льшее внутреннее давленіе, чѣмъ глиняныя и по-
тому весьма пригодны для промывныхъ трубъ и вообще для проводовъ, подверженныхъ небольшимъ напорамъ.

48 4/8 СООРУЖЕНІЕ КАНАЛОВЪ.

Ровъ для канала получаетъ по возможности малую ширину, чтобы уменьшить объемъ вынимаемаго грунта и меньше стѣснять движеніе по улицамъ во время производства работъ. Не глубокіе рвы устраиваютъ такимъ образомъ, какъ при устройствѣ водоснабженія по частямъ, оставляя на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга около 6 мтр. поперечныя стѣнки. Более глубокіе рвы вынимаютъ непрерывно, а стѣнки укрѣпляютъ досками б (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 отдельными рядами досок, помещают вертикальные стойки *В* (фиг. 19), которые служат доскам опорами. Распорки *С* соединяются съ *В* помощью коротких брусьев *К* и прибиваются къ бруску *У* гвоздями. Расстояние 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 расстояние дѣлаютъ отъ 1,5 до 2 мтр. Диаметръ распорокъ *С* берутъ отъ 12-15 см, а толщину досокъ 5 см. При не совсемъ плотномъ грунтѣ стѣнки получаютъ сплошную обдѣлку изъ досокъ (фиг. 20). Обдѣлывая такъ стѣнки рва, можно въ сухомъ грунтѣ доходить до глубины 10,5 мтр. Когда грунтъ пропитанъ водою, то рассмотрѣнную обдѣлку употребляютъ только до горизонта грунтовой воды, а ниже образуютъ по возможности плотную шпунтовую стѣнку изъ вертикальныхъ брусьевъ, 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 брусьями стѣнки въ сухомъ грунтѣ при малыхъ длинѣ и ширинѣ ямы; какъ напр. стѣнки входныхъ шахтъ и проч. Въ такомъ случаѣ складываютъ изъ бревенъ раму *У* (фиг. 22), соответственно внутреннему очертанію ямы въ горизонтальномъ сѣченіи. Раму кладутъ внутрь ямы и между ней и грунтомъ вколачиваютъ вертикально, или немного наклонно брусья. 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 у, чѣмъ затрудняется углубленіе этихъ брусьевъ внизъ. Для устраненія этого неудобства помещаютъ между грунтомъ и брусомъ клинья с (фиг. 24); брусъ вбиваютъ ярусами. Если захотятъ вбить какой нибудь брусъ глубже, то устраняютъ клинь между этимъ брусомъ и грунтомъ, послѣ чего вбиваютъ брусъ на требуемую глубину и ставятъ клинь на прежнее мѣсто. Чтобы при вбиваніи брусъ на верхнемъ концѣ не раскалывались, ихъ снабжаютъ вверху желѣзными сковками. 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 у 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 штольню. Обдѣлка штольни 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 невыгод-

номъ случаѣ, съ уширеніемъ нижней поверхности (фиг. 29) Глиняныя трубы при слабомъ грунтѣ укладываются на продольные деревянные брусья, стѣнки которыхъ располагаются на поперечномъ брускѣ (фиг. 30).

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

ИСПОЛНЕНИЕ КЛАДКИ

Толщина кладки бываетъ въ одинъ кирпичъ, а для малыхъ каналовъ даже въ $\frac{1}{2}$ кирпича. Въ Англіи опредѣляютъ часто толщину стѣнки для круглыхъ каналовъ по формулѣ: $t = \frac{h\sqrt{r}}{100}$, гдѣ t —толщина кладки въ футахъ, h —расстояніе канала отъ поверхности земли и r —внѣшній 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 ≥ 2 мтр., то толщину слѣдуетъ брать болѣе кирпича, потому что при такомъ давленіи вода проходитъ сквозь поры стѣнокъ при толщинѣ ихъ въ 1 кирпичъ.

Кладку всего удобнѣе производить ложкомъ (фиг. 28 и 29), потому что можно тогда каналы большихъ радіусовъ готовить изъ обыкновеннаго клинкера, непрерывный слой цемента между рядами кирпичей способствуетъ непроницаемости стѣнокъ для воды и получается меньшее количество вертикальныхъ швовъ. Большіе каналы исполняются партіями рабочихъ: одна партія изготовляетъ дно канала, другая закладываетъ кружала для средней

части канала и исполняет кладку этой части, затѣмъ третья изготовляетъ верхнюю часть; наконецъ четвертая замазываетъ цементомъ швы въ готовой части канала и смазываетъ верхній сводъ цементомъ толщиною въ 1 см.

Кладку ведутъ такъ, что низовье канала (по направленію 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 изготовляютъ для трубы желобчатое ложе съсоотвѣтственнымъ углубленіемъ для муфты. Опустивши трубу въ ровъ, конецъ ея обвиваютъ шнуркомъ, смазаннымъ дегтемъ, вставляютъ этотъ конецъ трубы въ муфту предыдущей, проверяютъ правильность положенія и послѣ помощью деревяннаго стержня уплотняютъ набивку, которую затѣмъ снаружи замазываютъ жирной глиной. Заменять глину цементомъ не слѣдуетъ, потому что цементъ хрупокъ и увеличиваясь во время отвердѣнія 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.

СОЕДИНЕНІЕ СХОДЯЩИХСЯ КАНАЛОВЪ

Чтобы по возможности уменьшить потерю наденія, про-

исходящую при измененіи направленія теченія, стѣнки каналовъ должны сходиться безъ всякихъ внезапныхъ переломовъ, 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 КЕОD входитъ въ каналъ LN, имѣющій профиль LCND; послѣ соединенія этихъ двухъ каналовъ общій каналъ имѣетъ профиль RGPF. 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 CF трудно было бы дать достаточную крѣпость. Это соединеніе поэтому устраивается слѣдующимъ образомъ: каналъ 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. Пята этого свода въ точкахъ F и G приподняты противъ точекъ SE, слѣдовательно пята свода отъ SE къ FG. Сходящіяся стѣнки обратныхъ сводовъ нижней части канала, начиная отъ D до конечной точки E срѣзаются горизонтальной 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 DEGFС, а вверху суживается и переходитъ въ прямоугольное (фиг. 32-33). Нерѣдко въ городахъ новый каналъ долженъ пере-

сѣкать 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-х-представляетъ старый каналъ, а AD н-овый. 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 н-овый при E, или соединяютъ оба эти канала вмѣстѣ трубой DE, такъ что вода продолжаетъ теченіе въ новомъ каналѣ. Когда затѣмъ частъ 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. 36), 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 mtr. 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, онѣ 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 колодези (фиг. 40, 41, 42). Колодези получаютъ обыкновенно круглое сѣченіе; внизу они должны получать такой размѣръ, чтобы рабочій могъ въ немъ производить нужныя для чистки и промыванія трубъ работы. Для чего ширина колоде-

да достаточно въ 1 мтр.; сверху эта ширина может быть уменьшена до 0,5-0,8 мтр. Толщина кладки $\frac{3}{4}$ -1 кирпичъ Колодезь сверху покрываютъ крышкой покоящейся въ желѣзной или каменной рамѣ.

Чтобы облегчить входъ въ колодезь, 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 направлениями теченія полезно располагать ихъ устья на разной высотѣ, чтобы теченія не встрѣчались прямо.

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

ПЕРВОУРОВНЕВЪ 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.

ПЕРЕСОЮЩЕНІЕ КАНАЛА РѢКОЙ.

При пересѣченіи направленія, по которому долженъ быть проложенъ каналъ, рѣкой, озеромъ и т. п., проводятъ его подъ дномъ рѣки сифономъ. Такой сифонъ представленъ на фиг. 49. Каналъ ~~подъ~~ дномъ рѣки имѣетъ постоянный уклонъ. Верхніе 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 С 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 смотровыя 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 движениемъ располагаютъ входное отверстіе часто возлѣ тротуаровъ, чтобы не мѣшать движению 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 отверстіе должно быть надъ самымъ каналомъ въ срединѣ улицы.

Для малыхъ каналовъ, въ которые входить 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, отверстіе 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 ломаныхъ улицахъ уменьшить число входныхъ колодцевъ, часто ихъ замѣняютъ ламповыми отверстіями, въ которыя для провѣрки состоянія канала опускаютъ фонарь и смотрятъ въ колодецъ, видятъ ли свѣтъ послѣдняго, чѣмъ и убѣждаются, что сѣченіе канала свободно или нѣтъ на протяженіи отъ ламповаго отверстія до колодца. Эти отверстія состоятъ обыкновенно изъ гончарныхъ трубъ діам. 16 см. (фиг. 59, 60).

Промывные приборы

Промываніе каналовъ производится водой каналовъ или особо для этой цѣли проведенной водой. Для промыванія малого канала покрываютъ его отверстіе деревяннымъ кружкомъ С (фиг. 61), прижимая его къ трубѣ съ р-

немъ р, опирающіеся другимъ концомъ въ противоположную стѣнку канала. Этотъ стержень приводятъ въ движеніе сверху цѣпью К. Для лучшей плотности прикосновенія кружковъ δ снабжаютъ ихъ кольцомъ изъ кожи или каучука, а концы трубъ особой фасонной частью изъ Гончарной глины или желѣза (фиг. 62, 63) ζ - фасонная часть, а желѣзный клапанъ, в - кольцо изъ кожи, прикрепленное 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 1 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 $\angle \beta$, опорожниваясь онъ снова займетъ прежнее положеніе. Такимъ образомъ притекающая по каналу С вода, служитъ 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 отверстие канала вверху закрыто двер-

ками 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 стержнемъ.

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 вверх.

На фиг. 71 показано устройство при употребленіи для промыванія рѣчной воды. Клапанъ К поднимается съ помощью цѣпи, а спускается подъ дѣйствіемъ своего вѣса. Труба F расположена на высотѣ горизонта аб низкихъ водъ. Употребляютъ для промыванія также и автоматически дѣйствующие клапаны. Цель 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 не далекомъ 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 колодецъ; тогда пришлось бы для устраненія загрязненія канала добавочное промываніе, вводя въ каналъ постороннюю воду.

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

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВПУСКА ВОДЫ ВЪ КАНАЛЫ.

Улицы и дворы соединяютъ съ каналами посредствомъ вертикальных колодцевъ, открытых вверху, черезъ которые могутъ помощью гончарныхъ трубъ стечь въ каналъ дождевые и дождевые воды. Эти колодцы снабжаются вверху рѣшетками, чтобы въ нихъ не могли упасть большіе предметы; отверстия рѣшетокъ имѣютъ величину отъ 1,5 до 2 см.

Дно колодцевъ устраиваютъ ниже отверстія, чтобы песокъ и прочія тяжелыя вещества осаждались въ колодцахъ и не попадали въ каналъ. Со времени до времени бываетъ нужно очищать эти колодцы отъ осадковъ; для облегченія этой чистки часто помещаютъ на дно колодца ящикъ, который и вынимаютъ вмѣстѣ съ накопившеюся въ немъ грязью. Чтобы черезъ отверстія этихъ колодцевъ не могъ выходить въ улицы воздухъ каналовъ, последние соединяютъ съ колодцемъ посредствомъ особаго рода сифоновъ, наполненныхъ водою, который препятствуетъ выходу воздуха изъ канала наружу.

Такъ какъ число сточныхъ колодцевъ бываетъ очень большое, то они въ высокой степени увеличиваютъ стоимость канализаціи; ихъ конструкція должна быть по возможности простая и дешевая. На фиг. 73 представленъ

Канализація.

Листъ 5.

сточный колодезь въ вертикальномъ разрѣзѣ; b-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 имѣетъ то неудобство, что при пониженіи воды въ колодцахъ ниже точки a, выходъ воздуха каналовъ дѣлается возможнымъ, а потому необходимо наблюдать, чтобы горизонтъ воды въ колодцѣ постоянно былъ выше a. Отъ этого неудобства свободенъ сифонъ S (фиг. 73), но онъ подверженъ засоренію, поэтому удобенъ для улицъ съ большимъ движениемъ, 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 дѣлаетъ 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 колодезь 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 поломъ улицы; поэтому высота 16-8⁸ см. можетъ быть употреблена на паденіе сточной канавы. Если

уклонъ канавы $\frac{1}{250}$, то длина отъ верхней ея точки до колодца $S.250 = 2000$ см. ≈ 20 мтр. и следовательно расстояние между колодцами $ab = 2.20 = 40$ мтр.

Фиг. 75 представляет поперечное сѣченіе, а фиг. 76 планъ канализированной улицы.

Такъ какъ сточные колодцы расположены у самыхъ тротуаровъ, то они не 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. *г.с.н.*

ПРОВОДЫ ОТЪ ЧАСТНЫХЪ ВЛАДѢНІЙ.

Проводы отъ частныхъ владѣній къ каналу состав-
ляются обыкновенно тоже изъ трубъ 16 см. въ діаметрѣ,
мѣста, въ которыхъ проводъ пересѣкаетъ стѣны зданій,
отмѣчаются заранее. На соотвѣтственныхъ мѣстахъ въ
уличномъ проводѣ вставляютъ фасонныя части, начиная
отъ которыхъ идущая къ частному владѣнію труба подни-
мается съ уклономъ не менѣе $\frac{1}{150}$. 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 колодецъ.

Часто водосточныя трубы зданій развѣтвляются на
два рукава, одинъ изъ которыхъ идетъ въ сточный коло-
децъ, а другой въ собиратель грази фиг. 77, въ кото-
ромъ остаются стекающія вмѣстѣ съ дождевой водой пес-

чунки, грязь и пр. На чертежѣ этотъ собиратель представленъ изъ гончарной обожженной глины, А-крышка изъ желѣза.

Вертикальныя трубы, для опусканія домашнихъ кухонныхъ водъ изготавляются изъ чугуна, гончарной или фаянсовой глины. Для соединенія длинныхъ трубъ употребляютъ смазанную дегтемъ пеньку или асфальтъ а иногда портландскій цементъ. Отъ этихъ трубъ идетъ труба діаметромъ 4-6 см., вверху, 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 раскладываютъ обыкновенно вдоль дымовыхъ трубъ, чтобы вода въ нихъ не замерзала. На фиг. 78 представленъ планъ, а на фиг. 79 разрѣзъ по ABCDEF четырехъэтажнаго зданія, съ частными проводами для отвода водъ. MN-вертикальная труба, начинающаяся въ подвалѣ и оканчивающаяся надъ крышей; С-кухня, В-ванная, К-вазирядозетъ. Вода изъ С, В, К стекаетъ, проходя черезъ сифоны въ трубу MN. Во дворѣ устроенъ сточный колодезь S съ собирателемъ грязи, къ нему текутъ воды изъ водосточныхъ трубъ по проводамъ *at*, *bt*; домашнія воды отводятся изъ MN по трубѣ *MP*. Отъ колодезя S идетъ съ уклономъ $\frac{1}{50}$ труба *CS* въ 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 осво-

бодить 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 оставалось не большія пустоты, по которымъ можетъ просачиваться вода. Для увеличенія дренажнаго дѣйствія каналовъ берутъ ~~часть~~ для засыпки въ нижней части досокъ или хрищъ, только тогда и колодцы нужно внизу обдѣлывать тѣмъ же матеріаломъ, чтобы дренажующій слой былъ непрерывенъ. Гдѣ количество грунтовыхъ водъ значительно, тамъ укладываютъ вдоль каналовъ дренажныя трубы діаметромъ 20-30 см., 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 самодействующими клапанами, чтобы при поднятіи уровня воды въ колодцахъ, вода изъ нихъ не могла попадать въ почву.

ВЕНТИЛЯЦІЯ КАНАЛОВЪ.

Даже при самомъ хорошемъ устройствѣ каналовъ въ нихъ образуются явныя газы, которые могутъ выходить черезъ отверстія колодцевъ и пр. наружу. Во время дождя попадающая въ эти каналы вода вытѣняетъ эти газы, значительная часть которыхъ черезъ домашніе проводы можетъ войти въ помѣщенія зданій. Въ холодную пору, когда температура въ помѣщеніяхъ выше, чѣмъ снаружи, выѣнное давленіе воздуха можетъ произвести тоже дѣйствіе, что и вода во время дождя. Поэтому необходимо устройство для постоянной вентиляціи каналовъ. Для этого ~~вдоль~~ ^{по} восточнымъ краямъ зданій ведутъ непрерывно въ каналы и оканчиваютъ ихъ въ ~~грунтъ~~ ^{вентиляторы}

сводѣ канала. Но вентиляція одними сточными трубами недостаточна, потому что во время дождя, когда вентиляция всего болѣе нужна, онѣ не дѣйствуютъ, потому что сами наполнены водою стекающей съ крышъ. Поэтому устраиваютъ иногда особня вентиляціонныя трубы, начинающіяся у вершины каналовъ, которыя подобно водосточнымъ трубамъ идутъ вдоль стѣнъ выше крышъ 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. 80-81 показано устройство фильтра помещаемаго въ смотровомъ колодцѣ. Фиг. 80 - вертикальный разрѣзъ, фиг. 81 - горизонтальный видъ. Въ крышкѣ колодца устроены два кольцеобразныя отверстія О.О. Крышка помещена въ рамѣ а. Къ рамѣ прикрѣпленъ сосудъ dd, въ который вставленъ фильтръ б. Входящая черезъ отверстіе ОО вода собирается въ кольцевомъ пространствѣ dd, внизу котораго осаждаются грязь. Когда горизонтъ воды достигнетъ высоты *в*, то черезъ отверстіе *в* вода входитъ въ винтообразный каналъ S, по которому стекаетъ въ колодецъ. 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.

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 обыкновенныя 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 нѣкоторомъ отстояніи 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 пространства, 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 десятин) 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 гектаръ 100 человѣкъ, потребовалось бы для Москвы при ея 300.000 населеніи 3000 гектаровъ или 7300 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 главнѣйшее

нотности ее распространению. Нечистоты въ этомъ случаѣ попадаютъ въ трубы сжатые (система Бона) или разрѣженнымъ воздухомъ (сист. Лирнура).

При первой системѣ, въ слѣдствіе невозможности устроить проводъ совершенно неаотный, существуетъ опасность засоренія трубы, пропускающимъ сквозь неаотныя 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. Интравенная для этой цѣли насосная станція имѣетъ такое же устройство какъ для водопроводовъ.

Главный собирательный каналъ оканчивается, вблизи насоснаго зданія, собирателемъ песка, — имѣющимъ подобное же устройство, какъ собиратель грязи, въ которомъ осаждаются попавшіе въ каналы песокъ, грязь и пр., жидкія вещества. Проводъ отъ этого собирателя къ насосамъ снабжается сѣткой, которая задерживаетъ плавающие вещества; послѣдніе могли бы попасть въ вентили насосовъ и тѣмъ прекратить ихъ дѣйствіе. Собиратель песка соединенъ большимъ запаснымъ выпускомъ съ ближайшей рѣкой, чтобы во время сильныхъ дождей не нужно было выкачивать всю воду изъ каналовъ къ полю, а можно было бы часть ее 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 опускается въ рѣку.

Вслѣдствіе переменнаго теченія воды въ каналахъ, насосная станція должна быть устроена для переменной работы насосовъ, поэтому целесообразно имѣть одну

КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ.

Потребное количество воды изменяется съ состоятельностью, привычками и чистоплотностью жителей и зависит также отъ степени развитости промышленныхъ заведеній, отъ числа публичныхъ водяныхъ сооружений (бань, фонтановъ и т.д.), отъ способа разбора воды и стоимости ея. Въ большихъ городахъ, вслѣдствіе болѣе состоятельности и большихъ требованій жителей расходъ вообще болѣе, чѣмъ въ меньшихъ. На основаніи данныхъ, выведенныхъ изъ многолѣтнихъ наблюденій въ городахъ съ правильно и цѣлесообразно устроенными водопроводами принимаютъ на 1-го человека 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 литр
 - в) въ большихъ " (свыше 100000 жителей) - 100-150 литр.
- (1 ведро = 12,299 литр. 1 кв. литр. = 1000 литр.)

Въ нѣкоторыхъ городахъ Америки водопроводъ доставляетъ до 600 литр. на человека 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 послѣдняго 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 разстояніе источника отъ мѣста потребленія) то принимають 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 человѣка 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. мтр.	-	-	-1,5	"

Пойка и чистка скота:

1 лошадь или большой скоть	-	-	-50	"
1 мелкій скоть	-	-	-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. мтр.	-	-	-	-1 литръ
публичные сады на 1 кв. мтр.	-	-	-	1-1,5 "
колодезь безъ непрерывнаго стока въ сутки	3000	"		
1 гидрантъ въ часъ	-	-	-	14000-22000 "

Публичный писсуаръ съ постояннымъ полосканиемъ 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 "
бассейны на 1 кв. мтр. притока въ часъ въ		
часы употребленія	-	50-100 "
Паровая машина безъ конденсаціи въ часъ на		
1 лошадиную силу	-	20-30 "
машина съ расширеніемъ и конденсаціей до	-	800 "
Бойни въ годъ на 1 голову убитаго скота	-	300-400 "
Примѣчаніе: однократно питаніе паровоза	6-8 кв. мтр.	
въ часъ расходуетъ: машина скораго поѣзда	-3,4-4 кв. мтр.	
товарнаго	-	-2,1-3,6 "
смѣшаннаго	-	-3,0-3,6 "

На основаніи предыдущихъ данныхъ опредѣляется средній суточный расходъ. Но дѣйствительный расходъ въ различные дни бываетъ неодинаковъ, и лѣтомъ онъ всегда больше, чѣмъ зимой. Максимальный суточный расходъ достигаетъ 125% средняго суточнаго расхода. Если суточный расходъ раздѣлимъ на 24, то получимъ средній часовой расходъ; въ процентахъ онъ $= \frac{100}{24} = 4,17\%$ суточнаго, но дѣйствительный часовой расходъ понижается ночью почти до нуля, а днемъ достигаетъ 6-7% суточнаго расхода, и даже больше.

На основаніи опытовъ рассчитываютъ проводъ такъ,

чтобы они въ каждый часъ могли доставлять $\frac{1}{10}$ суточного расхода.

Примѣръ. Средній суточный расходъ по отношенію къ 1 жителю 60 литр. число жителей = 2000. Вода отъ источниковъ движется равномѣрно и доставляетъ запасъ запасному резервуару въ каждый часъ средній часовой расходъ, идущіе отъ резервуара въ городъ трубы должны быть въ состояніи проводить въ часъ максимальный часовой расходъ.

Отвѣтъ. Средній суточный расходъ = $60 \cdot 2000 = 120000$ литр. = 120 кв. мтр. 9880 ведеръ. Предполагая, что запасный резервуаръ долженъ вмѣщать максимальное суточное количество, его объемъ будетъ = $120 \cdot 125\% = 150$ кв. мтр. Проводъ отъ источниковъ къ запасному резервуару дол-

женъ проводить въ секунду $\frac{120000}{86400} = 1,39$ литр., а проводъ отъ резервуара къ городу нужно рассчитать на максимальный часовой расходъ, который = $120 \cdot 10\% = 12$ кв.

мтр. и въ секунду $\frac{12000}{3600} = 3,33$ литр. Если этотъ малый расходъ 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)

КАЧЕСТВО 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 патоген-

большой машины устанавливать несколько малых. На фиг. 82-83 представлень 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 ш, проведенному подъ рѣкою, къ колодцу S₂, устроенному по образцу собирателей грязи (съ низкимъ дномъ), а отсюда по каналу п въ резервуаръ т, изъ котораго выкачиваютъ насосами. Въ т 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 наинизшихъ спускные краны. Кроме 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 составляет необходимое условие какъ растительной такъ и животной жизни, вслѣдствіе чего уже первобытный человѣкъ, выбиралъ для осѣлости мѣста около естественныхъ источниковъ и руслъ. Впослѣдствіи, когда сдѣлалось извѣстнымъ изготавленіе колодезѣвъ, начали строить жилища и вдали отъ естественныхъ водъ; въ древнихъ культурныхъ странахъ, какъ Египтъ, Китаѣ, Палестинѣ, находятся колодези, существующіе 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 получились устройства для собиранія и храненія, а также для проведенія воды особенно видное значеніе, и, когда отдѣльныя осѣлости разрослись въ большіе города, изъ нихъ развились особыя 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 РХ. жемчужной проводъ съ тоннелемъ длиною до 1000 мтр. Первый проводъ, 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 сооружений находятся и теперь близъ городовъ: Авиньона, Парижа, Рима, Ліона и др. Когда въ 330 г. Константинополь былъ сдѣланъ столицей западной Римской имперіи, то въ немъ построили проводъ, доставлявшій городу ключевую и собранную въ резервуары дождевую воду. Всѣ эти провода были жавитаціонные; изобрѣтеніе искусства проведенія воды подъ напоромъ, сдѣлавшаго возможнымъ непосредственную доставку ея въ самые 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 оцѣтки воды;
- 11-устройства для храненія воды съ цѣлью регулированія расхода и напора.

нихъ) бактерій, и

3) имѣть извѣстную температуру.

1-ЧИСТОТА ВОДЫ ВЪ МЕХАНИЧЕСКОМЪ ОТНОШЕНІИ опредѣляется ея прозрачностью. Для этого на днѣ стеклянной трубки укрѣпляютъ волосъ или какой нибудь другой малый предметъ, наполняютъ ее до извѣстной высоты водою, и смотрятъ, виденъ ли черезъ нее волосъ. Механическая чистота воды всегда можетъ быть достигнута помощью отстаиванія и фильтраціи, и только болотистыя торфяныя воды бываетъ нужно обезкрашивать 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 0,1
азотной кислоты	-	-	-	4-27
хлора	-	-	-	2-36
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 наприм. 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 опы-

товъ, 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 магнезін (MgT). Ее опредѣляютъ градусами. Въ Германіи 1 градусъ жесткости обозначаетъ содержаніе въ 100000 частяхъ воды 1-й части извести или 0,7 ч. магнезін. Французскіе градусы указываютъ содержаніе углекислой извести (или эквивалентнаго ей количества углекислой магнезін) въ 100000ч. воды. Англійскіе градусы относятся тоже къ углекислымъ соединеніямъ, но по отношенію къ 70000ч. 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 магнезін и извести. При кипяченіи воды часть углекислоты улетучивается, получаютъ простыя углекислыя соли, которая 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 нерас-

творимое 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 куб. мтр. - 1,2 клгр.).

Гранитъ, базальтъ, сланецъ и кварцевый песокъ, даютъ мягкую воду, а известъ 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 наиболее вкусна вода, когда она содержитъ $9-12^{\circ}\text{C}$. Для прочихъ потребностей температура воды безразлична.

БАКТЕРІОЛОГИЧЕСКІЯ ИСЛѢДОВАНІЯ. 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 бациллъ). Такъ какъ до сихъ поръ не найдено практическое средство отдѣлять въ водѣ вредныя бактеріи отъ безвредныхъ, то считается вода тѣмъ лучшею, чѣмъ меньше она содержитъ бактерій. Вода, содержащая въ 1 куб. сантиметрѣ 100 зародышей, считается безвредной.

Это число относится къ свѣжей водѣ; когда вода пестовать, то число зародышей, чрезвычайно увеличивается. Такъ вода, содержащая въ свѣжемъ состояніи въ 1 куб. см. только 26 зародышей, послѣ двухдневнаго отстаиванія имѣла уже 184600 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. (Определение количества бактерій въ водѣ см. Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1888 Hürpe S. 354).

ИСТОЧНИКИ ВОДЫ.

Источники бываютъ наружные и подземные.

Наружные источники: а) рѣки, б) озера, в) собирательные пруды, г) цистерны, д) дистиллированная вода

Подземные источники: е) грунтовые воды, 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.

7 8 Ключевыя и грунтовые воды всего лучше удовлетворяютъ качествами, требуемымъ стѣ воды городского водопровода: онѣ имѣютъ удобную температуру и вслѣдствіе филтраціи во время движенія черезъ проницаемые слои, настолько чисты, что могутъ быть употребляемы непосредственно; 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 поднимать ее насосами. Такъ какъ притокъ грунтовыхъ водъ бываетъ наиболѣе обильнымъ вблизи открытыхъ руселъ,

то расположенныя вдоль береговъ рѣкъ устройства для собиранія воды оказываются наиболѣе выгодными; но если онѣ расположены слишкомъ близко возлѣ рѣки, то въ нихъ попадаетъ и рѣчная вода. Присутствіе последней можетъ быть опредѣлено посредствомъ сравненія температуры рѣчной, грунтовой и добытой изъ собирателя воды. Если Q — количество взятой изъ собирателя воды, Q_z — заключающееся въ ней количество рѣчной, Q_g — грунтовой, и t , t_z и t_g — соотвѣтственные температуры, то:

$$Q = Q_z + Q_g \text{ и } tQ = t_z Q_z + t_g Q_g \text{ откуда: } Q_z = \frac{Q(t - t_g)}{t_z - t_g}; Q_g = \frac{Q(t_z - t)}{t_z - t_g}$$

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

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

Каждая буровая скважина можетъ быть превращена въ буровой колодезь, въ которомъ посредствомъ выкачиванія

можно опредѣлить качество воды. Если вмѣстѣ съ измѣ-
реніемъ количества всасываемой воды будемъ измѣрять
также пониженія горизонта, то, такъ какъ эти пониже-
нія относятся какъ расходы, получимъ отъ раздѣленія
расхода на пониженія мѣрило водопроницаемости разныхъ
грунтовъ. Проницаемость можетъ быть опредѣлена также
такимъ образомъ, что открытый вверху цилиндръ, въ днѣ
котораго устроены отверстія, наполняемъ увлажненнымъ
испытываемымъ грунтомъ и измѣряемъ время, въ теченіе
котораго 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 то же вре-
мя 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 діа-
метровъ, то пустоты составляли бы 0,476 полного объ-
ема, но, обыкновенно, онѣ бываютъ не болѣе 0,1 до 0,35,
причемъ замѣчено, что равномерный среднекрупный пе-
сокъ даетъ болѣе воды, чѣмъ гравій. Такъ какъ способ-
ность водопроникновенія 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 опредѣле-
нія его высоты въ возможно большемъ числѣ буровыхъ
скважинъ. Помощью этихъ данныхъ можно будетъ построить
планъ горизонталей грунтовой воды и опредѣлить имѣетъ-
ся ли дѣло со стоячей или текучей водой. Если ζ - па-
деніе грунтовой воды, V ея скоростъ и K -коэффициентъ,
зависящій отъ свойства слоя, то по Дарси: $V = K \frac{H}{L}$ и рас-

ходъ $Q = K F \frac{h}{e}$, гдѣ F — водоносное сѣченіе, т. е. сумма за-
полненныхъ водой промежутковъ за вычетомъ нужной для
увлажненія поверхности и задержанной водоспособностью ве-
ды. Болеѣ точно получается V помощью наблюденія вре-
мени, 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 наиболѣе
выгодное мѣсто добычи ея. Если представляется возмож-
ность, то наблюденія слѣдуетъ производить въ теченіе
продолжительнаго времени, такъ какъ расходъ грунтовыхъ
водъ бываетъ переменный и полезно знать его минималь-
ную величину. Тоже самое дѣйствительно и по отношенію
къ ключевой водѣ. (Такъ обыкновенный расходъ ключа въ
Argentières = 200–300 литровъ въ секунду, максимальный =
1000 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 устрой-
ство, чтобы могли отводить всю притекающую къ нимъ
грунтовую воду. Если вода собирается каналомъ, то кро-
мѣ соответственной величины сѣченія, онъ долженъ также
получить достаточное число отверстій для впуска воды.
Когда послѣднее условіе исполнено, то сѣченіе перпен-
дикулярное къ оси канала будетъ имѣть видъ (черт. 1)
горизонтъ грунтовой воды представить въ сѣченіи пер-

болу, которой уравнение $y^2 = \frac{2Qx}{kk_1b} + h^2$ -----1 гдѣ Q - расходъ, b -длина канала, Получаемъ:

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

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

$$Q = \frac{kk_1b(H^2 - h^2)}{2L} \text{ ----- (2)}$$

L - расстояние отъ канала той точки, въ которой разность между высотой первоначального и пониженного горизонта столь незначительна, что можно ее пренебречь. Уравнение (a) дѣйствительно для притока съ одной стороны; если вода притекаетъ съ обѣихъ сторонъ, то Q

(*) По опытамъ Дарси, Поазель и др. надъ движеніемъ воды въ тонкихъ трубкахъ скорость V измѣняется въ простомъ отношеніи съ паденіемъ (въ открытых руслахъ - въ отношеніи квадратнаго корня). Если поэтому падение $= \frac{h}{l}$, то $V = k\sqrt{\frac{h}{l}}$ (гдѣ k -скоростной коэффициентъ, k_1 -коэффициентъ проницаемости, зависящій отъ матеріала). Такъ какъ падение въ точкѣ, которой абсцисса $x = \frac{dy}{dx}$, то $V_x = k\frac{dy}{dx}$. Если b -ширина потока грунтовой воды, то его сѣченіе въ этомъ мѣстѣ $F_x = ubk_1$, здѣсь k_1 -коэффициентъ водопроницаемости слоя. Расходъ

$$Q = F_x V_x = ubk_1 \frac{dy}{dx} \text{ и, подставивъ } kk_1 = k_0, Qdx = k_0 u dy \text{ интегрируемъ:}$$

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

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

$$y^2 = \frac{2Qx}{kk_1b} + h^2$$

едва больше. Скорость, съ которой вода движется къ проводу увеличивается съ уменьшеніемъ водоноснаго сѣченія, и она достигаетъ наибольшаго значенія у каната. Каналь слѣдуетъ, поэтому окружать по возможности хорошо проницаемыми матеріалами, какъ гравіемъ или щебнемъ; занесеніе пескомъ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ болѣе наибольшая скорость приближается къ естественной скорости слоя. Когда воду собираютъ 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. обр.:

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:

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

Такъ какъ:

$$V_x = k \frac{dy}{dx} \text{ то } \tau = 2\pi r k \frac{dy}{dx} k k,$$

Интегрируя получим: $\int \frac{dy}{y^2 - h^2} = \frac{2\pi k k}{r} \int \frac{dy}{y^2 - h^2}$; $\text{Int. nat } x =$
 $= k k, y^2 \pi + C$ для $x = r, y = h$

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

$$0 = \frac{k k, \pi (y^2 - h^2)}{\text{Int. nat } \frac{x}{r}} = \frac{k k, \pi (y^2 - h^2)}{\text{Int. nat } (\frac{x}{r})} \text{ ---- (в)}$$

Для предельных значений $y = H$ $x = R$

$$0 = \frac{k k, \pi (H^2 - h^2)}{\text{Int. nat } \frac{x}{r}} = \frac{k k, \pi (H + h)(H - h)}{\text{Int. nat } \frac{R}{r}} \text{ ---- (г)}$$

из (в) получим: $y^2 = \frac{0}{k k, \pi} \text{Int. nat } (\frac{x}{r}) + h^2 \text{ ---- (д)}$

из (г) следует, что Q увеличивается с уменьшением h , т.е. с увеличением понижения S урoзнья, а также с увеличением радиуса колодца. Когда вода откачивается насосами, то понижение имеет предель в высоту всасывания и также в том, что h не должно быть слишком мало, чтобы скорость притока не была велика. Так как через всё кольцевые цилиндры пониженного горизонта протекает одно и то же количество воды, то до некоторой степени возможно определить диаметр колодца в зависимости от предполагаемого понижения, определив предварительно по уравнению (д) форму криволинейного сечения урoзнья. Так напр. горизонт колодца, намеченного на черт. 3. пунктиром с рад. r , мог бы находиться на h выше как и горизонт меньшего (с рад. r), но, если последний понизим тоже до h , то он доставит больше воды, и сечение урoзнья будет иметь вид пунктирной линии. Но увеличение радиуса r имеет мало влияния на увеличе-

ніе количества воды (это видно изъ ур-ія (в), приня-
мая во вниманіе, что при увеличеніи числа, его ле-
гшею увеличивается тѣмъ менѣе, чѣмъ больше это
число) большое вліяніе на расходъ имѣетъ толщина H
водоноснаго слоя. Изъ экономическихъ соображеній вы-
годно поэтому устраивать колодцы малаго діаметра,
считая за предѣлъ ту величину, при которой скорость
притеканія не будетъ столь значительна, чтобы могла
размывать водоносный слой и заносить колодезь пес-
комъ. Если пониженія S и S_1 (или h и h_1) разнятся
между собою немного, то можно принять R постояннымъ
и тогда

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{(H+h)(H-h)}{(H+h_1)(H-h_1)} = \frac{(H+h)S}{(H+h_1)S_1}$$

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 коэффи-
ціента $k = k_1$, который измѣняется съ качествами во-
доноснаго слоя въ большихъ предѣлахъ. K опредѣляется
посредствомъ измѣренія скорости, а k , помощью опредѣ-
ленія занимаемаго водой объема.

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

АРТЕЗИАНСКІЕ КОЛОДЦЫ.

Колодезь дѣйствуетъ какъ артезіанскій, если водо-
носный слой находится подъ давленіемъ. Пусть AR
(фиг. 2) такой слой, и h -его толщина; вода въ колод-

дѣ поднимается выше поверхности слоя на h . 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 h , такъ что его поверхность $= 2\pi b k$.

Вслѣдствіе того и кривая пониженія будетъ по всѣмъ направленіямъ одинакова, и поверхность свободнаго горизонта, которая представляемъ себѣ горизонтальнымъ, будетъ образовывать опять тѣло вращенія, ось котораго совпадаетъ съ осью колодца. Поэтому, такъ какъ: $Q = k \frac{dy}{dx}$, то $Q = 2\pi x k v = 2\pi x k k \frac{dy}{dx}$

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

для $x = r$, $y = h$ поэтому:

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

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

Если разстояніе точки, въ которой y почти $= 0$ обозначимъ черезъ R то $Q = \frac{2\pi b k_0 (h - 0)}{\lg nat \frac{R}{0}} \quad (ж)$

Изъ послѣднихъ ур-ній слѣдуетъ, что расходъ артезіанскаго колодца, введеннаго въ тѣ же отношенія какъ и пониженіе уровня, предполагая, что расходъ 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, соответствующій наклону непроницаемаго слоя, и 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 колодецъ A , и C — скорость, съ которой вода во время пользованія колодцемъ притекала бы къ нему при горизонтальномъ уровнѣ грунтовой воды, то легко узнать, что замедляющее и ускоряющее дѣйствіе тѣхъ слагающихъ скорости C , которыя направлены къ колодцу, взаимно уничтожаются, и ихъ вліяніе на дѣйствіе колодца 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, проходящей черезъ XX , будетъ имѣть видъ черт. 3 между тѣмъ какъ вертикальное сѣченіе по ZZ (параллельно скорости C) дастъ фигуру черт. 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 (д), для горизонтальнаго уровня откладываемъ отъ наклонной плоскости непроницаемаго слоя, т. е. предполагаемъ, что въ точкахъ, находящихся на одной вертикали

кольцевого цилиндра, скорости одинаковы, что будет достаточно верно только при малом падении грунтовой воды и при большой толщине водоносного слоя. Особенно важна точка V (черт. 6), в которой ^{касательная} к кривой горизонтальна, потому что вне ее хотя и происходит отклонение струй (вследствие скорости C) от их первоначального направления, но вода уже не может упасть в колодезь. Ординаты точек V однородны с ординатами тех точек кривой понижения (черт. 3) в которых касательная образует с осью X -овъ уголъ λ (черт. 6). Изъ уравненія (д) имѣемъ:

$$2ydy = \frac{Q}{K} \cdot \frac{dx}{x} \cdot \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2yK \cdot \Pi x} \quad \text{а т к.}$$

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

$$Z_n = - \frac{Q}{2yK \cdot \Pi \operatorname{tg} \lambda} \quad \text{--- (3)}$$

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

$$Z_n = - \frac{Q}{2\Pi y_0 \operatorname{tg} \lambda \frac{y}{90}} \quad \text{--- (к)}$$

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

$$Z_n = - \frac{Q}{2\Pi y_0 \operatorname{tg} \lambda}$$

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) $k_0 = 0,005$, $t_{\text{вд}} = \frac{1}{500}$ (причемъ увеличенный уклонъ въблизи берега пренебрегаемъ) $H = 6\text{ м}$, $h = 4\text{ м}$, и $r = 1,5\text{ м}$, то для $R = 250\text{ м}$ по (в) $Q = 61$ литр. въ сек. Предполагая, что течение грунтовой воды перпендикулярно къ берегу, получаемъ изъ (3) для $u = 6\text{ м}$. $Z_n = 162\text{ м}$. Подставивъ это значеніе въ (д) находимъ $u = 5,85\text{ м}$. и теперь по (3) болѣе точно. $Z_n = 166\text{ м}$. слѣд. $u_n = 5,85 - \frac{1,86}{500} = 5,52\text{ м}$.

Колодець долженъ быть поставленъ удаленъ отъ берега на 160 до 170 м, если онъ долженъ давать одну только грунтовую воду. Если столь большое разстояніе неудобно, то колодець долженъ работать съ меньшимъ понижениемъ для того, чтобы въ него не попадала рѣчная вода; еслибы напр. это разстояніе было взято $= 50\text{ м}$, отъ берега, то при существованіи прежнихъ данныхъ получили бы по (3) $Q = 50.2.5.0,005.3.14.\frac{1}{500} = 18,6$ литр. въ сек., откуда по (д) $h = 5,4\text{ м}$. слѣд. допускаемое пониженіе $= 0,6\text{ м}$. Въ этомъ случаѣ пришлось бы увеличить число колодцевъ вдоль берега; ихъ наибольшее разстояніе опредѣлится богатствомъ подземнаго потока. Если грунтовая вода притекаетъ къ берегу подъ угломъ $< 90^\circ$, то полезно начертить предѣлъ притока въ планѣ, и онъ не долженъ, какъ на черт. 8 выходить за линію берега, такъ какъ въ противномъ случаѣ въ него будетъ попадать наружная вода. На черт. 9 представлены линіи притока отдѣльныхъ струй, выходящихся въ дѣйствіи колодца; линія ANB означаетъ предѣлъ доставки; внѣ ея происходитъ только отклоненіе струй отъ ихъ первоначальнаго направленія. Притокъ къ колодцу распределенъ довольно равномерно вдоль периметра колодца, и если линія ANB не встрѣчаетъ берега, то колодець питается только грунтовой водой.

Уравнение осевого сѣченія ZZ (черт. 5) получается такимъ образомъ, что въ уравн. (д) подставимъ Z вмѣсто X и $y \pm Z \operatorname{tg} \angle$ вмѣсто y, такъ что будетъ:

$$y = \pm Z \operatorname{tg} \angle + \sqrt{\frac{Q}{k_0 \Pi}} \operatorname{ignat} \frac{Z}{r} + h^2 \dots \quad (ж)$$

при этомъ знакъ + дѣйствителенъ для правой, а знакъ $\pm$ для лѣвой стороны. Для сѣченія MM нужно вмѣсто $\angle$ подставить $\angle_{90^\circ}$.

При составленіи предыдущихъ формулъ предполагалось, что стѣнки собирателя доходятъ до водонепроницаемаго слоя и вода получается только черезъ отверстия въ стѣнкахъ. Если же стѣнки собирателя не доходятъ до слоя подъ основаніемъ колодца, и дно его будетъ открытымъ, 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 колодезю такую глубину, какая бы требовалась, еслибы ниже дна не было проницаемаго матеріала.

Если нижній грунтъ состоитъ главнымъ образомъ изъ грубаго гравія, то можетъ сказаться выгоднымъ устроить колодезь 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 колодезѣ выше на величину μ , соответствующую сопротивленію, которое притекающая въ колодезь вода должна преодолевать. Такъ какъ притокъ происходитъ главнымъ образомъ вдоль стѣнокъ, то полезно давать колодезю большой периметръ, чтобы скорость притока не была

очень значительна и не заносила колодезь пескомъ.

При вычерпываніи воды изъ колодца или сборнаго канала проходить 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 повышение 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 простого 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 колодезь; колодцы соединяются между собой трубами или каналами, а послѣдній колодезь вслучаетъ видъ камеры, въ которой вода очищается отстаиваніемъ. Камера должна быть защищена отъ перемѣнъ температуры (главнымъ образомъ отъ мороза); и въ ней долженъ быть устроенъ

а) спускъ, для опорожненія; б) передливъ, 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 = 10м. перекрытымъ непроницаемымъ сводомъ, на которомъ насыпанъ слой земли. Для входа устроена сбоку дверь, которая служить вмѣстѣ вентиляціей; внутри устроенъ вдоль стѣнокъ банкетъ для облегченія осмотра. Отверстіе прохода возвышается немного надъ дномъ, чтобы осадки въ него не попадали, а спускъ начинается у наинизшаго мѣста дна. Передливъ для этой камеры излишенъ. На черт. 13 и 14 представлена камера, въ которую вода входитъ черезъ устроенныя въ стѣнкѣ отверстія. Дно выложено 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 помѣщена отчасти въ особой башенкѣ съ вентиляционными отверстіями, а отчасти и въ самой камерѣ. Спускъ и передливъ оказались здѣсь ненужными. Когда ключъ входитъ со склона горы, то его обдѣлываютъ непроницаемой стѣнкой, но съ отверстіями достаточныхъ размѣровъ для пропуска воды. Черт. 15-18 представляетъ примѣръ конструкціи нужной въ этомъ случаѣ камеры. Она перекрыта сводомъ, и для входа въ ней устроено отверстіе съ наклонной дверью. Отъ стѣнки проведена въ глубь горы штольня (длиною 20мт.), имѣющая цѣлью подвести въ камеру болѣе значительное количество воды посредствомъ перехватыванія поперечныхъ теченій; штольня заполнена гравіемъ и внизу устроенъ 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 чер. 17 пунктиромъ трубы LN отводится въ спускную трубу С. Въ камерѣ устроены 2 низкія 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 помѣщается начало отводной трубы, отверстія котораго покрыты мелкой сѣткой. Когда количество притекающей въ S воды слишкомъ большое, то излишекъ ее переливается черезъ стѣнку H 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 врѣзается въ непроницаемый слой на 20-30 см. На днѣ канавы устраивается сборный лотокъ С; на протяженіи водоноснаго слоя канава заполняется гравіемъ или щебнемъ и окружается фильтрующимъ матеріаломъ, крупность зеренъ котораго уменьшается по направлению 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 30 см. Онѣ прикладываются концами одна къ другой безъ всякаго соединенія; вода входитъ въ нихъ черезъ про-

межутки 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 равномерное распредѣленныя отверстія шириною въ 1 см.; болѣе узкія отверстія легко закосятся. Отверстія биваютъ 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 устраиваютъ и въ сводѣ. На черт. 20 представлено поперечное сѣченіе сборнаго канала, котораго высота = 1 мтр., а ширина = 0,63 мтр. у пята и 0,5 мтр. у дна. Онъ построенъ изъ кирпича на цементномъ растворѣ и расположенъ на слоѣ бетона толщиной 32 см. Вода входитъ черезъ открытыя швы, устроенные въ 1-мъ, 3-мъ, 5-мъ и 7-мъ слоѣ; ихъ ширина = 20 мм. Дно смазано цементомъ; остальная часть не оштукатурена. Снаружи стѣнки обложены фильтрующимъ матеріаломъ (мелкимъ камнемъ и крупнымъ

пескомъ). Каналь засыпанъ слѣдующими матеріалами:) матеріаль 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 слое; уклонъ его $= \frac{1}{2000}$. На разстояніи около 300mtr. устроены смотровые колодцы, черезъ которые можно спускаться въ каналъ для чистки его и для исправленій. Каналь оканчивается камерой, изъ которой вода выкачивается въ напорный резервуаръ. Сбѣченіе эти каналы получаютъ только такое, какое необходимо для проведенія попадающей въ нихъ воды; но, нерѣдко, дѣлаютъ ихъ проходными, для чего нужна ширина не менѣе 0,63mtr. и высота не менѣе 1,0mtr. Если ширина канала не болѣе 0,6mtr. то вмѣсто свода можно перекрывать его плитами. Въ каналахъ столь малыхъ размѣровъ, что въ нихъ нельзя входить, должны быть устроены на разстояніи около 1000mtr. вентиляціонныя трубы, идущія отъ вершины канала до поверхности земли.

Натуральными фильтрами называютъ сборные каналы, устраиваемые въ водоносномъ слое рѣчныхъ береговъ. Они не доходятъ 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, востроеніе которыхъ производится рудничнымъ способомъ.

98

КОЛОДЦЫ

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

Домашніе колодцы Они назначаются для домашнего 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 1mtr. ниже поверхности непроницаемаго слоя. Когда стѣнки обдѣлываются деревомъ, то колодцы получаютъ въ сѣченіи форму квадрата, а если кладкой то форму круга. Въ простыхъ колодцахъ кладка бываетъ сухая или переложенная мхомъ, но лучше заполнять 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. Диаметръ колодцевъ бываетъ 1-1,5mtr. 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 низшіи горизонтъ воды въ немъ находится не ниже 7mtr. отъ поверхности, можно всасывающій на-

сосъ расположить на поверхности; при глубинѣ до 12 mtr. можно употребить подъемный насосъ, котораго поршень находится ниже поверхности внутри колодца; а при глубинѣ воды большей 12mtr. нуженъ нагнетательный насосъ.

Нерѣдко 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 толстый 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 образуется 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 слабомъ притоки грунтовой воды, что она можетъ быть удаляема изъ котловины посредствомъ вычерпыванія или выкачиванія безъ затрудненій, изготовляютъ колодцы посредствомъ простой выемки соотвѣтственной ямы съ вертикальными стѣнками, которыя для предупрежденія обвала обдѣлы-

ваютъ досками съ распорками. Когда колодець вынутъ до полной глубины, то изготовляютъ его стѣнки и постепенно устраняютъ временную деревянную обдѣлку; притомъ нужно хорошо заполнить промежутки между стѣнкой и грунтомъ, чтобы нигдѣ не оставалось пустотъ.

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

При болѣе значительной глубинѣ изготовляютъ колодецы 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. Ширина 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., прикрѣпленныхъ къ кольцу болтами или чеками; эти анкера замуровываются въ кладкѣ и соединяются внутри ея съ промежуточными кольцами, располагаемыми на разстояніяхъ около 2-хъ мтр., тоже болтами или чеками. Для уменьшенія тренія при погруженіи иногда стѣнку обдѣливаютъ снаружи досками С (черт. в) 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 хрѣпкомъ грунтѣ. Если есть возможность удалить воду изъ колодца, то для погруженія вынимаютъ равномерно грунтъ подъ кольцомъ. При сильномъ наплывѣ воды вычерпываютъ грунтъ приборами, при уно-

требаєніи которыхъ рабочимъ нѣтъ надобности входить въ воду; грунтъ вычерпываютъ въ центрѣ колодца, и только если колодець начнетъ наклоняться на одну сторону, его вырываютъ вблизи противоположной стороны. Если грунтъ состоитъ изъ плавбуна (очень тонкаго песку), то вычерпываніе бесполезно, такъ какъ сдѣланное углубленіе сейчасъ же заносится 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 ^(сѣ) грубый песокъ можно выкачивать песчанымъ насосомъ а также приборомъ вродѣ инжектора. При большой глубинѣ подвѣшиваютъ кладку помощію упомянутыхъ выше анкеровъ къ неподвижнымъ дѣламъ, 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 откачиваютъ воздухъ на столько, 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 дверь и плотно закрываетъ ее

The Engineer 1869. Deutsche Bauzeitung 1875.

за собой, затѣмъ отрываетъ кланай въ внутренней двери, вълѣдствіе 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 винутый въ кессонѣ матеріалъ и складываютъ его въ камеру. 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 колодезь. При крѣпкомъ грунтѣ, производящемъ сравнительно небольшое давленіе на стѣнки, бываетъ достаточно толщина въ 1 кирпичъ. Если обозначимъ діаметръ колодца 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.

Водонепроницающія 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 возлѣ стѣнокъ крупнозернистый, а затѣмъ болѣе мелкій матеріалъ, для того чтобы предупредить занесеніе колодца пескомъ. Въ изображ. на черт. 22 колодезь, заложен-

номъ въ среднекрупномъ пескѣ, устроена двойная стѣнка (въ 1 кирпичъ каждая) изготовленная изъ пустотѣлаго кирпича, которая расположена на желѣзномъ кольцѣ. Во время исполнения закладывали въ пространство между стѣнками радіальныя перегородки изъ досокъ (см. планъ) а между ними устанавливали концентрическія стѣнки изъ жести. Образованія 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, насыпая на песокъ самый мелкій гравій, а на него болѣе крупный.

ЖЕЛѢЗНЫЕ КОЛОДЦЫ.

Желѣзные колодцы могутъ быть раздѣлены на широкіе и узкіе. Широкіе изготовляются такимъ же образомъ какъ и каменные, а узкіе посредствомъ забивки (вроде 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-4mtr. а глубина 18mtr.. Онъ состоитъ изъ 10 одно на другомъ расположенныхъ чугунныхъ колець высотой 1mtr. и толщиной 35mm., соединенныхъ между собою болтами. Отверстій въ кольцахъ не сдѣлано и вода входитъ въ колодець только черезъ дно; кромѣ того вода притекаетъ въ него черезъ сборную трубу а. Помощію сифона С этотъ колодець соединенъ съ другимъ, имѣющимъ въ стѣнкѣ продолговатныя 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) Свойные колодцы, называемые также американскими, абиссинскими и Нортонъ колодцами, потому что изобрѣтены американцами, были употребляемы въ большомъ количествѣ во время абиссинской кампаніи (1889) и затѣмъ усовершенствованы Нортонъ.

Колодець состоитъ изъ желѣзной трубы діаметра 3-8см., 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 1mtr. и болѣе снабжена целями шириной 3-8м/ш и покрыта цинкомъ; если воденосный слой мелкопесчаный, то цели покрываются тканью изъ тонкой мѣдной проволоки. При глубинѣ воды не болѣе 8mtr., 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 8 мтр., то колодезь можетъ быть изготовленъ посредствомъ вымачиванія.

Такие колодцы имѣютъ переваду каменными то преимуще-
ство, что добываемая вода не приходитъ въ соприкос-
новеніе съ воздухомъ, и потому свободна отъ микро-
бовъ. 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 хо-
зяйствѣ, на заводахъ и для снабженія городовъ. Для
снабжения города Бруклина устроены въ 1885 году 4
группы такихъ колодцевъ діаметра 5 см. (черт. 25)
которые даютъ 84000 куб. мтр. грунтовой воды въ сут-
ки. Вода притекаетъ къ насосному зданію N группы по
двумъ всасывающимъ проводамъ діам. = 30 см и отво-
дится дальше по нагнетательному проводу діам. 40 см. Колодцы
и всасывающій проводъ соединены помощью трубокъ дли-
ною 1,5 мтр. и діам. 7,5 см. Каждый колодезь даетъ
около 2,5 литр. въ сек. или 130 куб. литр. въ день. (*) По-
мощью такихъ же колодцевъ, заложенныхъ у села Бой-
шиа Иттиа близъ старыхъ иттиценовыхъ ключевыхъ бас-
сейновъ, собирается вода для новаго московскаго водо-
провода, котораго сборныя сооруженія устроены по об-
разцу бруклинскихъ; вода всасывается паровыми водо-
подъемными насосами прямо изъ колодцевъ, которые рас-
считаны на доставку 1,500,000 ведеръ (18450 куб. литр)
въ сутки. Водоводъ отъ новой иттиценовской насосной
станціи имѣетъ діам. 24 д.

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.

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 чурунныя.

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 за-несенъ иломъ 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 продвинутой желѣзной или мѣдной трубы или изъ металлическаго остова, обдѣланнаго тканью изъ мѣдной про-

волоки. Когда коренца засорена, то ее вынимают, очищают и опускают 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. обдѣланиую уступами, на которой расположили снабженную отверстіями чугунную трубу діаметра = 150 мм. и три цилиндра изъ желѣзной жести увеличивающіеся 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 вентилемъ, шш- мѣдная труба, соединяющая сборную трубу съ колодезѣмъ; ея діаметръ = 70 мм. На черт. 28 представленъ планъ сборныхъ колодезѣвъ въ Нюренбергѣ.

АРТЕЗИАНСКІЕ 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. Такие колодцы были извѣстны въ Китаѣ уже въ древности гдѣ глубина ихъ достигаетъ 1200 мтр., глубина устроенныхъ въ Европѣ и Америкѣ артезіанскихъ колодезѣвъ превышаетъ 1700 мтр. Трубы артезіанскихъ колодезѣвъ 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 колодезь. *Кри*

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 пустыми (вро-дѣ трубы) и вводя въ него во время буренія воду вспомо-щію нагнетанія, вытѣсняютъ отдѣленный буромъ мате-ріалъ, вслѣдствіе чего не бываетъ надобности буръ вынимать. Получаемая изъ артезіанскихъ колодезевъ во-да рѣдко бываетъ пригодна для всѣхъ цѣлей домашнего употребленія; она содержитъ слишкомъ много растворен-ныхъ минеральныхъ веществъ и имѣетъ высокую темпера-туру (до 30° и болѣе); кромѣ того расходъ ихъ непо-стояненъ и со временемъ уменьшается.

Всякій колодезь долженъ быть подверженъ предвари-тельному испытанію. Для этого въ теченіе нѣсколькихъ дней, и даже нѣсколькихъ недѣль, откачиваютъ изъ ис-пытываемаго колодца воду въ большемъ количествѣ, чѣмъ онъ долженъ въ послѣдствіи давать; при этомъ грунтъ въблизи колодца очищается, потому что вслѣдствіе силь-наго теченія въ крѣпкомъ и скалистомъ грунтѣ водяные каналы расширяются, а въ песчаномъ образуется вок-ругъ фильтрующихъ слоевъ колодца или его корзины на-туральный фильтръ, и это есть причина того, что ко-личество доставляемой воды съ временемъ увеличивается и вода дѣлается чище.

Литература:

Dr. Klose. Канатное буреніе въ Сѣверной Америкѣ.

Friedeberg: Die Anlage der Rohren-oder Abyssinier-brunnen.

Spor: Water supply. The present practice of sinking

108

ОЧИСТКА ВОДЫ.

Въ очисткѣ нуждается обыкновенно только вода наружнаго происхожденія, т. е. поступающая изъ рѣкъ, озеръ и прудовъ. Можно различать механическіе и химическіе способы очистки. Къ химическимъ способамъ принадлежатъ 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 соединений.

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

ОТСТАИВАНІЕ.

Засоряція воду иловатия и песчанія частицы тяжелѣе воды. Онѣ могутъ плавать въ ней, поэтому, только тогда, когда скорость теченія не ниже известнаго предѣла, зависящаго отъ крупности частицъ. Очищать воду отстаиваніемъ можно поэтому двоякимъ образомъ

and boringwells.

Fescklenburg: Handbuch der Tiefbohrkunde

Fink. Theorie und Construction der Brunnenanlagen и друг.

или оставляя ее некоторое время в покое, или заставляя ее двигаться с очень малой скоростью. В первом случае воду оставляют в покое в течение 12 до 30 часов, а в последнем — она движется со скоростью 1 до 2 м в сек., для чего на каждый секундный литр нужно сечение от 0,5 до 1 кв. метр. Всего лучше вода очищается отстаиванием в прудах и озерах, вода которых бывает почти совсем свободна от механических примесей и потому отстойных бассейнов не требует.

Если приток и сток отстойного бассейна будут устроены один против другого (черт. 29) то легко образуется течение по линии АВ., а вода справа и слева будет оставаться в покое, поэтому следует устраивать большое число приводных и отводных отверстий, и надо принять во внимание, что лѣтом верхняя вода теплее, а зимой холоднее чѣм нижняя. Все же лучше устроить приток и сток равномерным по всей длине бассейна (как на черт. 30) и устроить передвижную шлюз, который лѣтом пропускал бы нижнюю (черт. 31) а зимой верхнюю воду (черт. 30). Дно и стенки бассейна должны быть совершенно непроницаемы: если поэтому он устраивается не в плотном грунте, то устроенную для него яму сначала обкладывают жирной глиной или бетоном толщиной 0,3 до 0,5 мтр. и кроме того для защиты от волн покрывают мостовкой (черт. 32); иногда обдѣлывают бассейн даже каменными стенками (черт. 33). Чтобы при данной площади уменьшить длину стенок дают им часто в планѣ форму квадрата. Глубина воды в них зависит от *местных* обстоятельств и бывает 3-4 мтр. При малой *глубинѣ* вода лѣтом легко нагревает-

ся а зимой замерзаетъ. Иногда покрываютъ эти бассейны завѣсами и даже сводами, такимъ же образомъ какъ и фильтры. Слѣдуетъ въ бассейнахъ устраивать всегда два отдѣленія и принять во вниманіе возможность расширения. Воду отводятъ какъ на черт. 30 помощію колоба или помощію трубы съ поплавкомъ (черт. 31), регулирующей стекающее количество. Иногда соединяютъ отстойный бассейнъ съ рѣшеткой или грубымъ фильтромъ, задерживающимъ болѣе крупныя предметы, а также водныхъ животныхъ.

ПЕСЧАНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Дѣйствіе - Фильтрующимъ веществомъ въ этихъ фильтрахъ служитъ слой мелкаго песку, 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 $\frac{1}{3}$ мм промежутки не болѣе $\frac{1}{20}$ мм. Вслѣдствіе того на песчаномъ слое образуется пленка изъ тонкихъ волоконъ растеній, остатковъ мелкихъ водныхъ животныхъ и напосовъ, 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 мѣкотораго 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, и 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 м³ 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), которая сама по себѣ достаточно чиста и содержитъ мало зародышей, вслѣдствіе чего можетъ быть пропускаема черезъ фильтры съ большей скоростью.

Когда фильтръ несмотря на достаточную высоту напора пропускаетъ мало воды, то его исключаютъ изъ дѣйствія и снимаютъ съ него пленку вмѣстѣ 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 фильтров без перерыва снабжения, число их не должно быть менее 2-х. Стекающая из фильтров вода проводится в расположенный соответственно ниже резервуар. Кроме того в непосредственной близости фильтров должен находиться склад песка и устройство для промывки его; также надо иметь в виду возможность расширения фильтрационной станции. На черт. 34 указаны планы фильтров в Верхнем АА-резервуаре чистой воды, В-промывка песку, С-нашиное здание. Другой пример изображен на черт. 35, в котором означает: а-привод от реки, ОО-отстойные бассейны с грубыми фильтрами, в-проводы от отстойных бассейнов к фильтрам, Г-проводы от фильтров к резервуару В чистой воды, к-провод от резервуара к городу, м-проводы для спуска воды из отстойных бассейнов, с-тоже из фильтров и S- из резервуара. Чтобы можно было вести воду прямо на фильтры мимо отстойных бассейнов, устроен провод Г; помощью провода д можно воду направить мимо фильтров в резервуар, а помощью провода т можно провести воду мимо резервуара Д.

При описании фильтров нужно рассмотреть:

- 1) фильтрующий слой, его основание и сборные каналы
- 2) высоту воды в фильтре и устройства для впуска ее
- 3) устройства для регулирования напора.
- 4) величину и устройство фильтровых бассейнов.
- 5) побочные устройства.

1-ФИЛЬТРУЮЩИЙ СЛОЙ, ЕГО ОСНОВАНИЕ И СБОРНЫЕ КАНАЛЫ

Фильтрующий слой состоит из равномерного чистого
песку, крупность зерен которого $\frac{1}{3}$ до 1 мм. Также

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 толщиной 3, 3, 4, 5 и 8 см. крупность которыхъ увеличивается отъ величины зерна проса до величины грецкаго орѣха. Дно фильтра обдѣлано двускатными (крестообразными) площадками шириной 4,4 мтр. и съ уклономъ $\frac{1}{10}$; 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 толщиной 7 см. каждый, крупностью гороха, бобовъ и орѣха, изъ слоя 14 см. грецкаго орѣха, и слоя толщиной 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 дѣятельность фильтра; большая высота его только затрудняетъ устройство, не принося никакой пользы. Поэтому Муръ составляетъ его изъ рядовъ положенныхъ плашмя кирпичей (черт. 38); промежутки въ $\frac{1}{2}$ кирпича между рядами образуютъ каналы, которые некрыты кирпичами съ открытыми швами. Сверху насыпанъ слой крупнаго песку; толщина слоя 25 см. и на немъ лежитъ непосредственно фильтрующій слой. По способу Мура 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 качества 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 соответственной высотѣ и переливной трубой, черезъ которую стекаетъ излишекъ воды. Также впускаютъ воду помощью приборовъ, имѣющихъ одинаковое устройство съ приборами, регулирующими напоръ

ПРИБОРЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНІЯ НАПОРА.

Иногда къ фильтру F (черт. 40) примыкаетъ колодезь к, 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 самодействующій приборъ Линдлея, устро-

енный въ Варшавѣ. Здѣсь насосъ S, уравновѣженный
висящимъ на цѣпи противовѣсомъ поднимаетъ и опуска-
етъ, прикрѣпленную къ нему верхнюю часть отводной
трубы, вслѣдствіе чего отверстія ея O находятся всег-
да 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.

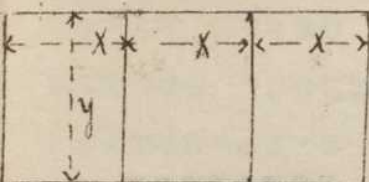
4-ВЕЛИЧИНА И УСТРОЙСТВО ФИЛЬТРОВЫХЪ БАССЕЙНОВЪ.

Площадь фильтровъ опредѣляется количествомъ воды,
которое фильтры должны доставлять въ опредѣленное
время и скоростью фильтраціи. Но дѣйствительная пло-
щадь должна быть немного больше, чтобы не было не-
достатка воды во время возобновленія или чистки филь-
трующего слоя, которая лѣтомъ иногда бываетъ нужна
каждую недѣлю. Отдѣленія, на которыя раздѣляютъ филь-
тры не должны быть слишкомъ большія, чтобы исклю-
чить одного отдѣленія не имѣло слишкомъ значительнаго
вліянія на количество доставляемой воды. Наиболѣе дѣ-
лоспособными оказываются слѣдующія площади такихъ
отдѣленій для мелкихъ городовъ: 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, и назовемъ длину каждой стѣны
черезъ P, а полную площадь черезъ F, то



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

$$P = 2nx + (n+1)y$$

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

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

Наприм. при $n = 3$; $x = \frac{4}{6} y = \frac{2}{3} y$

в умеренномъ климатѣ фильтры часто ничѣмъ не покрыты, но большей частью ихъ покрываютъ сводами, или какъ на черт. 36 стропильной крышей. Покрытие нужно для предупрежденія большихъ переменъ температуры воды, т.е. для защиты лѣтомъ отъ сильнаго нагреванія, а зимой отъ замерзанія (для чего пред...

оттапливать фильтры). При покрытіи сводами чистка фильтровъ бываетъ затруднительна и вентиляция манѣе 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). Боковыя стѣнки фильтровъ дѣлаютъ иногда откосныя, (съ $1\frac{1}{2}$ нмъ откосомъ) но въ крытыхъ фильтрахъ онѣ должны быть вертикальныя, 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 цементомъ толщиной 1,5-2см. 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.

ПОБОЧНЫЯ 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 рѣчной съ одной стороны и между резервуаромъ чистой воды и отводящей изъ послѣдняго воду трубой, такъ какъ иногда можетъ оказаться гадобность въ доставкѣ большого количества и профильтрованной воды (напр. во время пожара); кромѣ того нужны проводы для спуска воды изъ отстойныхъ бассейновъ и фильтровъ и проводъ промывки и спускъ грязной воды. Фильтры слѣдуетъ располагать вблизи мѣста добычи воды, а не вблизи запаснаго резервуара, для того чтобы насосы накачивали чистую воду, и тѣмъ предохранялись отъ засоренія. Уходъ за фильтрами состоитъ въ регулированіи напора, чисткѣ, надзорѣ за машинами и въ проверкѣ степени чистоты рѣчной и профильтрованной воды. Простейшій 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 еженедѣльно 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 фильтр опорожнить, хорошо провѣтрить и затѣмъ прокыть водой, къ которой для уничтоженія органическихъ веществъ прибавлено нешного пережиси марганцевого кадія. Промывка песку производится всею лучше въ коническихъ барабанахъ, внутри которыхъ находится желѣзные выстуны. Съ одной стороны вводится песокъ, а съ другой всдрыскивается 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 $1 \frac{1}{2}$ лошадей).

ПРОЧІЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ: Многократно дѣлали опыты замѣнить песокъ друг. веществ. какъ: костяннмъ углемъ, желѣзными опилками, смѣшанными съ пескомъ и т. д. дѣйствуя на воду химически; распространенія эти способы не получили. По системѣ Waggen'a 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 вышласкиваются 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.

ПРИМѢЧ. 1 кв. мтр. фильтра покрыт. свод. стоитъ 30-40 р. непокр. 20-25 р.

Плиты толщиной 10 см. устанавливаются въ 2 раза на разстояніи 3 см. другъ отъ друга и вода проводитъ

ся 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 разъѣдаетъ желѣзо, погруженное отчасти въ воду. Образовавшуюся окись желѣза во вращающихся барабанахъ смѣшиваютъ хорошо съ водою, послѣ чего для оживленія ее 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 $\frac{1}{25000}$ до $\frac{1}{8000}$ 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 допускаютъ 0,1 до 0,15 миллигр. желѣза въ литрѣ. Послѣ аэраціи необходима

филтрація, но скорость филтраціи может доходить до 700 мм. въ часъ.

4) ИЗВЕСТЬ. Къ слишкомъ жесткой водѣ прибавляютъ ѣдкую 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 равные часы неодинаковъ, то машины при накачиваніи воды насосами, прямо къ мѣсту потребленія должны бы работать неравномѣрно, что не только было бы невыгодно, но также вредно для котла и машинъ. Поэтому между мѣстомъ добычи и потребленія помѣщаютъ резервуаръ, воду накачиваютъ въ резервуаръ равномѣрно, 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, расходуетъ на 19,2% воды больше, чѣмъ при равномѣрномъ 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 доставки. Въ теченіе этихъ послѣднихъ часовъ образуется поэтому въ резервуарѣ запасъ, который расходуетъ въ остальное время. Изъ этого слѣдуетъ, что полезный объемъ резервуара долженъ быть не меньше 19,2% суточного расхода Q ; а такъ какъ максимальный суточный расходъ превышаетъ средній въ 1,5 раза, то минимальный

объемъ резервуара получается $= 1,5 \cdot 19 \cdot 20, = 28,8\% Q,$
Но такъ какъ желательно, чтобы резервуаръ никогда
не былъ пустымъ, чтобы имѣть запасъ напр. на слу-
чай пожара и т. д., то считаютъ за необходимый объ-
емъ резервуара $\frac{1}{3}$ отъ суточного расхода, предпола-
гая, что машины работают непрерывно 24ч. въ сутки.
Часто даютъ этимъ резервуарамъ большій объемъ, рав-
ный 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 так-
же напоръ, то ихъ располагаютъ на возвышеніяхъ, а
если такихъ возвышеній въ городѣ, или близкой ок-
рестности нѣтъ, то строятъ для нихъ башни достаточ-
ной высоты, которыя называютъ водонапорными башнями.

НАИБОЛЕЕ ВЫГОДНОЕ РАСПОЛОЖЕНІЕ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ

Если въ городѣ имѣется нѣсколько мѣстъ, одина-
ково 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
этомъ легко убѣдиться помощью слѣдующаго рассужде-
нія. Пусть водонапорная башня находится въ точкѣ Р
гдѣ нибудь внутри того участка, для котораго она
предназначается и который изображенъ на чер. 43 въ
видѣ замкнутого контура. РЕ-главная магистраль, иду-
щая отъ насосной станціи. Для выгоды работы ма-
шинъ необходимо, чтобы насосы днемъ и ночью работа-
ли равномерно, а въ такомъ случаѣ совершенно доста-

точно, чтобы они были въ состояніи доставлять только среднее секундное количество q .

Ночь, 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 назначаемого количества q доходить до бака, а часть будетъ расходоваться не доходя до него по отводнымъ 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_1 и $q_2 = q + \Delta$, то количество q будетъ доставляться прямо насосами, а количество Δ перейдетъ въ городъ 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 mn расходовъ будетъ имѣть видъ нѣкоторой кривой AEE , которой ординаты въ началѣ города $AA' =$ максимальному секундному расходу всего города = nq , причемъ n около 2,1. Въ концѣ города E ордината расходной линіи = 0. След. на части AE трубы должны быть рассчитаны на расходъ q , а на вѣтвѣ съ точки А — на $2q$, причемъ на протяженіи AE труба будетъ идти постепенно утоняясь 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 $mP_3A''A'E$, изъ чего видно, что такое расположеніе ме-

нее выгодно, чемъ предыдущее въ А, потому что труба между Р₃ и А должна быть рассчитана на расходъ по выѣсто q. Теперь пусть башня помѣщается въ точкѣ Р, тогда насосная труба, ведущая къ баку башни, не доходя до нея, соединена въ нѣсколькихъ точкахъ къ съ уличными магистралями, такъ что часть воды передается отъ насосной станціи прямо въ городскую сѣть. Отъ насосной станціи до башни кривая расходовъ согласно предыдущему будетъ выражаться прямою р, дажѣе ~~сравною АР~~ такъ что вся расходная линія будетъ прямою АР. Изъ этого ясно, что такое расположеніе башни въ Р, болѣе выгодно, чѣмъ въ А, потому что на части АР, труба можетъ быть рассчитана выѣсто расходовъ выражаемыхъ кривою А, А' на постоянный меньшій расходъ q. Далѣе если мы поставимъ башню въ точкѣ Р, то такое расположеніе будетъ еще выгоднѣе, чѣмъ предыдущее; расходная линія выразится линіей шОЕ, слѣд. на части Р, Р₁ магистраль можетъ быть рассчитана выѣсто расходовъ выражаемыхъ кривою А'О на постоянный расходъ q, выражаемый прямою р, О. Если затѣмъ далѣе передвинуть башню въ положеніе Р₂, то также расположеніе будетъ менѣе выгодно, чѣмъ предыдущее, такъ какъ магистральную трубу на части РР₂ надо рассчитать выѣсто уменьшающагося расхода, выражаемаго кривою ОМ, на болѣе постоянный расходъ q, выражаемый прямою Ор₂. Точка Р, въ которой было бы всего выгоднѣе устроить башню, совпадаетъ довольно точно съ центромъ того города или участка дѣла, 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

каждаро участка приблизительно въ его центрѣ построить особую башню.

ВОДОНАПОРНЫЯ КОЛОННЫ При водоснабженіи употреб-
ляются еще водонапорныя колонны. Водонапорныя колон-
ны представляютъ обыкновенно вертикальную трубу не-
большого діаметра, черезъ которую вода должна про-
ходить прежде, чѣмъ упадетъ въ городскую сѣть; вода

послѣдней находится такимъ образомъ подъ давлені-
емъ столба воды, соответствующаго высотѣ колонны.
Такъ какъ въ колоннѣ имѣется только одна значитель-
ная часть воды, то она расхода не регулируетъ, а
только напоръ, и потому насосы должны работать не-
прерывно, соответственно колебанію расхода въ городѣ.
Машины вслѣдствіе этого работаютъ крайне невыгодно;
кромѣ того и ночью, когда расходъ въ городѣ прекра-
щается, машины должны быть непрерывно наготовѣ на
случай пожара. Вслѣдствіе этихъ недостатковъ напор-
ныхъ колоннъ, ихъ болѣе въ Европѣ не строятъ, и тамъ,
гдѣ они ранѣе были построены, замѣняютъ постепенно
водонапорными башнями.

ВЫБОРЪ МАТЕРІАЛА ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВЪ И ИХЪ НАИБОЛѢ ПРИБЛИЖИТЕЛЬНЫЕ РАЗМѢРЫ

Резервуары изъ кладки или бетона строятъ тогда, ко-
гда 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 не целесообразно.

Въ планѣ каменные резервуары получаютъ прямоуголь-
ную форму, (чер 44), а если они состоятъ изъ одного
только отдѣленія, то - квадратную, такъ какъ квад-
ратъ имѣетъ наименьшій периметръ. Наиболѣе выгодная
глубина (разстояніе горизонта воды отъ дна спускно-
го канала) получается слѣдующимъ образомъ: Пусть Q

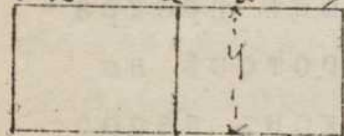
- полезный объем и K - полная стоимость: стоимость стѣны можетъ быть принята пропорціонально квадрату глубины h , т.е. $= mh^2$. Если кроме того означимъ приходящуюся на 1 кв метръ свѣченія (въ планѣ) бака стоимость а) выемки земли черезъ r , в) прирѣзленія дна - черезъ S , в) приобрѣт. грунта черезъ W , то при длинѣ стѣны x для квадратнаго резервуара будетъ.

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

то
$$K = 4 mh^2 \sqrt{\frac{Q}{h} + \frac{Q}{h}} (r + s + w)$$

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

откуда $h = \sqrt{\frac{Q(r + s + w)^2}{36 m^2}}$; т.е. наимыгоднѣйшая глу-



чер (а)

бина пропорціональна 5-му корню полезнаго объема Q .

Если резервуаръ имѣетъ 2 отдѣленія, (чер (а)) то $K = (4x + 3y) mh^2 + 2xy (r + s + w)$ и такъ какъ въ случаѣ прямоугольника наименьшій периметръ

будетъ при $\frac{x}{y} = \frac{3}{4}$ то $Q = 2xy = \frac{8}{5} x^2 h$, откуда $x = \sqrt{\frac{3Q}{8h}}$, поэтому будетъ при $K = h^{\frac{5}{2}} \sqrt{\frac{3Q}{m} + \frac{Q}{h}} (r + s + w)$.

Если положимъ $\frac{dK}{dh} = 0$, то будетъ $h = \sqrt[5]{\frac{Q(r + s + w)^2}{54 m^2}}$.

Такимъ же образомъ получимъ для круглаго резервуара радиуса r :

$$h = \sqrt[5]{\frac{Q (r + s + w)^2}{9 \cdot \pi \cdot m^2}}$$

и если онъ раздѣленъ діаметральной стѣнкой на 2 половины:

$$h = \sqrt[5]{\frac{Q \pi (r + s + w)^2}{9 \cdot (\pi m + m_1)}}$$

гдѣ m — коэффициентъ стоимости наружныхъ стѣнъ, а m_1 — внутренней перегородки

Предидущія формулы действительны когда вода доставляется самотекомъ. Если же нужно поднимать на высоту (чер. 45) $H + h$, то стоимость K увеличивается на $q (H + h) k$, гдѣ q — количество подимаемой воды въ секунду въ литрахъ и k — стоимость устройства, ухода и подъема на каждый миллиметръ. Слѣдов въ этомъ случаѣ:

$$K = 4 m h \sqrt{Qh} + \frac{Q}{h} (r + s + w) + q (H + h) k$$

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

откуда
$$\sqrt{h} = \sqrt{\frac{(r + s + w)Q}{16m} - \frac{qh^2 k}{6m \sqrt{Q}}}$$

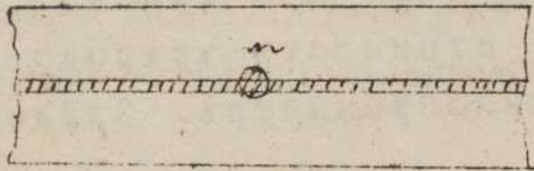
h получается, слѣдовательно, меньше чѣмъ въ прежнемъ случаѣ, и оно опредѣляется всего проще по способу приближенія. Такимъ же образомъ получимъ для бака съ діаметральной перегородкой.

$$\sqrt{h^5} = \frac{(r + s + w)\sqrt{Q}}{m \sqrt{54}} - \frac{2qh^2 k}{13m \sqrt{Q}}$$

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

Особенно большое вниманіе должно быть обращено на плотность резервуара. Для этого нужно употреблять по возможности плотные камни, небольшихъ размѣровъ, (чтобы каменщики могли 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 тронутъ съ мѣста. Иногда со

стороны воды бутовую кладку смазывают 2 раза цементом и эту смазку, толщина которой 9-15 мм, покрывают кирпичной кладкой. В кладку из тесового камня плотность хорошо достигается раствором, который вводится желобками в швы по всем направлениям.



Для раствора берут на 1 часть цемента 2 до 2 1/2 ч песку, и прибавляют немного жирной извести, в виде из-

весткового флюка, от чего он делается плотнее. Иногда покрывают асфальтом. В Англии часто резервуары получают одежду из хорошо перемятой жирной глины, перемешанной на половину с песком, или смесью из песка и гравия (фильтры в Варшавѣ); и кладка образует только облицовку глиняной одежды.

В открытых резервуарах морозъ можетъ произвести горизонтальныя трещины, потому что грунтъ М, (чер. 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 выпирание вверхъ не было возможно, нужно для засыпки возлѣ стѣны хорошо пропускающій матеріалъ; иногда кладку связываютъ вертикальными желѣзными анкерами. Эти мѣры особенно необходимы при прямолинейныхъ стѣнахъ. Стѣнки открытых резервуаровъ рассчитываются и проверяются, какъ водонормы 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

может превратиться въ напоръ воды. Своды перекры-
тыхъ резервуаровъ подвергаются сравнительно малой
нагрузкѣ, получаютъ вслѣдствіе того малую толщину,
обыкновенно она не превышаетъ 12 до 20 см. Стѣнамъ
даютъ въ новѣйшее время тоже сводчатую форму, чѣмъ
получается значительное сбереженіе въ объемѣ клад-
ки, такъ какъ линія давленія почти совпадаетъ съ
осью ея. (Черт. 47, 48, 49, 50) Черт 47 представляетъ
планъ такого резервуара раздѣленного поперечной
стѣнкой на 2 половины, черт 48 - разрѣзъ по АВ,
черт. 49 - разрѣзъ по CD, чер 50 - разрѣзъ по EF.
Чтобы не имѣть дѣла со сводами большихъ пролетовъ,
дѣлятъ резервуаръ на части, шириною 3 до 4,5 mtr
и каждую часть покрываютъ цилиндрическимъ сводомъ,
опирающимся на стѣны съ отверстіями, перекрытыми
арками (крестовые своды излишне увеличиваютъ стои-
мость сооруженія). Въ послѣднее время предпочитаютъ
строить эти резервуары изъ бетона (с - спускъ и
переливъ, d - приводъ и отводъ). Теперь изготовля-
ютъ обыкновенно вначалѣ дно и затѣмъ уже стѣны;
дно всегда строятъ изъ бетона и смазываютъ цемен-
томъ и асфальтомъ. Сводъ покрываютъ слоемъ цемента
толщиною 1 до 1,5 см. и засыпаютъ, причемъ высота
засыпки бываетъ не менѣе 1 mtr.

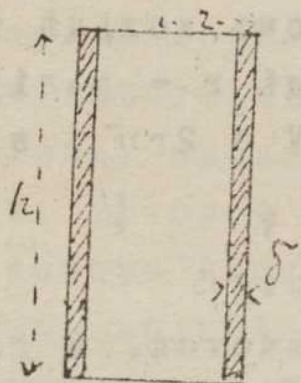
Для облегченія опорожненія и чистки полъ полу-
чаютъ небольшой уклонъ къ спускному желобу, устро-
енному обыкновенно возлѣ стѣны. Для лучшаго осу-
шенія грунта вдоль стѣнъ закладываютъ иногда у по-
дошвы ихъ дренажныя трубы.

Чтобы сохранить свѣжесть воды, полезно увеличитъ
путь отъ привода до отвода помощью стѣнокъ (черт
51) и употреблять такіе же щиты, какъ при отстой

ныхъ бассейнахъ. Въ изображенномъ на чер. 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 передливъ устраиваютъ такимъ образомъ, чтобы соотвѣтственные 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 попасть лягушки и насѣкомыя. Въ самомъ резервуарѣ должно быть совсѣмъ темно, въ противномъ случаѣ они будутъ засоряться водяными растеніями.

3 < ЖЕЛѢЗНЫЕ БАКИ употребляются главнымъ образомъ тогда, когда приходится располагать резервуары выше поверхности земли. Ихъ строятъ 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 къ низу. 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 такихъ укрѣпленій и стѣнны могутъ быть тоньше, такъ какъ при ихъ устройствѣ давленіе распределяется равномерно по всему периметру; поэтому въ последнее время строятъ днища большей частью въ видѣ шаровыхъ сегментовъ, а плоскія встрѣчаются только въ старыхъ резервуарахъ.

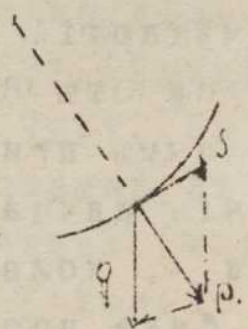
Если означимъ черезъ p - давленіе воды, δ - толщину стѣнки, r - радіусъ резервуара и k - допускаемое напряженіе матеріала стѣнокъ, то должно $k\delta \geq pr$



для большей жесткости $k\delta$ полученной по этой формулѣ толщинѣ прибавляютъ 3 до 5 мм. и больше¹⁾

Напряженія въ всячемъ мѣстѣ получаются слѣдующимъ образомъ; (чер 52) отрѣжемъ нижнюю часть горизонтальнымъ сѣченіемъ и обозначимъ черезъ Q - дѣйствующій

на эту часть вѣсъ воды, и z - тангенціальное напряженіе, отнесенное къ единицѣ длины. Элементар. сила p дѣйствуетъ нормально къ стѣнкѣ днаща. Разложимъ ее на верт. q и танг. z . Сумма верт. силъ Q . По условіямъ равновѣсія имеемъ:



$$2 y \pi r z \sin \beta = Q$$

$$z = \frac{Q}{2 y \pi r \sin \beta}$$

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

$$Q = \gamma V = \gamma y^2 \pi r h + \gamma y^2 \pi r \frac{x}{2} = \gamma y^2 \pi r (h + \frac{x}{2})$$

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

Чтобы стѣны, на которыхъ бакъ расположенъ нижней

1) Более точная формула дана в "Инженерномъ Сборникѣ" (1911 г.) и в "Технической механикѣ" (1912 г.) изд. В. В. Васильева. См. также "Инженерный Сборникъ" 1917 г. стр. 223.

окружностью, не расширяясь горизонтальными силами $s \cdot \cos \beta$ и воспринимали только вертикальный груз Q , распределенный равномерно, по опорной окружности располагают бак на чугунном кольце. Горизонтальные силы - $s \cdot \cos \beta$ вызывают в этом кольце тангенциальное напряжение $T = S \cdot \cos \beta \cdot r$ (где r - радиус цилиндра) и его вертикальный груз $V = 2\pi r \sin \beta$, поэтому.

$$T = \frac{s \cdot \cos \beta}{2\pi r \sin \beta} \quad \text{и} \quad T = \frac{V}{2\pi r \sin \beta}$$

Съ увеличением β - T уменьшается, и для полукруглости ($\beta = 90^\circ$) делается = 0. Такъ какъ кольцо сжимается, то его можно изготовлять изъ чугуна.

Цилиндрическіе баки съ шарообразнымъ дномъ построены во многихъ городахъ Франціи, Германіи и др. На черт. 53 представленъ такой бакъ, вмещающій 1200 куб. м.; толщина его листовъ изменяется отъ 6 до 12 мм.

Аппаратная труба снабжена расширительнымъ приборомъ. На черт. 54 указаны приспособы соединенія днища со стѣнкой, которая укреплена угольниками, а кольцо здѣсь желѣзное. Когда черезъ середину бака проводятъ лѣстницу, для чего бываетъ нуженъ внутренній цилиндръ, то напряженіе въ окружности пересѣченія почти вдвое.

Коническое днище (черт. 55) легче устроить, чѣмъ шаровое, такъ какъ приходится выгибать листы только по одному направленію, но вълѣдствіе болѣе значительныхъ

1) Эти формулы действительно точны для резервуаровъ дно которыхъ образовано по линіи равновѣсія; но поелѣдняя немного отклоняется отъ круговой линіи. Кроме того подъ дѣйствіемъ пара линія равновѣсія сама собой образуется.

напряженій на большей поверхности оно обходится не дешево. Сбережение получается, если (по Инце) опора будет устроена въ срединѣ днища (Черт. 56) Верхняя часть БА въ томъ случаѣ не подвѣшана, а подперта, въ ней матеріалъ подвергается поэтому сжатію d , но смятіе здѣсь не имѣетъ мѣста, такъ какъ оно уничтожается растяженіемъ, производимымъ дѣйствующимъ на БА давленіемъ воды, которое перпендикулярно къ БА. Если нижнюю коническую часть ac замѣнимъ выпуклой АFB, (черт. 57) то въ кольцѣ АB происходитъ давление между тѣмъ какъ коническая часть EGAB его сжимаетъ; такъ что обѣ эти силы при соответственномъ 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 м^3 (построенный въ г. Ремшейдѣ), дно котораго устроено по принципу (черт. 57). Діаметръ бака 7 м , а опорнаго кольца - только 3 мтр. , что дало возможность построить опорную кладку весьма тщательно и дешево. На черт. 60 представленъ резервуаръ съ коническимъ контрднищемъ, по тому же принципу (г. Сегединъ, объемъ 1000 куб. мтр.) а на черт. 61-по способу (черт. 58) (г. Диденгофенъ), вмѣщающій 500 м^3 . Въ г. Мангеймѣ (2000 куб. мтр.) употреблено устройство, изображенное на черт. 62, въ которомъ нижняя часть имѣетъ видъ висящаго конуса; конструкція его видна изъ чертежа.

Въ настоящее время резервуары у насъ употребляются для помѣщенія машинъ, а также для конторъ, квартиръ и складовъ, а иногда остаются пустыми.

Въ новѣйшее время каменные резервуары покрываютъ Гидротехническія сооруженія

часто сводами по способу Монье (бетонъ съ желѣзнымъ каркасомъ), и даже весь резервуаръ изготовляютъ по этому способу.

Въ прямоугольныхъ желѣзныхъ резервуарахъ съ глубиной воды 2 - 2,5 м. толщина стѣнокъ бываетъ 5 - 6 мм, а дна - 7 до 8 мм. Ихъ скрѣпляютъ уголками съ размѣрами полокъ 60 - 80 мм/мм. При глубинѣ воды до 5 мтр, толщина стѣнокъ достигаетъ 8,5 мм.

КОНСТРУКЦІЯ И РАСЧЕТЪ ПРОВОДОВЪ.

Сооруженія устраиваемыя для провода воды могутъ быть раздѣлены на гравитаціонныя и напорныя. Въ первыхъ - вода движется силою тяжести; если онѣ открыты, то ихъ называютъ канарами, а закрытыя гравитаціонныя проходы называютъ каналами. Въ напорныхъ проходахъ вода движется силою напора и они могутъ состоять только изъ трубъ.

ДВИЖЕНІЕ ВОДЫ ВЪ КАНАЛАХЪ И КАНАВАХЪ.

Если обозначимъ черезъ:

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, $= \frac{F}{P}$

I - паденіе (тангенсъ угла наклона поверхности воды)

K - коэффициентъ, зависящій главнымъ образомъ отъ матеріала стѣнокъ русла, то $Q = FV$ (1) и $v = K \sqrt{RI}$ (2)

По этимъ двумъ формуламъ могутъ быть опредѣлены двѣ величины, если другія - извѣстны. Обыкновенно извѣстенъ расходъ Q, и кромѣ того часто бываетъ извѣстенъ I, т. е. паденіе, и тогда вѣст. и конечный точки да-

нада; если скоростью v зададимся, то изъ (1) получим $F = \frac{Q}{v}$. Задавшемъ формой поперечнаго сѣченія, можно найти его размѣры, помощью которыхъ получится смазываемый периметръ P и затѣмъ $R = \frac{F}{P}$. Теперь можно вычислить k и затѣмъ $v_1 = k \sqrt{RI}$. Помощью этого v_1 , повторяемъ расчетъ, получимъ болѣе точныя значенія для размѣровъ профиля. (Иногда задаются не скоростью v , а гидравлическимъ радіусомъ R и опредѣляютъ профиль онять 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 сопротивление движению воды. На черт. 63 имѣемъ:

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

$$b_1 = \frac{F}{t} - t \cdot \operatorname{ctg} \gamma; \quad P = b_1 + \frac{2t}{\sin \gamma} = \frac{F}{t} - t \cdot \operatorname{ctg} \gamma + \frac{2t}{\sin \gamma},$$

$$P \text{ будетъ минимумъ, когда } \frac{dP}{dt} = 0, \text{ т.е. } -\frac{F}{t^2} - \operatorname{ctg} \gamma + \frac{2}{\sin \gamma} = 0, (3) \text{ откуда } t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \gamma}{2 - \operatorname{ctg} \gamma}} \dots$$

$$P = (4) \quad \frac{F}{t^2} = \frac{b}{t} - \operatorname{ctg} \gamma, \text{ и подставивъ для } \frac{F}{t^2}$$

$$\text{значеніе изъ (3)} \quad (a) \quad \frac{F}{t^2} = \operatorname{ctg} \gamma + \frac{2}{\sin \gamma} = \frac{b}{t} - \operatorname{ctg} \gamma,$$

$$\text{откуда } \frac{b}{t} = \frac{2}{\sin \gamma} \dots (a)$$

Профиль, удовлетворяющий последнему отношению, представляется двумя отрезками, соединенными в вершине. Это означает, что площадь будет наименьшей, т.е. она будет минимальной.

Изъ черт 64 легко узнать, что условию (а) удовлетворяет трапеція, описанная около окружности радиуса $t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \gamma}{2 - \cos \gamma}}$. По (а) $t = \frac{b \cdot \sin \gamma}{2}$ и такъ какъ $AC = \frac{t}{\sin \gamma}$, то $AC = \frac{b}{2}$, т.е. длина откоса = $1/2$ верхней ширины. Затѣмъ имѣемъ $P = b + \frac{2t}{\sin \gamma} = b + 2t \cdot \operatorname{ctg} \gamma + \frac{2t}{\sin \gamma}$
 $= \frac{2t(2 - \cos \gamma)}{\sin \gamma}$ и по (Δ) $F = \frac{t^2(2 - \cos \gamma)}{\sin \gamma}$; поэтому
 $R = \frac{F}{P} = \frac{t}{2}$.

Для угла γ действительны слѣдующія значенія:

	$\cos \gamma$	γ
Почва кам. крѣп. рухлякъ, крѣп. сухой тореръ	$\frac{1}{2} - 1$	$60^\circ - 45^\circ$
Плотная глина, глинистая земля	$1 - \frac{1}{4}$	$45^\circ - 30^\circ$
Обыкновенная земля (песчановитнистая и глини. песч.)	$\frac{1}{2}$	60°
Рыхлая земля, песокъ	$\frac{3}{4} - 1$	$30^\circ - 22^\circ$

Наиболее выгодная скорость для земляных каналов колеблется между 0,6 и 0,8 м/сек; 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 м/сек (2,5 фута)

" " " " " 0,34 м/сек (2 1/4 фута)

при глинистой почвѣ 0,91 мтр (3 фут.)

" гравіи и крѣпкомъ грунтѣ 1,22 мтр (4 фут.)

Не всегда бываетъ возможно дать канавѣ наиболѣе выгодную глубину (опредѣляемую по формулѣ (4)). По Цуппингеру для канавъ въ 1 до 10 кв мтр въ секунду удобная глубина отъ 0,6 до 1,2 мтр, а ширина е - 4-12 ф. Данныя для трапеціи формулы - дѣйствительны, очевидно и для прямоугольника ($\gamma = 90^\circ$).

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 кругъ имѣетъ наименьшій периметръ, если потому расходъ, а слѣд. и площадь измѣняется мало, то круговая форма канала наиболѣе выгодна; при переменномъ расходѣ овальная форма выгоднѣе круговой. Круговые каналы устраиваются главнымъ образомъ въ болотистыхъ грунтахъ. Если γ - уголъ наполненія и d - діаметръ, то (черт.

$$65) F = \left(\frac{\gamma}{180} \pi - \sin \gamma \right) \frac{d^2}{8} = (0,01745 \gamma - \sin \gamma) \frac{d^2}{8}; \text{ Наиболь-}$$

$$\text{шая глубина воды} - t = \left(1 - \cos \frac{\gamma}{2} \right) \frac{d}{2}, \text{ Смачиваемый периметръ} \\ p = \frac{\gamma}{180} \cdot \pi \cdot \frac{d}{2} = 0,00872 \gamma d.$$

Наиболѣе выгодный уголъ γ (получаемый изъ условія

$$\frac{dF}{d\gamma} = 0) \quad \gamma = 257^\circ 27' 13''.$$

СВАЛЬНОЕ СВѢЧЕНІЕ. (Черт. 66) Высота этого свѣченія

обыкновенно = $1 \frac{1}{2}$ ширины, а радіусъ дна = $\frac{1}{6}$ высоты. Часть площади свѣча получается всего прѣще, если *внутренняя* площадь свѣча е - всей площади, лежащей ниже

линии dc на $abcd$ = пл. 2-хъ сект. ($nbc + mad$)
 - пл. 2-хъ тр-к. ($pqm + rqn$) + площ. aqb ; на mad

$$\frac{(3r)^2 \pi \alpha}{360} \text{ при } ma = 32 \text{ см. тр-ка } pqm = \frac{2}{3} \cdot \frac{pq}{2} =$$

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{pq}{2}, \text{ площ. } aqb = ao \cdot qo = qo \cdot \frac{(ae - pq)^2}{tg \alpha}$$

$$\frac{(3r^2 \alpha - 2rt \cdot tg \alpha)^2}{tg \alpha} \text{ Следовательно площадь}$$

$$abcd = 3r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180} + \frac{3}{2} \sin 2\alpha - 4 \sin \alpha \right).$$

Площадь ниже $dc = \Omega = 2$ (пл. сект. mds - пл. тр-к. mt) + пл. сект. stu ; пл. сектора $mds = \frac{(3r)^2 \pi \beta}{360}$; пл.

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

$\frac{1}{4} \beta = \frac{3}{4}; \beta = 36^\circ 52' 11''; \gamma = 180^\circ - 2\beta = 106^\circ 15' 38''$;
 следов. площадь $\Omega = 3,02r^2 = 0,336 H^2$ (гдѣ $H = 3r$ = высо-
 тѣ профиля). Площад сѣченія, наполненного водой,

$$\text{уровень которой } ab = F = 3,02r^2 - 3r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180} + \frac{3}{2} \sin 2\alpha - 4 \sin \alpha \right) (I).$$

$$\text{Смачиваемый периметръ } P \text{ опредѣлится. } P = 2 \cdot 3r \cdot \frac{\pi \beta}{360} + \frac{1}{2} \pi \gamma = 2 \cdot 3r \cdot \frac{\pi \beta}{360} = 4,79r = 6r \cdot \frac{\pi}{180} \text{ Слѣд.}$$

$$P = r \left(4,79 - 6 \cdot \frac{\pi}{180} \right). \text{ гдѣ } \alpha - \text{ въ градусахъ (II) При}$$

наполненіи канала выше досчитаютъ изъ площади и пе-
 риметра всего профиля, т. е. изъ $4,59r^2$ и $7,93r$ - пло-
 щадь и периметръ сечения ит. Всмачиваеваемой

площади канала получаемъ изъ ур-ія $F = \frac{Q}{v}$ При дан-

номъ α можно по (I) найти γ и атѣмъ опредѣлить изъ

(II) — P — гидравлическій радіусъ $R = \frac{F}{P}$; паденіе i

канала опредѣлится изъ ур-ія $v = C\sqrt{RI}$.

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 при $0,81d$).

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

Вода движется въ открытыхъ и закрытыхъ каналахъ только подѣ дѣйствіемъ силы тяжести, поэтому такіе проводы и называются гравитаціонными. Они возможны только въ томъ случаѣ, когда исходная точка провода лежитъ выше конечной; паденіе должно быть по возможности равномерное и не выходить изъ извѣстныхъ, опытомъ опредѣленныхъ предѣловъ, потому что очень малое паденіе требуетъ большого сѣченія провода, чѣмъ увеличивается его стоимость, проводъ въ этомъ случаѣ заносится иломъ, вода нагревается и теряетъ свѣжесть. При слишкомъ большомъ паденіи стѣнки и дно провода 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 профи-

лемъ опредѣляется формулой $v = c \sqrt{RI}$. (А), гдѣ по

Гангилъе-Вилла $c = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$ (R- гидравлическій

радіусъ $\frac{F}{p}$). Величина b зависитъ отъ матеріала

дна и стѣнокъ канала и въ этомъ отношеніи Куттеръ различаетъ 12 степеней шероховатости поверхности, которымъ соотвѣтствуютъ слѣдующія значенія b.

Сто-
пень

Число
в

Материаль стѣнокъ и дна.

1	0,12	Цементныя стѣнки, $\frac{1}{2}$ ладкія круглыя.
2	0,15	Цементныя стѣнки, обыкновен. прямоугольныя; тщательно стро- ранныя доски.
3	0,20	Чистый цементъ, строганныя доски, тесовый камень.
4	0,27	Чугунныя трубы, хорош. качества; хорошая кирпичная и те- совая кладка нестроганныя доски.
5	0,35	Чугунныя трубы, обыкновенныя. Обыкновенная кирпич. кладка; бутовая кладка тщательная, гончарныя трубы.
6	0,45	Засоренныя чугунныя трубы. Обыкновенная бутовая кладка.
7	0,56	Бутовая кладка неровная, дно покрыто немного 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 шириной 1,5 штр. немного вода- ныхъ растеній, очень правильно и чисто устроенъ.
11	1,67	Небрежно содержимая сухая кладка, поросшая мхомъ и растеніями, болотистое дно 1,5 штр. земляной каналъ, мало водяннхъ растеній.
12	2,44	Земляной каналъ, много болотныхъ растеній, съ боло- тистымъ дномъ, плохо содержимый, шириною не болѣе 1,5 штр.

Когда падение H дано, то по формулѣ (А) получается скорость, но для этого нужно знать R , или что одно и тоже, должны быть известны 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 площадь

$F = \frac{Q}{v}$, послѣ чего находятъ размѣры профиля и повторяютъ расчетъ.

ДВИЖЕНІЕ ВОДЫ ВЪ ТРУБАХЪ ПОМОЩЬЮ НАПОРА Наблюденія показываютъ, что приведенная выше формула $v = \sqrt{RI}$, выражающая зависимость между скоростью, падениемъ 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 всѣхъ трубопровода черезъ l (черт 72), а потерю напора вслѣдствіе тренія воды о стѣнки - черезъ h_f , то подравнявъ $h_f = I$ въ выраженіе для v , будемъ имѣть $v =$

$v = \sqrt{RI} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{2b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \frac{l}{L}}$ Когда вода движется въ круглой трубѣ подъ напоромъ, то все сѣченіе будетъ занято водою и гидравлическій радіусъ (чер. 71) въ этомъ случаѣ

$$R = \frac{F}{P} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4}; \text{ поэтому } v = \frac{100 \cdot \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \times \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{l}{L}} \quad (2)$$

Для круглыхъ трубъ по предыдущей таблицѣ $b = 0,27 - 0,35 - 0,45$. Всюгда чаще берутъ $b = 0,35$.

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

$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}}$, Обыкновенно известно, потеря напора ξ или отношение $\xi = \frac{\xi}{l}$; тогда из уравнения $q = \frac{\pi d^2}{4} v$,

$v = \frac{4q}{\pi d^2}$ и так как $v = c \sqrt{RI} = c \sqrt{\frac{d}{4}} I$, то $d =$

$$= \frac{4v^2}{c^2 I}, \text{ и подставляя для } v \text{ значение, } d = \frac{4 \left(\frac{4q}{\pi d^2} \right)^2}{c^2 \cdot \frac{\xi}{l}};$$

откуда $d = \sqrt[5]{\frac{64}{\pi^2} \frac{q^2}{c^2} \frac{l}{\xi}} = 1,45 \sqrt[5]{\frac{q^2}{c^2} \frac{l}{\xi}}$ (м) (где q - в кубических метрах)

Если q - в литрах в секунду,

то $d = 0,092 \sqrt[5]{\frac{q^2}{c^2} \frac{l}{\xi}}$. Так как $c = \frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}}$ - зависит

от искомого диаметра d , то приходится действовать по способу приближения. Обыкновенно d определяют по

формуле Dupuit - $d = 0,2 \sqrt[5]{\frac{q^2}{I}}$; помощью этого d вычисляют c , затем d по ур-ю (м), и повторяют расчет.

Скорость v в чугунных трубах не должна быть больше 3 м/с, так как большая скорость повреждает асфальтировку или окраску внутри трубы. Обыкновенно v не превышает 1-го метра, в большинстве же случаев она равна 0,4 до 0,5 м/с.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЮ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

1) Кривая труба (чер. 73 а) Если радиус искривления провода - R , его центральный угол - w и радиус

трубы - r , то потеря напора от искривления $\xi = \gamma_m \frac{v^2}{2g}$

Коэффициент $\gamma_m = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{r}{R} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \frac{w}{90}$. Значения γ_m для различных величин отношения $\frac{r}{R}$ даны в следующей таблице.

$\frac{r}{R}$	0,1...0,2	0,3...0,4	0,5...0,6	0,7
			0,8...0,9	1,0
Y_m	0,131...0,138	0,158...0,208	0,294...	
	0,448...0,661	0,977...1,408	1,979	

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

$\frac{r}{R}$	0,1...0,15	0,2
---------------	------------	-----

Y_m	0,119...0,158	0,158
-------	---------------	-------

2) Ломание труб (полна) (Чер. 73 б). В этом случае потеря напора по Вейсбаху вследствие изменения направления в трубе $h = Y_n \frac{v^2}{2g}$, где величина

на $Y_n = (0,9457 \operatorname{sn}^2 \frac{\pi}{2} + 2,047 \operatorname{sn}^4 \frac{\pi}{2})$ Последнее выражение действительное для труб, которых диаметр $d \geq 30^m$ /м. Когда $d < 30^m$ /м, то Y_n значительно больше.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ВСЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЪЧЕНИЯ. Из гидравлики известно, что если сечение трубы внезапно переходит в большее сечение F , то произведенная этим изменением потеря напора будет

$$\zeta_n = \left(\frac{F}{f} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g}; \text{ следов. } Y_n = \left(\frac{F}{f} - 1\right)^2. \text{ В водопроводах}$$

внезапных изменений сечения не делают, но они образуются в местах, где устроены задвижки, краны и клапаны. Мы рассмотрим только влияние сужения задвижками (Чер. 74).

Положим, что скорость течения воды по трубѣ при произвольномъ положеніи затвора - v , площадь свободной части поперечнаго сѣченія - f , тогда при измененіи F въ f , а слѣд. и v , въ v (очевидно, что при

$F > f$ $v, < v$, потеря напора выразится такъ:

$$\zeta_n = \left(\frac{F}{f} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g} = \left(\frac{F}{f} - 1\right)^2 \frac{v^2}{2g}; \text{ ибо } fv = Fv, \text{ Пусть}$$

(чер 74) C - центръ трубы; C_1 - центръ задвижки, d - діаметръ трубы и t - высота поднятія задвижки. Вслѣдствіе сжатія струи въ углахъ A' и B' заполнения не будетъ, и вода будетъ занимать площадь

$mNnM = f \cdot f$ - площ $mNnC$ + площ $mCnC_1$ - площ $mMnC_1$

Полагая $\angle mC_1n = \angle mCn = \varphi$, и сдѣлавъ приведеніе,

$$\text{получимъ } f = \frac{\pi d^2}{4} \left(1 - \frac{\varphi}{180}\right) + \frac{t}{2} \sqrt{d^2 - t^2}, \text{ гдѣ } t = CC_1 -$$

$$d \cdot \cos \frac{\varphi}{2}, \text{ Такъ какъ } \frac{\pi d^2}{4} = F, \text{ то отношеніе } \frac{f}{F} = 1 -$$

$$= \frac{\varphi}{180} + \frac{2t}{\pi d} \sqrt{1 - \left(\frac{t}{d}\right)^2}$$

Въ слѣдующей таблицѣ приведены значенія f для различныхъ t при діаметрѣ $d = 1$ и средней скорости въ полномъ сѣченіи $F - v = 1$, а также и соответ-

ствующие значенія Y_n для различныхъ отношеній $\frac{f}{F}$

t	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
	$\frac{1}{64}$	$\frac{2}{64}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{4}{64}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{6}{64}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$
					$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$			
f	0,015	0,031	0,047	0,06	0,076	0,093				
F	0,109	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	0,515				
									0,159	
Y_n	0,07	0,20	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8			

Если сечение трубы уменьшается не внезапно, а постепенно, то сопротивление значительно уменьшается, при гидросообразных устройствах расширения, при изгибах, перегибах сечения потеря напора может быть значительной. На практикѣ, въ длинномъ проводѣ, потеря напора вследствие трения $\sum = \gamma \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ очень велика сравнительно съ другими, достаточно полученными потерями напора. Безъ принятия во вниманіе вскривленій и развѣтвленій увеличить на 5% или на 10%.

КОНСТРУКЦІЯ ПРОВОДОВЪ

КАНАЛЫ готовятъ простой выемкой по длинѣ проводу въ водопроницаемомъ грунтѣ стѣнки и дно отдѣляются сагой гонимой или каменной кладкой та цементнымъ растворомъ.

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

I) Деревянные каналы употребляются только при малых сеченияхъ и временныхъ проводахъ. Они дѣлаются изъ досокъ, которые удерживаются на мѣстѣ сѣтками и обшивкой (чер. 75).

II) Каменные каналы строятъ изъ тесового камня, бутового кирпича или выщипанного матеріала. Для водопроницаемости до высоты уровня воды ступенчатые каналы цементируются, а снаружи иногда обдѣлываютъ сплошными глинами, бетономъ и пр. Надъ проводомъ долженъ сходитьсь слой земли, смотря по климату отъ 1 до 2 1/2 фт. чтобы вода лѣтомъ не согревалась, а зимой не замерзала.

Если проводъ на такую глубину не можетъ быть погруженъ въ грунтъ, то слѣдуетъ его покрыть настилкою (чер. 76 и 77). По формѣ каменные каналы бѣгутъ пря-

круговые, круглые и овальные. Прямоугольные каналы бывают покрытые плитками и покрытые сводами. Покрытые плитками употребляются в том же случае, когда отверстие в свѣту не превышает 0,5 м (чер. 78). Если обозначим ширину канала в свѣту (в м) через l , толщину плит - через t , толщину вертикальных стѣнок через b , а высоту канала в м через h , то для опредѣленія этихъ размеров слѣдующія эмпирическія формулы

$$b = 50 + \frac{1}{6} h \text{ см}; \quad t = 15 + 0,4 l \text{ см}.$$

Въ случаѣ канала покрытого сводами, своды дѣлаютъ обыкновенно полуциркулярныя, въ рядныхъ сводкахъ лучковыми. Если l - отверстие канала в свѣту, въ м, h - высота канала в м, t - средняя толщина свода, то для полуциркулярного свода: $b \text{ см} = 65 + 3(l)^{0,75} \text{ см} + (h)^{0,75} \text{ см}$; $t \text{ см} = 10 + 5(l)^{0,75} \text{ см}$ (для возвышенныхъ сводовъ нужно брать 0,8 этихъ величинъ). При лучковыхъ сводахъ: $b \text{ см} = 65 + 1,5 \frac{l^{0,75}}{s} \text{ см}$; $t \text{ см} = 40 + 2,5 \frac{l^{0,75}}{s}$.

Приведенныя формулы предполагаютъ грунтъ сунуть въ болѣе прочномъ грунтѣ можно брать 0,75 отъ этихъ величинъ.

Круглые каналы (чер. 76 и 77). Они бываютъ круглыми или эллиптическими. Везде употребляютъ при слабомъ грунтѣ во Франціи, Англіи и Америкѣ. Когда діаметръ ихъ не болѣе 0,75 м, то назначаютъ толщину стѣнокъ въ 1/2 кирпича, при болѣе значительномъ діаметрѣ - въ 1 кирпичъ. При малыхъ расходахъ употребляютъ иногда гофрированныя и центральныя трубы, концы рѣзныя меньше диаметра, и потому

лучше цементами.

По величинѣ профили 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 свойства, что очистка канала не нужна. Примеръ недоступнаго канала, овальнаго поперечнаго сѣченія (чер 76), б) доступные каналы, получающіе ширину не менѣе 60 с/м и высоту не менѣе 90 с/м: въ нихъ можетъ двигаться рабочій для очистки и починки, в) проходные каналы (чер 79), снабженные банкетамъ, по которымъ можно проходить.

Доступные и проходные каналы получаютъ на разстояніяхъ около 300 мтр входныя шахты, размѣрами отъ 70-90 с/м въ средней квадрата; эти шахты идутъ до поверхности земли и тамъ закрываются плитами (чер 80 и 81). Въ низшихъ мѣстахъ провода должны быть устроены спускныя отверстія, чтобы въ случаѣ надобности (починки, чистки, осмотра и пр.) можно было опорожнить проводъ. Длинные недоступные провода получаютъ черезъ каждыя 1000-1500 мтр вентиляціонныя шахты, которыя часто служатъ для контроля горизонта воды въ каналѣ. Иногда отъ главнаго провода разходятся побочные, которые приносятъ къ нему или отводятъ отъ него воду. Главный провод отъ побочныхъ всегда соединяется прямыми линіями, такъ какъ сопротивленіе при закругленіи менѣе сопротивленія при переломѣ. Осѣ закругленнаго канала должна быть казательной къ осѣямъ каналовъ главнаго и побочнаго.

Акведуки. Акведукомъ называется каналъ, который пересѣкаетъ оврагъ, рѣку или дорогу, по которому текутъ акведуки или сифоны. Акведуки есть не что другое, какъ мостъ,

верхнее строение котораго представляет каналъ для провода воды. Прежде, когда не имѣли возможности или не умѣли пользоваться при проводахъ напоромъ, строили при пересѣченіи глубочайшей акведуки, ~~и~~ не малое число ихъ, построенное древними римлянами ~~(и)~~ существуютъ до сихъ поръ. (x)

Въ новѣйшее время замѣняютъ часто акведуки сифонами, вслѣдствіе меньшей стоимости послѣднихъ. На чер. 82 а, в, с, представленъ образецъ сифона или кладки, проводящаго воду подъ каналомъ; (ч. 82 а) - продольный разрѣзъ; ч. 82 в - разрѣзъ по чг, и чер. 82 с - 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. Волѣе простые сифоны изготовляютъ изъ дерева и скрѣпляютъ желѣзомъ. (чер. 83 - продольный разрѣзъ, чер. 84 - разрѣзъ по 1ш). Труба состоитъ въ этомъ случаѣ изъ рамъ обшитыхъ досками, прибитыми къ рамамъ гвоздями. Въ Бельгіи дѣлаютъ двойную обшивку, пространство между которой заполняютъ глиной.

ЛИВЕРНЫЕ ПРОВОДЫ. Ливерныя трубы даютъ возможность проводить воду черезъ возвышенности къ ниже расположенному мѣсту, безъ употребленія подъемныхъ машинъ. Такой проводъ изображенъ на чер. 85.

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

Чтобы провести воду из колодца А въ В, не употребляя проведенного пунктиромъ провода г, устройство котораго въ слѣдствіе болѣешихъ земляныхъ работъ обошлось бы слишкомъ дорого, соединяютъ А съ В коленчатой трубой. *а. в.* среднюю часть которой въ устраиваютъ съ небольшимъ подъемомъ къ *Б*. Уровень воды въ В долженъ быть ниже уровня въ А на величину потери напора въ трубѣ *а. в.* а высота *Н* верней точки *Б* надъ уровнемъ А должна быть меньше $(10 - H) \text{ мтр}$ на 1 до 2 мтр. *а. в.* $10 - H - 1$ до $10 - H - 2 \text{ мтр}$. *а. в.* H означаетъ горизонтъ грунтовыхъ водъ, который во время выкачиванія всасывающей трубой Р понижается до *ор*. Въ наивысшей точкѣ *Б* скопляются газы (главнымъ образомъ углекислота) и здѣсь располагаютъ всасывающій приборъ, соединяя напр. съ насосомъ или подобнымъ другимъ приборомъ (или непосредственно трубу черезъ *Б* водою изъ выше расположеннаго мѣста).

Ливерны употребляютъ теперь частѣе при собираніи воды колодцами. Тогда располагаютъ ливерную трубу вдоль колодцевъ на небольшой глубинѣ, вообще на глубинѣ промерзанія, ея нижнее колено заканчивается въ водян. камерѣ такимъ образомъ, что устье расположено нечуть ниже наименьшаго горизонта воды колодцевъ и она соединена съ каждымъ колодцемъ особой трубой. На чер. 86 представленъ разрѣзъ сборнаго колодца, нижняя часть котораго состоитъ изъ желѣзной трубы.

Коленчатая труба съ нижнимъ открытымъ концомъ доходитъ почти до дна колодца, а вверху примыкаетъ къ ливерной трубе, въ которую и перекачивается вода изъ с

ства, какъ С. Труба г поднимается немного (0,001) по направленію къ насосному зданію и переходитъ въ водяную камеру В (чер 87), въ которой оканчивается уширеніемъ з. Въ той же камерѣ (т.е. всасывающемъ колодцѣ) находится выходящая отъ насосовъ всасывающая труба t; трубы з и t соединены между собой вверху горизонтальнымъ колѣномъ съ задвижкой к^(х). Въ Пресбургѣ такая труба проходитъ сифономъ подо дномъ рѣки Дуная; въ Ганноверѣ устроены 2 группы колодцевъ; каждая группа имѣетъ особую ливерную трубу г, но обѣ эти трубы въ концѣ водосборныхъ сооружений соединяются въ одну; чтобы можно было трубы наполнить водою, онѣ снабжены въ колодцахъ заслонками. Длина ливерной трубы въ Пресбургѣ достигаетъ 2 версты). Ливерныя трубы употребляются нерѣдко при канализаціи. Такъ на чер. 88 а, в, с, d указано устройство проведенія воды 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 котлѣ понизится до нѣкотораго предѣла, то посредствомъ поплавка открывается автоматически клапанъ трубы, соединяющей съ насосомъ, выполняющимъ эти газы изъ Z.

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 крыши зданій. Последнее условіе почти всегда бываетъ исполнено въ городахъ Сѣвер-

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

ной Америки; такъ въ 530 американскихъ водопроводахъ напоръ = 50 метр., и въ нѣкоторыхъ доходитъ до 120 метр., а 1-е 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 А - мѣсто добычи воды, H_a - его высота, В - мѣсто потребленія и H_b - высота этого мѣста, то $h = H_b - H_a$ - высота мѣста В надъ мѣстомъ А. Если w - высота, до которой вода должна подниматься надъ В, то полная высота подъема $h_v = h + w$. Къ этой высотѣ надо прибавить потерю f напора въ фильтрахъ, насосахъ и трубахъ; высота напора, которой пропорциональна работа машинъ, будетъ $h = h_v + f$. 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 25 мтр. Потеря напора въ трубахъ, считая отъ уличной трубы до наивысшаго крана, достигаетъ 10-15 мтр., такъ что для зданія высотой 20 мтр. требовалось 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., выбрасывающихъ 6 литр. въ сек., требовалось бы дальнѣйшее увеличеніе напора на 10 мтр., но и тогда, во время большихъ пожаровъ было бы невозможно обойтись безъ пожарныхъ насосовъ.

Такъ какъ пожарные насосы и при такъ называемыхъ "противопожарныхъ" водопроводахъ необходимы, то на основаніи долготѣйшей 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 2 500 000 ведеръ. Сѣтъ должна пропускать половину этого количества т. е. 1 250 000 ведеръ въ продолженіи 9 часовъ наибольшаго разбора.
- 2) Пожарные краны размѣщены въ среднемъ черезъ 50 саж (100 мтр.) и каждый изъ нихъ рассчитанъ на 50 ведеръ въ минуту. *при одномъ пожарномъ расходъ 4 крана и 200 ведеръ*
- 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 строятъ почти исключительно по системѣ неограниченнаго разбора, состоящей въ томъ, что потребитель можетъ во всякій часъ получить уговоренное максимальное часовое количество. Слово "неограниченнаго" нужно поэтому понимать въ тѣсномъ смыслѣ. Кромѣ этой системы въ нѣкоторыхъ городахъ устроены:

- а) *Аккумуляторная система* которая прежде повсемѣстно

употреблялась въ жилищѣ. 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 теченіе 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% суточнаго расхода.

Система неограниченнаго разбора требуетъ запаснаго резервуара, но за то не нужны домовые баки, при ней получается во всякое время свѣжая вода и в

требуемомъ количествѣ, она поэтому всего лучше удовлетворяетъ потребностямъ жителей

ПРОВОДЪ ОТЪ ИСТОЧНИКОВЪ КЪ ЗАПАСНОМУ РЕЗЕРВУАРУ.

ВУАРУ.

Когда источники находятся выше запаснаго резервуара, то воду можно приводить къ нему открытыми канавами; но въ открытыхъ проходахъ вода подвергается переизмѣнамъ температуры и засоренію вслѣдствіе чего предпочитаютъ проводить ее по закрытому каналу. Но каналы эти или каналы можно употреблять только при непрерывномъ уклонѣ, въ противномъ случаѣ необходимы трубные проводы съ насосами или безъ насосовъ. На чер. 89 указанъ примѣръ трубнаго провода съ насосами; изъ расположенныхъ на возвышеніи А источниковъ вода спускается къ насосному зданію, расположенному на 40 mtr ниже; отсюда она накачивается на высоту 183 mtr и проводится по трубѣ черезъ вершины Z_1 , Z_2 , Z_3 и Z_4 въ резервуаръ В. На этихъ вершинахъ Z устроены колодцы (чер. 90 и 91), въ которые вода входитъ черезъ А, а воздухъ и излишняя вода стекаютъ черезъ С. На наиболее низкихъ мѣстахъ устраиваютъ спускные краны, чтобы было возможно спустить воду и промывать проводъ, на всѣхъ вершинахъ провода необходимы вентиляціонные 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

устанавливать къ резервуару двойной проводъ. чтобы во время порчи одного изъ нихъ можно было пользоваться другимъ; но такъ какъ направление поврежденнаго провода вообще не требуетъ много времени, то въ двойномъ проводѣ вообще не бываетъ надобности

Расчетъ провода къ резервуару. Этотъ расчетъ производится по указаннымъ выше правиламъ. Скорость воды въ трубѣ 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 $\mathcal{Y}$ будетъ наименьшая. Если Q — суточное (вѣсовое) количество воды, поднимаемое на высоту H , то исполняемая работа будетъ QH , ея родовая стоимость KQH , и соответствующій ей капиталъ — KQH . Капиталъ трубопровода, котораго діаметръ — D , и длина Z можно поставить — KDZ , тогда $\mathcal{Y} = KQH + KDZ$ Скорость v

$\sqrt{RI} = c \sqrt{\frac{D}{4} \cdot \frac{1}{Z}} = \frac{4q}{D^2 \pi}$, гдѣ q — секундный расходъ въ куб. мтр. Изъ этого уравненія получаемъ $H = \frac{64}{\pi^2} \frac{q^2 Z}{c^2 D^5}$
 $= 6,46 \frac{q^2}{c^2} \frac{Z}{D^5}$ К. $6,46 Q \frac{q^2}{c^2} \frac{Z}{D^5} + KDZ$. Діаметръ, для котораго стоимость будетъ наименьшая получается изъ условія $\frac{d\mathcal{Y}}{dD} = 0$ т. е. — $5K \cdot 6,46 Q \frac{q^2}{c^2} \frac{Z}{D^6} + K, Z = 0$.

$$D^6 = 32,3 \frac{K}{K_1} Q \frac{q^2}{c^2}; D = \sqrt[6]{32,3 \frac{K}{K_1} Q \frac{q^2}{c^2}}; v = \frac{4q}{D^2 \pi} =$$

$$= \frac{4q}{\pi \sqrt[3]{32,3 \frac{K}{K_1} Q \frac{q^2}{c^2}}}$$

Если машины работают непрерывно день и ночь, то
 $Q = 86400q$ вообще $Q = nq$, такъ что $y = 0 \sqrt[3]{\frac{k' c^2}{k n}}$

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

то при $D = 1,0$ до $0,1 \dots$ с измѣняется отъ 58,8 до 31,1 и потому при непрерывной работѣ въ теченіе сутокъ невыгоднѣйшая скорость равняется отъ

$0,137 \sqrt[3]{\frac{k'}{k}}$ до $0,09 \sqrt[3]{\frac{k'}{k}}$. Отношеніе $\frac{k'}{k}$ зависитъ отъ раз-

ныхъ условій и опредѣляется для каждаго случая особо

185 СИСТЕМЫ ТРУБНОЙ СѢТИ.

Различаютъ 3 системы устройства водопроводной сѣ-
 ти внутри города:

1) РАДІАЛЬНАЯ СИСТЕМА Черт. 92 представляетъ ргс -
 периметръ (границу) города Z - его центръ тяжести;
 R - высокій резервуаръ, или машинное зданіе съ насо-
 сами. Воду ведутъ по направленію къ центру Z до точ-
 ки р, а затѣмъ или а) какъ на черт. 92 продолжаютъ
 главную трубу Rp до центра Z, -отъ котораго уже раз-
 вѣтвляются трубы по различнымъ направленіямъ въ ули-
 цы и переулки. Если построимъ только принадлежащую
 городу часть водопровода, не включая отвлѣченія въ
 частные дома, то сѣть, при почти кругообразномъ пла-
 нѣ города или его участка, какъ это обыкновенно бы-
 ваетъ, ~~будетъ~~ приблизительно имѣть видъ, представ-
 ленный на чер. 92. Центръ Z почти находится въ цен-
 трѣ фигуры ргс. Этотъ способъ имѣетъ то удобство, что
 распредѣленіе воды регулируется изъ одной централь-
 ной точки и, что при надобности исправленія, одна
 вѣтвь можетъ быть исключена совершенно независимо отъ

другихъ. Его неудобство состоитъ въ томъ, что вода въ некоторыхъ трубахъ, какъ на, въ имѣетъ обратное теченіе, вслѣдствіе чего при употребленіи накачиванія часть работы машинъ пропадаетъ даромъ; или б) развѣтвленіе къ периметру начинается уже у периметра р (чер. 93). Этотъ способъ бываетъ не совсѣмъ удобенъ тогда, когда невозможно машинное зданіе В построить со стороны узла р и бываетъ необходимо расположить его на противоположной сторонѣ. Радиальную систему рѣдко бываетъ возможно употребить, такъ какъ въ городахъ улицы не исходятъ радіально изъ одной точки

2) СИСТЕМА РАЗВѢТВЛЕНІЯ (чер. 94).

Главная труба проходитъ по улицѣ, пересѣкающей 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 главнѣйшей трубы на какомъ нибудь мѣстѣ, напр. и вся мѣстность иа остается безъ воды; также неравномерности 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 ~~трѣхъ~~ ~~окружной~~ ~~трубы~~ ~~qnpa~~, соединяющей концы ~~проводовъ~~ такимъ образомъ, что въ каждую трубу вода можетъ быть ввѣдена съ обоихъ концовъ. Поврежденіе главнѣйшей трубы въ какомъ нибудь мѣстѣ внутри города, вслѣдствіе того не имѣетъ на доставку воды никакого вліянія, а также колебанія давленій въ трубахъ зна-

чительно меньше.

Чтобы движение воды по всѣмъ направленіямъ при циркуляціонной сѣти было одинаково удобно, нужно чтобы оси всѣхъ 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 (Чер. 96) этотъ уголъ долженъ быть $= 90^\circ$, при трехъ (к-къ 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 обуславливаютъ значительную потерю напора, что считаютъ недостаткомъ циркуляціонной системы, сравнительно съ системой развѣтвленія, въ которой отвѣтвленія устраиваютъ посредствомъ касательныхъ дугъ, какъ въ D. Вслѣдствіе того 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 краны. При каленой водѣ осадки бываютъ незначительны, поэтому и упомянутое неудобство менѣе чув-

ствительно. 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 системъ а) Альтернативная система, — есть обыкновенная циркуляціонная система съ закрытыми задвижками на соответственныхъ мѣстахъ (чер. 97). Система дѣйствуетъ такимъ же образомъ, какъ и система развѣтвленія (вода течетъ по опредѣленному направленію); но въ случаѣ надобности к-къ напр., при исключеніи нѣкоторыхъ трубъ для починки или во время пожара, открытіемъ задвижекъ можетъ быть возобновлена 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 употреблена въ малыхъ городахъ и тамъ, гдѣ водопроводъ

проводить только воду для довь она неудобна. Которой изъ другихъ сист въ данномъ случаѣ слѣдуетъ отдать предпочтеніе зависить отъ мѣстныхъ обстоятельствъ. Циркуляціонная система отличается еще тѣмъ удобствомъ, что она все-го легче допускаетъ уширеніе сѣти; но она требуетъ большее число трубъ и задвижекъ, чѣмъ система раз-вѣтвленія, что и есть причина, по которой послѣдняя, не смотря на ея несовершенство, встрѣчается во мно-гихъ городахъ.

НАПОРНАЯ ЗОНА.

При проектированіи водопровода для города, распо-ложеннаго 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 раз-лично, смотря по тому, доставляется ли вода городу посредствомъ гравитаціи, или съ помощью насосовъ.

1) Вода доставляется силою тяжести изъ одного толь-ко источника. Положимъ, что городъ занимаетъ заштри-хованную поверхность (чер. 98). Резервуаръ находится въ I. Если проведемъ черезъ уровень резервуара гори-зонтальную плоскость, спроектируемъ на нее главную проводную трубу и будемъ откладывать отъ этой проек-ціи внизъ соотвѣтственные потери напора, то полу-чимъ прямую Ib, (если пренебремъ искривленіями тру-бы), пересѣкающую поверхность города въ a, и b; изъ чего видимъ, что, расположенные выше линіи a, b, дома могутъ получать воду только при прекращеніи достав-ки ниже a, b, и то съ весьма слабымъ напоромъ.

Обстоятельства оказываются еще болѣе невыгодными при расположеніи резервуара въ II, котораго напор-

ная линия II b_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 линия, вслѣдствіе уменьшенія скорости въ трубахъ (которыя теперь будутъ доставлять только среднее часовое количество, между тѣмъ какъ прежде онѣ должны были доставлять максимальное количество), получить болѣе пологое положеніе I III, а отъ III пойдетъ далѣе по линіи III - а. Распределеніе давленія во всемъ городѣ будетъ теперь болѣе равномернѣе, 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 наиболее целесообразно построить какъ для нижняго, такъ и для верхняго города отъ резервуара III - особые провода pq и rs . Если теперь, вслѣдствіе большого расхода, въ нижнемъ городѣ напорная линия 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 соединительная 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 затруднительно. Но высокое давленіе весьма полезно для тушенія пожаровъ, а также тѣмъ, что вода можетъ быть употреблена для водяныхъ двигателей. Но если это давленіе переходитъ извѣстный предѣлъ, то можетъ оказаться

удобнымъ раздѣлить городъ на зоны, съ особыми резервуарами 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, находящимися на различныхъ высотахъ. Въ этомъ случаѣ дѣлятъ городъ въ вертикальномъ направленіи на зоны и назначаютъ для каждой зоны наиболѣе соотвѣтствующій ей источникъ. Высота одной зоны опредѣляется максимальнымъ статическимъ напоромъ, который устанавливается ночью въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ и требуемымъ въ наивысшихъ точкахъ наименьшимъ динамическимъ напоромъ, опредѣляемымъ на основаніи наибольшаго часового расхода.

Если высоту напора, которую вода должна имѣть на мѣстѣ потребленія; означимъ черезъ h_v , а потерю напора на томъ же мѣстѣ черезъ f , то сумма $h_v + f$ — будетъ наименьшая величина высоты напора H , которую вода должна имѣть на мѣстахъ потребленія.

Въ чер. 99 заштрихованная плоскость представляетъ опять поверхность потребленія. Городъ расположенъ по обѣ стороны рѣки s , которой горизонтъ $г$ низкихъ водъ опредѣленъ прямой NN . Городъ можно раздѣлить на зоны, начиная сверху внизъ. Откладываемъ отъ NN вверхъ наибольшую статическую высоту напора H (соотвѣтствующую наибольшему допускаемому давленію въ трубахъ) и проводимъ горизонталь MM то на этой горизонтали долженъ находиться наинизшій уровень резервуара B , первой зоны.

Отъ этой горизонтали откладываемъ внизъ высоты

$h_2 + f$; $h_2 + f$ увеличивается съ разстояніемъ мѣста отъ резервуара, то отложеніемъ высоты $h_2 + f$ получится прямая, которой вертикальная проекція 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 RR резервуара R_2 второй зоны, которой нижній предѣлъ будетъ ABCE, 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), к-къ особая зона. Тогда часть выше GH прибавляемъ ко 2-ой зонѣ, чтобы сберечь большой расходъ на устройствѣ 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, особнякъ 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 выше J часть города прибавить къ первой зонѣ, такъ что давленіе въ трубахъ этой части будетъ немного превышать допустимое, 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. После этого будетъ опредѣлять число жителей каждой зоны, принимая во вниманіе его возможнаго увеличенія въ будущемъ и разстоянія зонъ отъ резервуара. Когда вода получается изъ высоко расположеннаго источника, то резервуары А и В, построенные для каждой зоны на различныхъ высотахъ, регулируютъ напоръ источника такимъ образомъ, что на трубы во всѣхъ зонахъ дѣйствуетъ одинаково 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 высотѣ 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 главныя трубы, къ отдѣльнымъ зонамъ; но лучше соединить 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

сѣбѣсти доставляемой имъ воды.

При водоснабженіи посредствомъ насосовъ раздѣленіе на зоны еще болѣе важно, чѣмъ при употребленіи всаскихъ резервуаровъ, такъ какъ таковыя раздѣленія можно достигнуть важнаго сбереженія топлива. При маломъ устройствѣ съ однимъ только насосомъ (чер. 100) каждая зона должна получить особый резервуаръ. Сначала наполняютъ нижній резервуаръ H_1 , затѣмъ закрываютъ кранъ C_1 , открываютъ C_2 и наполняютъ H_2 . Чтобы не былъ возможенъ разрывъ трубы въ случаѣ, когда бы, по несмотру, 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 (чер. 101), такъ какъ при немъ краны C_1 и C_2 могутъ быть помѣщены въ машинномъ зданіи. Обыкновенно каждый резервуаръ получаетъ особый насосъ (чер. 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 наинизшей зоны, затѣмъ, соотвѣтственно повысивъ 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 слѣдующія насосныя станціи, какъ въ чер. 103, причемъ наинизшій насосъ долженъ качать воду для всѣхъ резервуаровъ, слѣдующій насосъ для всѣхъ резервуаровъ, на

ходящихъ выше I-ой зоны и т.

Когда городъ окруженъ возвышеніями, на которыхъ онъ отчасти расположенъ, то при доставкѣ воды съ одной только стороны отъ резервуара R_1 (чер. 104) можетъ получиться напорная линія R_1a весьма невыгодная для противоположнаго участка, особенно въ часы максимальнаго расхода; эта линія могла бы 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. контррезервуаромъ, и соединимъ его съ главнымъ резервуаромъ R_1 посредствомъ главнаго провода R_1pR_2 , причѣмъ R_2 будетъ расположенъ ниже R_1 на высоту H , R_2 не имѣющую соотвѣтственной потери напора, то во время слабаго разбора, т. е. ночью, когда линія напора приблизится къ горизонтали, 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 . 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, черезъ которыя при закинутыхъ резервуарахъ вода бы уходила въ воздухъ.

Объемъ обоихъ резервуаровъ опредѣляются по даннымъ выше правилъ. Диаметръ главной трубы отъ R_1 къ R_2 долженъ быть рассчитанъ на протяженіи, принадлежащей ей части города, на наибольшій часовой расходъ; также должна быть рассчитана главная труба идущая отъ R_2 къ R_1 на протяженіи, принадлежащей ей части города. Соединеніе обоихъ главныхъ трубъ внизу города составляетъ трубу, которой диаметръ обеспечиваетъ ежедневное наполненіе контррезервуара въ ночное время. Оба резервуара имѣютъ наиболее выгодное положеніе, если соединяющая ихъ прямая совпадаетъ съ продольной осью плана города.

Если имѣются два провода u и r , съ противоположныхъ сторонъ, такой величины, что одного резервуара для нихъ вообще недостаточно, то устройство двухъ резервуаровъ будетъ тѣмъ болѣе полезно, что посредствомъ соединяющей ихъ трубы достигаются всѣ тѣ удобства, какія имѣются при устройствѣ главнаго и контррезервуара.

Когда городъ расположенъ на отлогости, поднимающейся въ сторону, противоположную сторонѣ источниковъ, то резервуаръ будетъ расположенъ въ концѣ снабжаемаго мѣста (или гдѣ нибудь въ серединѣ (чер. 105)).

Ночью, когда разборъ = 0, вода притекаетъ по напорной линіи MR къ резервуару R ; во время максимальнаго разбора она уже на пути распредѣляется по линіи MN , а резервуаръ R снабжаетъ, находящуюся справа N часть города по линіи RN . Когда разборъ уменьшится, то мѣсто линіи MN займетъ прямая MN , такъ что предѣлъ N приблизится къ резервуару, изъ чего слѣдуетъ, что часть $N.R$ будетъ получать воду то прямо изъ источниковъ, находящихся слѣва A , то изъ резервуара R и что въ послѣдній - притекаетъ только часть нужной въ городъ воды, такъ какъ часть ея расходуетъ не доходя

до R. Чтобы во время поломки трубы слева W, не сошла вся вода устроенъ при W, клапанъ, открывающійся вправо, къ которому иногда для безопасности прибавляютъ воздушный колоколъ.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ГЛАВНЫХЪ РАЗМѢРОВЪ НАСОСОВЪ.

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

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

f - 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 R и

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

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

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

Пусть означаетъ:

c - среднюю секундную скорость вѣрня насоса, въ мтр.

l - 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 двойнаго дѣйствія.

$$Q = \varphi \cdot \varphi \cdot 2Fsn \cdot 60 \cdot 24 \text{ сутк. } q = \frac{\varphi \cdot \varphi \cdot 2Fsn}{60} \text{ въ сек.}$$

Такъ какъ $c = \frac{3sn}{60}$, то $q = \frac{2Fsn}{60} \cdot \frac{3sn}{60} = \frac{q}{44c} =$

полному сѣченію насосовъ. Если число насосовъ - i и діаметръ поршня D , то:

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

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

$$D = 1,19 \sqrt{\frac{q}{i c}} \text{ Для насосовъ простого дѣйствія } D_1 =$$

$$D \sqrt{2} = 1,68 \sqrt{\frac{q}{i c}} \text{ Скорость } c = 0,5 \text{ до } 0,8 \text{ мтр. и ма-}$$

химумъ 1,2 м; длина хода s опредѣляется тѣмъ, что обьёмъ

$$\text{повернута } \frac{s}{D} = 2.$$

Число лошадиныхъ силъ требуемыхъ для насосовъ $N = \frac{L \cdot q \cdot H \cdot 1000}{75}$; L колеблется въ предѣлахъ 1,25 и 1,5;

среднимъ числомъ $L = 1,3$; при передаточномъ дѣйствіи машинъ L увеличивается въ зависимости отъ потери работы въ передаточномъ механизмѣ. Работа, исполняемая машинами за 1 кил. сожженного угля, получается посредствомъ измѣренія количества воды, поднятой на данную высоту. Если H - (черт. 106) расстояние дна сосуда отъ горизонта всасыванія, h - глубина наполненія и f - потеря на вредныя сопротивленія, Ω - площадь сѣченія сосуда A , слѣдовательно объёмъ его Ωh , то нужная для наполненія работа $\tau = \Omega h (H + f + \frac{h}{2}) \times 1000$ килгр.мтр. Чтобы получить надежные результаты, нужно эти опыты производить со всевозможной тщательностью въ теченіе нѣсколькихъ дней и взвѣшивать каждый разъ не только топливо, но и остающуюся послѣ сгорания золу.

РАЗСЧЕТЪ ТРУБНОЙ СѢТИ.

Для проектированія трубной сѣти надо 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 чер. 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. При томъ пользуются послѣднимъ численіемъ населенія, статистическими данными, или, что болѣе правильно, производятъ непосредственныя опредѣленія. Полученныя числа увеличиваютъ на процентъ увеличенія населенія и записываютъ въ серединѣ соотвѣтственной части улицы. Иногда для большей наглядности дѣлятъ число населенія на соотвѣтственную 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 общему населенію соотвѣтствующаго участка проектируемой или слabo 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 π воды, приходящееся на жителя въ сутки, то получимъ суточный расходъ; число π въ болѣе богатыхъ или промышленныхъ кварталахъ берутъ выше, чѣмъ для болѣе бѣдныхъ улицъ.

Затѣмъ наносить на планѣ сѣть трубъ, по которой развѣтвленія и опредѣляютъ направленіе движенія воды. Когда городъ находится въ ровной мѣстности, то за главную трубу принимаютъ ту, которая идетъ по улицѣ, дѣлящей соответственную 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 полученныя точки проведемъ поверхность. На этой поверхности спроектируемъ сѣть открытыхъ канавъ (въ которыхъ вода слѣдов. будетъ двигаться помощью одной силы тяжести). Сѣть трубъ, совпадающая съ сѣтью этихъ 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 параллельная 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 направленіе теченія воды во всѣхъ участкахъ улицъ и переулковъ. Очевидно, что количество воды, которое будетъ проходить черезъ данное сѣченіе трубъ, равняется суммѣ расходовъ во всѣхъ ниже расположенныхъ частяхъ (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 соответственная ей сумма населенія, или соответствующій это суммѣ расходъ въ секунду записывается въ верх-

неизъ угадъ ея, а иногда изображаются графически полосами.

Линія напорнаго паденія. По приведеннымъ выше формуламъ (см. расчетъ трубы) $-d = 1 : \sqrt{\frac{q^2 L}{C^2}}$ гдѣ q - въ куб. мтр. въ секунду. Если q - въ мтр. въ секунду, то $d = 0,032 \sqrt{\frac{q^2 L}{C^2}}, (\alpha)$ причеиъ $C = \frac{100 \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}}$ и $b = 0,35$.

Для опредѣленія діаметра d нужно знать q , L и f . Количество воды q , которое будетъ проходить черезъ трубу въ секунду, нанесено на планъ цифрами или графически.

Коэффициентъ C зависитъ отъ неизвѣстнаго діаметра d ; поэтому дѣйствуютъ по способу приближенія, т.е. опредѣляютъ d по приближенной формулѣ $D_1 = 0,3 \sqrt{q^2 L}$, затѣиъ находятъ $C = \frac{100 \sqrt{d_1}}{2b + \sqrt{d_1}}$ 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, отбѣтвляются въ точкахъ A, B, C, D, E, F, G другія улицы или переулки. Откладываемъ въ этихъ точкахъ требуемыя минимумы 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 RC , и ея паденіе будетъ равно f . Такъ какъ это паденіе для воіхъ участковъ $AB, BC, CD, \dots$ рассматриваемой трубы будетъ постоянно, то уравненіе (α) можно написать:

$$d = 0,092 \sqrt{\frac{L}{f}} \sqrt{\frac{Q^2}{C^2}} = a \sqrt{\frac{Q^2}{C^2}}, \text{ где } a - \text{ для разных}$$

участковъ трубы величина постоянная. Вследствие, пред-
ставленная на черт. 109, а именно, что для расчета жи-

вотныхъ трубъ, можно считать, что

черт. 109,

и черт. 110,

и черт. 111, а именно, что

длина L для второй части L_2 . 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 вы-
ше, чѣмъ требуется. На практикѣ такой случай пред-
ставляетъ рѣдкое исключеніе.

Лишняя высота подъема воды могла бы быть умень-
шена, если бы вмѣсто прямой RG , (черт. 111) за напор-
ную линію была принята RSG . Эта послѣдняя была бы
вообще выгоднѣе, чѣмъ прямая, потому что вълѣдствіе
большого паденія вблизи резервуара, гдѣ нуженъ боль-
шой діаметръ, этотъ послѣдній могъ бы быть уменьшенъ
(такъ какъ по (2) при увеличеніи $\frac{1}{f}$ діаметръ d умень-
шается, а стоимость трубы уменьшается въ большемъ
еще отношеніи, которое равно около $d^{4.2}$), но большая
высота подъема всегда полезна, и потому прямая на-
порная линія считается болѣе удобной. Очевидно, что
линія RS, G , была бы менѣе выгодна прямой RG .

Точно такимъ же образомъ опредѣляемъ діаметры для
разныхъ другихъ улицъ и переулковъ, замѣняя въ нихъ
резервуаръ точками $A, B, C, \dots$ ихъ отвлѣченія.
Притомъ можетъ получиться, напр. для улицы, выходя-
щей изъ B (черт. 108) высота h_B не достаточной, и бу-

доть нужно поднять точку В, выше, и это может за со-
бою повлечь изменение линіи RG, (если бы точка В,
унала выше этой линіи).

Полученные этимъ расчетомъ діаметры измѣняются
соотвѣтственно практическимъ даннымъ изготовляемымъ
на заводахъ, притомъ слѣдуетъ брать ближайшее боль-
шее число, чтобы не увеличить потерю напора. Чтобы
трубы не слишкомъ быстро засорялись, а также чтобы
во время пожара давали достаточно сильную струю воды,
діаметры ихъ нигдѣ не должны быть меньше 10 см.

Часто бываетъ нужно повтореніемъ расчета убѣдить-
ся, 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 во-
ды въ нее въ дома, обозначимъ черезъ Q количество во-
ды протекающее въ концѣ ея В, и черезъ q то количе-
ство, которое съ нее истекаетъ въ дома на протяженіи
АВ, и поставимъ $AB = l$, а потерю напора отъ А до В
черезъ f , то по Dupuit $f = \frac{l}{d^5} \left(\frac{Q + 0,55q}{20} \right)^2$.

Исполненнымъ по этимъ указаніямъ расчетамъ полу-
чится проводъ удовлетворяющій при системѣ развѣтвле-
нія 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. Діа-
метры этихъ соединительныхъ трубъ опредѣляются обык-
новенно безъ вычисленія, принимая во вниманіе мѣстные
обстоятельства.

При предыдущемъ расчетѣ было принято, что источ-
ники находятся на большой высотѣ, вслѣдствіе чего

имеется возможность устроить запасной резервуаръ на столь значительномъ возвышеніи, что линія уклона (паденіе) опредѣляется соединеніемъ точки G, (чер. 108) съ горизонтомъ резервуара R. Когда источники находятъ ся вблизи, такъ что воду нужно поднимать насосами, то построивъ, по предыдущему, линію напорныхъ высотъ (линія A, B, C, D, E, F, G, чер. 108 и 109) проводимъ линію паденія такъ, чтобы она эту линію высотъ нигдѣ не пересѣкала, и чтобы наклонъ ея былъ не положе 3% (0,3 процент.); въ одностороннихъ городскихъ водопроводахъ этотъ наклонъ колеблется въ предѣлахъ отъ 3 до 30%. Высота запаснаго резервуара и соотвѣтствующая ей сила машины опредѣляется этимъ уклономъ. Иногда задаются не паденіемъ I (какъ въ предыдущемъ было принято), но максимальной скоростью V , и опредѣляютъ d -

$\sqrt{\frac{4q}{\pi v}}$ (гдѣ среднимъ числомъ $v = 1,1$ мтр.) и потерю напора $\int = \frac{4v^2}{c^2} \frac{l}{d}$, гдѣ $c = \frac{100 \sqrt{d}}{0.7 + \sqrt{d}}$. Но сравнительные раз-

счеты 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, G E, ко-

торая будет получать воду по линии $R-E$, 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 EG города должна поэтому быть не больше той, при которой эти 30% равняются максимальному суточному расходу. Это послѣднее обстоятельство имѣетъ менѣе значенія, когда вода поднимается насосами, потому что тогда въ случаѣ необходимости можно повысить работу машин.

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

Наиболѣе выгодный наклонъ линіи ME , зависитъ отъ формы линіи напорныхъ высотъ A, E, C , но вообще получится болѣе выгодное распредѣленіе, если точка E , будетъ находиться въ серединѣ трубной сѣти. Такъ какъ это послѣднее условіе при употребленіи одного только резервуара R_2 (устроеннаго въ концѣ города) быва-етъ скорѣе исполнено, чѣмъ при устройствѣ двухъ резервуаровъ (т. е. резервуара R , съ контррезервуаромъ R_2) и такъ какъ сооруженіе двухъ резервуаровъ чрезмерно повышаетъ стоимость водопровода, то устройство одного только резервуара R_2 слѣдуетъ и въ случаѣ, представленномъ на чер. 114 отдавать предпочтеніе

Если резервуаръ находится внутри снабжаемаго участка (чер. 115), то въ находящейся со стороны источниковъ части AE вода распредѣляется непосредственно по линіи AE , и вообще часть $A-R$ города нахо-

дится въ томъ же условіи, что на черт. 113, а состав-
ная часть RS получаетъ воду изъ резервуара по пра-
виду, уясненному на черт. 108

РАСЧЕТЪ ТОЛЩИНЫ СТѢНОКЪ ТРУБЪ.

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

Прочность растяненья чугуна 1000-1800 кил. на 1
квадр. сант. трубы рассчитываютъ обыкновенно на 10
кратную площадь, такъ что $k = 100 - 180$ кл. на 1
сант. Дѣйствительное давленіе, дѣйствующее въ трубахъ
 $p = p_1 - p_0$; при расчетѣ трубъ берутъ $p = 6 - 8$ ат-
мосф.; рассчитанныя такимъ образомъ трубы употребле-
ютъ и при низшихъ давленіяхъ; большія давленія встрѣ-
чаются лишь рѣдко. Для водопроводныхъ трубъ
 $p =$ давленіе водного столба, а $p_0 =$ давленію ат-
мосферы. Когда эти трубы врыты въ землю, то снару-
жи на нихъ дѣйствуетъ еще давленіе грунта, но для безо-
пасности послѣднее не вводится въ расчетъ.

При опредѣленіи толщины стѣнокъ трубъ нужно имѣть
въ виду удары, которымъ онѣ подвергаются во время
перевозки, напряженія негнба въ грунтѣ, подвержен-
номъ осадкамъ, неточности изготовленія ихъ и деше-
визну фабрикаціи. Имѣя въ виду эти обстоятельства
получается, что при коэффициентѣ прочности $= 10$ и
 $= 8$, теоретическія формулы даютъ для толщины стѣ-
нокъ практическую величину только начиная отъ
300 - 400 мм. При болѣе значительныхъ давленіяхъ
этотъ прѣдѣлъ ниже, а при меньшихъ - выше. Вслѣд-
ствіе того толщину стѣнокъ трубъ предпочитаютъ рас-

считывать по эмпирическим формулам, изъ которых
наиболѣе употребительны слѣдующія, въ которыхъ озна-
чаютъ: t — толщину стѣнокъ въ сантиметр., d — диа-
метръ трубы въ см., p — внутреннее давленіе въ атмо-
сферахъ (т. е. въ килограммахъ на 1 кв. см.).

Beuleaux - t = 0,7 + 0,0125 d
Glasgow.

для $p = 5$ атмосфер. $t = 0,57 + 0,0218 d$
 " $p > 5$ " " $t_1 = 0,57 + 0,00312 d(p + 2)$

ШМДТЪ.

для $p \leq 6$ атн. $t = 0,7 + 0,02 d$
 " $p > 6$ " " $t = 0,7 + 0,00333 dp.$

Т а ф е л ь .

$$t = 0,4 + 0,0007 \text{ pd}$$

Последняя формула дает минимальную толщину, к которой смотря по точности изготовления. Тафелъ предлагает прибавлять 0,1 - 0,3 сантиметра, чтобы даже на наименее тонких мѣстахъ толщина не была меньше той которая получается изъ этой формулы.

КРАФТЪ.

предлагает рассчитывать трубы следующим образом:
если:

Р - внутреннее давление въ трубѣ въ фунтахъ
на 1 квадрат. дюймъ
Н - " " въ футахъ водяного
столба (1 атм. = 33,9 фут.)

1 - толщина стѣнокъ трубы въ дюймахъ.

d - діаметръ трубы въ дюймахъ, то

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

Если полученная по этой формулѣ толщина δ 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 δ , вычисленную по этой формулѣ.

Толщина стѣнокъ газовыхъ трубъ слѣдующая:

діаметръ трубъ 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20; 24; 30; 36; 42; 48; }
Толщина стѣн. газ. трубъ 0.41; 0.44; 0.47; 0.50; 0.53; }
0.58; 0.59; 0.66; 0.72; 0.81; 0.91; 1.0; 1.10 } *в дюймахъ*

ИСПЫТАНІЯ ТРУБЪ.

Для проверки годности трубъ подвергаютъ ихъ слѣдующимъ испытаніямъ:

1) Испытаніе на заводѣ передъ отправкой, чтобы невредныя трубы излить на перевозку.

Каждая труба подвергается гидравлическимъ испытаніямъ давленію въ 12-15 атмосферъ. Часто предписываютъ, чтобы пробное давленіе было $\approx 2p$, 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 отливаютъ просмолятъ на нихъ удары желѣзными молотами, всѣхъ которыхъ смотря по діаметру трубъ, бываетъ 0.5-1.5 килгр. и принимаютъ только тѣ, которыя не имѣютъ наплывовъ и трещинъ.

Насосъ, накачивающій воду въ прессъ, снабжаютъ манометромъ и предохранительнымъ клапаномъ. Для ускоренія наполненія трубъ водою, вставляютъ въ нихъ сверху деревянное ядро.

- 2) Испытаніе трубъ на мѣстѣ укладки. Оно производит-ся точно такимъ образомъ, какъ въ предыдущемъ случаѣ.
- 3) Испытаніе послѣ укладки до заполнения рвовъ, въ которыхъ онѣ уложены землей. Давленіе употребляютъ въ этомъ случаѣ немного большее рабочаго давленія р.
- 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 флянцами, 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 все-таки 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 (чер. 116) указанъ профиль муфты съ углубленіемъ, удерживающимъ прочно свинцовое кольцо (употребляемое при гидротехническихъ сооруженіяхъ). Листъ 15.

бляемый часто во Франціи).

Въ (чер. 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 на шарообразное соединеніе (чер. 118). Это удобство достигается отъ сти и при простыхъ муфтахъ, посредствомъ закругленія снаружи конца трубы изготавленія соотвѣтственной шарообразной выемки въ муфтѣ.

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

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

Соединеніе флянцами (чер. 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 чер. 122-123 соединеніе отличается большой скоростью въ укладкѣ и дешевизной. поэтому особенно удобно для провизориче-

скихъ соединеній.

Между концами трубъ остается промежутокъ для каучуковаго кольца, которое крѣпко сжимается желѣзными соединительными болтами, не устраняя притомъ возможность небольшой подвижности.

Когда трубы находятся наружи и подвержены колебаніямъ температуры, то при большой длинѣ ихъ необходимы муфты, дѣлающія возможными продольныя движенія при удлиненіяхъ. Въ чер. 124 указана такая муфта, которая устроена въ самой высокой точкѣ провода, вслѣдствіе чего снабжена вверху 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 впослѣдствіи легко освободить трубу отъ асфальтоваго слоя. Этотъ спо-

собъ покрытія весьма прочный и дѣлаетъ стѣнки гладкими, что полезно для движенія воды.

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

Известковымъ молокомъ покрываютъ трубы внутри, частью тамъ, гдѣ вода - мягкая. Когда трубы внутри очень засоряются, 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, вслѣдствіе его содержанія кремнекислыхъ солей кальція и алюминія, обладаетъ большою 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 глубину 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) Выкачка грунта. Рвы вырываютъ обыкновенно съ вертикальными откосами, которые на разстояніяхъ отъ 3-6 мтр. ... соотвѣтственно плотности грунта, составля-

ють поперечні стѣны, въ которыхъ внизу для трубъ пробиваютъ небольшія отверстія. На тѣхъ мѣстахъ, гдѣ будутъ находиться муфты, вынимаютъ въ днѣ и стѣнкахъ углубленія, чтобы имѣть мѣсто для исполненія работъ по соединенію трубъ (чер. 125-126).

3) Доставка трубъ, принадлежностей провода и строительныхъ матеріаловъ, нужныхъ для устройства отводовъ воды къ спускамъ, перекрещиваній канавъ и пр., - отъ склада къ мѣсту работъ.

4)° Опусканіе трубъ въ рвы при малыхъ діаметрахъ руками помощью веревокъ, а при тяжелыхъ - посредствомъ переносныхъ шпилей.

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 бываютъ нужны для точной нивелировки ихъ направленія. Укладку производятъ, гдѣ возможно, снизу вверхъ, по направленію противъ теченія воды, обращая муфты къ напорной сторонѣ, такъ что вода втекаетъ въ муфту, а вытекаетъ изъ конца, вслѣдствіе чего встрѣчаетъ при кривой укладкѣ менѣе сопротивленія 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 матеріалъ, чтобы устранить возможность поврежденія трубы.

РАЗСЧЕТЪ ТОЛЩИНЫ СТѢНОКЪ ТРУБЫ ИЗЪ ДРУГИХЪ

МАТЕРІАЛОВЪ.

p - внутреннее давленіе въ атмосфер.

d - діаметръ, трубы въ мм.

t - толщина стѣнокъ въ миллмтр.

Желѣзо: $t = 3,0 + 0,0009pd.$

Свинецъ: $t = 5,2 + 0,0024pd.$

Красная мѣдь: $t = 4,0 + 0,0015pd.$

Желтая мѣдь: $t = 3,0 + 0,0005pd.$

Асфальтъ $t = 10 + 0,004pd.$

Глина $t = 12 + 0,005pd.$

Цементъ $t = 45 + 0,054pd.$

Натур. камн. $t = 30 + 0,037pd.$

Дерево $t = 27 + 0,033pd.$

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 провода окружаютъ обыкновенно толстымъ слоемъ бетона, который въ рѣкахъ съ сильнымъ теченіемъ долженъ находиться на такой глубинѣ, чтобы не быть размытымъ. Въ тихой водѣ должно укладывать трубы прямо на дно безо всякаго покрытія и безъ особаго изготвленія ложа для нихъ. При употребленіи подвиж. соединен. трубъ опускаютъ собранный наверху

проводъ изъ судовъ на дно. Проводъ проводятъ надъ
водой только тамъ, гдѣ имѣются готовые мости. Онъ
долженъ быть хорошо защищенъ отъ дѣйствія мороза и
солнца, для чего его нужно окружить дурными провод-
никами тепла. Соединенія должны быть устроены такимъ
образомъ, чтобы были возможны удлиненія трубъ при
перемѣнѣ температуры и могли бы выдерживать сотря-
сенія отъ ѣзды. Вслѣдствіе того эти трубы соединя-
ютъ фланцами съ другими прокладками.

21 8 ОСОБЫЯ ЧАСТИ ПРОВОДОВЪ. 24

1) На развѣтвленіяхъ бываютъ нужны особые фасонныя
части, устроенныя такимъ образомъ, что одно направ-
леніе переходитъ въ другое по касательной. На чер.
127 показана фасонная часть при одностороннемъ, а
на чер. 128 при двухстороннемъ отвѣтвленіи. Эти фор-
мы 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
(чер. 129). Такъ какъ на мѣстахъ отвѣтвленій нужны
задвижки, то лучше устраивать здѣсь фланцы вмѣсто
муфтъ, потому что тогда коробки задвижекъ могутъ
непосредственно привинчены къ фланцамъ трубъ.

2) На мѣстѣ развѣтвленія часть воды уходитъ въ вѣт-
ви и нижняя часть главной трубы получаетъ менѣе воды,
чѣмъ верхняя. Чтобы средняя скорость отъ этого не
измѣнилась, нижняя часть должна получить меньшій

діаметръ ($d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{v}}$), чтобы переходъ былъ внезапный
и потеря напора небольшая, для этого употребляютъ
конусообразные фасоны (чер. 130).

3) Когда въ одной точкѣ сходятся большое число трубъ

съ разными направлѣніями, то употребляютъ распре-
дѣлительные ящики, т. е. чугунные цилиндрическіе сосу-
ды съ колѣнами для трубъ (чер. 131). Эти ящики полу-
чаютъ на днѣ спускной кранъ к, а сверху они плотно
закрѣплены привинченной крышкой, которая часто получа-
етъ къ вершинѣ воздушный кранъ для выпуска воздуха.
Эти ящики назначаютъ иногда и для разбора воды, по-
ливки улицъ и проч. Въмѣсто цилиндрическихъ употреб-
ляютъ также шарообразные распределительные ящики.

4) ЗАМЫКАЮЩІЕ ПРИБОРЫ (Задвижки).

На мѣстѣ соединенія двухъ проводовъ располагаютъ
задвижки такимъ образомъ, чтобы каждый проводъ могъ
быть совершенно отдѣленъ отъ другого и чтобы съ не-
го можно было спустить воду, не препятствуя свобод-
ному движенію воды въ другомъ проводѣ. Если вода
имѣетъ всегда одно и тоже направлѣніе, т. е. когда
сѣтъ устроена по системѣ развѣтвленія, то въ глав-
номъ 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 по-
слѣдняя получаетъ задвижку ниже входа въ нее вѣтви
(чер. 132). Въ обоихъ случаяхъ вѣтви получаютъ тоже
задвижки на мѣстѣ ихъ выхода отъ главной трубы.

Если направлѣніе воды можетъ измѣниться (сѣтъ
циркуляционная), 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 распределительныхъ 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 починскъ въ вѣтвяхъ (чер. 133). Вообще
съ задвижками при устройствѣ проводовъ не слѣдуетъ

скупиться, такъ какъ ихъ недостатокъ можетъ быть причиною многихъ неудобствъ.

Задвижки соединяются съ проводами фланцами. Устройство задвижекъ бываетъ весьма различно: одно изъ best употребительныхъ указано на чер. 134. *Г* - помѣщеніе для задвижки, имѣющей прямоугольное или овальное сѣченіе, *К* - задвижной клинъ, *В* - бронзовыя кольца, которыя при нижнемъ положеніи клина увеличиваютъ плотность прибора. Винтъ *С* долженъ быть особенно прочно устроенъ, такъ какъ онъ подвергается сильному крученію; его дѣлаютъ изъ мѣди или жельза.

На чер. 135 представлена задвижка системы Дюпюа и комп. Трубы закрываются двумя кружками *а*, цилиндрическіе поверхности которыхъ имѣютъ снаружы винтовныя нарѣзки. Обѣ нарѣзки имѣютъ общую райку *В*, которую посредствомъ винта *д*, приводимаго въ движеніе колесомъ *В*, можно поднимать и опускать. Кромѣ того крышки снабжены снаружы зубчатыми секторами, зубцы которыхъ захватываютъ зубчатыя полосы *С*, прикрѣпленныя къ стѣнкамъ помѣщенія. Оба зацѣпленія находятся на противоположныхъ сторонахъ помѣщенія.

Когда вращеніемъ винта *д* гайка поднимается, то, вслѣдствіе зацѣпленія *С*, крышки *а* приходятъ во вращеніе въ противоположныя стороны и ввинчиваются 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 спусканіи гайки *В*, крышки *а* вырываются изъ гайки и при низкомъ положеніи крѣпко прилегаютъ къ отверстиямъ трубы.

При манипуляціи задвижками нужно большое вниманіе обращать на то, чтобы открываніе и закрываніе происходило какъ можно равномернѣе, потому что въ против-

Гидротехническія сооруженія. Листъ 16.

номъ случаѣ внезапное измѣненіе скорости производитъ гидравлическіе удары, отъ которыхъ можетъ произойти поврежденіе трубы.

Задвижки заключаются, или въ особые каменные колодцахъ или засыпаютъ, какъ и трубы землей. Въ последнемъ случаѣ отъ верхняго конца ея помѣщенія идетъ труба, которая на поверхности улицы оканчивается стѣмной 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 колодцевъ 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 проезжей части улицы.

Устроенныя на распределительномъ ящикѣ задвижки помѣщаются въ одномъ общемъ колодцѣ (распределительномъ колодцѣ), покрытомъ сводомъ. Надъ каждой задвижкой устраиваютъ въ сводѣ небольшое отверстіе, закрываемое чугунной крышкой, черезъ которое можно приводить задвижки въ движеніе сверху, не входя въ колодецъ. Отъ дна колодца долженъ выходить спускъ, отводящій изъ него воду во время спуска воды съ трубъ.

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

Чтобы положеніе задвижекъ 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 стартеру задвижки; б и с - два зубчатыхъ колеса, изъ которыхъ одно имѣетъ однимъ зубцомъ болѣе другого; оба вращаются свободно на общей оси е, прикрѣпленной къ задвижкѣ, и сдѣлываются съ колесомъ А. Верхнее колесо б имѣетъ концентрическій прорѣзъ ор, въ которомъ движется гвоздь д, прикрѣпленный къ нижнему колесу с. При вращеніи винта задвижки, гвоздь д, вслѣдствіе разности скоростей колесъ б и с измѣняетъ свое относительное положеніе и указываетъ положеніе задвижки. При наинижемъ 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 съ нихъ. Эти краны помѣщаютъ часто въ особыхъ колодцахъ изъ которыхъ отводятъ воду помощью трубъ или каналовъ. (черт. 145).

ВОЗДУШНЫЕ КРАНЫ. (вантузы) нужны на наивысшихъ точкахъ проводовъ, въ которыхъ собирается воздухъ и мѣшаетъ движенію воды. На такихъ мѣстахъ навивчиваютъ на проводъ газовую трубу, діаметра 10-15 миллиметр. снабженную вверху малымъ краномъ съ ключомъ и чурчунной крышкой, которые отъ времени до времени открываютъ.

Воздушные краны на трубахъ большихъ діаметровъ закрываютъ 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 водою провода для публичных 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 сткривать и закрывать съ улицы.

Гидранты биваются: а) доступные, помещающіеся 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. Съ коробки выходитъ колѣно, оканчивающееся винтовой нарезкой, на которое, во время употребленія гидранта, навинчиваютъ стоящую трубу, оканчивающуюся немного выше мостовой; въ верхнему концу ея привинчиваютъ каучуковую трубу для поливки или тушенія пожаровъ.

На чер. 139 представлено обыкновенное устройство гидрантовъ, врытыхъ въ землю. а - коробка, прикрѣпленная къ трубѣ провода. в - кранъ, который посредствомъ стержня з, заключеннаго въ трубу б, прикрѣпленную къ коробкѣ, соединенъ сверху съ винтовымъ болтомъ, проходящимъ черезъ садьки С и оканчивающ. втулкой для ключа. Кранъ снабженъ внизу кожаннымъ или каучуковымъ кружкомъ для большей плотности. Винтъ въ продольномъ направленіи неподвиженъ; при его вращеніи кранъ поднимается съ шота или опускается на него.

Отъ верхней части трубы б выходитъ колѣно д, оканчивающееся винтовой нарезкой и которая обыкновенно закрыта особой крышкой. Иногда отъ гидранта выходятъ два колѣна. Къ нимъ привинчиваются кожанныя или каучуковыя уличныя трубы, е и т находятся немного ниже

поверхности улицы въ особой чугунной коробкѣ К, прикрытой чугунной крышкой Г 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 У, спустить съ него оставшуюся воду въ трубу которая зимою могла бы въ ней замерзнуть.

На чер. 140 изображенъ американскій гидрантъ съ автоматическимъ опорожненіемъ трубы Б. Непосредственно подъ краномъ У устроено отверстіе О, которое открыто, когда гидрантъ закрытъ. Стержень крана имѣетъ вѣзизу квадратное сѣченіе и можетъ быть опускаемъ и поднимаемъ вращеніемъ цилиндра З, имѣющимъ внутри винтовую нарезку. Когда кранъ У опускается и открываетъ гидрантъ, закрывается отверстіе О. Плотность достигается кольцомъ изъ мягкаго металла, врызывавшимся въ закрученный конецъ Б.

ПОЛОСКАТЕЛЬНЫЕ КРАНЫ. Для чистки уличныхъ кюветовъ и полосканія породскихъ каналовъ устраиваютъ иногда на небольшой высотѣ надъ поверхностью улицы и на соответственныхъ разстояніяхъ краны, которые для публики недоступны. При открытіи этихъ крановъ, изъ нихъ стекаетъ сильная струя воды, которая смываетъ собравшіеся въ кюветахъ нечистоты. Въ широкихъ улицахъ эти полоскательные краны помѣщаютъ обыкновенно около фонарныхъ столбовъ, а въ узкихъ — у стѣнъ домовъ. Въ Парижѣ эти краны открываютъ 3 раза въ день.

ВОДРАЗВОРНЫЕ КОЛОДЦЫ. Чтобы и тѣ жители, въ домахъ 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 разобщена отъ рукава г шаровымъ клапаномъ, прижимаемымъ водою снизу въ отверстію. Когда желаютъ брать воду, поднимаютъ рычагъ R вверху, вслѣдствіе чего стержень с спускается внизъ, отодвигаетъ шаръ и пропускаетъ воду. Когда на R не действуютъ, то онъ опускается самъ собою внизъ и теченіе воды прекращается. Чтобы колодцемъ можно было пользоваться, какъ гидрантомъ, на подъемной трубѣ имѣется кофѣно п, къ которому открывъ дверцы ш, можно привинтить пожарную или уличную трубу. Эти колодцы имѣютъ то неудобство, что труба D постоянно наполнена водою, вслѣдствіе 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 трубъ; Отъ главнаго

провода идетъ труба А; въ В она имѣетъ кранъ, посредствомъ котораго можно регулировать притокъ воды, или совершенно прекращать его. W - воздушный коленокъ для уничтоженія гидравлическихъ ударовъ воды, происходящихъ при внезапныхъ измѣненіяхъ скорости ея, D - подъемная труба, идущая выше улицы и оканчивающаяся ручиемъ И (чер. 142); она начинается непосредственно (черт. 143) надъ плананомъ С, сжимаемымъ пружиной снизу къ отверстию.

В - цилиндръ, въ который стекаетъ вода изъ подъемной трубы D, когда кранъ С - закрытъ; объемъ цилиндра = объему трубы D. F - поршень, двигающійся въ цилиндрѣ, который посредствомъ вѣса H, действующаго на стержень P поршня, удерживается постоянно въ верхнемъ положеніи. Стержень P оканчивается вверху продольной внемкой W (чер. 142) и имѣетъ здѣсь роликъ v, по которому скользитъ окружность эксцентрика, приводимаго въ движеніе снаружи рукояткой. Стержень P направляется въ своемъ движеніи неподвижнымъ болтомъ p, входящимъ въ внемку 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 В. Когда поршень приблизится къ стержню с крана v, приходитъ въ дѣйствіе пологая кривая cd, которая очень медленно открываетъ отверстие, или закрываетъ его.

УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДОВЪ ВЪ ДОМАХЪ

Эти проводы получаютъ различное устройство, смотря по системѣ доставки воды (непрерывной, перемежающейся, неограниченной). Такъ какъ въ послѣднее время почти исключительно устраиваютъ проводы по неограниченной

системъ, ибо только она можетъ удовлетворить инолѣ потребности жителей. то въ дальнѣйшемъ будемъ заниматься устройствомъ водопроводовъ только по системѣ неограниченнаго разбора. По этой системѣ потребитель можетъ въ 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 дм. 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 скупятся расходовать воду и потому, не только санитарныя условія, но и хорошая чистота въ городѣ трудно достижимы. 2, à discrétion, при чемъ расходъ опредѣляется приблизительно сообразно домашнимъ или промышленнымъ условіямъ потребителя. При послѣднемъ способѣ невозможно опредѣлить точно расходующее количество почему нередко 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 меньше стѣсняются брать воду. Вслѣдствіе этого при способѣ à discrétion пользование водою всегда бываетъ больше, чѣмъ при способѣ водомеровъ, поэтому онъ болѣе распространенъ. Возможная при этомъ расточительность воды можетъ быть устранена употребленіемъ особо устроенныхъ крановъ.

ПРОВОДЪ ОТЪ ГЛАВНОЙ ТРУБЫ ВЪ ДОМА.

Вода въ дома проводится или изъ главной уличной трубы, или же изъ побочной ей параллельной. При про-

водѣ въ дома уже существующіе, передъ каждымъ домомъ укладывается труба съ отвѣтвленіемъ, изъ котораго всегда 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 вставляяють особія 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 кожаный кружокъ е и обхватываютъ трубу двумя кольцами а и а крѣпко натянутыми болтами в. Верхнее полукольцо а, лежитъ на кожаномъ 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 флянцѣ g располагаютъ каучуковый кружокъ l, а на него устанавливаютъ горизонтальную часть угла и, которую крѣпко привертываютъ къ флянцу g. Каучуковый кружокъ образуетъ набивку для стержня g не пропускающую воду изъ трубы. Въ уголъ и входитъ винтъ z, оканчивающійся внизу остріемъ, посредствомъ этого острія производятъ на сверильный стержень SS требуемое давленіе, стержень сверла приводитъ я во вращеніе рукояткой К. Когда отверстіе просверлено, отвинчиваютъ уголъ и, отодвигаютъ его въ сторону и под-

нимать стержень С так, чтобы его конец находился немного выше крана П, затѣмъ, поворачиваютъ кранъ, П на 90° , вслѣдствіе чего онъ закрѣтитъ трубу Г. После того вынимаютъ сверло С и привинчиваютъ къ Г трубу домашнего провода. Когда устройство посылднаго окончено, впускаютъ въ него воду, повернувъ соответственно кранъ П. Особая часть ГГ навсегда остается привинченной къ проводу. Вторымъ способомъ, при которомъ въ уличномъ проводѣ на соответственныхъ 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 в, а задвижки С (черт. 146) служатъ для того, чтобы при соединеніи домашнего 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 домашнего 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 а) поднимается вдоль стѣны черезъ всѣ этажи на чердакъ и здѣсь оканчивается пожарнымъ краномъ б. Отъ подъемной трубы выходятъ вѣтви въ отдѣльныя помещенія, въ которыхъ онѣ оканчиваются кранами с. На верхнемъ концѣ подъемной трубы полезно устроить воздушный колоколъ, 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 потребленія, а на фиг. 149 — устроены двѣ подъемныхъ трубы, образующія параллелограмъ съ соединительными внизу (въ подвалѣ) и вверху (на чердакѣ). Относительно наиболѣе целесообразнаго способа расположенія трубныхъ вѣтвей и ихъ соединенія съ подъемной трубой не могутъ быть даны общія правила, такъ какъ это зависитъ отъ величины и положенія помещений; вообще слѣдуетъ здѣсь руководствоваться тѣми же правилами, что и при устройствѣ главныхъ трубъ распределяющихъ 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 н, 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 причиной 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 от^крывать немного кранъ, привести воду въ тихое, но постоянное движеніе. 5) Трубы не слѣдуетъ проводить черезъ углубленія въ стѣнахъ (особенно вдоль стѣнъ) и задерживать 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.

ДОМОВНЯ ТРУБЫ.

Трубы для домашнихъ проводовъ употребляются чугуныя, желѣзныя и свинцовыя и иногда также мѣдныя и оловянные.

Чугунныя трубы употребляются преимущественно для проводовъ, находящихся въ садахъ или во дворѣ; внутри зданія онѣ неудобны, вследствие трудности измѣненія направленія провода, ибо для каждаго изгиба приходится вливать отдѣльную штуку. Желѣзныя трубы діаметромъ не болѣе $3/4"$ можно гнуть въ холодномъ состояніи; тру- бы же большого діаметра изгибають въ горячемъ состоя- ніи. Такъ какъ желѣзныя трубы скоро ржавѣютъ, то во избѣжаніе этого ихъ покрываютъ гальваническимъ цин- комъ, а такъ какъ цинковое покрытие при нагрѣваніи трубы сходитъ, то для изгибовъ трубы, діаметромъ большихъ $3/4"$, вставляются особыя части, указанныя на черт. 150, 151, у которыхъ одинъ конецъ а представляетъ собою винтъ, ввинчивающійся въ трубу, а другой б гай- ку для другой трубы. Для отвѣтвленій употребляются фа- соны, представленные 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 рѣзьюбой на концахъ в. Фа- сонныя части уличнаго провода, указанныя на тб. 11, разнятся отъ только что описанныхъ фасоновъ домашняго провода только флянцами вмѣсто рѣзьюбы и матеріаломъ.

Всего чаще употребляютъ свинцовыя трубы, такъ какъ ихъ легко можно изгибать по всевозможнымъ направлені- ямъ, онѣ дешевы и не подвержены изнашиванію, особенно когда вода жесткая, содержащая много извести и угле-кислоты. Для мягкой воды (содержащей менѣе чѣмъ 0,005 углекислыхъ и сѣрнокислыхъ солей) употребляютъ свин-цовыя трубы, обработанныя растворомъ сѣрнокислаго на-лія (ибо мягкая вода растворяетъ свинецъ), который по-крываетъ свинецъ нерастворимой пленкой сѣрнокислаго свинца; или для той же цѣли наполняютъ трубы водой, въ которой растворенъ фосфористый натръ въ отношеніи

0,0000004 и оставляют ихъ въ такомъ положеніи на нѣ-
сколько недель. Эти покрытія непрочны и способовъ, до-
вершенно устраняющихъ раствореніе свинца пока нѣтъ.

Въ послѣднее время употребляютъ часто тонкія олова-
ныя трубы, заключенныя въ толстыя свинцовыя трубы. Тру-
бы, ведущія отъ уличнаго провода въ зданіе подвергаются
пробному испытанію на давленіе отъ 10 до 20 атмосферъ
трубы не выдерживающія давленія, какъ на примѣръ тѣ, ко-
торыя отводятъ воду изъ кухонь, ваннъ и проч. испытанію
не подвергаются и могутъ получать болѣе тонкія стѣ-
нки.

СОЕДИНЕНІЕ СВИНЦОВЫХЪ ТРУБЪ.

Концы одной трубы посредствомъ конического куска
дерева упираютъ воронкообразно (черт. 156) вставляя въ
него немного заостренный конецъ другой трубы на г-
лубину 2-5 смт. и при постоянномъ нагреваніи запаиваютъ
концы. Для паяльнаго вещества берутъ: 5 частей олова
на 3 части свинца; эта смесь плавится при 181°C . Опаи-
вающимъ поваренности очищаютъ и покрываютъ насущеннымъ
растворомъ цинка съ соляной кислотой, выпареннымъ до
густоты жидкаго масла; къ этому раствору прибавляютъ
нашатырь. Чтобы соединить одну трубу съ другой подъ
угломъ, срезавъ конецъ отвѣтвляющейся трубы подъ соо-
вѣтственнымъ угломъ и немного его заостряютъ. Затѣмъ
проорѣзываютъ въ главной трубѣ а - отверстіе такимъ об-
разомъ, чтобы первая труба могла быть въ него вставле-
на подъ требуемымъ угломъ; при этомъ надо обращать вни-
маніе на то, чтобы вѣтъ не выступала внутрь трубы; за-
тѣмъ этотъ стыкъ опаиваютъ (черт. 157, 158). На тѣхъ мѣ-
стахъ, гдѣ приходится трубы часто разъединять, соеди-
няютъ ихъ флянцами, которые образуютъ отгибаніемъ кон-
цовъ трубы (черт. 159). Затѣмъ флянцы хорошо притираютъ

надѣваютъ на нихъ желѣзные или мѣдныя кольца а и крѣпко ихъ свинчиваютъ. Въ такихъ случаяхъ употребляютъ также часто внятовныя муфты (черт. 160). Для этого употребляютъ 2 короткія желѣзныя трубы а, изъ которыхъ одна имѣетъ меншого выступающій бортъ б, и другая утолщеніе с съ нарѣзкой. На первую надѣваютъ муфту д съ внутренней нарѣзкой и такимъ образомъ свинчиваютъ концы трубъ, между которыми для большей герметичности, помѣщаютъ каучуковое кольцо. Подобное соединеніе употребляютъ и для желѣзныхъ трубъ. Желѣзныя трубы соединяютъ со свинцовыми г посредствомъ снайки. Желѣзныя трубы свинчиваютъ муфтами (черт. 161 и 162); на концахъ онѣ получаютъ нарѣзки а и б длиною 2-3с/м или же соединяютъ ихъ фланцами 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. Кожа употребляется рѣдко, вслѣдствіе ихъ высокой стоимости; онѣ удобны при высокихъ давленіяхъ воды. Каучуковыя 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 дѣлаютъ въ трубахъ и не всасывающихъ. Пенъковыя трубы не плотны, поэтому часто пенъку провариваютъ въ дубильной кислотѣ, а самые пенъковые рукава внутри обдѣлываются каучукомъ. Эти трубы соединяютъ между собой и съ другими трубами гидрантами посредствомъ металлических трубокъ прикрѣпленныхъ къ ихъ концамъ. Всего чаще употребляютъ свинчиваніе. На черт. 163 обѣ мѣдныя трубы а и б снабжены на поверхности зубчатыми кольцевыми углубленіями, на которыхъ

надѣваютъ концы гибкихъ трубъ; оба конца металлическихъ трубъ соединяютъ между собой винтовой трубкой д. На черт. 164 показано часто употребляемое соединеніе. Труба а имѣетъ 2 кольцеобразныхъ утолщенія в, между которыми вращается кольцо с, имѣющее 2 диаметрально противоположныхъ выступа параллельные оси трубы и оканчивающіеся крючками ш. Труба б оканчивается двумя клинообразными полукольцами д, за которыя захватываютъ выступы ш 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 л, которая дѣлитъ сдѣланное надъ нею отверстіе на 2 части. Это отверстіе закрыто каучуковымъ кружкомъ ш, зажатымъ между флянцами. Этотъ кружокъ прижимается къ краямъ отверстія и къ перегородкѣ мѣднымъ клапаномъ п. Стержень клапана с имѣетъ винтовую нарезку, для которой гайкой служитъ 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 возстановляетъ сообщеніе между особыми отдѣленіями а и б трубы. При другихъ устройствахъ это сообщеніе возстановля-

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 mtr; 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 снаб-

Гидротехническія сооруженія. Листъ 18

жается различными украшеніями и фигурами. Бассейны получают спускъ и переливъ; спускъ снабжается стѣной. Обыкновенно спускъ и переливъ окачиваются въ одной общей трубѣ. Для освѣженія воздуха въ помѣщеніяхъ устраиваютъ иногда фонтаны и въ комнатахъ.

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

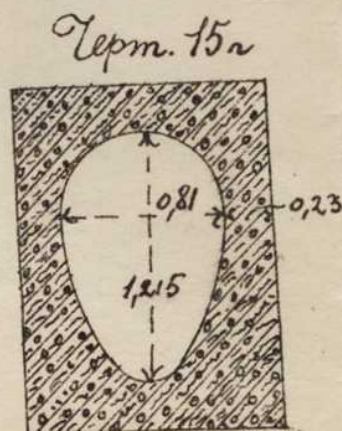
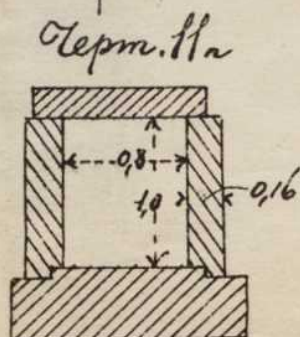
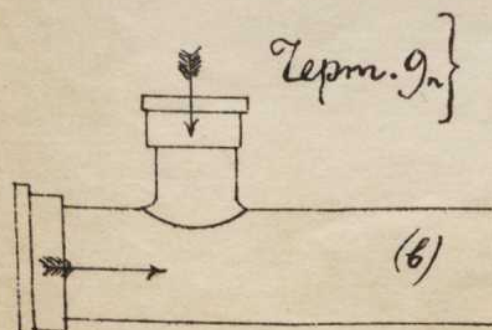
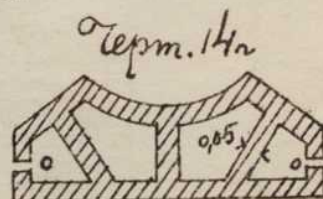
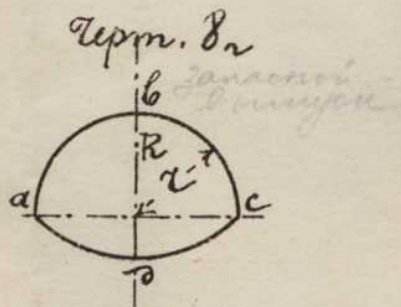
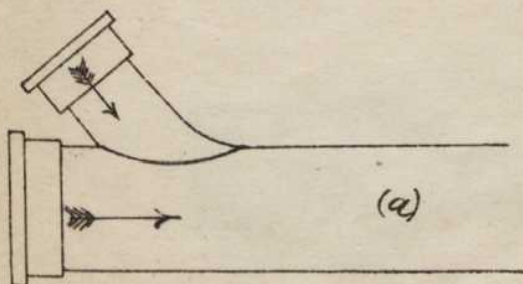
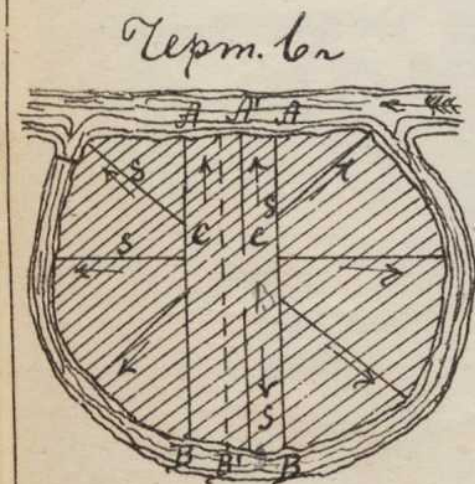
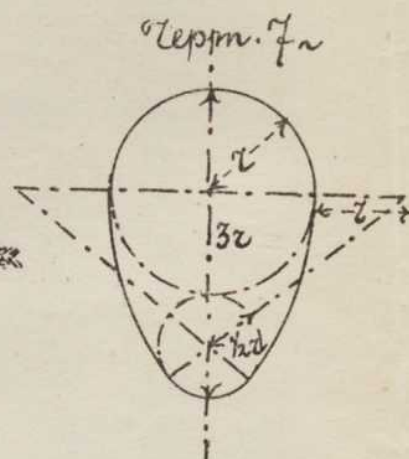
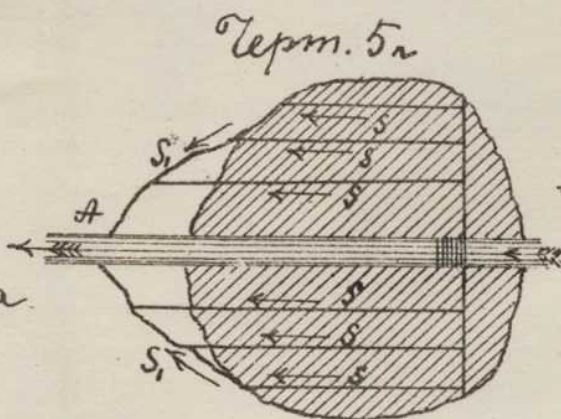
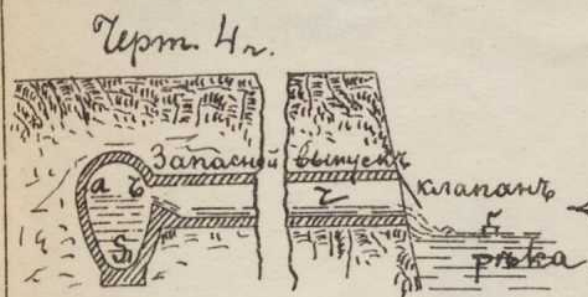
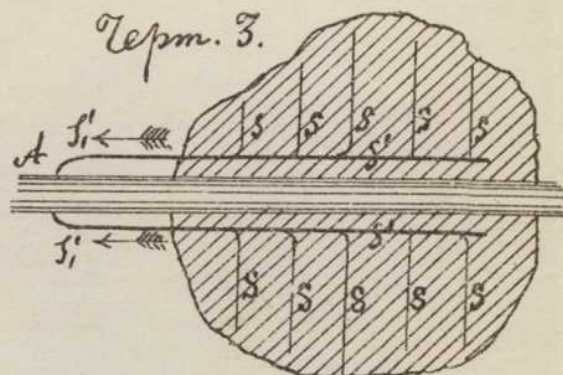
ВОДОМѢРЫ. — ВодомѢры по причинѣ ихъ дороговизны ставятся только тамъ, гдѣ воды потребляется большое количество напр. въ большихъ домахъ, на пивоваренныхъ заводахъ и пр. ВодомѢры должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) указывать точно количество воды, прошедшей черезъ приборъ, такимъ образомъ, чтобы 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 притерпѣвать 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 вполне этимъ условіямъ. Для практики достаточно, чтобы водомѢръ указывалъ расходъ воды съ точностью до 1-го ведра, но есть водомѢры, которые указываютъ съ точностью до 1/10. Существуетъ 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 пропор-
ціонально количеству протекающей воды, то счетчикъ

и может служить для его измѣренія. При второй системѣ приводится водой въ движеніе поршень, число поршневыхъ 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 очень ^{малого} количества воды недостаточенъ для приведенія колеса въ движеніе, поэтому открывъ немного кранъ, можно спускать черезъ него воду продолжительное время и такимъ образомъ взять много воды, которая водомѣромъ вовсе не будетъ указана. Турбинные водомѣры дешевле поршневыхъ и вслѣдствіе простоты ихъ устройства, не такъ легко портятся. Цѣна водомѣровъ колеблется между 50-200р. 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. Последній обыкновенно бываетъ чугунный и раздѣляется стѣнкою mm на двѣ части CD. Верхняя половина С въ свою очередь раздѣлена на двѣ части: въ верхней части М, къ которой вода не имѣетъ доступа, находится механизмъ счетчика К, а въ нижней С сѣтка, черезъ которую вода входитъ въ барабанъ В, имѣющій видъ турбины; изъ этого барабана вода вытекаетъ по направленію стрѣлокъ. Барабанъ надѣтъ на вертикальный валъ F съ безконечнымъ винтомъ Q на концѣ сѣпленнымъ съ системой колесъ, отъ которыхъ двѣ

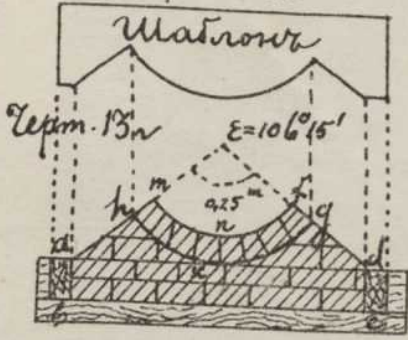
женіе передается стрѣлкѣ, передвигающейся по циферблату, находящему на верхней крышкѣ прибора. На черт. 168 указанъ приборъ Кеннеди, водомѣръ поршневой системы. Онъ состоитъ изъ двухъ главныхъ частей. 1) измѣрительнаго цилиндра А, въ который входитъ вода и 2) пространства В для счетчика свободного отъ воды. Въ А двигается высокій поршень р. Стержень поршня S проходитъ черезъ сальникъ К и оканчивается вверху зубчатой полосой Z. Полоса Z сцеплена съ зубчатымъ колесомъ, имѣющимъ два пальца t, изъ которыхъ одинъ захватываетъ стержень груза У, свободно вращающійся на оси колеса С, поднимаетъ его вверху и опрокидываетъ въ другую сторону. При обратномъ движеніи поршня р колесо С получаетъ обратное вращеніе и другой палецъ t вращаетъ грузъ У въ сторону, противоположную первой. Грузъ У при каждомъ паденіи ударяетъ по стержню R крана 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 С 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).

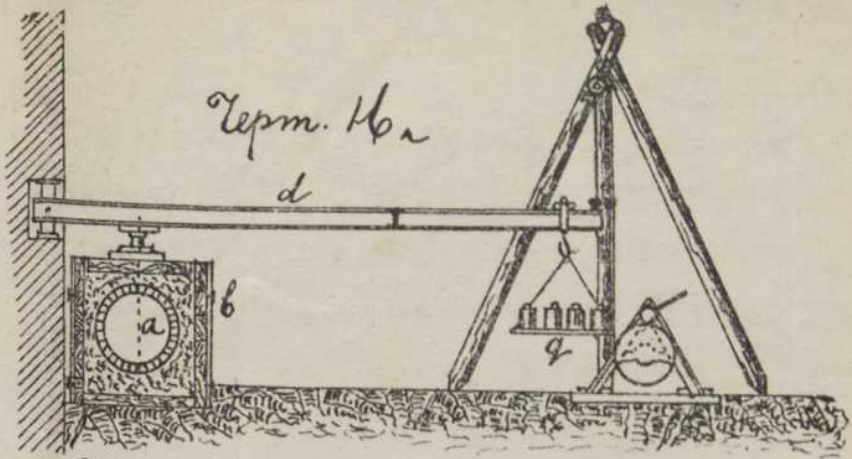
Изд. Штенгелъ.
Москва, Январ. 1894



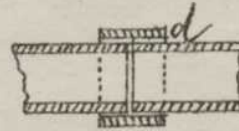
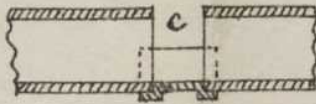
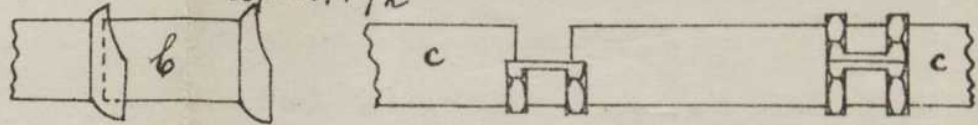
Черм. 12



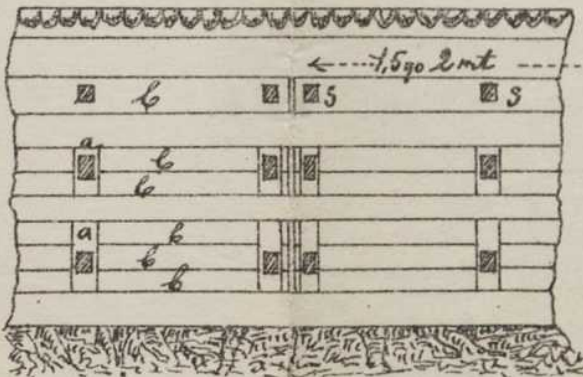
Черм. 14н



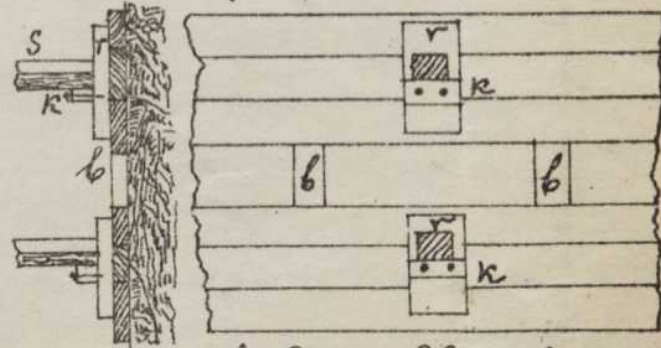
Черм. 17н



Черм. 18н



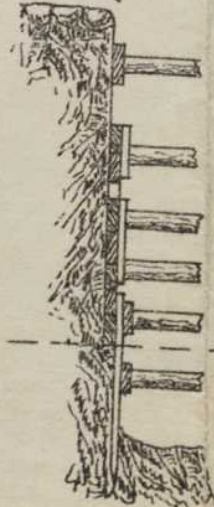
Черм. 19н



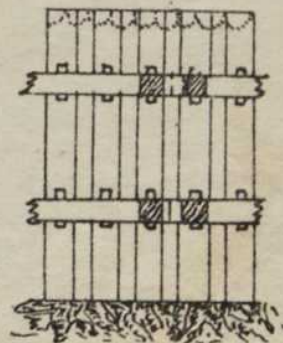
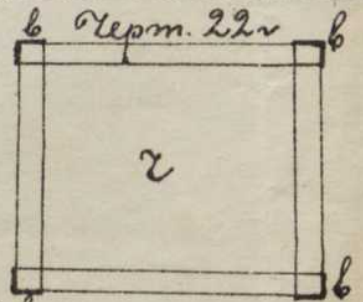
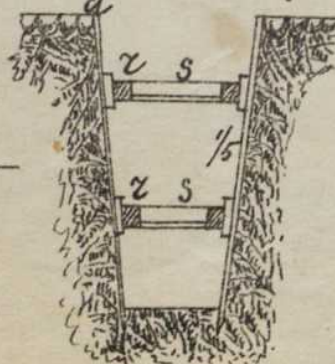
Черм. 20



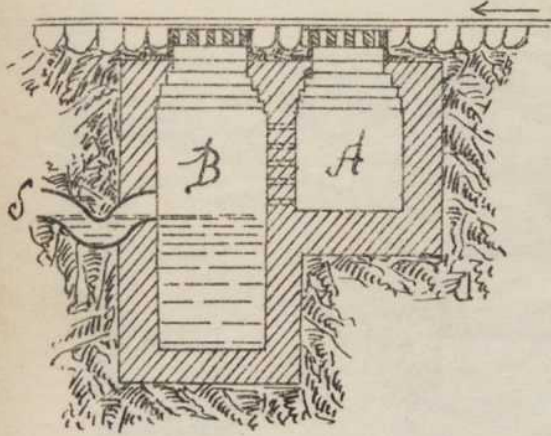
Черм. 21н



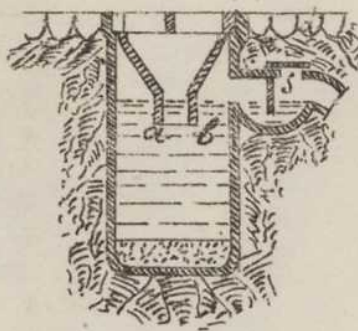
Черм. 23н



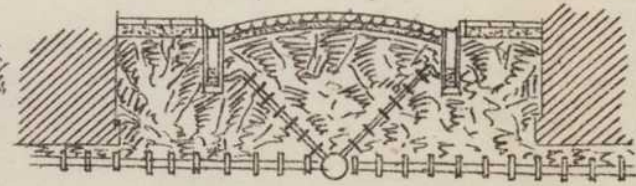
Черм. 732



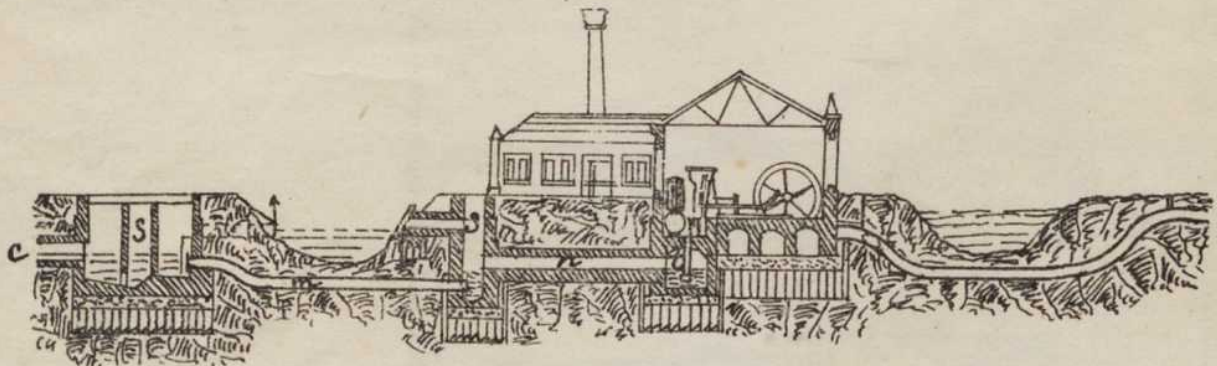
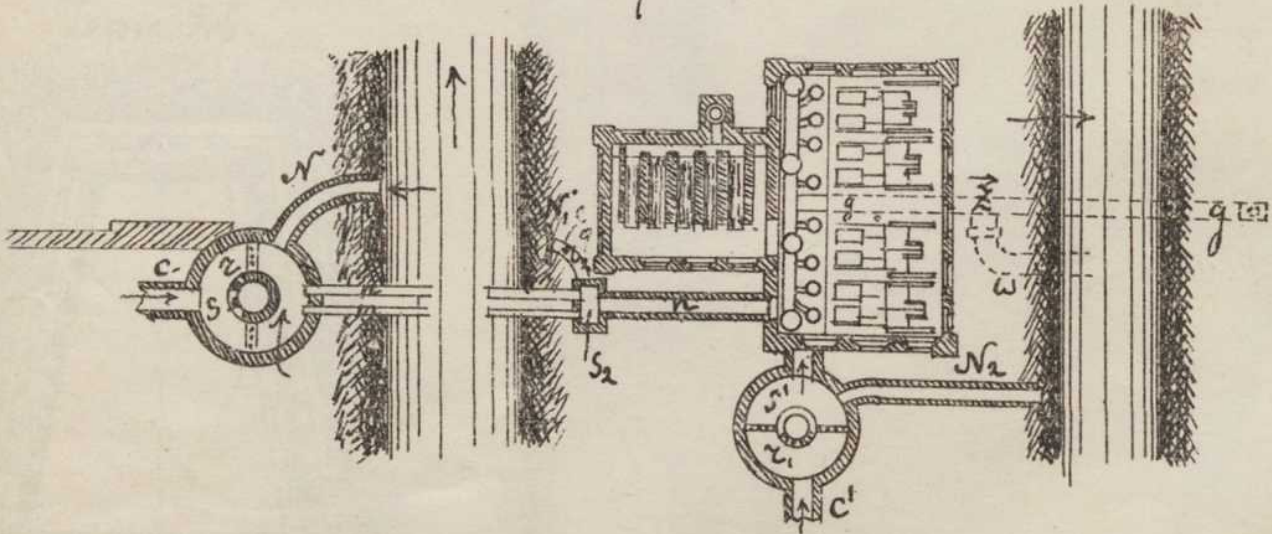
Черм. 742



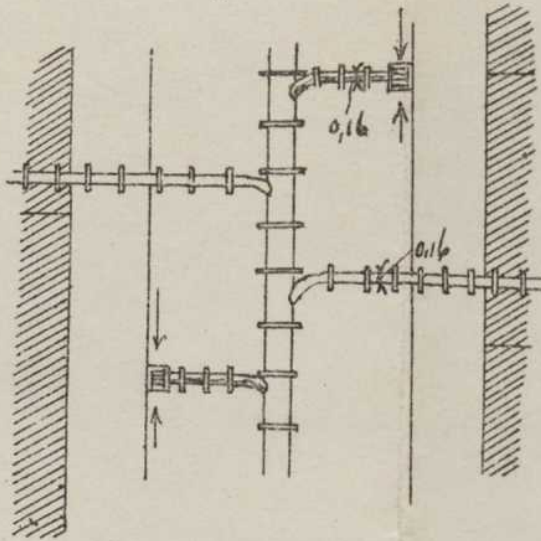
Черм. 752



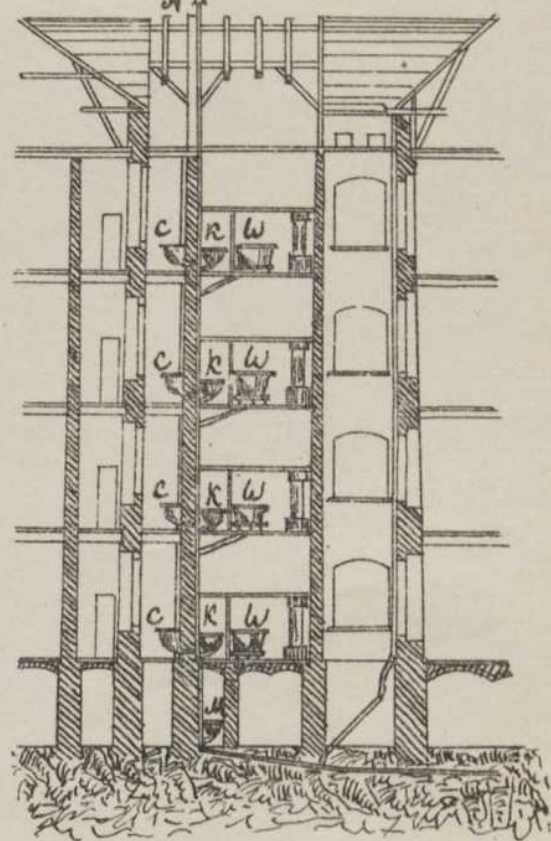
Черм. 822



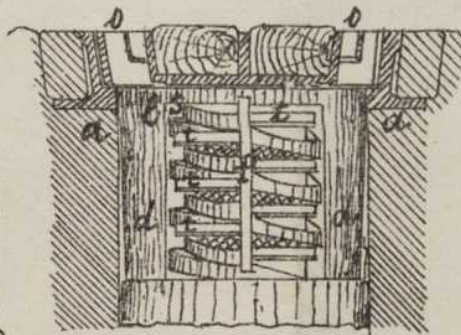
Черм. 76н



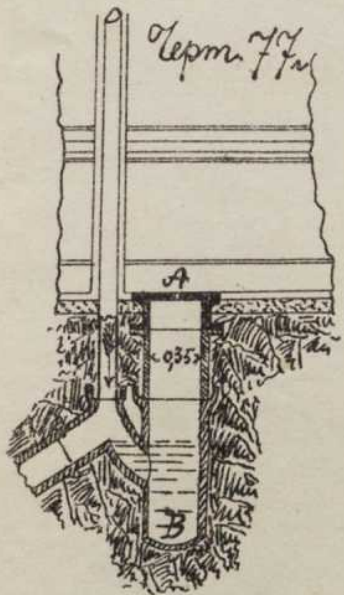
Черм. 79н



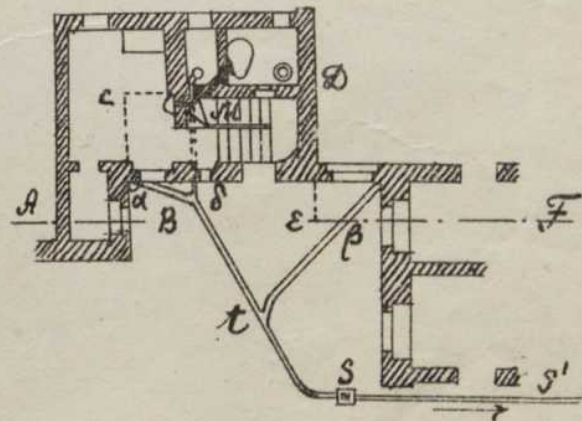
Черм. 80н



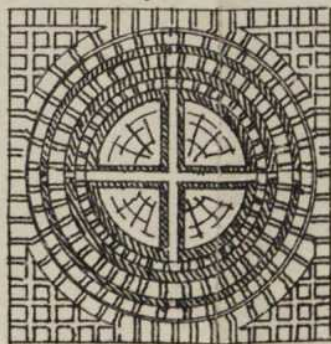
Черм. 77н



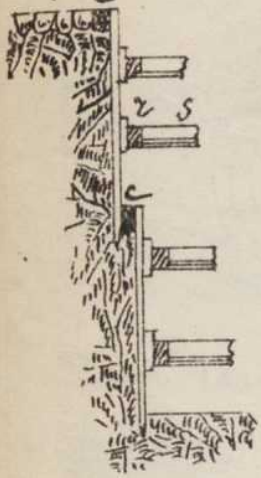
Черм. 78н



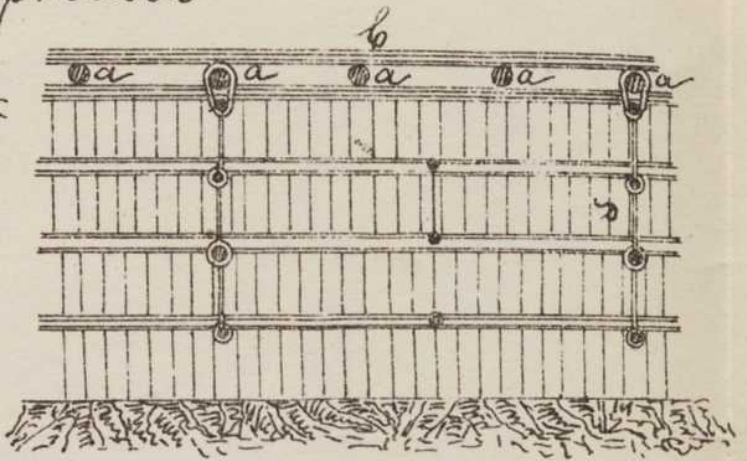
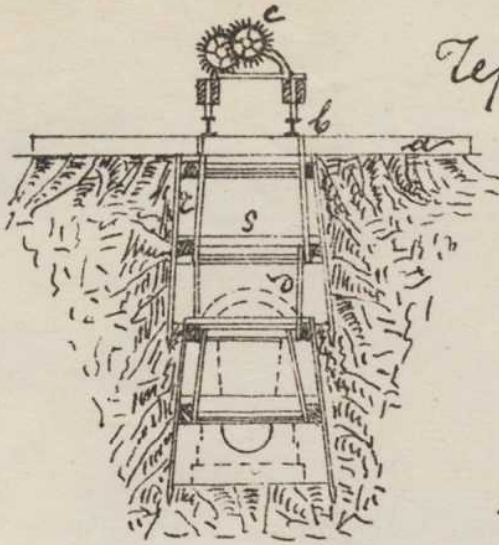
Черм. 81н



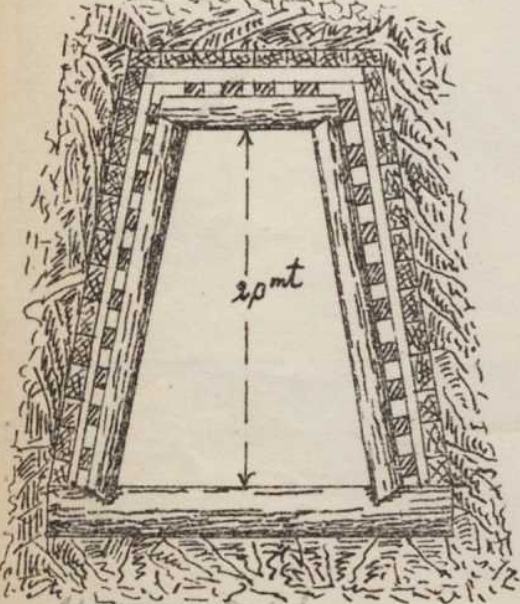
Черм. 24



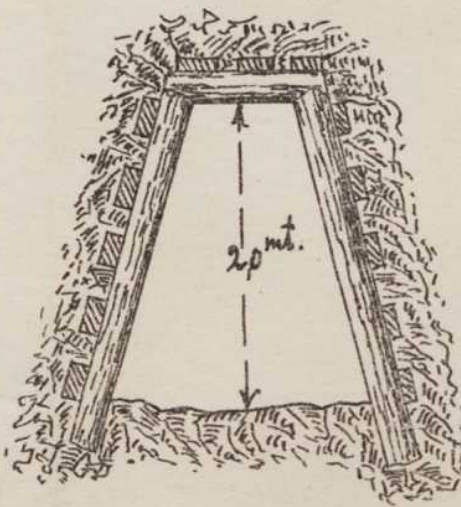
Черм. 25



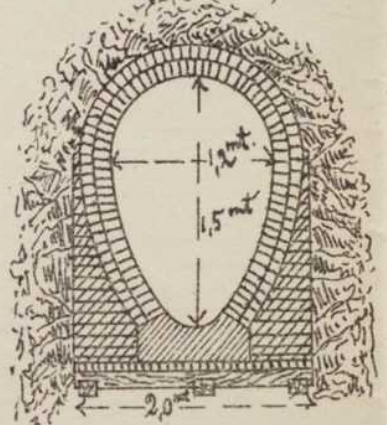
Черм. 26



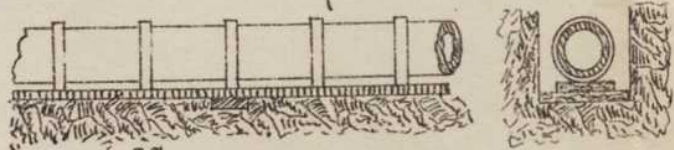
Черм. 27



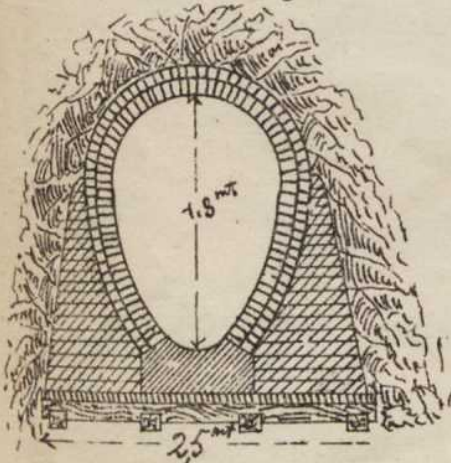
Черм. 28



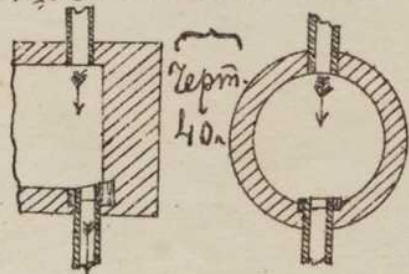
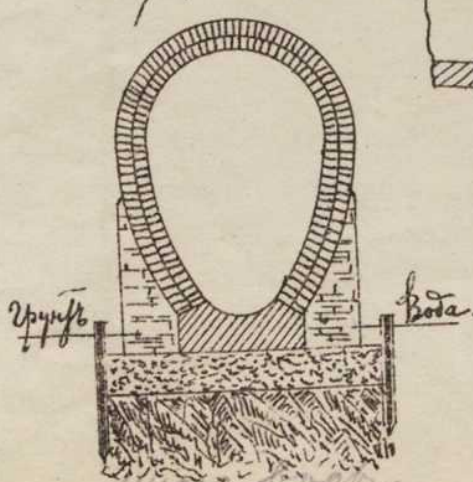
Черм. 30



Черм. 29

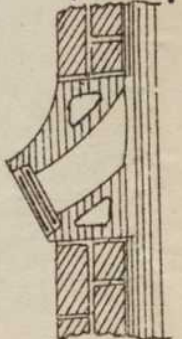


Черм. 31

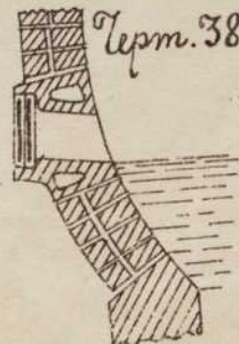


Черм. 40

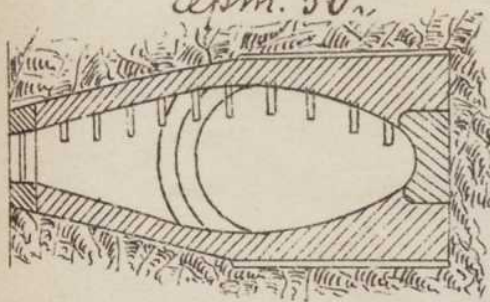
Черм. 39



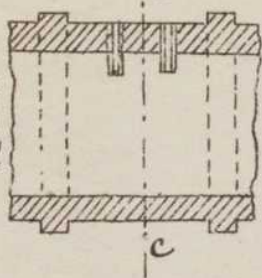
Черм. 38



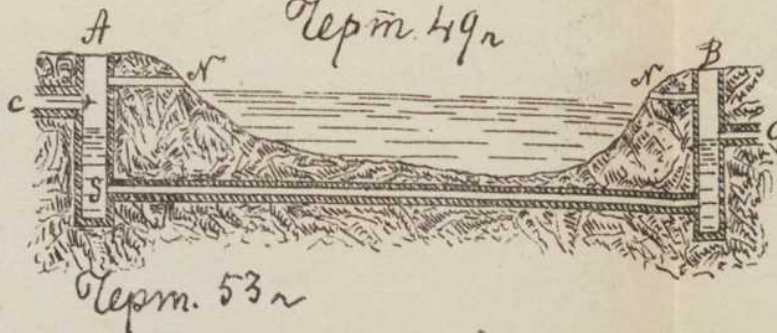
Черм. 50~



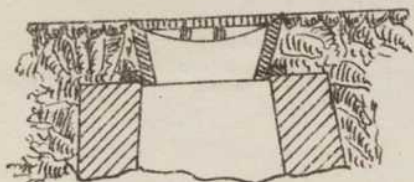
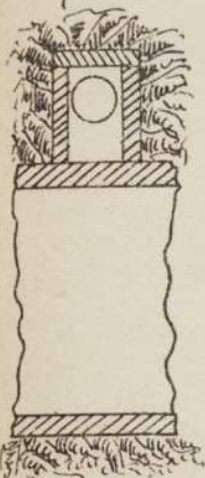
Черм. 51~



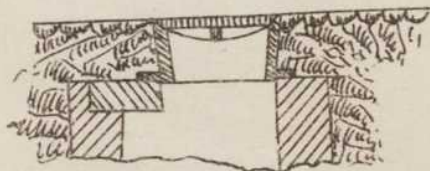
Черм. 49~



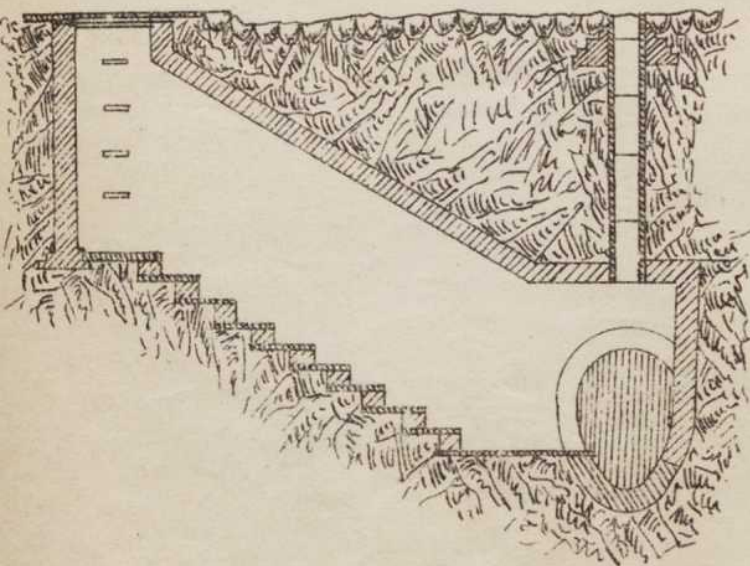
Черм. 48~



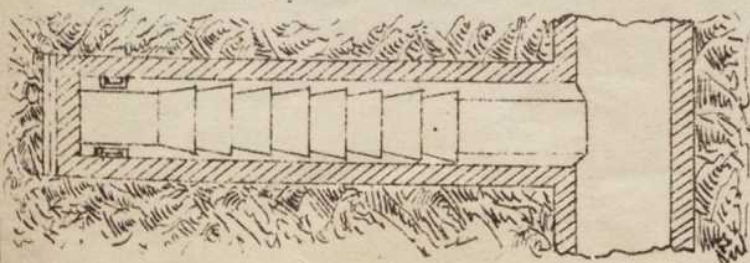
{ Черм. 52~



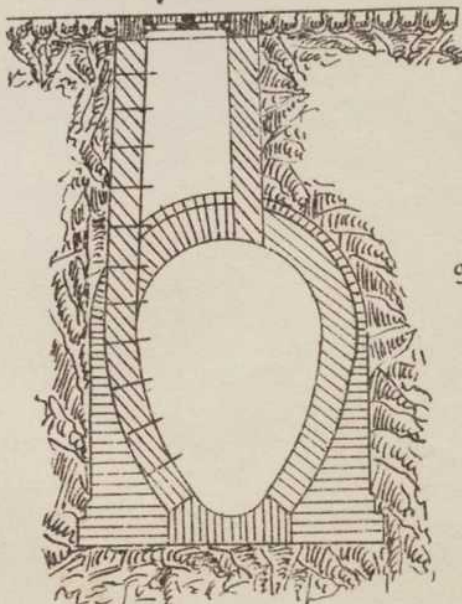
Черм. 55~



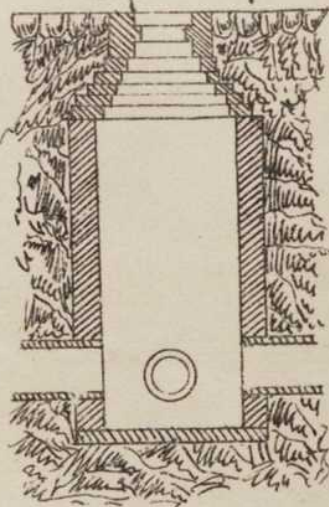
Черм. 56~



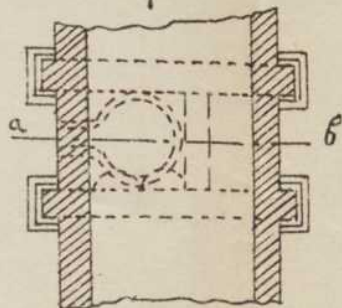
Черм. 53~



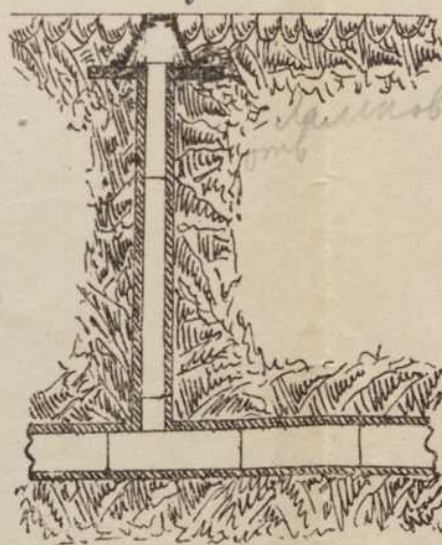
Черм. 57~



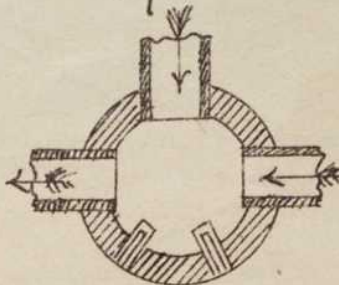
Черм. 54~



Черм. 59~



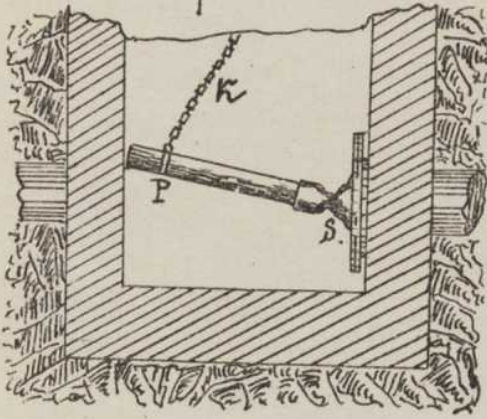
Черм. 58~



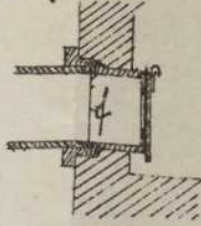
Черм. 60~



Черм. 61_н



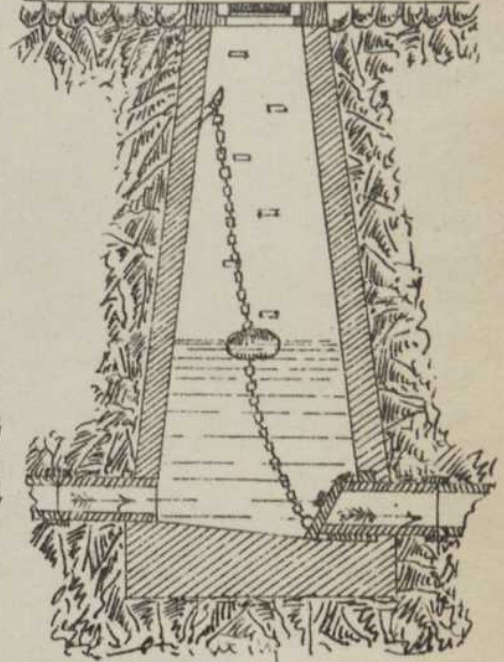
Черм. 62_н



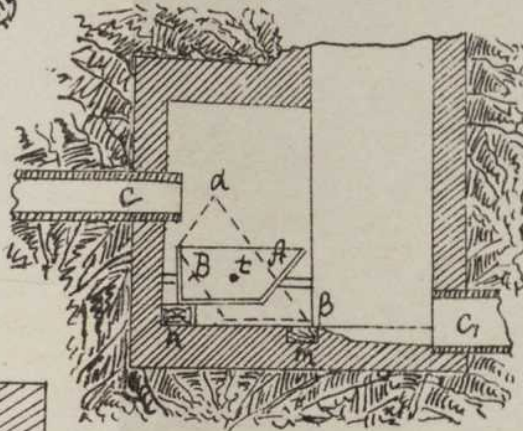
Черм. 63_н



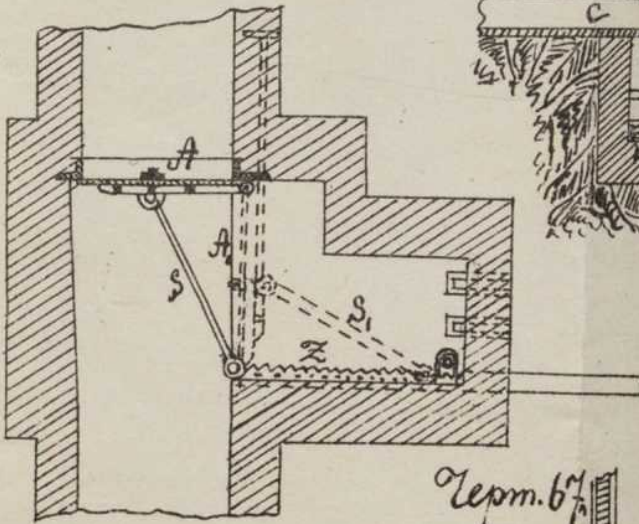
Черм. 64_н



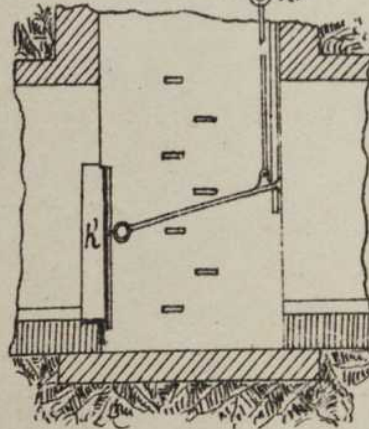
Черм. 65_н



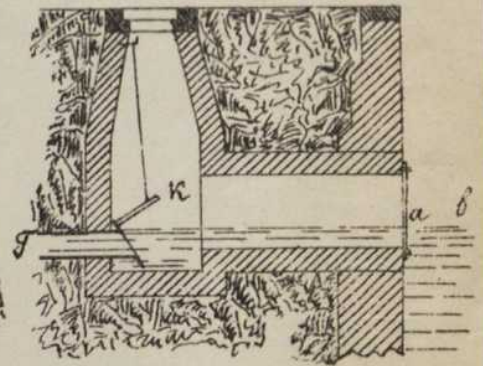
Черм. 66_н



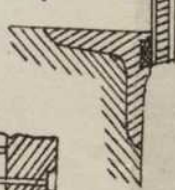
Черм. 69_н



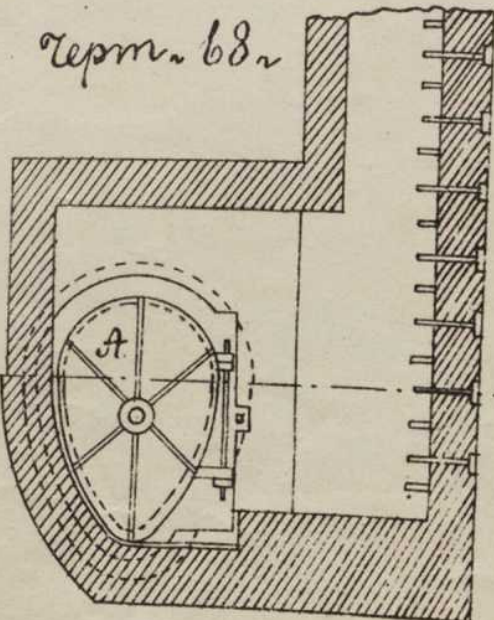
Черм. 71_н



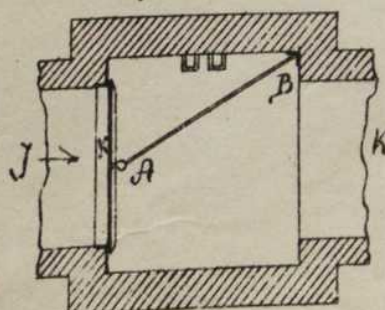
Черм. 67_н



Черм. 68_н



Черм. 70_н

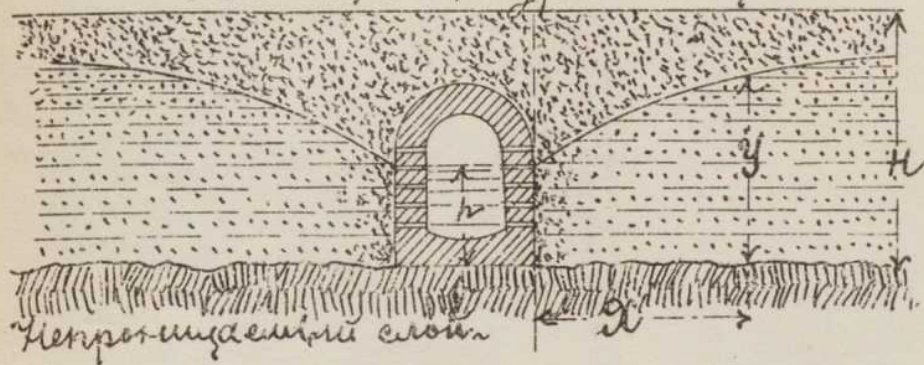


Черм. 72_н

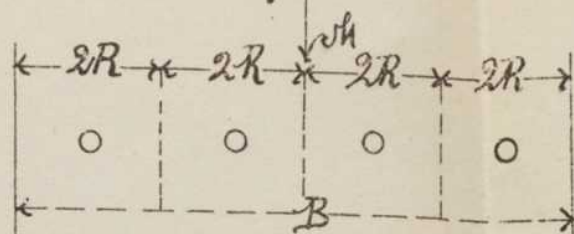


Черт. 1

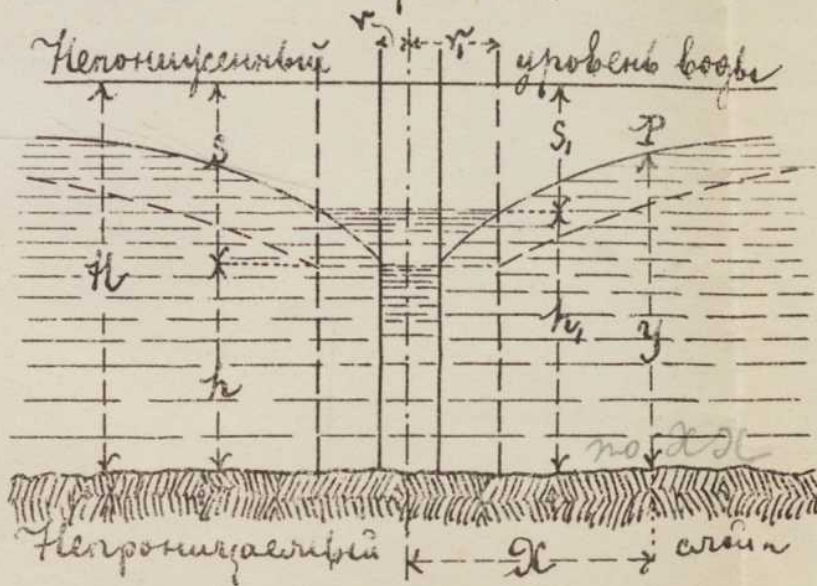
Поперечный разрез водопровода



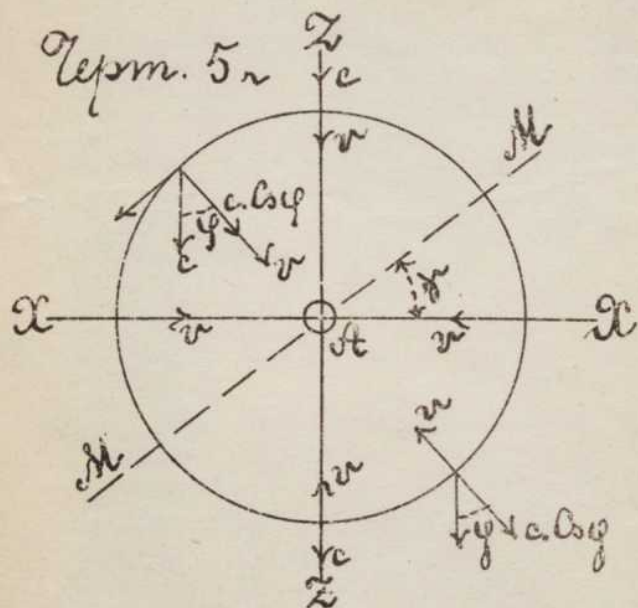
Черт. 2



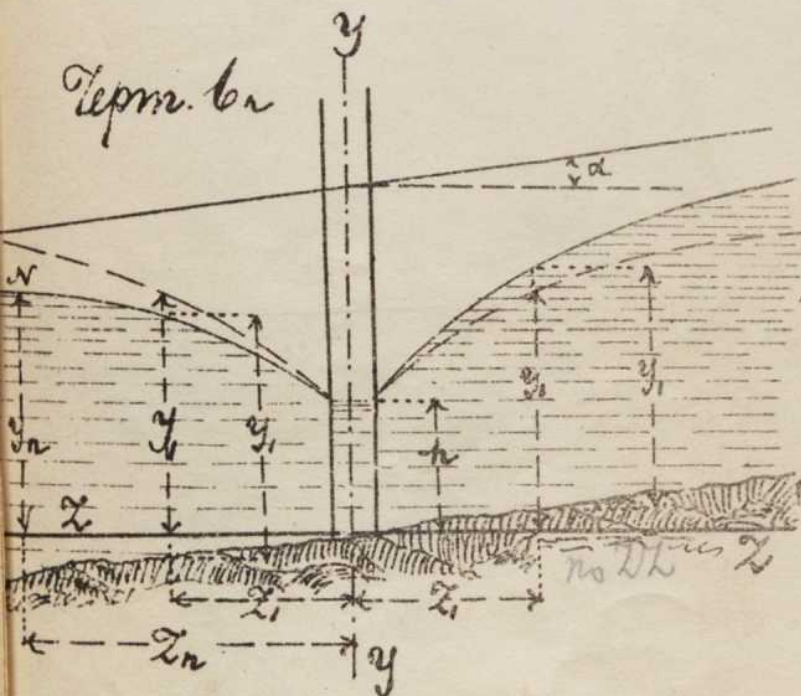
Черт. 3



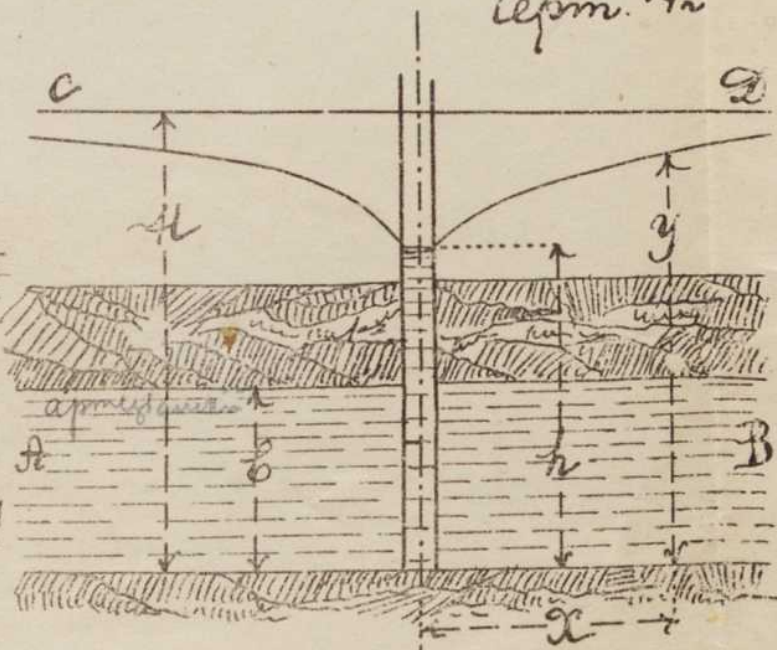
Черт. 5



Черт. 6

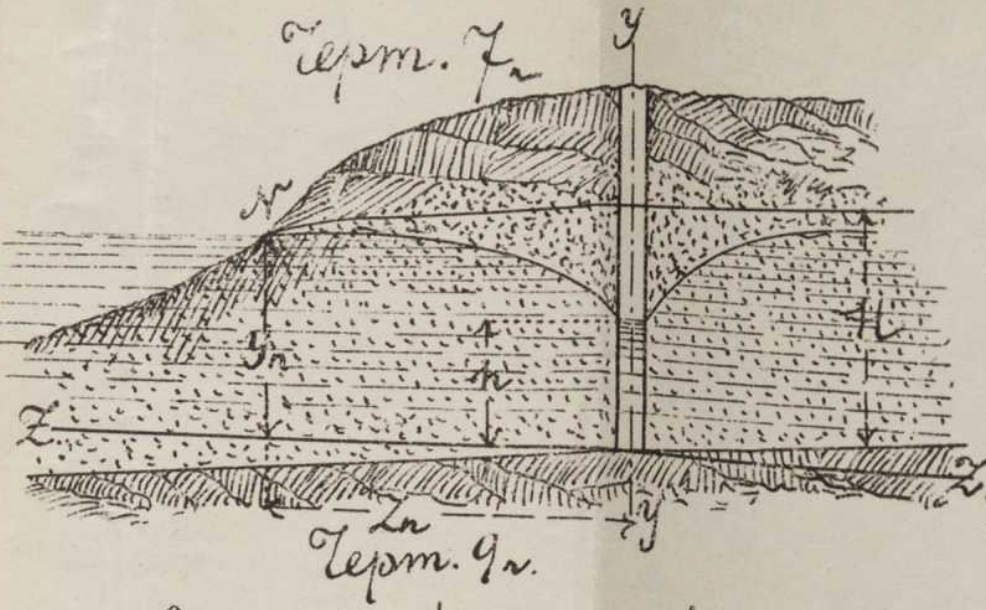


Черт. 4

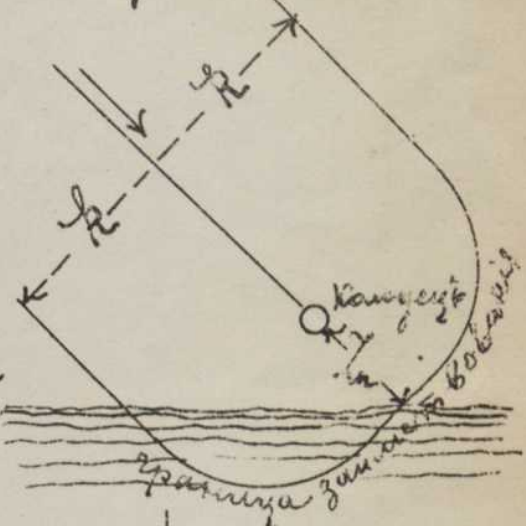


Водоснабжение

Терм. 7_н

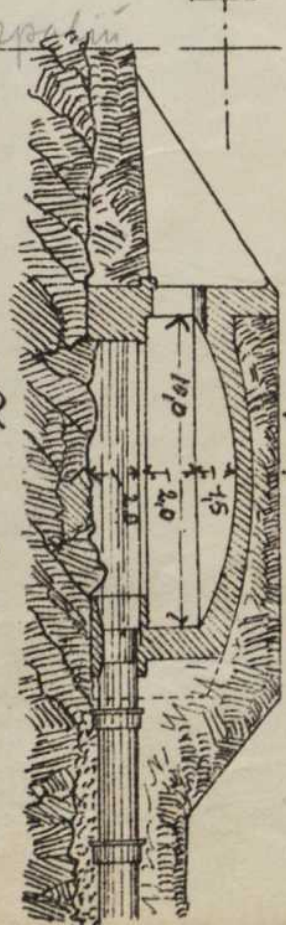
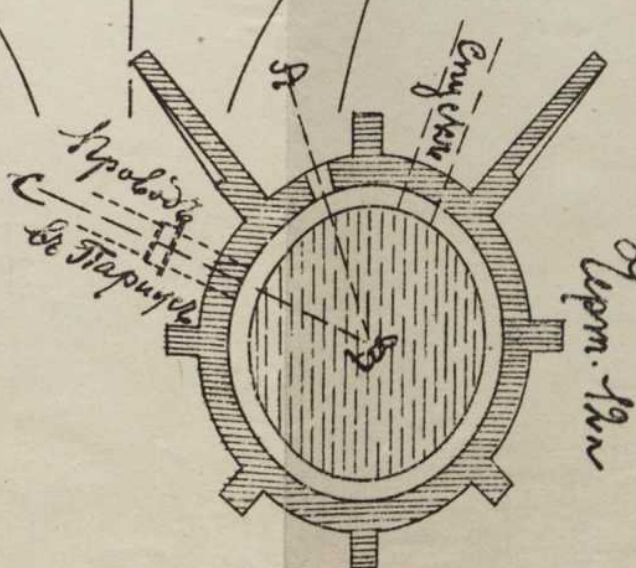
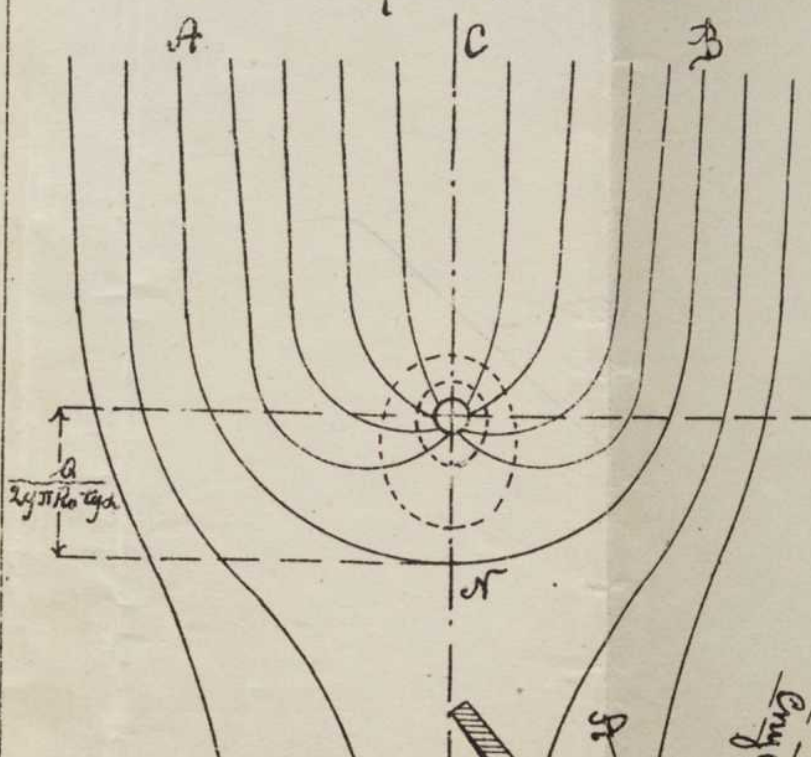
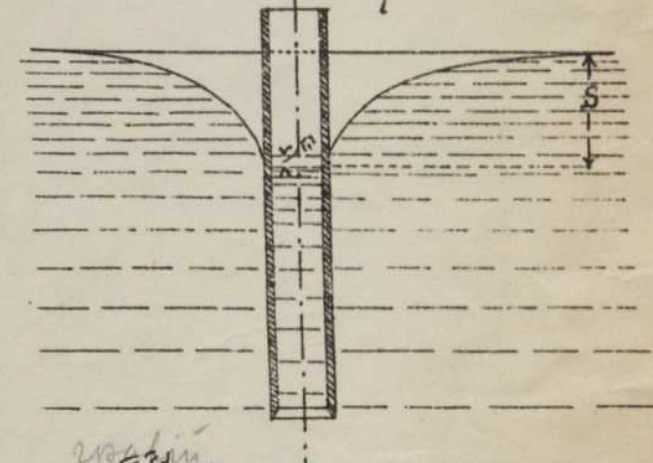


Терм. 8_н



Терм. 9_н

Терм. 10_н



Распределение воды по участку

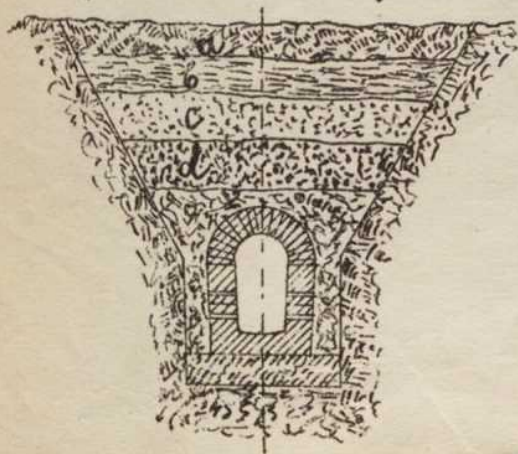
Терм. 11_н

Распределение по АИС

Водопроницаемость - коэффициент

Technical drawing of a cross-section of a dam or embankment. The drawing shows a concrete structure with a stepped downstream face. Key dimensions include a height of 7.50 on the left, a total width of 3.75 at the base, and a slope of 1:1.5 on the right. Various layers of soil and rock are indicated by different hatching patterns. Labels A, B, L, and S are present. Numerical values like 0.2, 0.7, 0.10, and 0.12 are also shown.

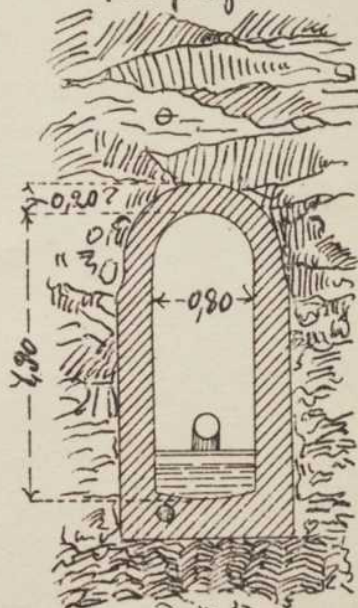
Поперечное сечение бортового канала



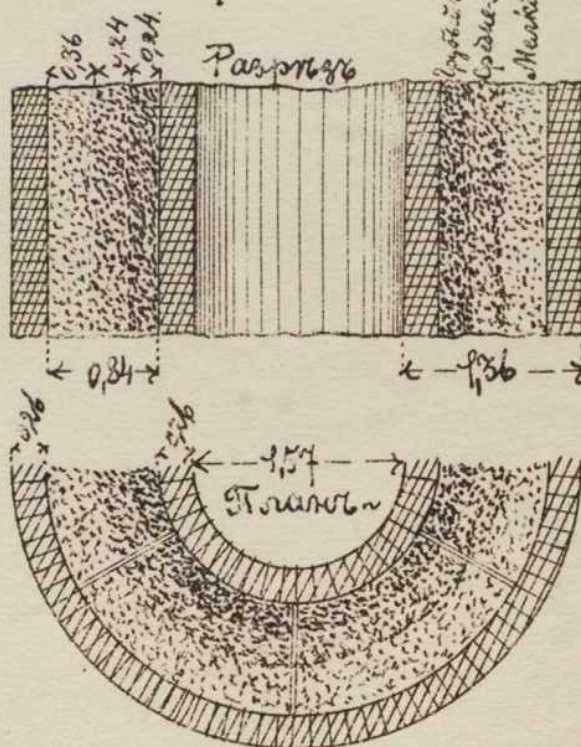
A hand-drawn cross-section diagram of a stone structure, possibly a furnace or boiler. The structure is composed of several layers: a base layer with diagonal hatching, a middle layer with horizontal hatching, and a top layer with a rough, stone-like texture. The structure is surrounded by a layer of material indicated by wavy lines. Handwritten labels and dimensions are present:

- Top center: "Тем. 162" (Temperature 162)
- Top left: "Внутренне" (Internal)
- Top right: "наружные" (External)
- Center: "0,75" with arrows indicating width.
- Left side: "0,8" with arrows indicating height.
- Bottom center: "0,25" with arrows indicating width.

Sept. 18ⁿ
Paspezo no CDⁿ

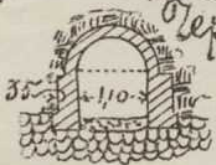
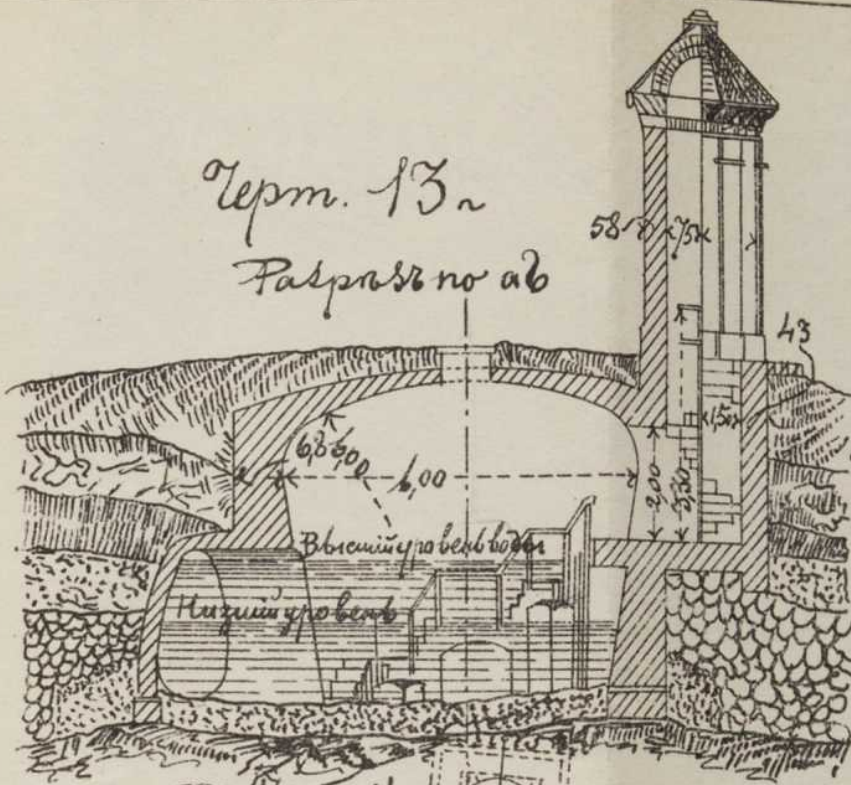


Sept. 22

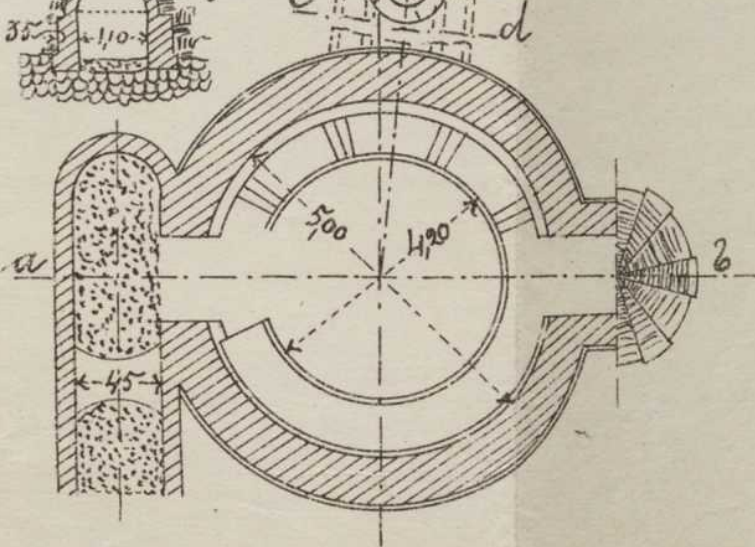


Терм. 13_н

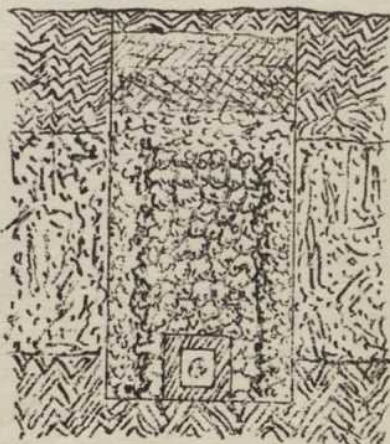
Разреш по а в



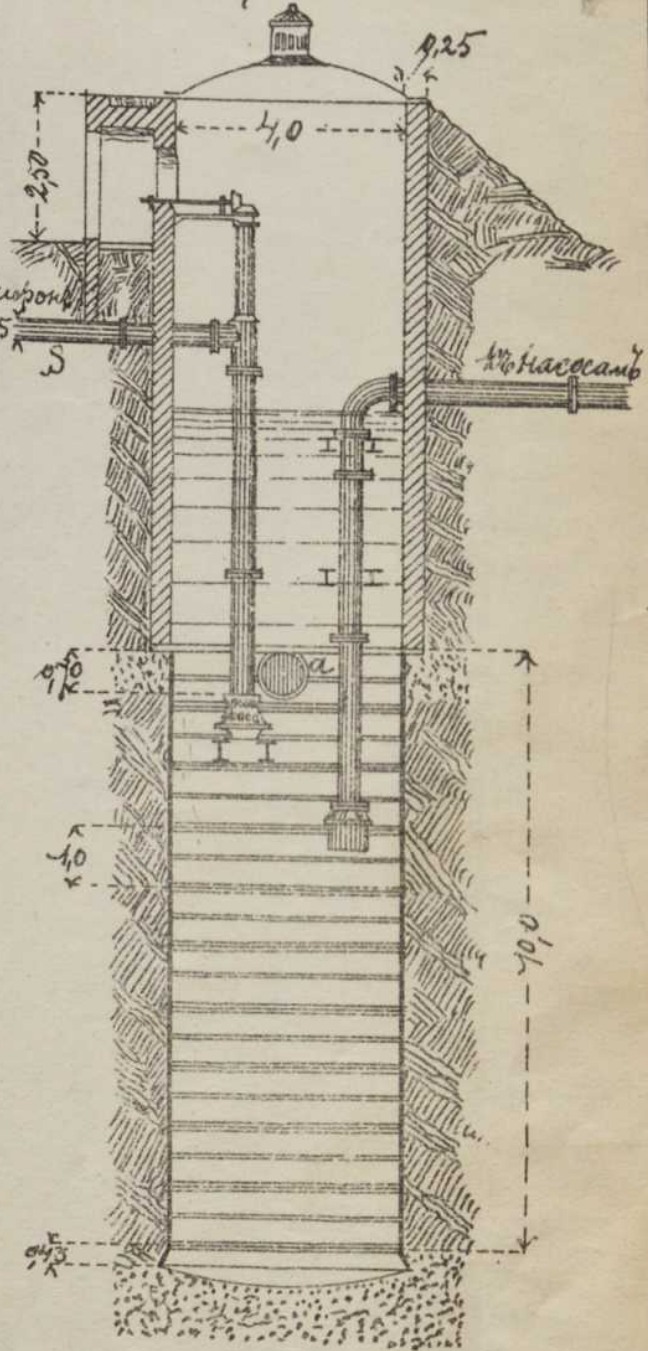
Терм. 14_н



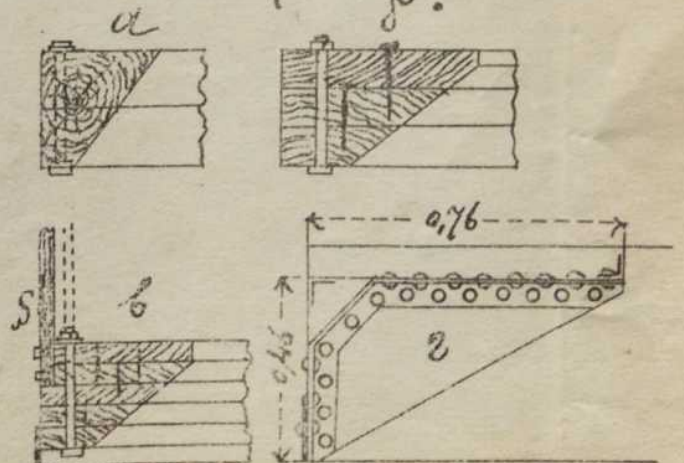
Терм. 19_н



Терм. 23_н

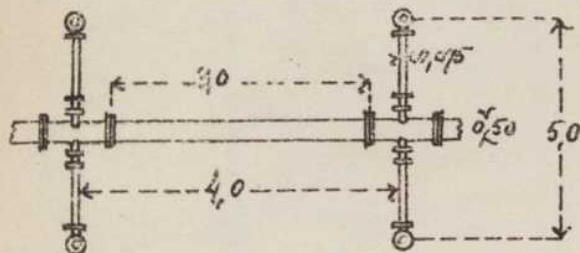
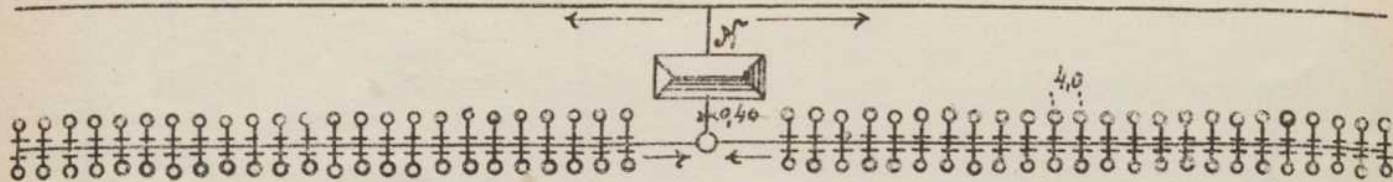


Терм. 24_н

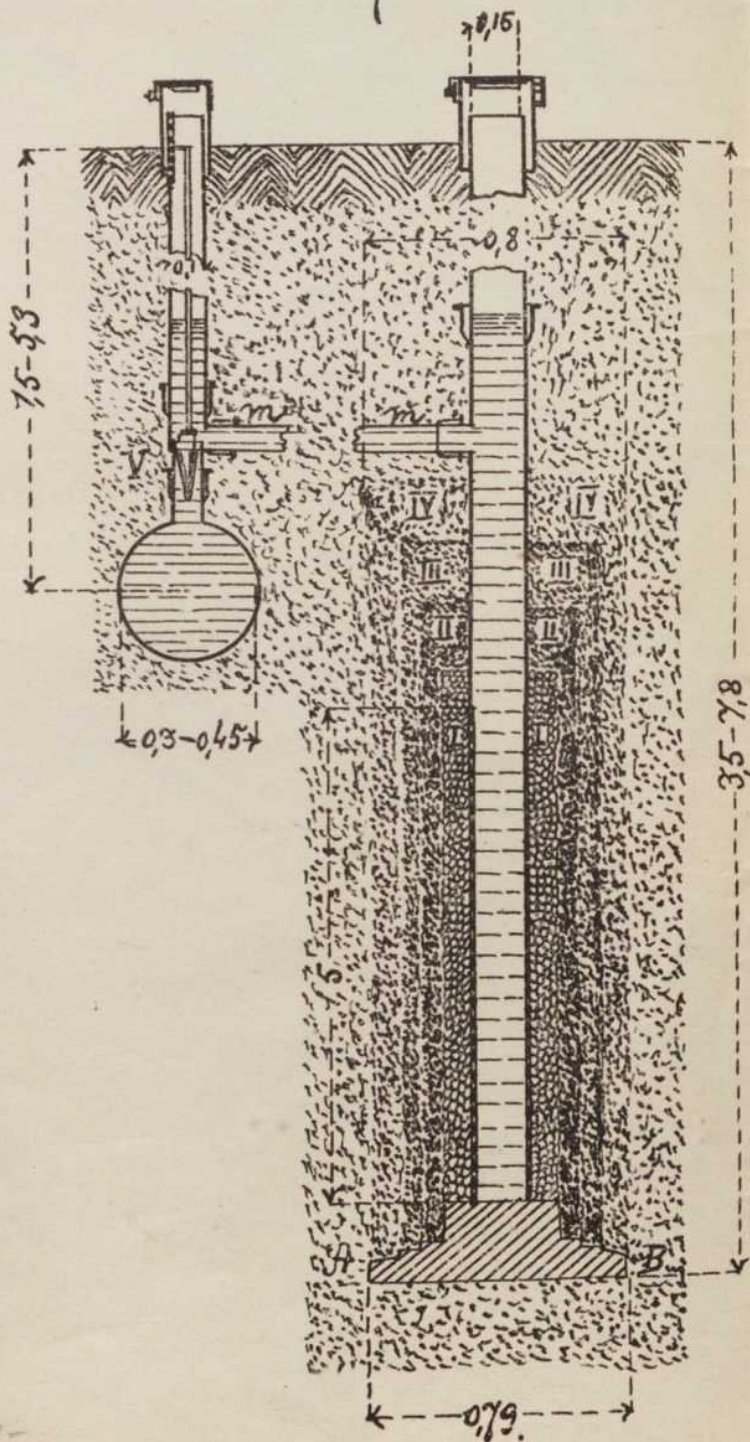


Машина 3~

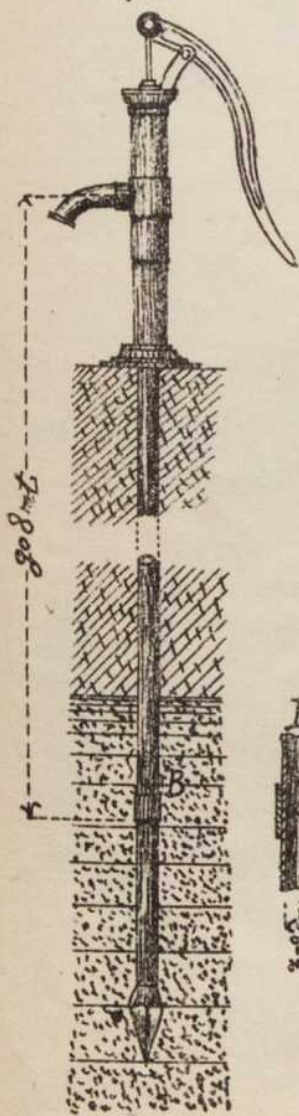
Терм. 25~ Брызгун



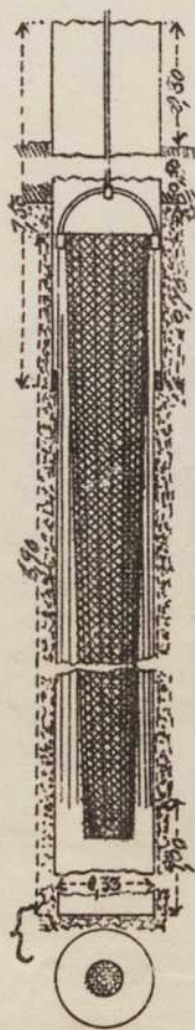
Терм. 27~



Терм. 24~



Терм. 26~

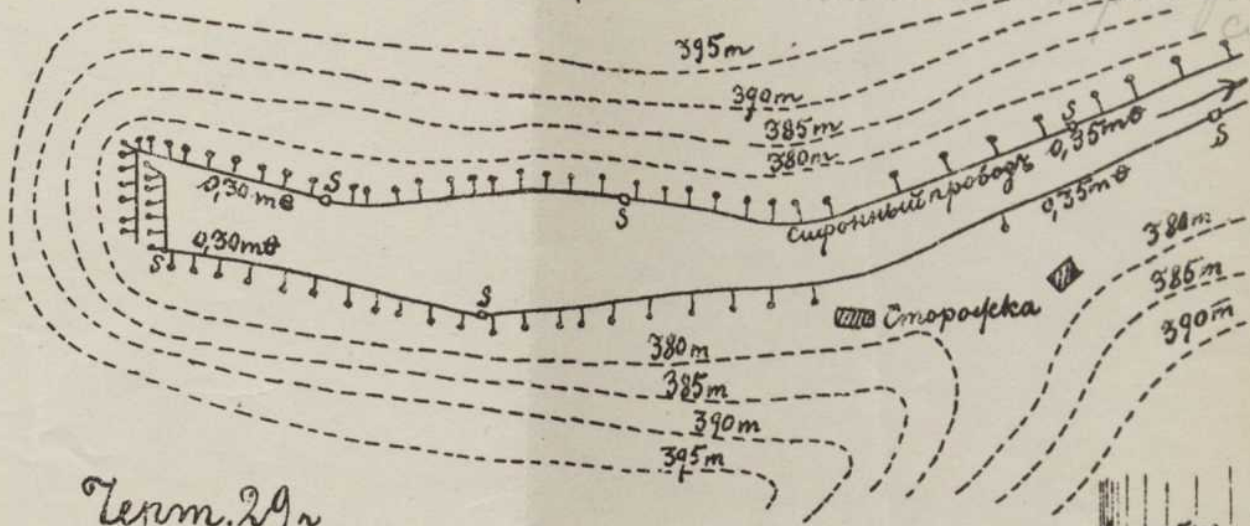


приспособ-
ляя корзина

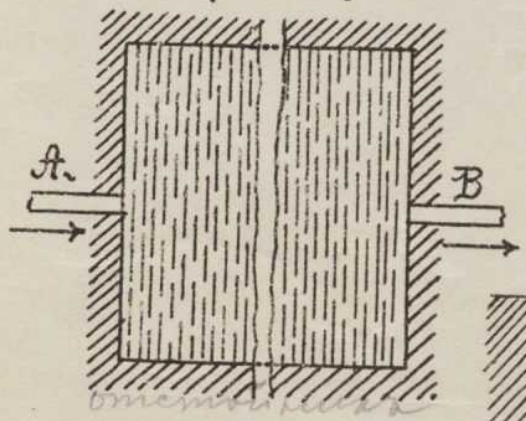
Корпуса

Терм. 28 ~ Маус в Угрозелит

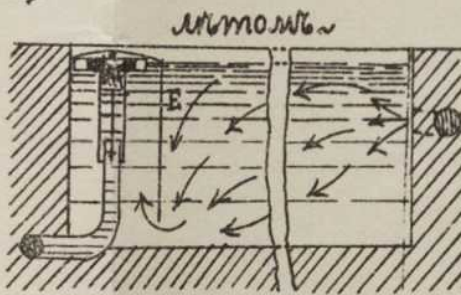
с. 27



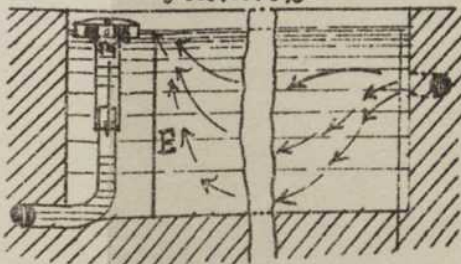
Терм. 29 ~



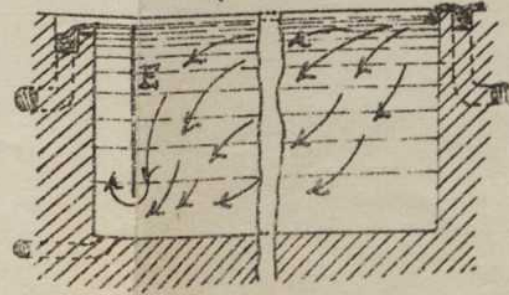
Терм. 31 ~



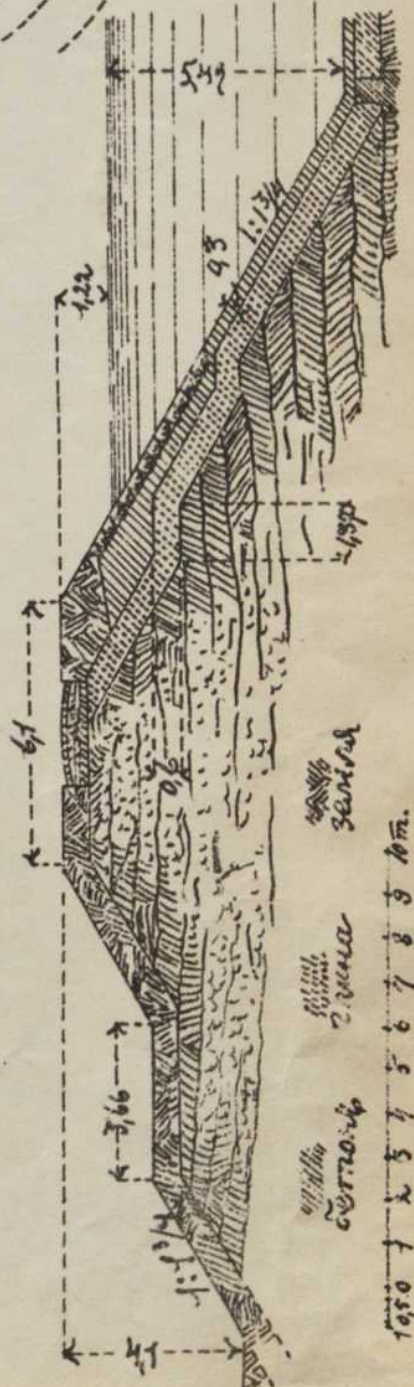
гидроизол



Терм. 30 ~



Терм. 32 ~

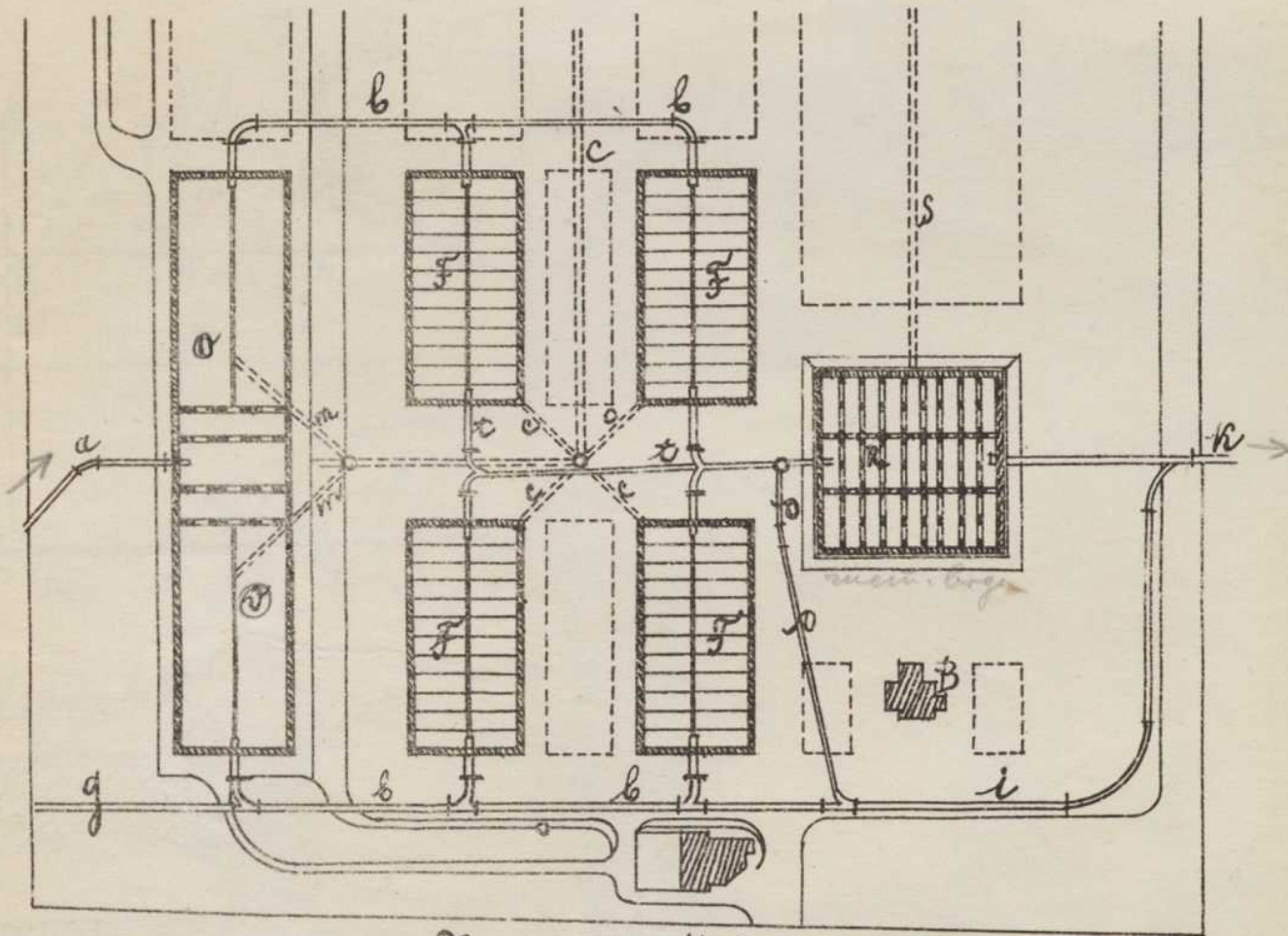


Терм. 33 ~
Маус. 1:400

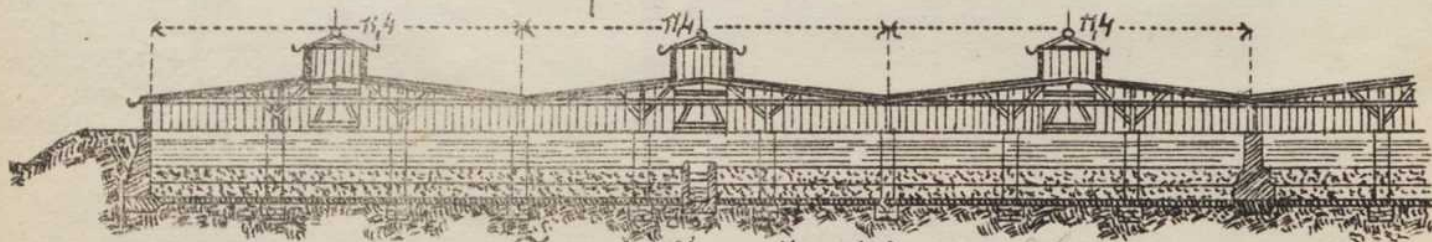


10,50 + 2 5 4 5 6 7 8 9 10 м.

Терм. 35 Масш. 1:2000

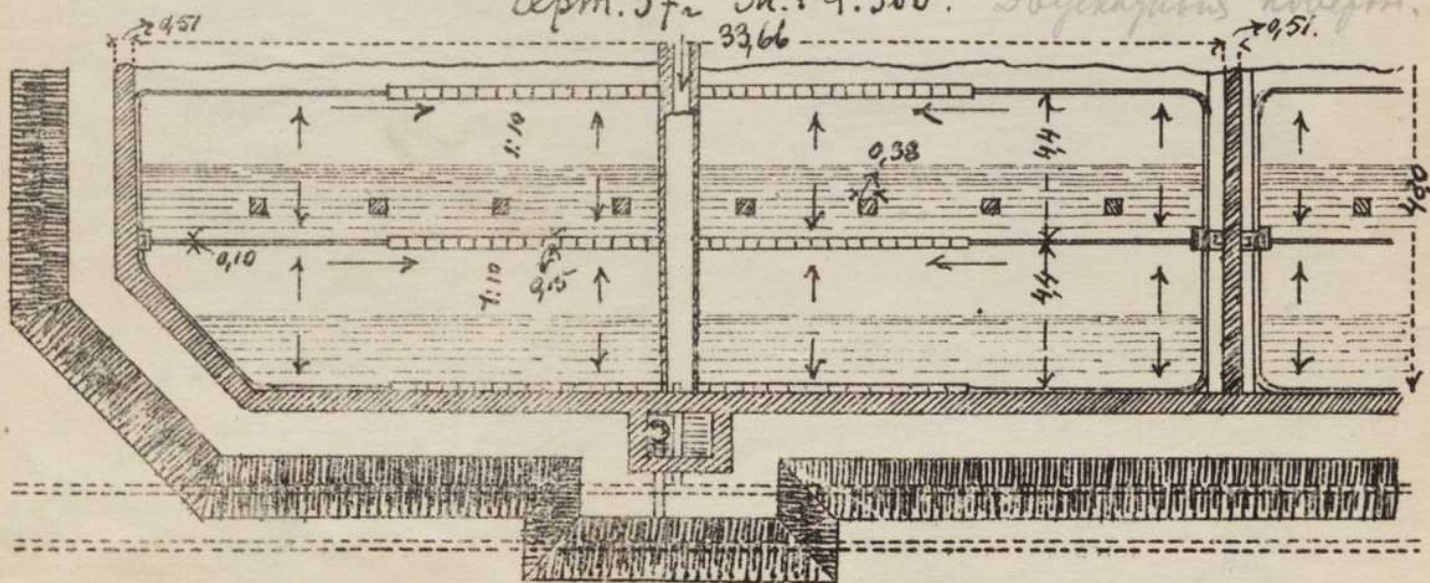


Temp. 36. M. 1:300

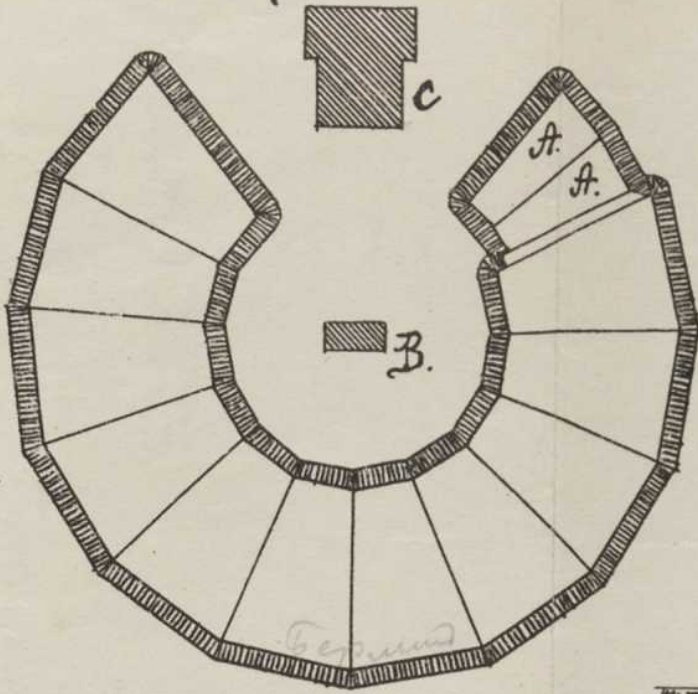


Sept. 37. M.: 1:300.

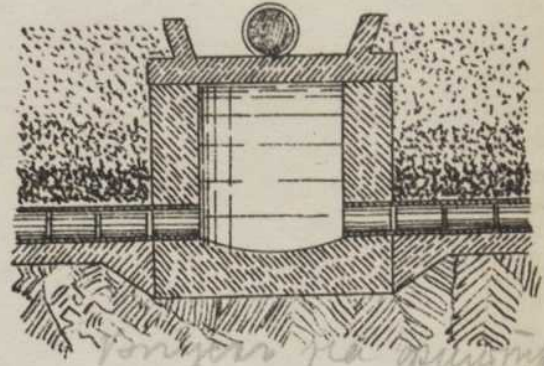
Ibuprofen novum.



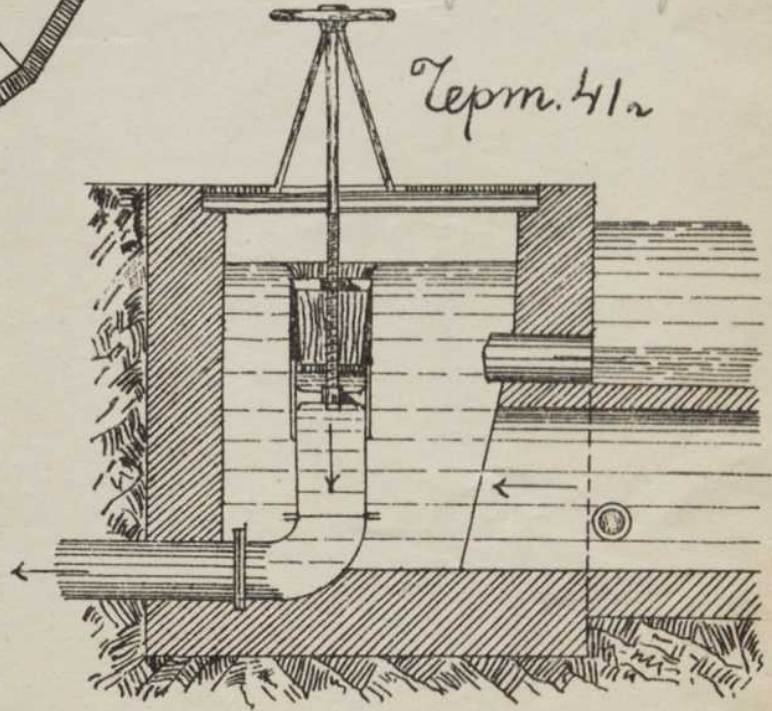
Черт. 34~



Черт. 39~



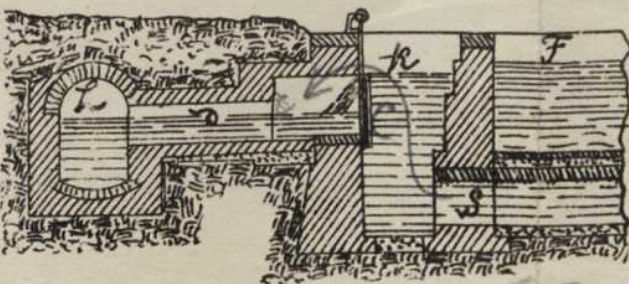
Черт. 41~



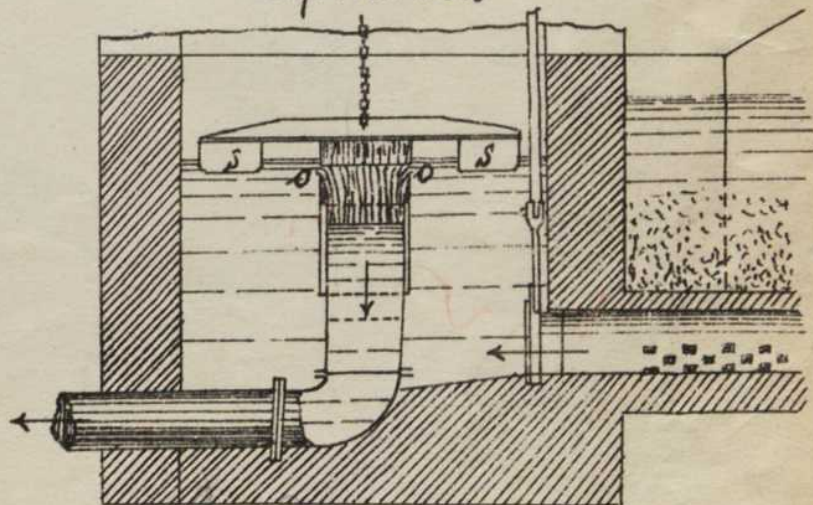
Черт. 38~



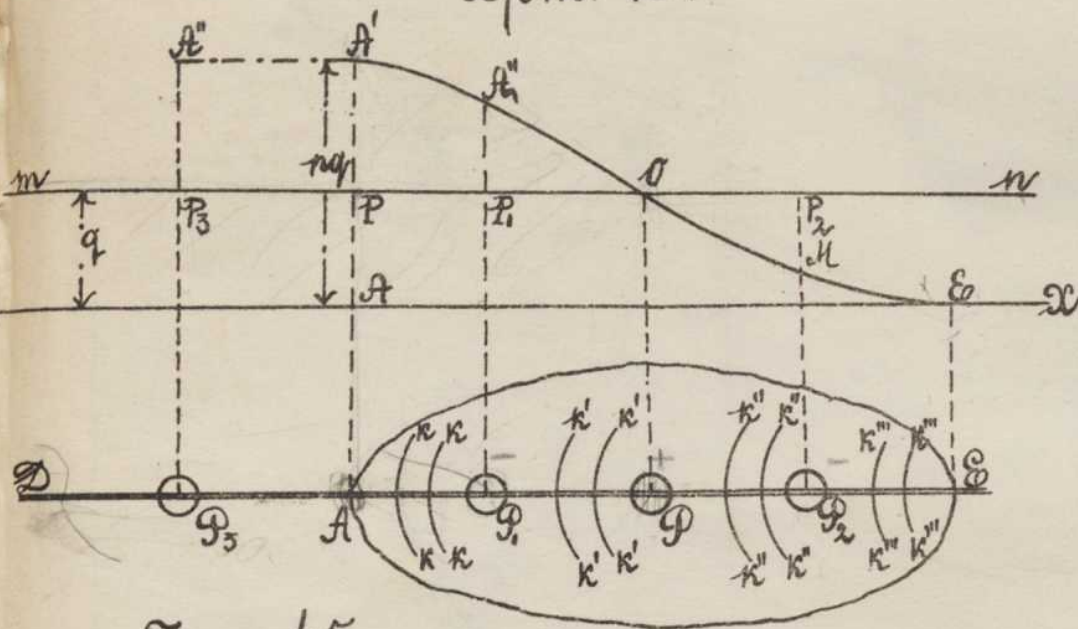
Черт. 40~
Масш. 1:100



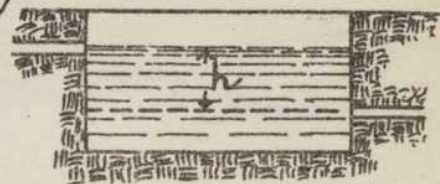
Черт. 42~



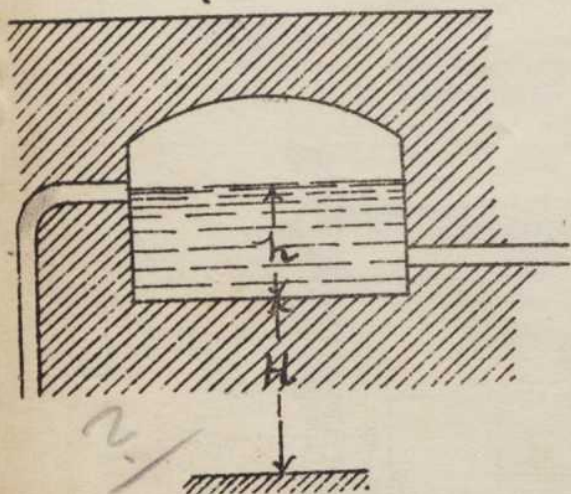
Черм. 43~



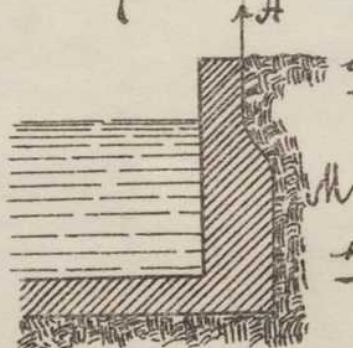
Черм. 44~



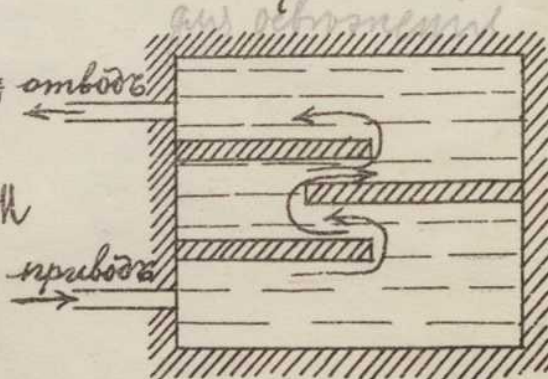
Черм. 45~



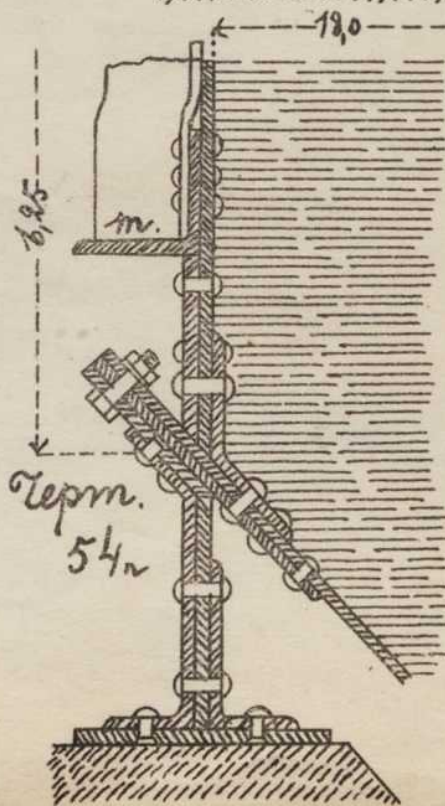
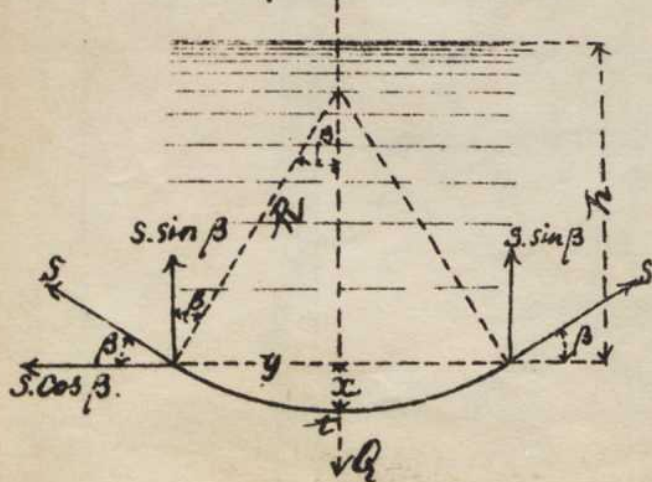
Черм. 46~



Черм. 51~

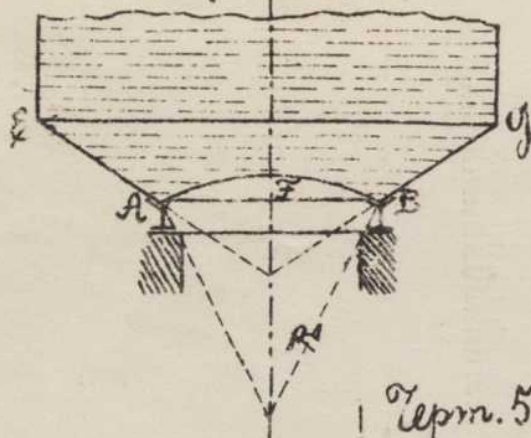


Черм. 52~

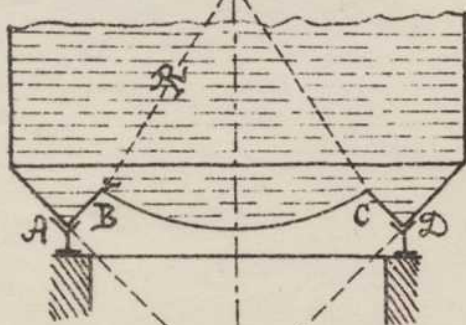


Гидравлика бн

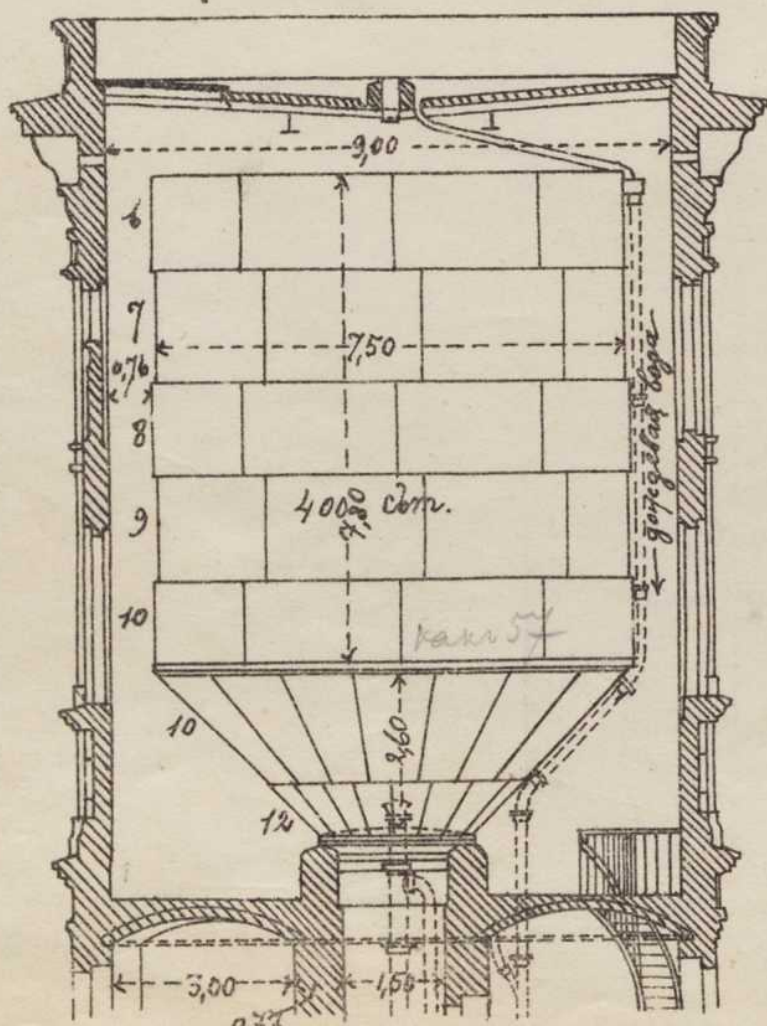
Черм. 57н



Черм. 58н

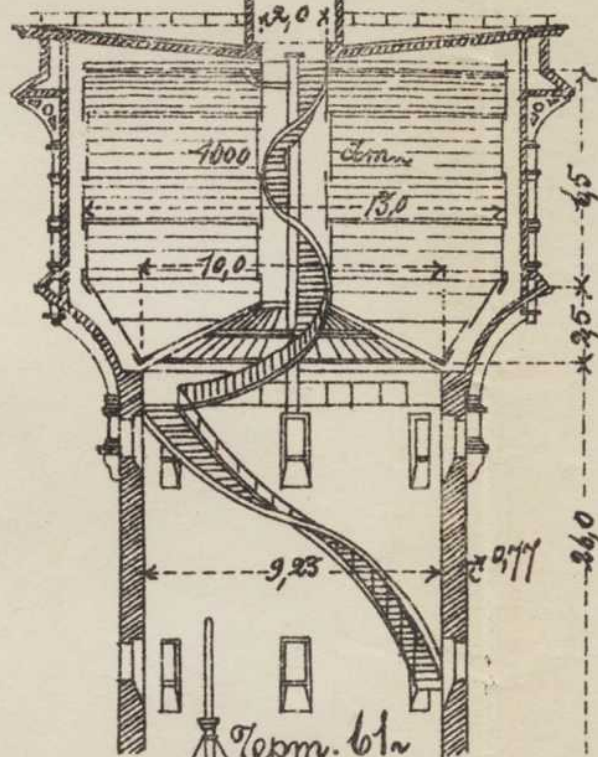


Черм. 59н М. 1:156



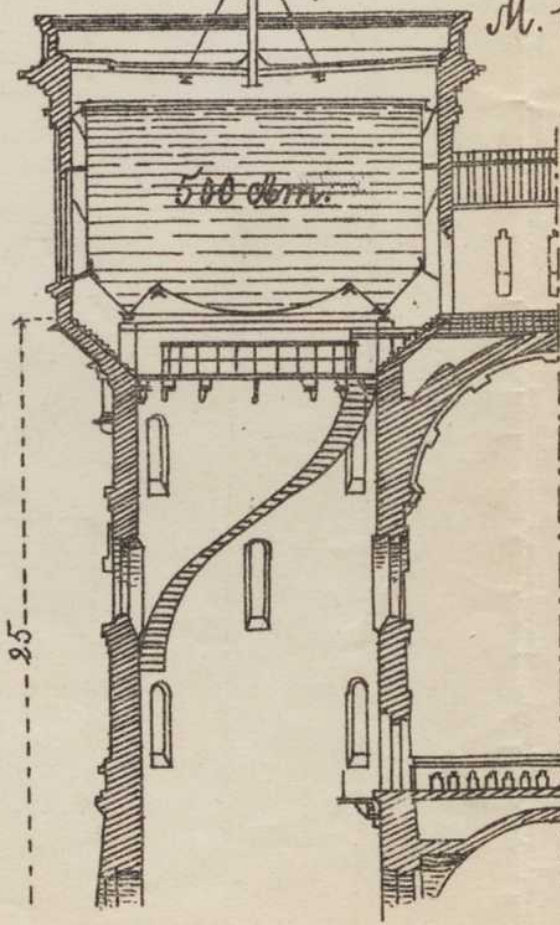
Черм. 60н

М.: 1:300

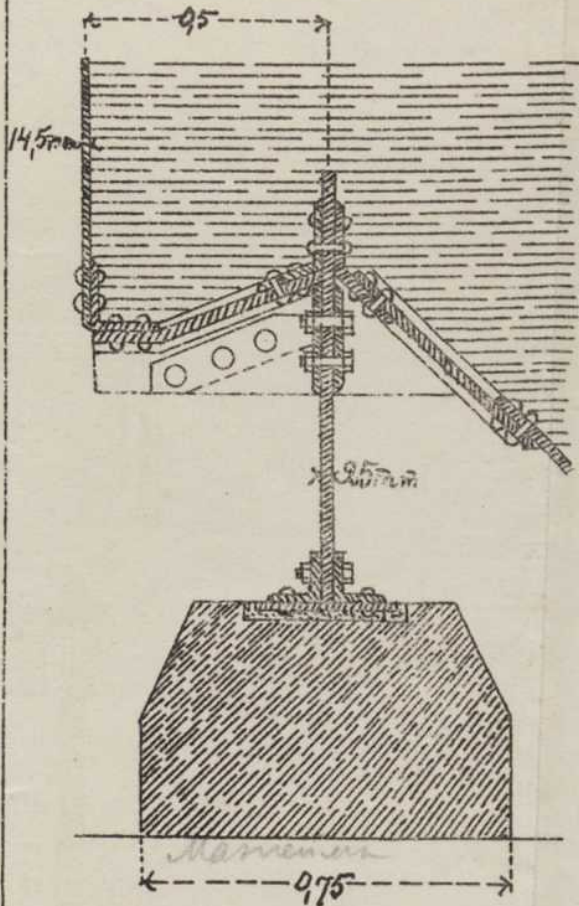


Черм. 61н

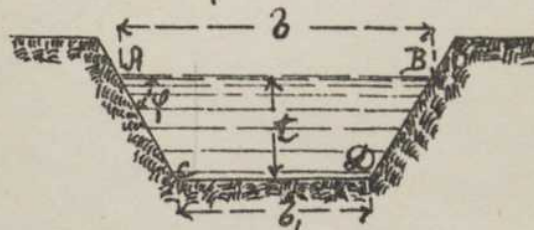
М. 1:300



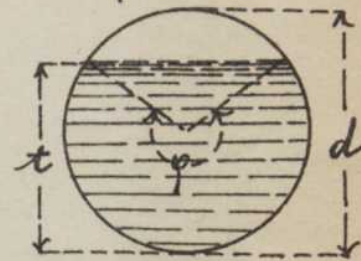
Черт. 62н



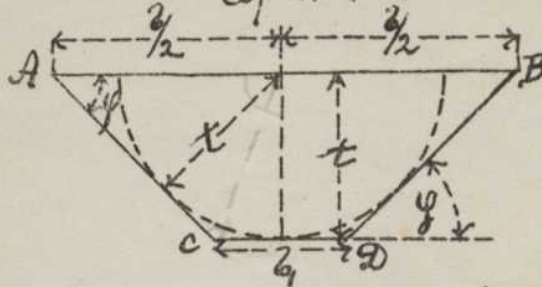
Черт. 63н



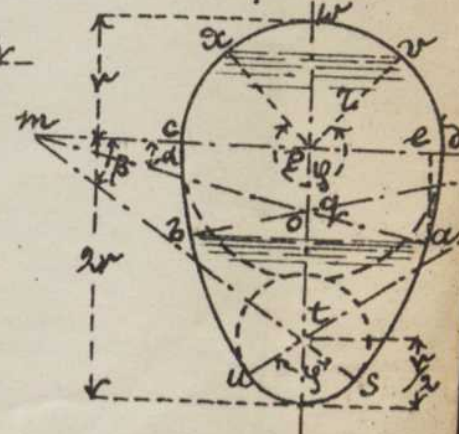
Черт. 65н



Черт. 64н

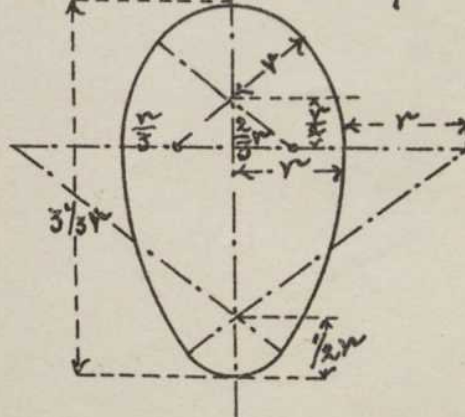


Черт. 66н

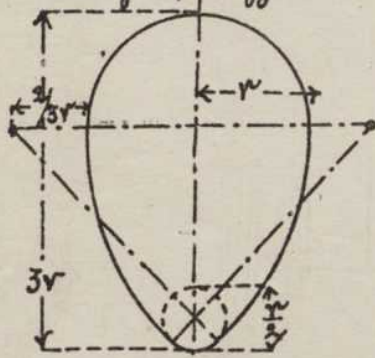


Черт. 68н

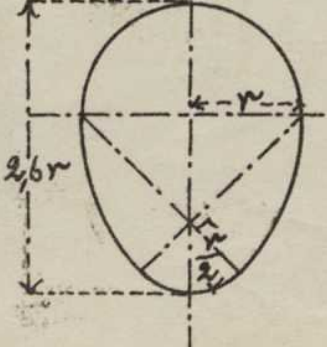
Лондон, Париж, Берлин, Москва



Черт. 67н
Лондон, Москва

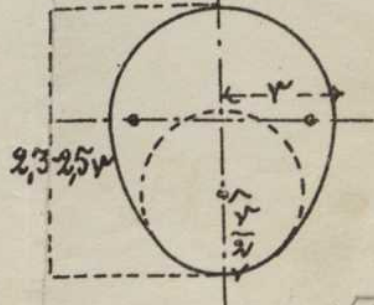


Черт. 69н
Лондон



Черт. 70н

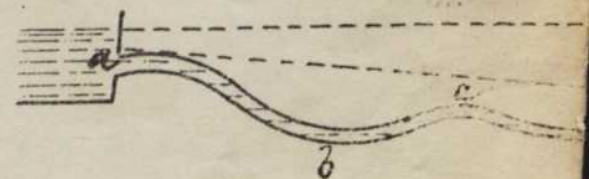
Варшава, Мюнхен



Черт. 71н



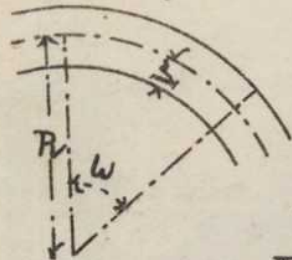
Черт. 72н



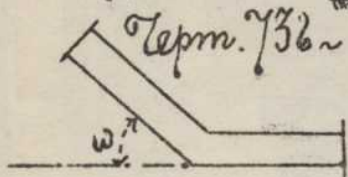
$$v = c \sqrt{R J}; \quad c = \frac{100 \sqrt{R}}{6 + \sqrt{R}}$$

Мастерская 7н

Черм. 73а



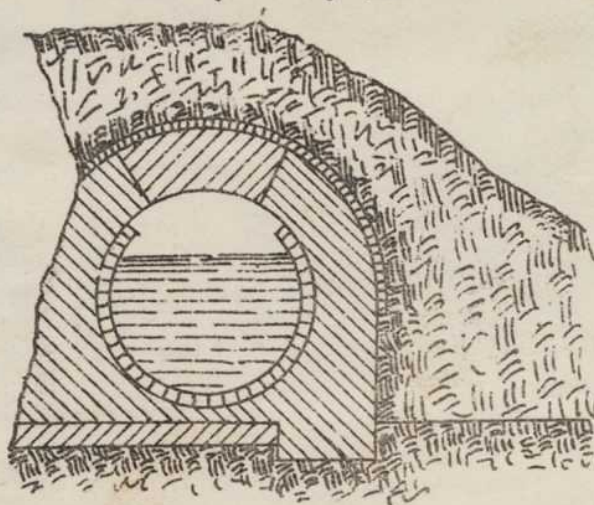
Черм. 73б



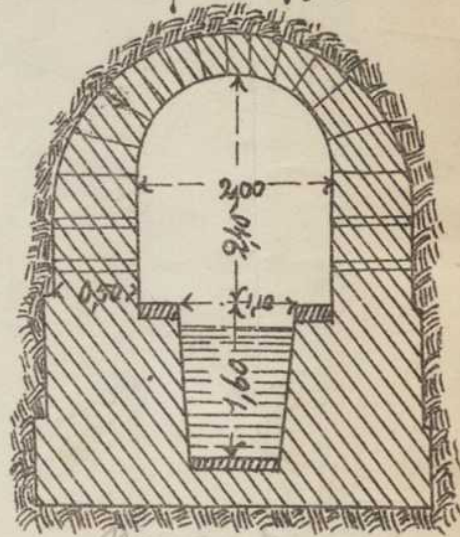
Черм. 76н



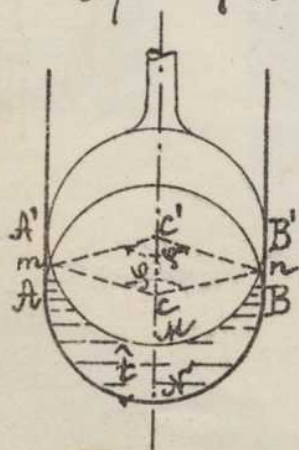
Черм. 77н



Черм. 79н



Черм. 74н

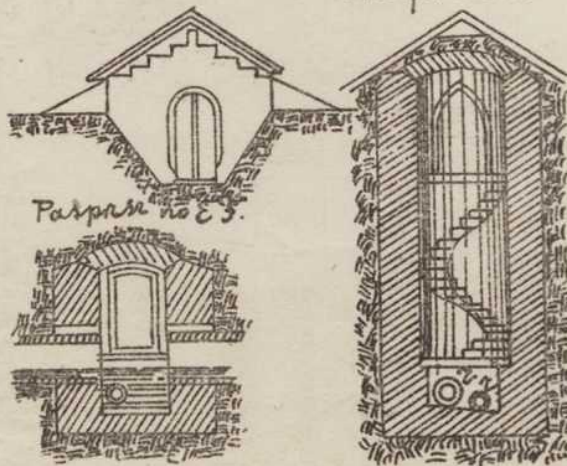


Черм 75н

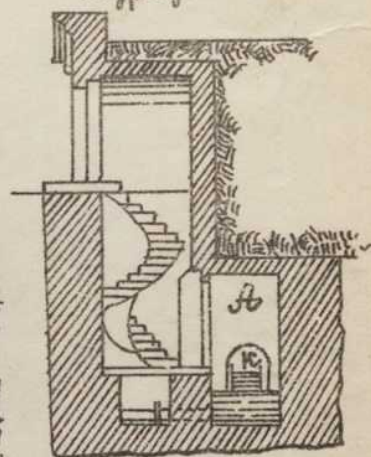


Черм. 81н

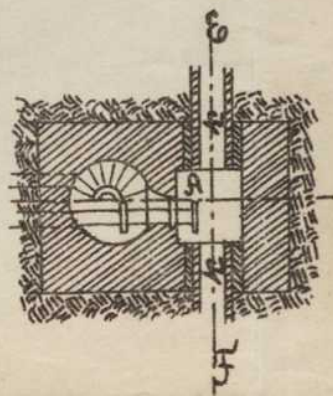
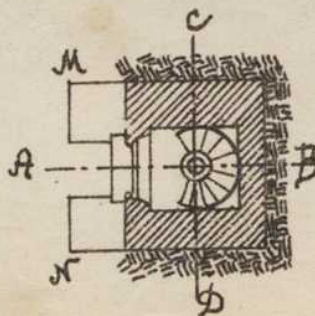
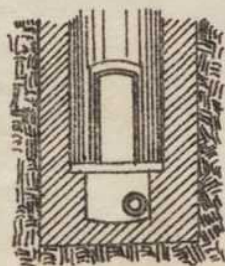
Разрез по АА' Разрез по ВВ'



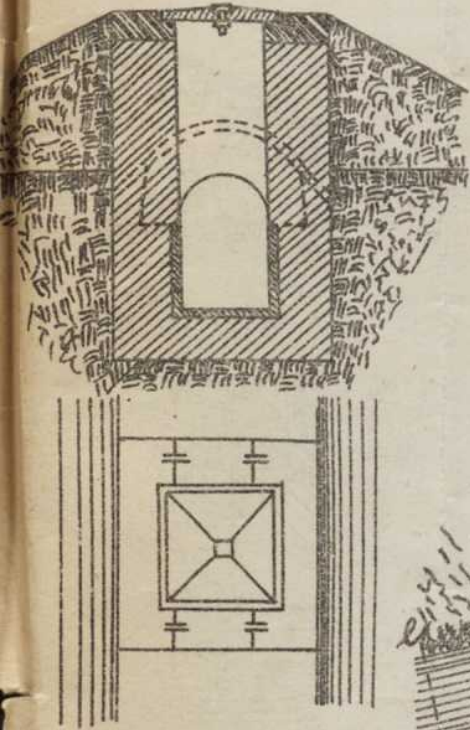
Разрез по СС'



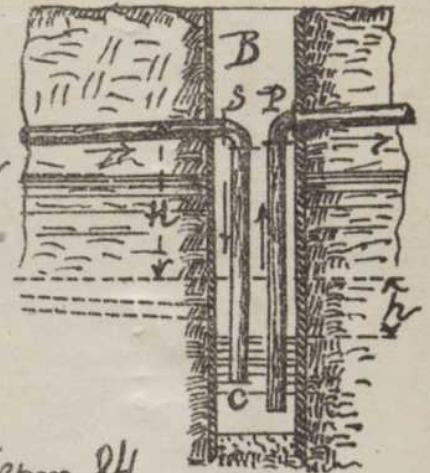
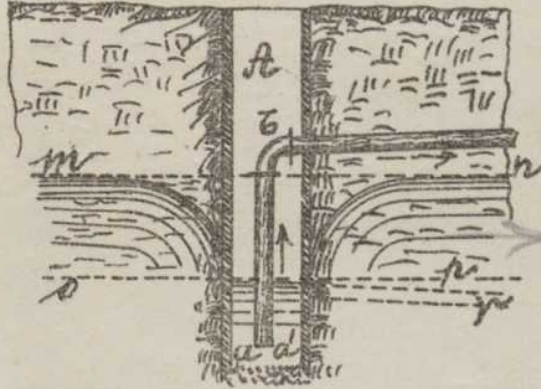
Черм. 78н



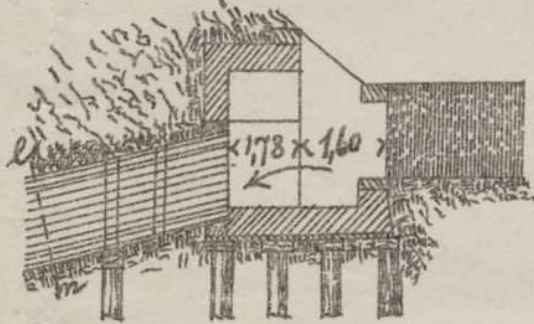
Терм. 80н



Терм. 85н

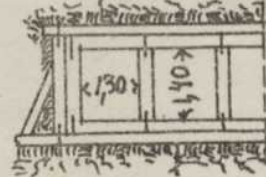


Терм. 83н

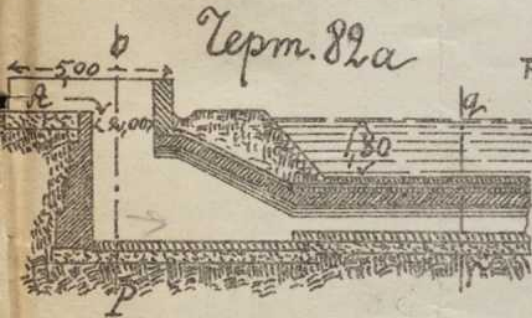


Терм. 84н

Распределение



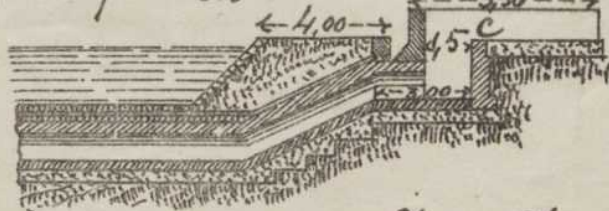
Терм. 82а



Терм. 82б



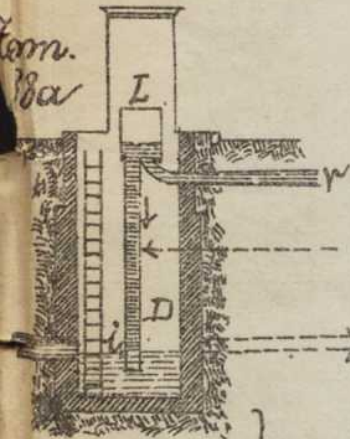
Терм. 82а



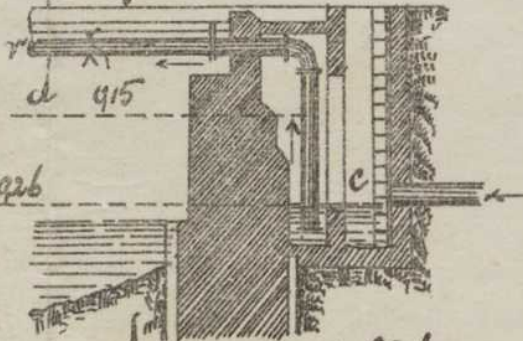
Терм. 82с



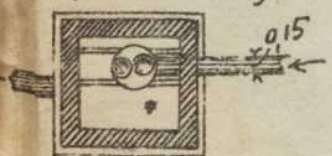
Терм. 88а



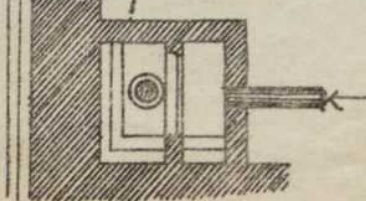
Терм. 88б



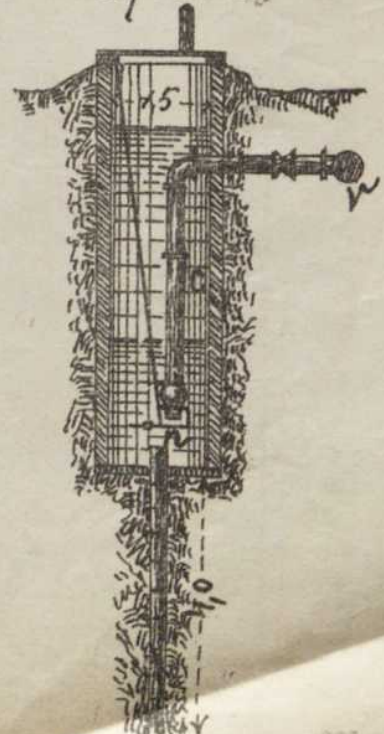
Терм. 88с



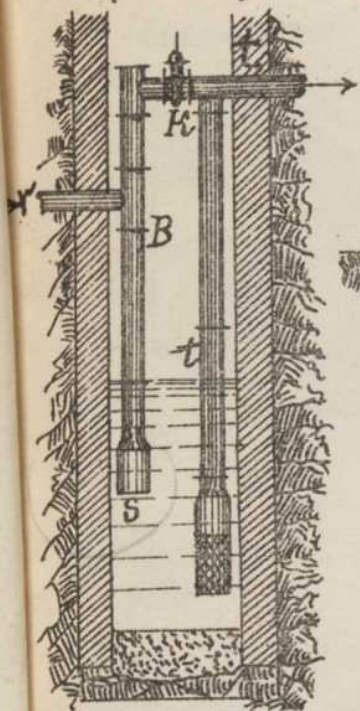
Терм. 88д



Терм. 86н



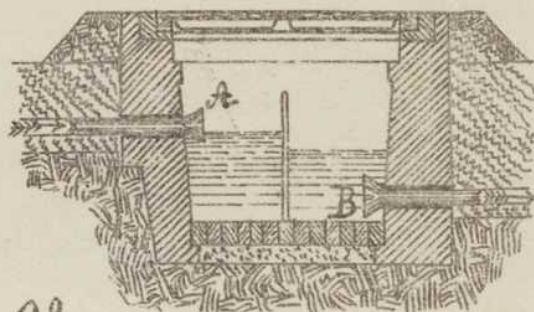
Терм. 87_н



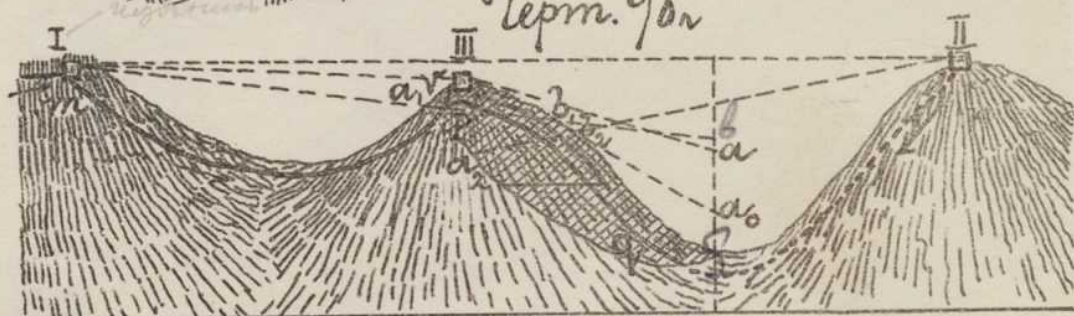
Терм. 90_н



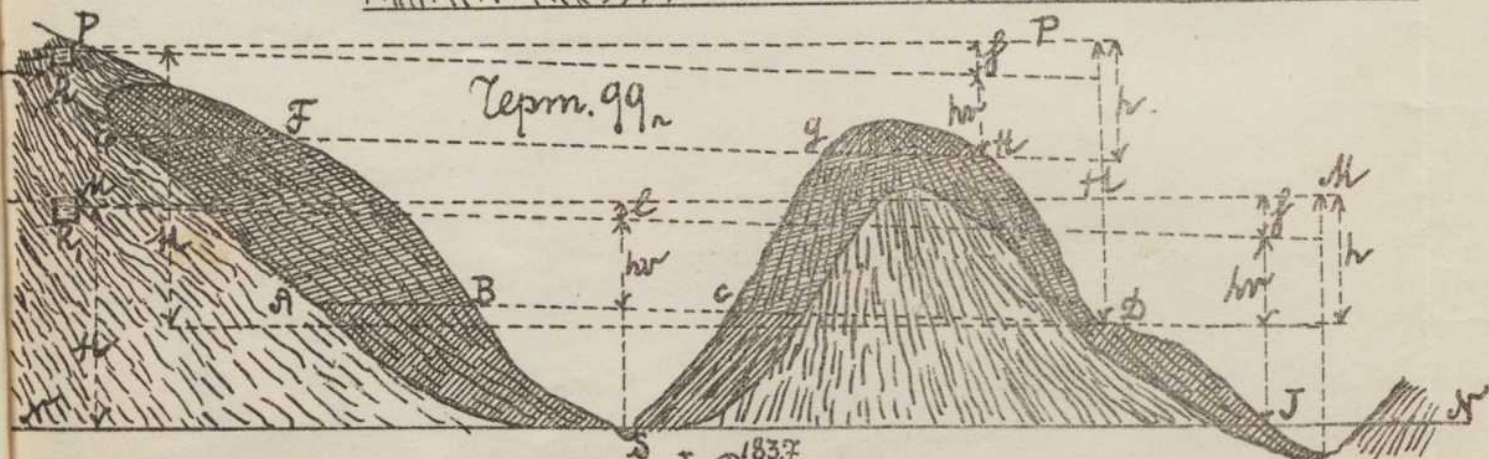
Терм. 91_н



Терм. 98_н

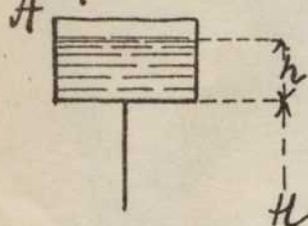


Терм. 99_н

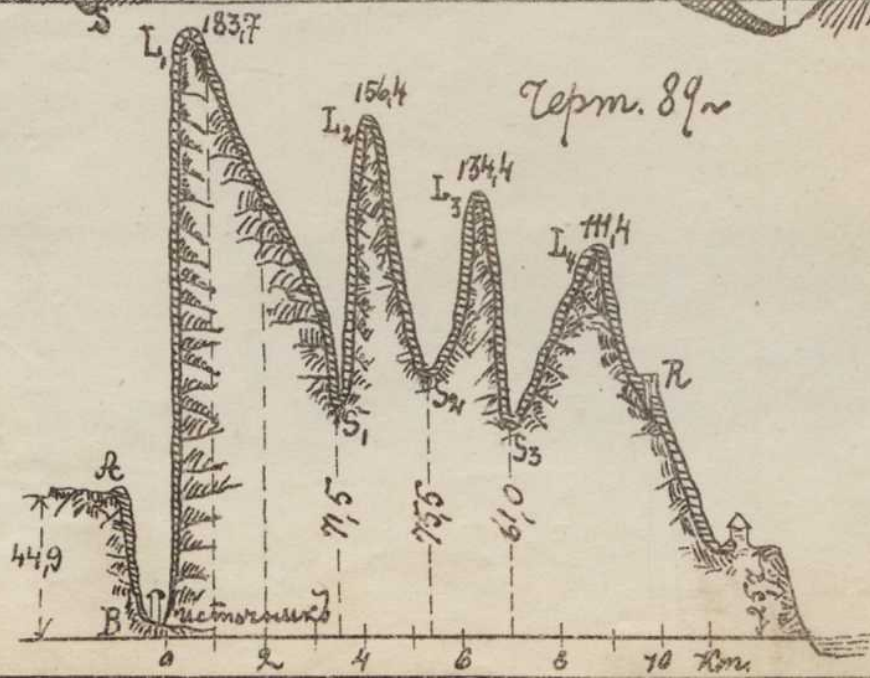


Терм. 89_н

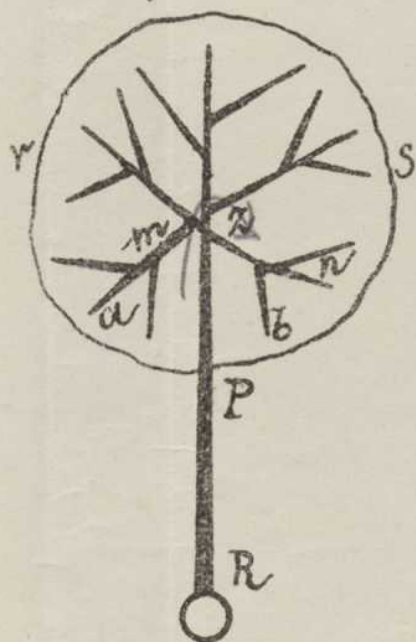
Терм. 106_н



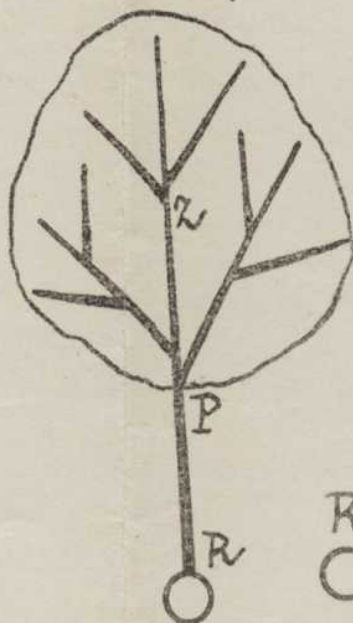
Корпусомъ вращиванія



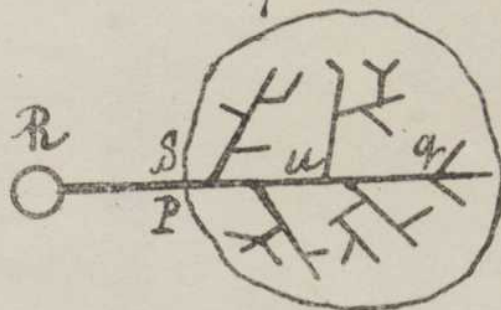
Терм. 92_n



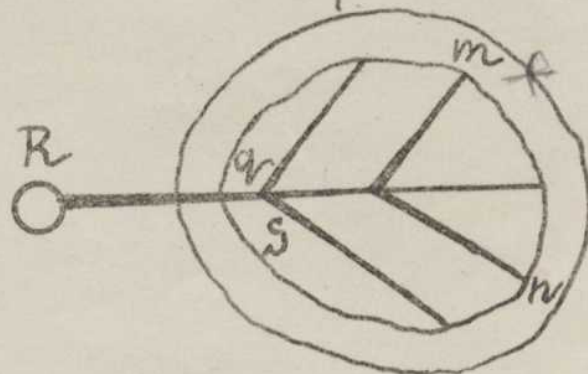
Терм. 93_n



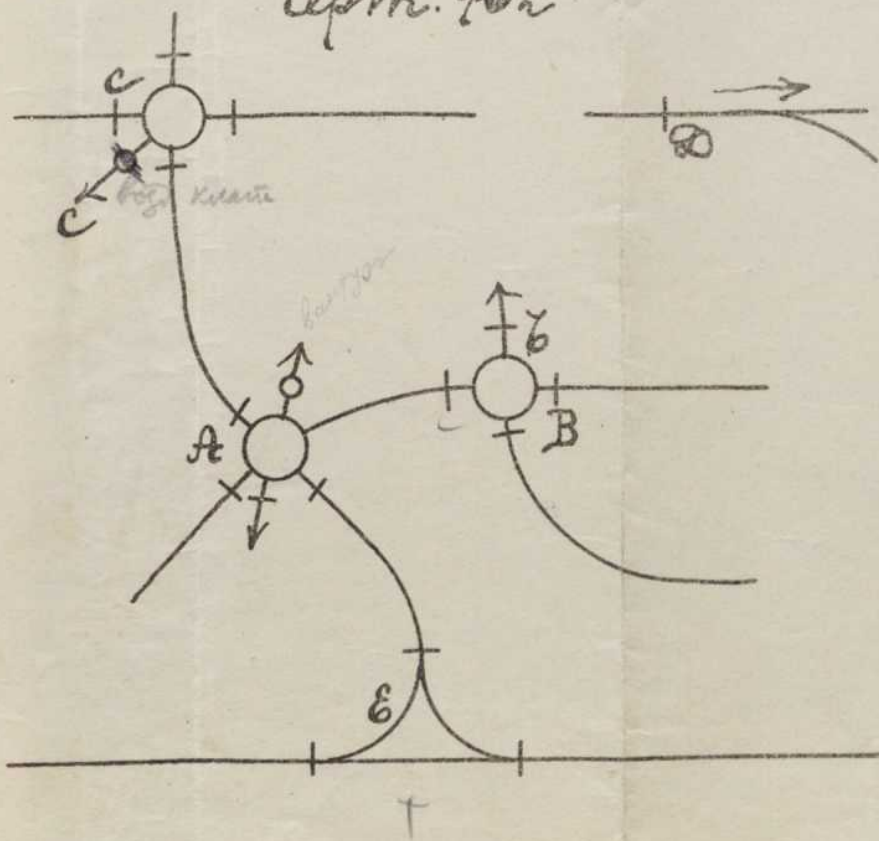
Терм. 94_n



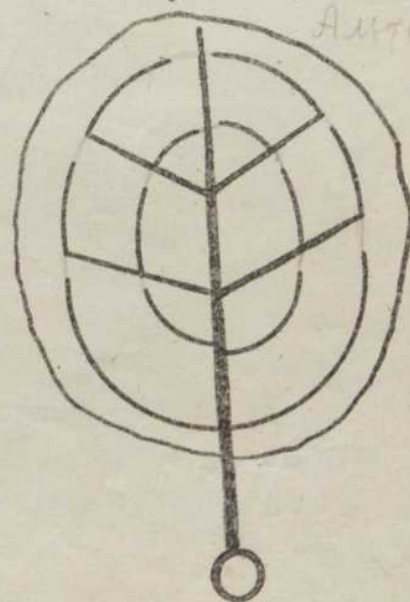
Терм. 95_n

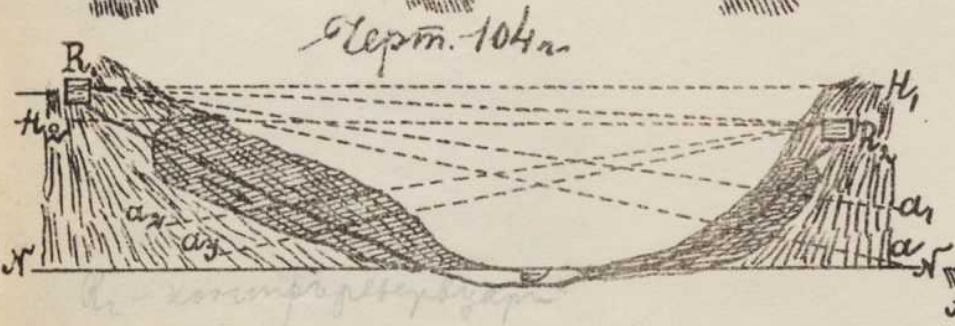
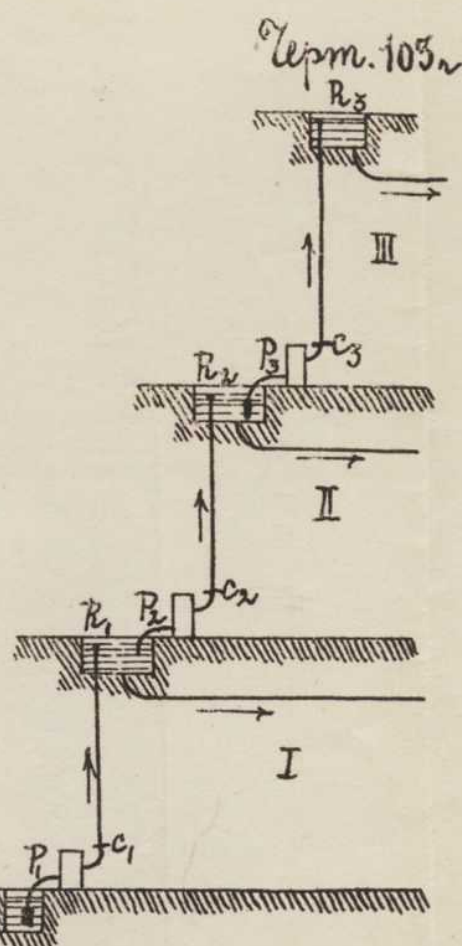
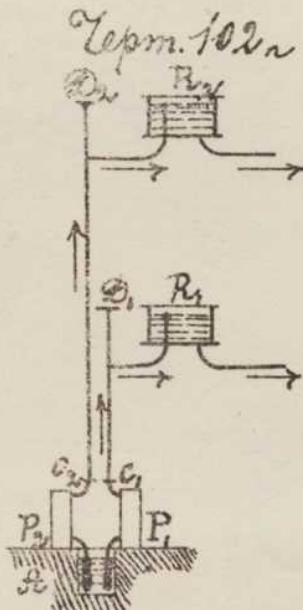
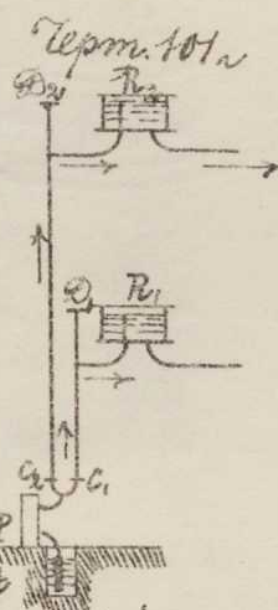
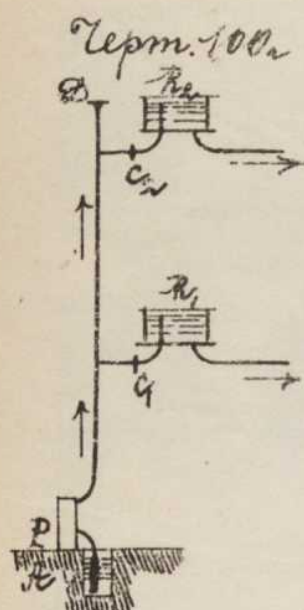


Терм. 96_n

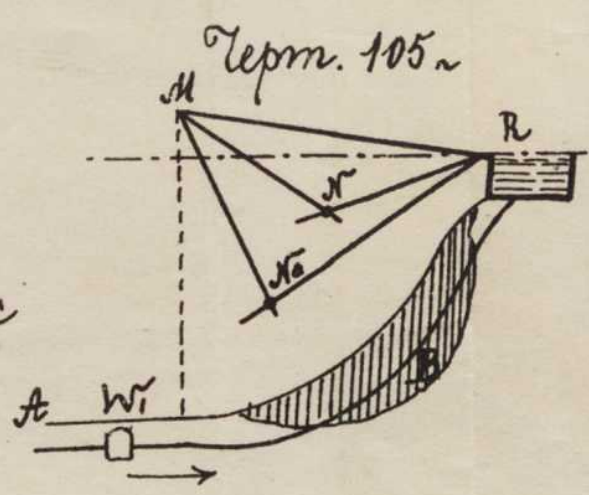
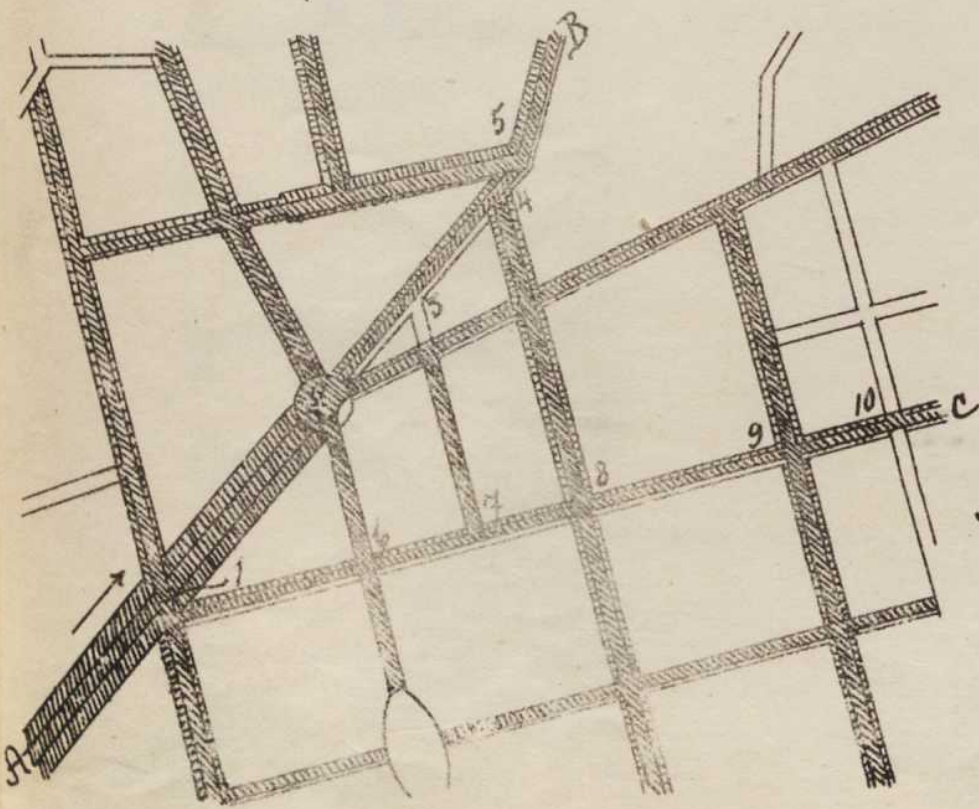


Терм. 97_n





Черт. 107_н



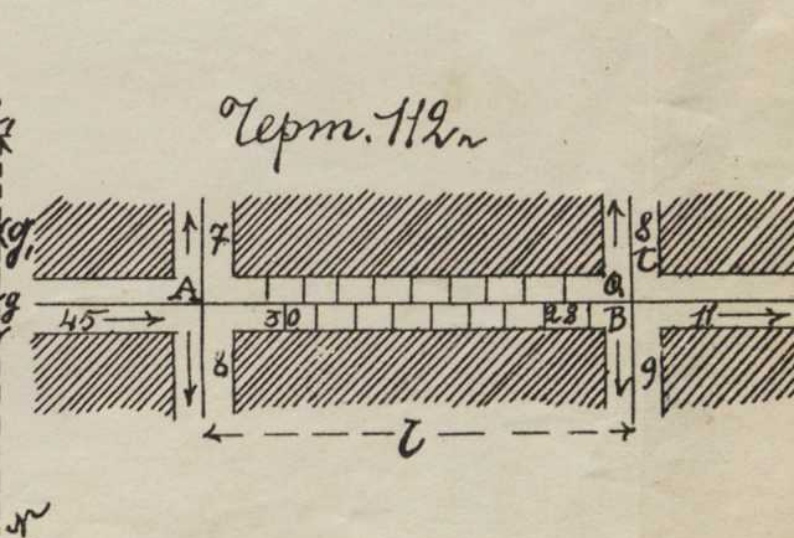
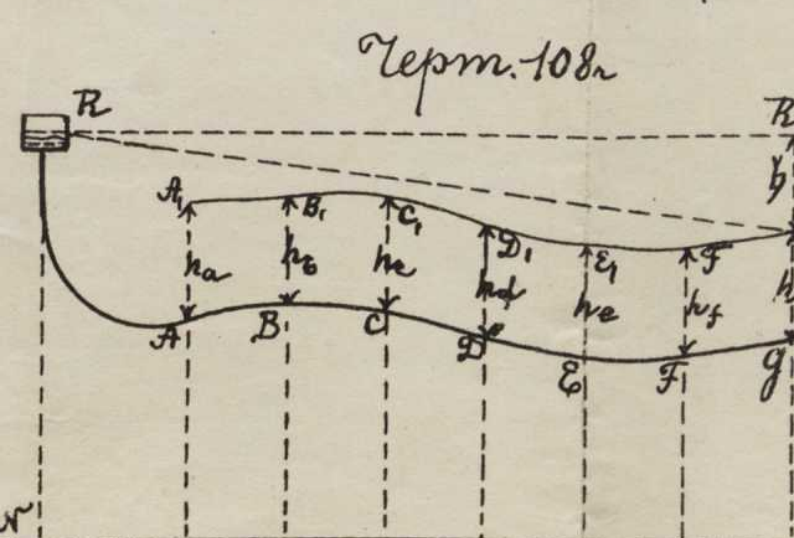
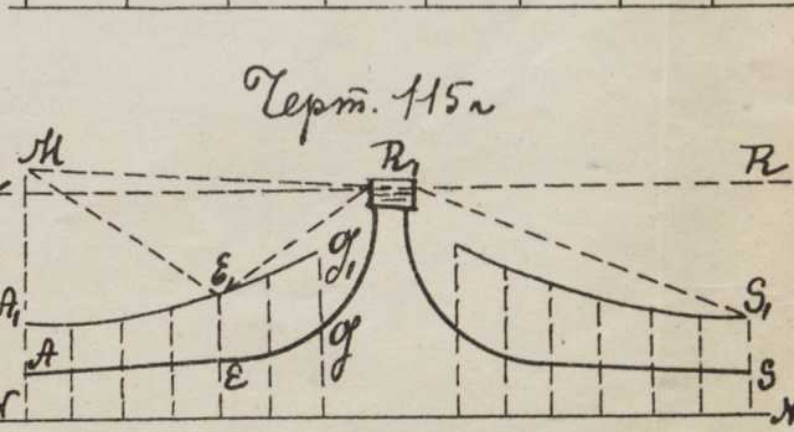
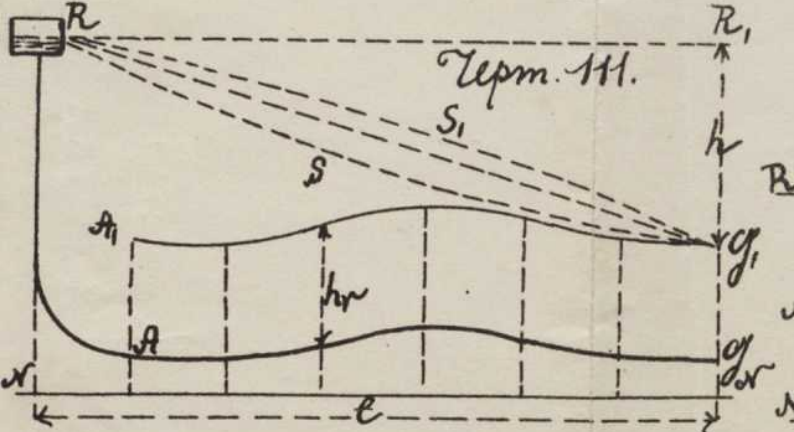
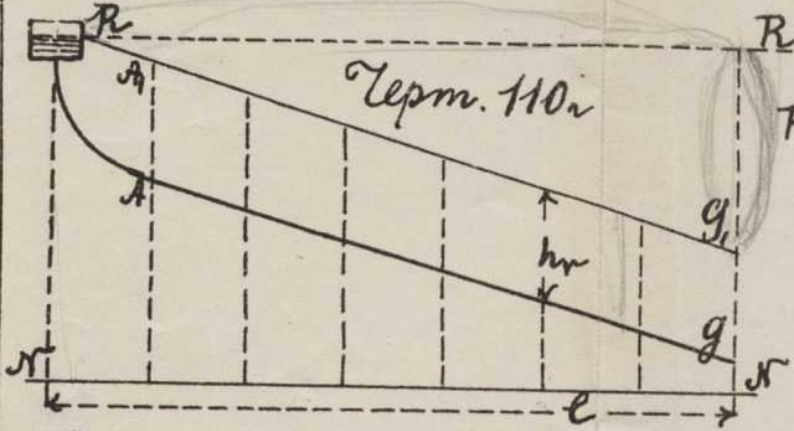
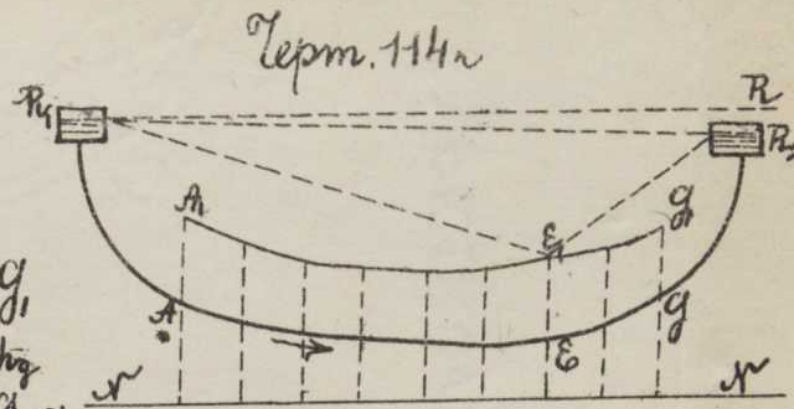
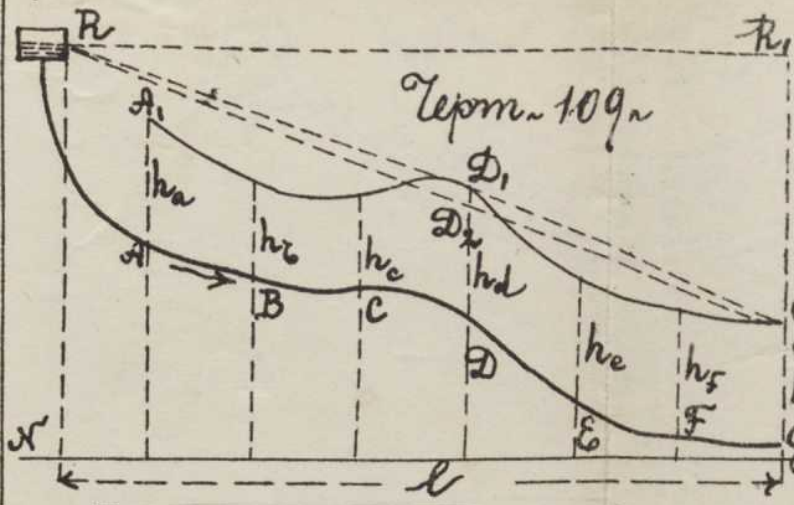
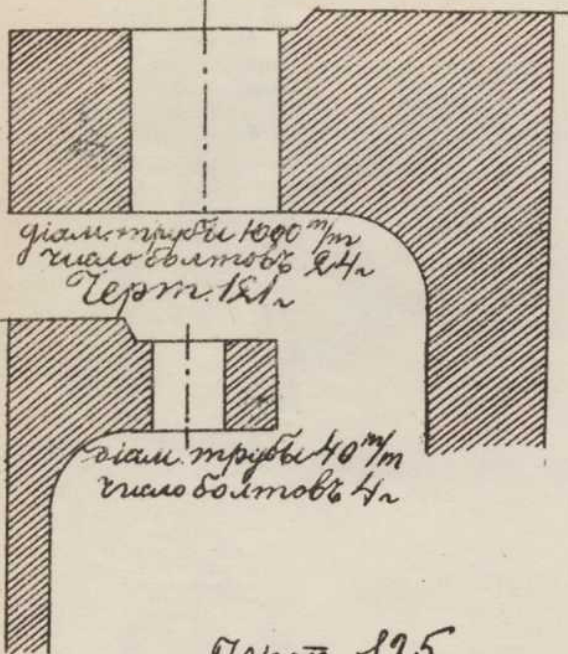


Таблица 10.

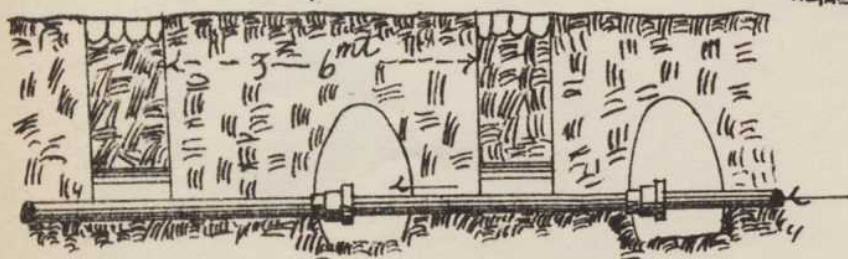
Сертм. 1202



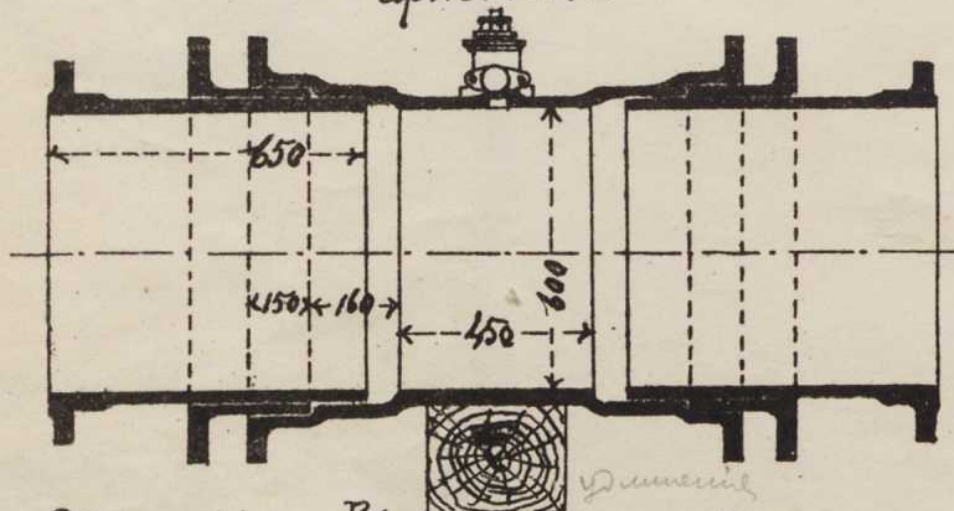
гидр. м. п. 1000 м
и мало воды 24
Терм. 24

Кол-во трыбы 40 м
веса болтов 42

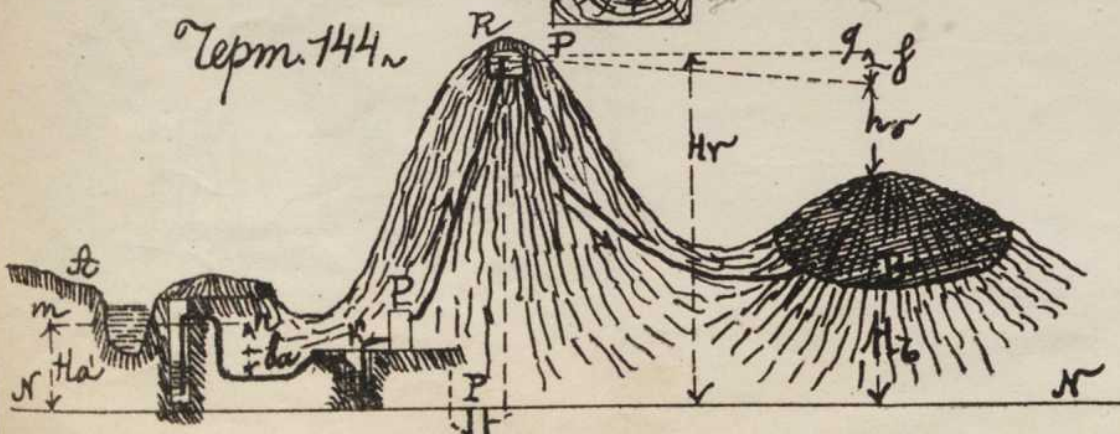
Серия. 125.



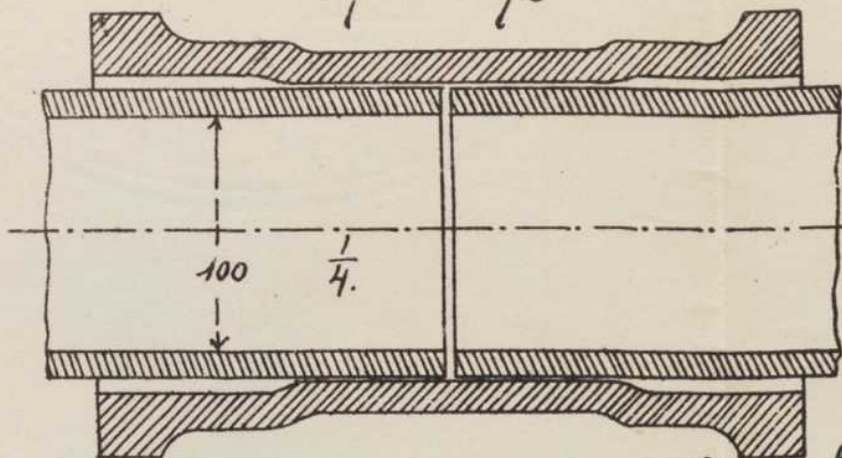
Sept. 1242



Sept. 144~



Sept. 11th 92



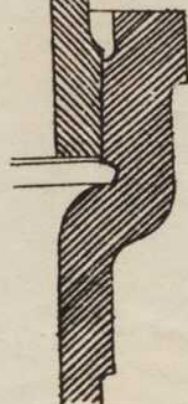
Тепл. Ал

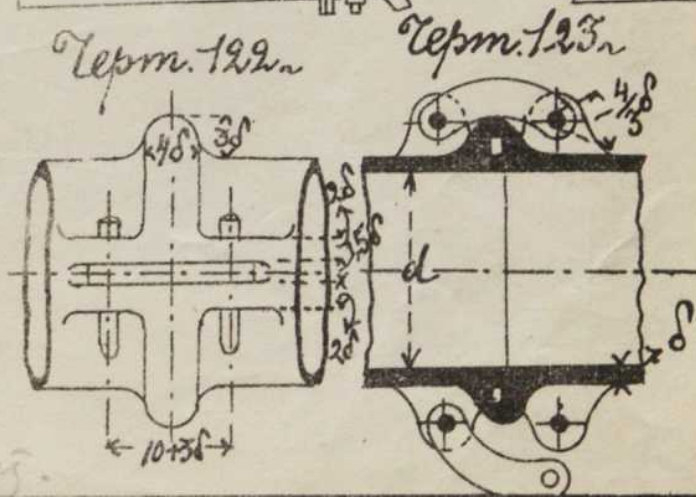
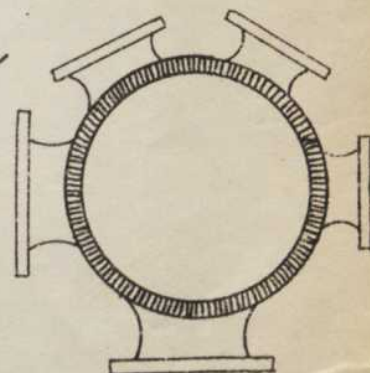
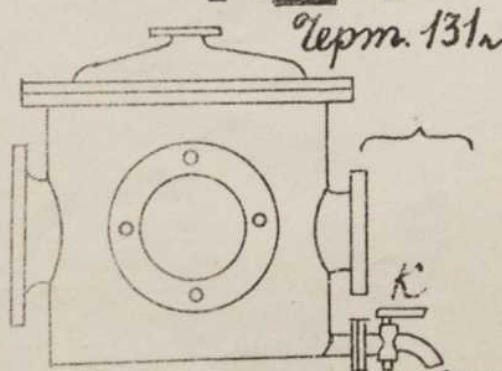
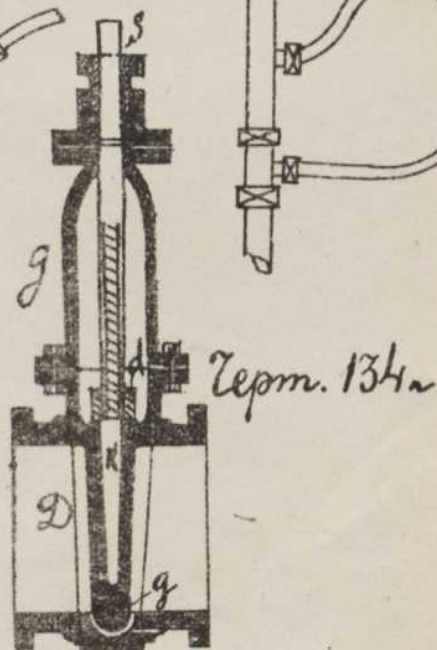
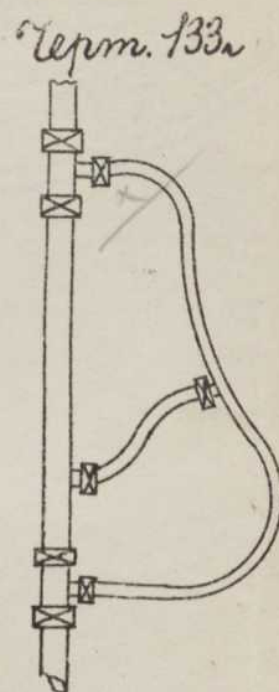
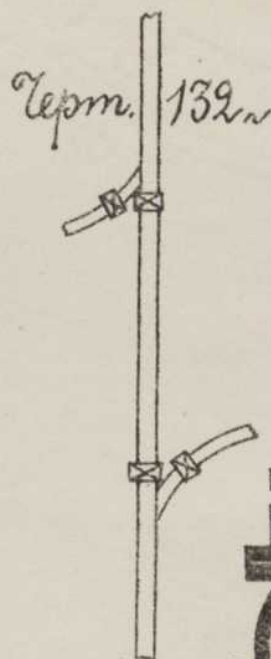
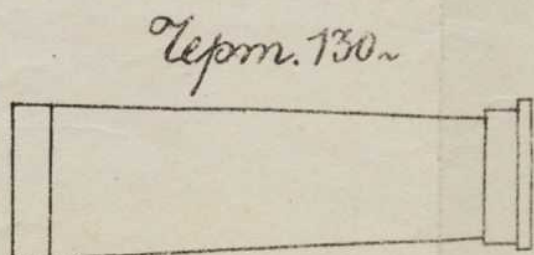
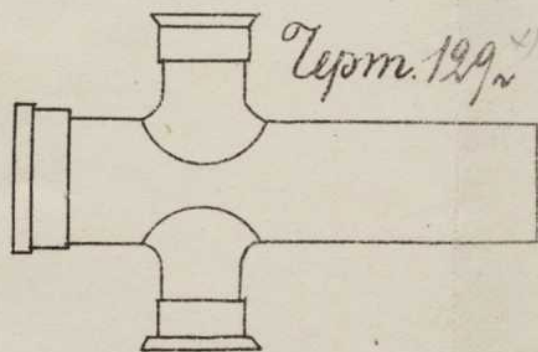
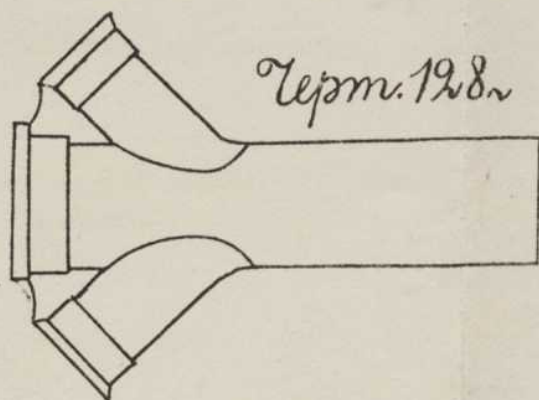
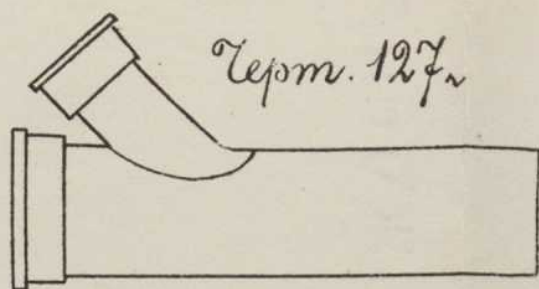


Sept. 117.

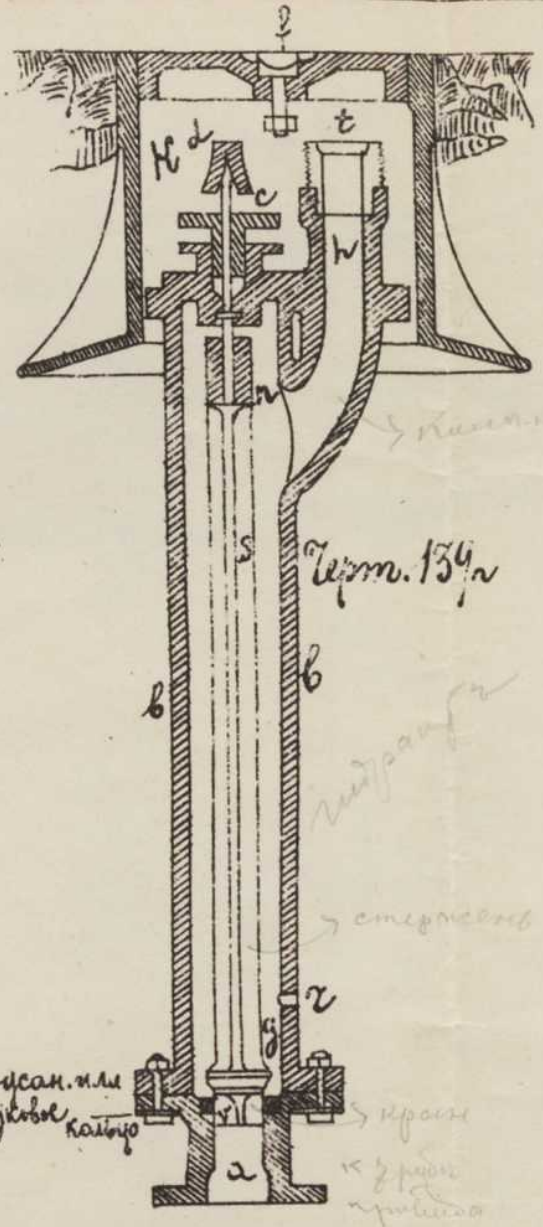
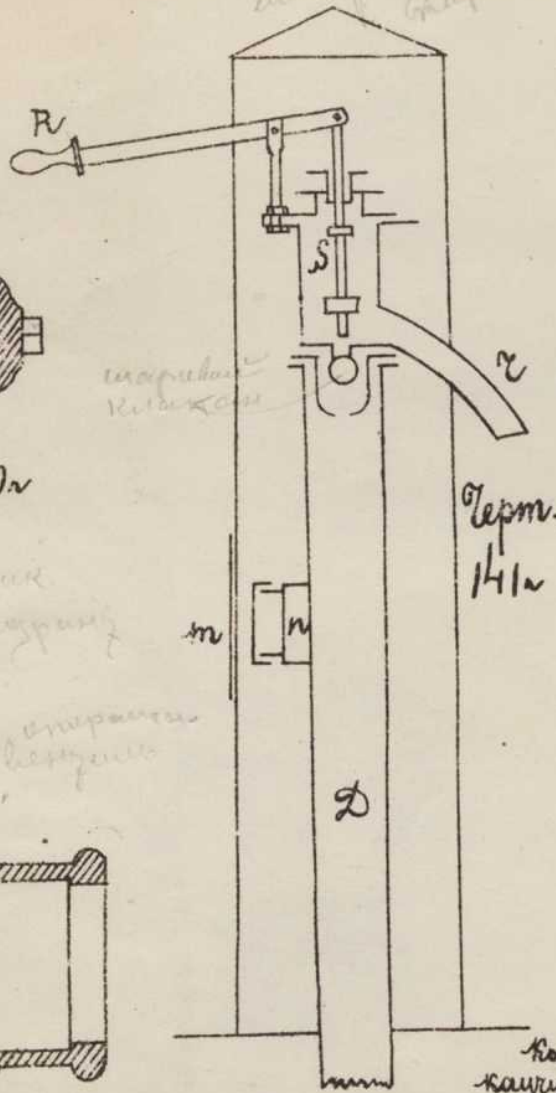
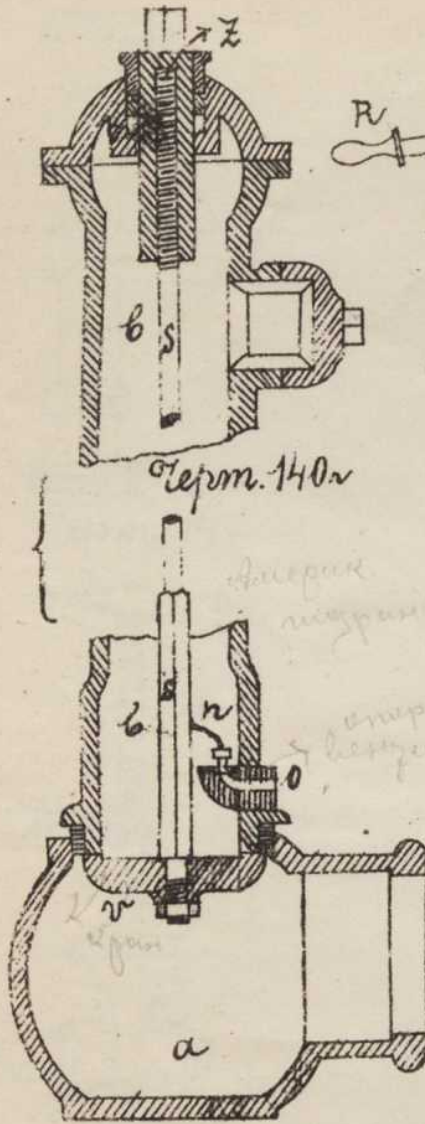


Sept. 118.

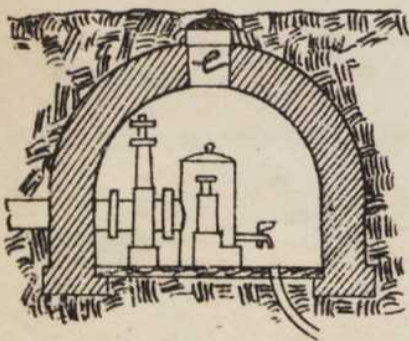




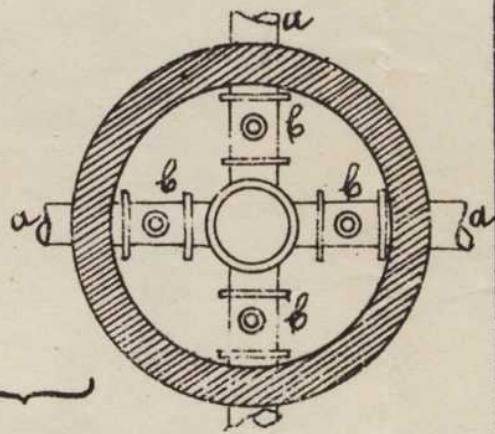
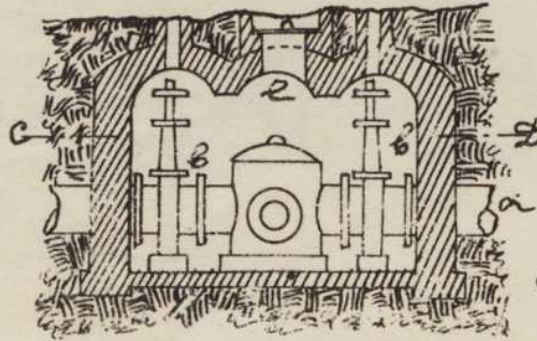
Страница 14



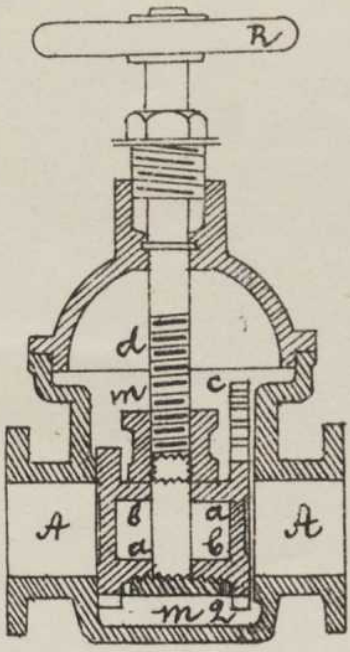
Терм. 137



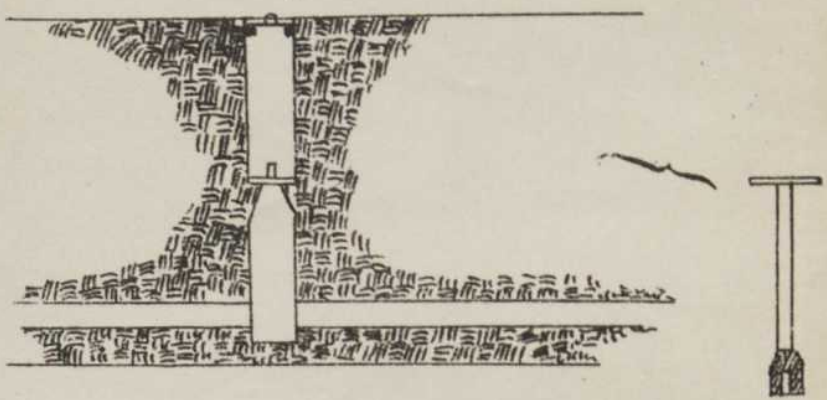
Терм. 137



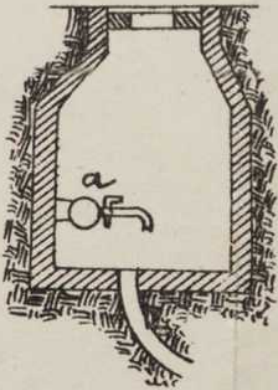
Черм. 135_н



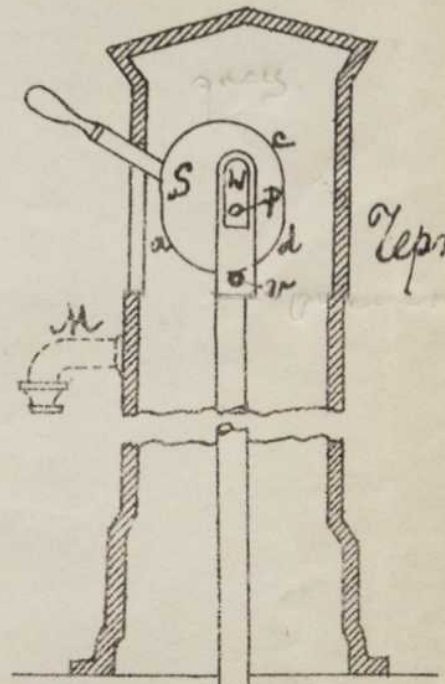
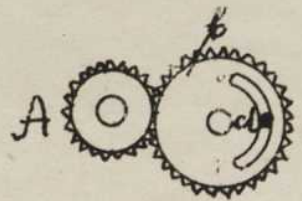
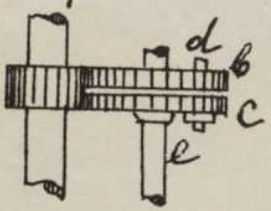
Черм. 136_н



Черм. 145_н

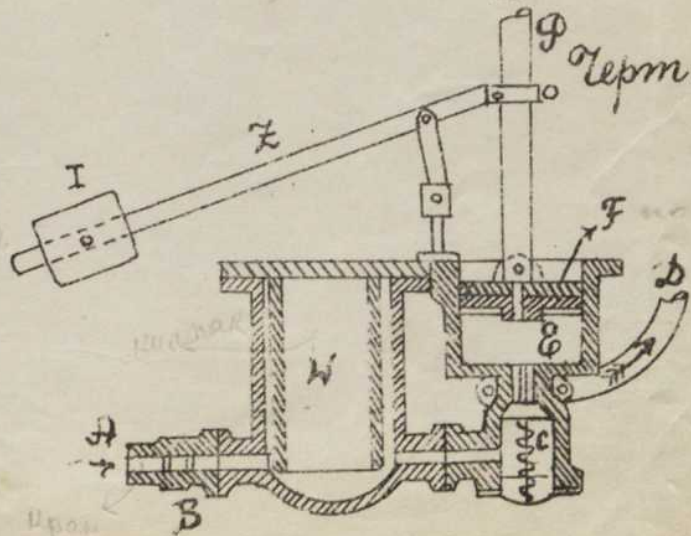


Черм. 138_н



Черм. 142

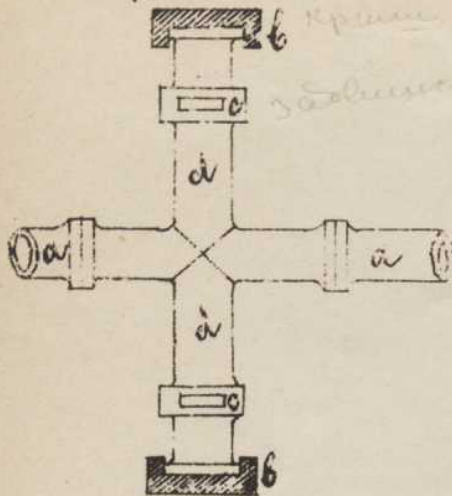
Черм. 143_н



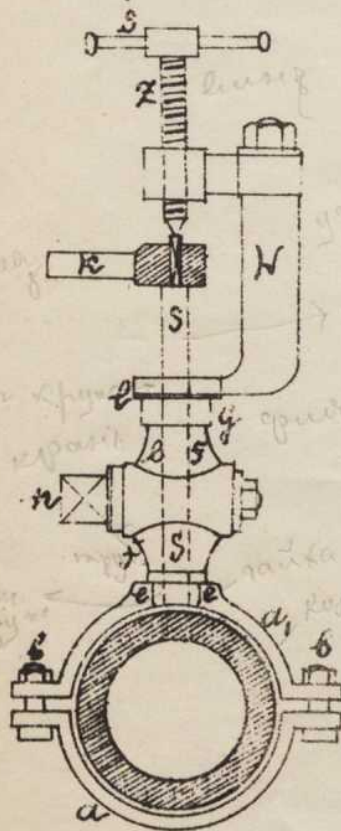
Нормативы для проектирования

Труба 12

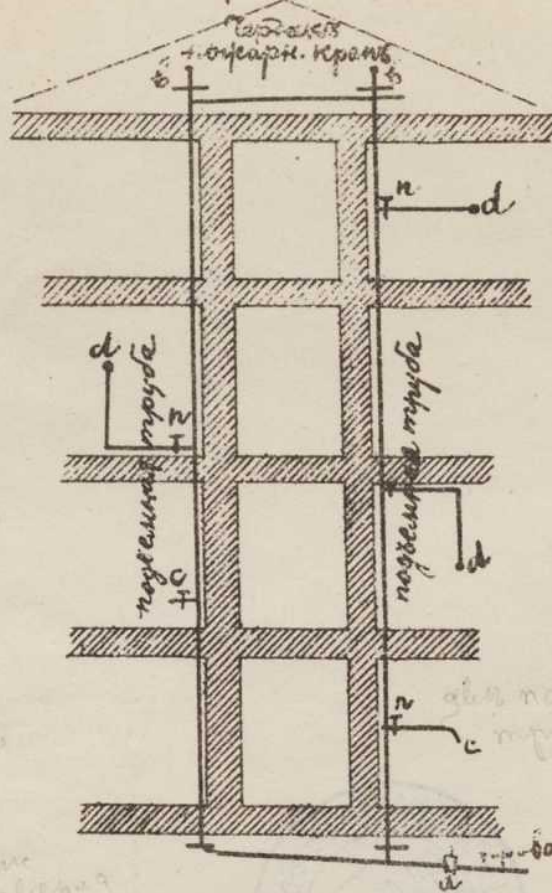
Черм. 146



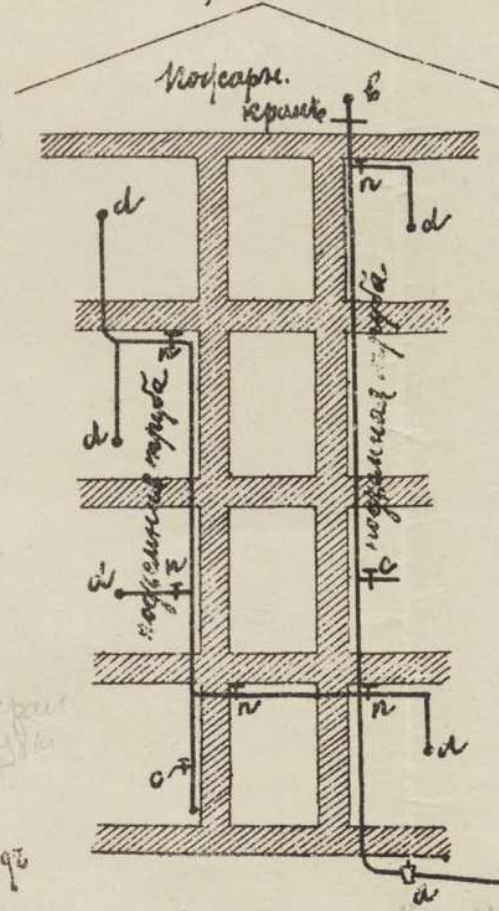
Черм. 147



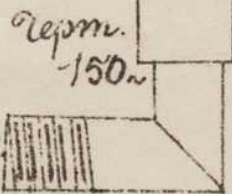
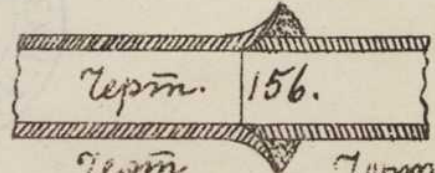
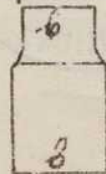
Черм. 149



Черм. 148



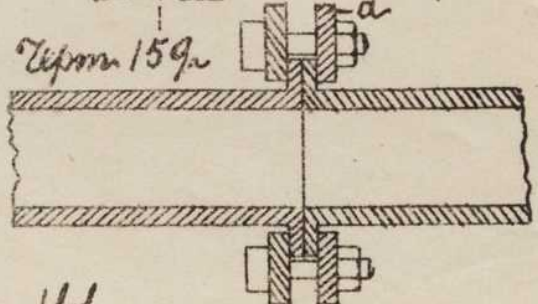
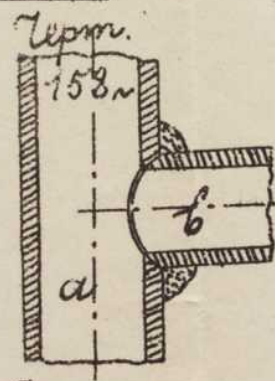
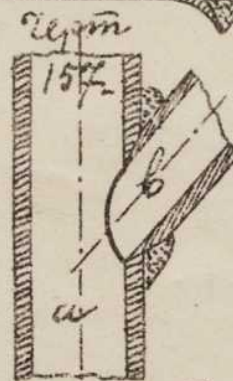
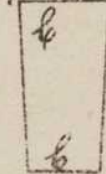
Черм. 155



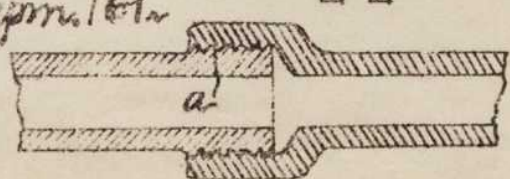
Черм. 151



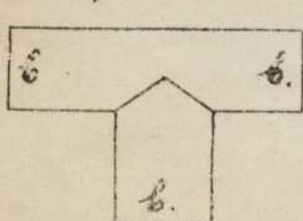
Черм. 154



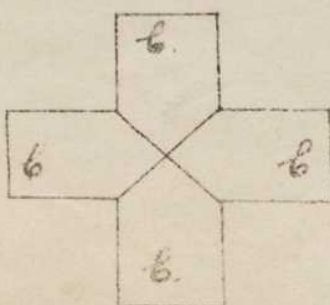
Черм. 161



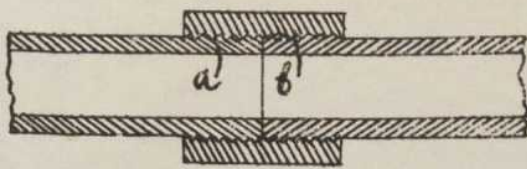
Черм. 152



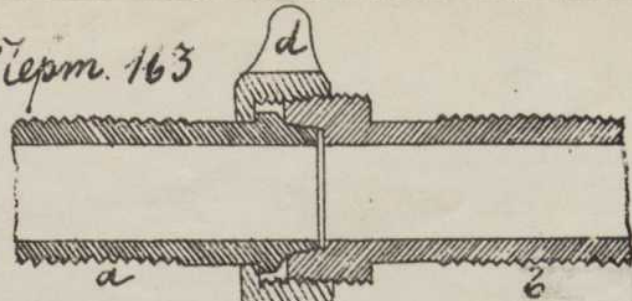
Черм. 153



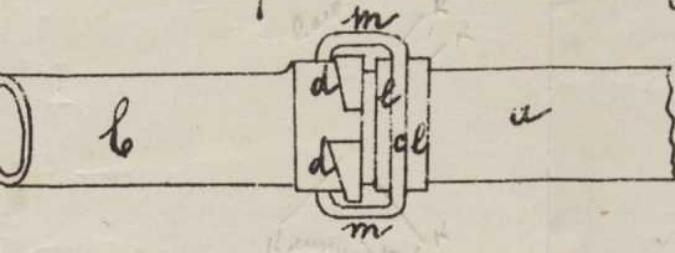
Терм. 162_н



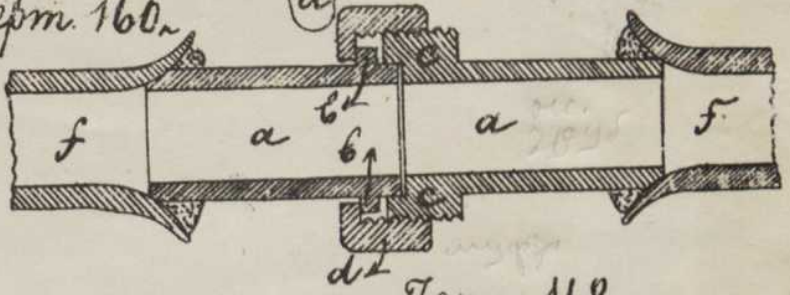
Терм. 163



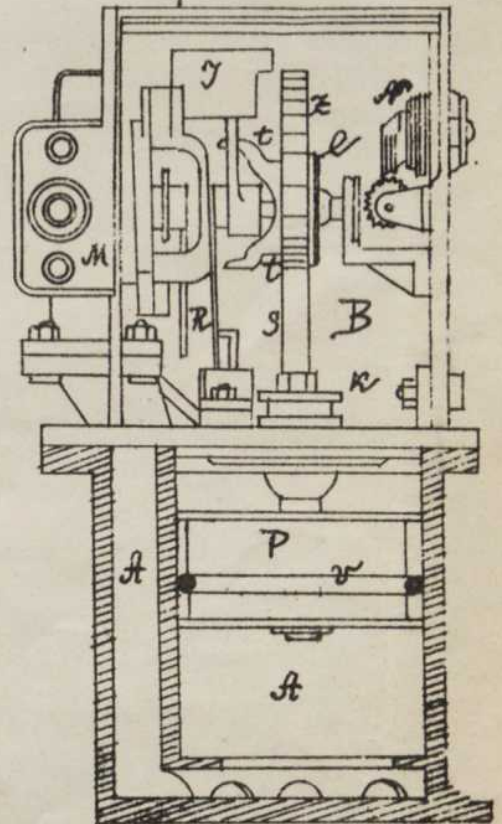
Терм. 164_н



Терм. 160_н



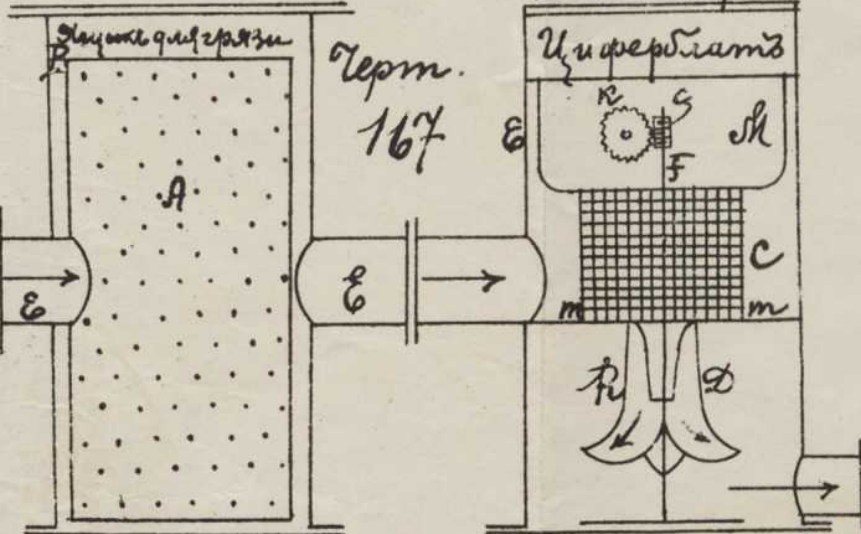
Терм. 168_н



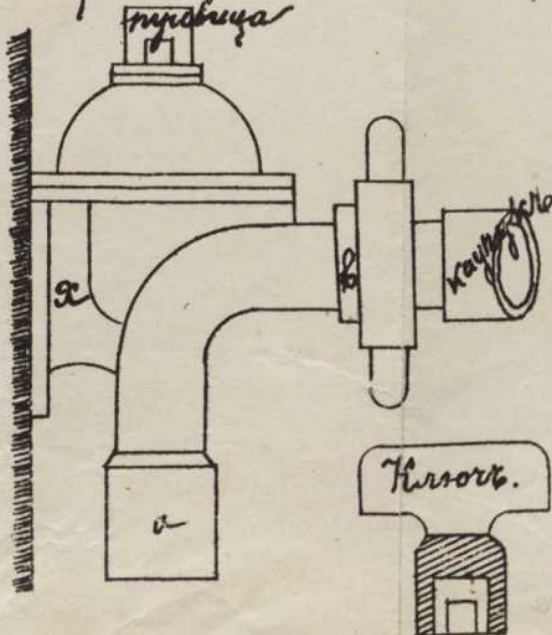
Водомотор

Удверблани

Терм. 167



Терм. 166_н



Терм. 165_н

