

626  
Б-44

Б-44



БЭЛЬСКИЙ

БРЕЖНЕВ

ПРОТЕХНИКА

МОТИВЫ

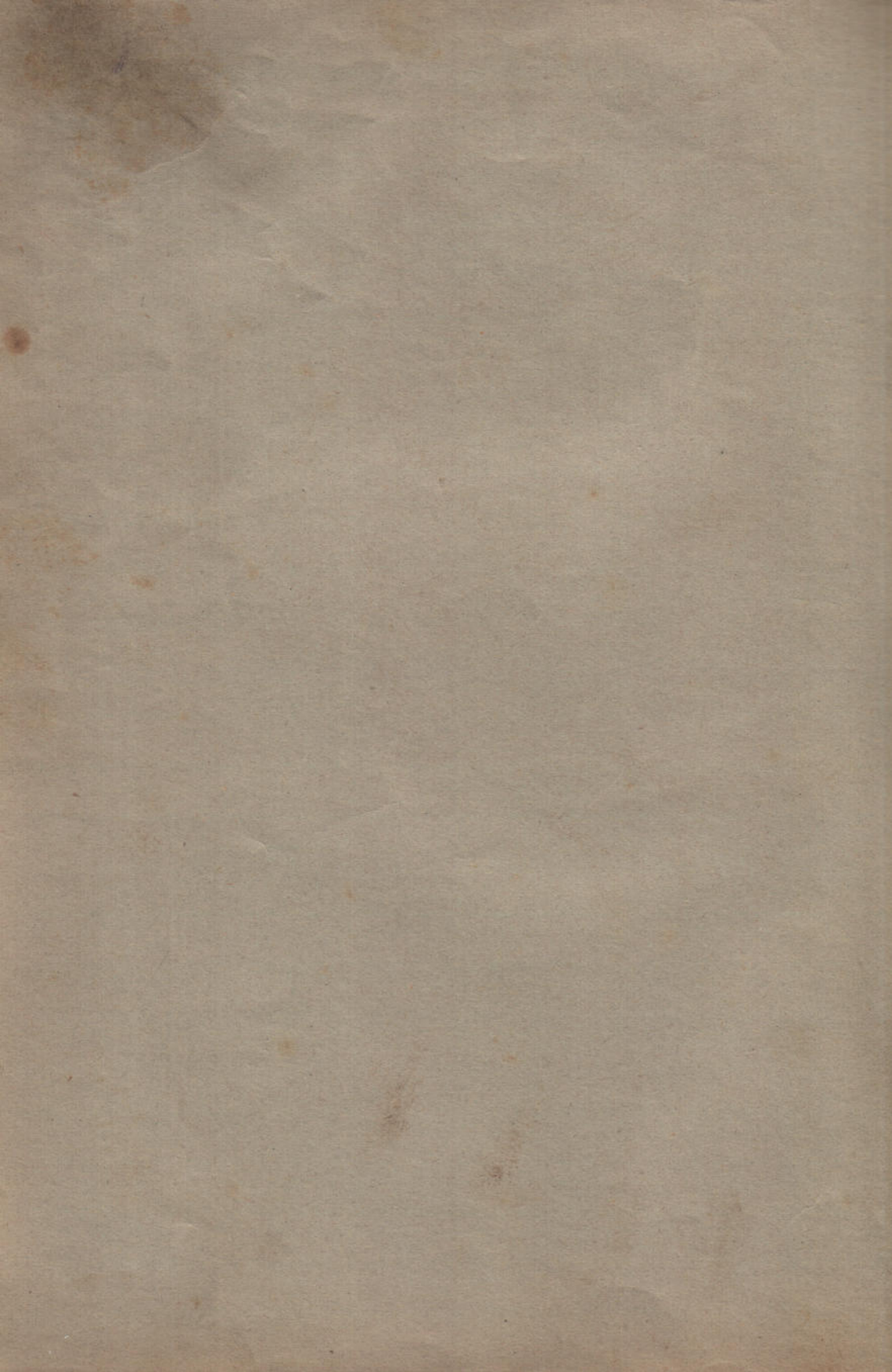
1195

11.0



1833







21



СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ

Гидротехника.



162



Vertical purple ink smudges and marks along the right edge of the page.



17

*Мелроуичу*

626  
8-44

СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ

# ГИДРОТЕХНИКА.

*с/а*

КРАТКІЙ ПРАКТИЧЕСКІЙ КУРСЪ.



1833

Гидротехнический  
Институт в Казани

Составилъ А. В. БѢЛЬСКІЙ.

V

Съ 262 чертежами въ текстѣ.

проверено  
1896 г.



Книжный Магазинъ  
В. А. ПРОСЯНИЧЕНКО  
Кіевъ.

0

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ИЗДАНИЕ А. Ф. ДЕВРІЕНА.

1911.

И





# ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТР.
Предисловіе . . . . .	V
<b>Глава I.</b> Водоснабженіе . . . . .	1
§ 1. Переѣщеніе воды канавами . . . . .	1
§ 2. Переѣщеніе воды трубами (Водопроводъ) . . . . .	16
<b>Глава II.</b> Обводненіе . . . . .	30
§ 1. Каптажъ ключевой воды . . . . .	31
§ 2. Колодцы . . . . .	34
а—развѣдка грунта . . . . .	34
б—обыкновенные . . . . .	44
в—очистка воды . . . . .	52
г—трубчатые . . . . .	54
§ 3. Водохранилища . . . . .	61
Водосливъ . . . . .	74
Водоспускъ . . . . .	87
Уходъ за водохранилищемъ . . . . .	102
Прудовые колодцы . . . . .	105
<b>Глава III.</b> Орошеніе . . . . .	107
§ 1. Отводъ воды изъ рѣкъ . . . . .	109
§ 2. Перемычки . . . . .	115
§ 3. Главный ирригаціонный каналъ . . . . .	117
§ 4. Трубчатые водоспуски . . . . .	121
§ 5. Постоянная оросительная сѣть . . . . .	126
§ 6. Системы орошенія . . . . .	131
Орошеніе затопленіемъ . . . . .	131
Орошеніе разливомъ или напускомъ . . . . .	135
Орошеніе инфильтраціей . . . . .	137
Орошеніе садовъ . . . . .	138
Орошеніе двускатными гребнями . . . . .	139
§ 7. Производство орошенія . . . . .	140
§ 8. Кяризы . . . . .	144
<b>Глава IV.</b> Осушеніе . . . . .	146
§ 1. Заблачиваніе почвы . . . . .	146
§ 2. Осушеніе открытыми канавами . . . . .	148
§ 3. Осушеніе закрытыми канавами (дренажъ) . . . . .	155
§ 4. Вертикальный дренажъ . . . . .	168
§ 5. Механическій водоотливъ . . . . .	169
§ 6. Регулированіе рѣчекъ . . . . .	170



Глава V.	Укрѣпленіе овраговъ . . . . .	172
§ 1.	Задержаніе воды на пути къ оврагу . . . . .	174
§ 2.	Укрѣпленіе вершины оврага . . . . .	175
	А. Струеотводныя сооруженія . . . . .	176
	В. { а Террасы . . . . .	177
	{ в Лотки . . . . .	181
§ 3.	Укрѣпленіе ложа . . . . .	187
§ 4.	Укрѣпленіе скатовъ . . . . .	192
Глава VI.	Гидравлическіе двигатели . . . . .	194
§ 1.	Механическая работа воды . . . . .	194
§ 2.	Гидравлическія колеса . . . . .	197
	Подливное колесо . . . . .	198
	Колесо Понселе . . . . .	200
	Наливныя колеса . . . . .	202
§ 3.	Турбины . . . . .	206
§ 4.	Водоподъемныя машины . . . . .	213
	Самодѣйствующее колесо . . . . .	214
	Болгарскій чигирь . . . . .	215
	Саратовскій чигирь . . . . .	215
	Норія . . . . .	217
	Четочникъ . . . . .	218
	Архимедовъ винтъ . . . . .	219
	Поршневые насосы . . . . .	220
	Центробѣжныя насосы . . . . .	239
	Гидравлическій таранъ . . . . .	242
	Приложеніе . . . . .	250
	Источники, послужившіе руководствомъ при составленіи этой книги . . . . .	257
	Списокъ замѣченныхъ опечатокъ . . . . .	259



## Предисловіе.

Предметъ настоящей книги составляютъ тѣ устройства и сооруженія, которыя имѣютъ цѣлью управление водою для нуждъ сельскаго хозяйства.

Область гидротехники чрезвычайно обширна; всѣ сооруженія, имѣющія дѣло съ водою, начиная отъ маленькой оросительной канавки, до многоверстныхъ судоходныхъ каналовъ и колоссальныхъ портовыхъ сооружений—все это дѣло гидротехническаго искусства. Специально сельско-хозяйственно-гидротехническихъ сооружений нѣтъ, и плотины, каналы, водоподъемники, колодцы не-являются исключительно деревенскими сооруженіями, но къ области сельско-хозяйственной гидротехники отнесены только тѣ сооруженія, которыя строятся въ цѣляхъ осуществленія тѣхъ или другихъ сельско-хозяйственныхъ задачъ и мѣропріятій.

Въ русской технической литературѣ есть немало сочиненій, въ которыхъ съ большою обстоятельностью разработаны вопросы по разнымъ отдѣламъ гидротехническаго искусства: по плотинамъ, канавамъ, по ирригации, осушенію и пр., но нѣтъ книги гдѣ бы всѣ отдѣлы гидротехники были соединены въ сжатомъ объемѣ руководства. И тогда какъ за границей есть такія прекрасныя сочиненія какъ „Kulturtechnischer Wasserbau von A. Friedrich“ или Vogler—„Grundlehren der Kulturtechnik“ у насъ нѣтъ ничего подобнаго, приспособленнаго именно для Россіи съ присущими ей одной индивидуальными особенностями; нѣтъ курса, который являлся бы справочнымъ руководствомъ не только для техника, но служилъ бы пособіемъ и для сельскаго хозяина въ его руководствѣ несложными гидротехническими работами, безъ приглашенія каждый разъ особаго специалиста. Предлагаемая вниманію читателей книга является попыткою хотя отчасти заполнить



этотъ пробѣлъ въ литературѣ. Здѣсь сгруппированъ, во первыхъ, весь теоретическій матеріалъ, взятый изъ спеціальныхъ сочиненій и справочныхъ книгъ, списокъ которыхъ помѣщенъ ниже, а во вторыхъ, тѣ свѣдѣнія и данныя, которыя собраны составителемъ изъ собственной практики, изъ наблюденій и изученія работъ въ разныхъ мѣстностяхъ Россіи.

При составленіи руководства я стремился сдѣлать изложеніе насколько возможно популярнымъ. Неизбѣжныя въ техническомъ руководствѣ формулы, научныя положенія и правила для рѣшенія практическихъ вопросовъ приведены въ готовомъ упрощенномъ видѣ, безъ высшихъ математическихъ расчетовъ, примѣняясь къ среднему уровню знаній. При этомъ, однакоже, въ читателѣ предполагается нѣкоторое знакомство съ основами строительнаго искусства и геодезіи, почему на работахъ этого рода я и не останавливаюсь. Встрѣчающіеся спеціальныя термины и формулы поясняются въ особомъ приложеніи въ концѣ книги, а въ текстѣ на нихъ указано въ сноскахъ; такъ напр. сноска „(см. прил. № 4)“ означаетъ, что поясненіе этой формулы надо искать въ приложеніи подъ № 4.

Имѣя въ виду назначеніе этой книги для деревни, я не входилъ въ разсмотрѣніе такихъ несравненно болѣе совершенныхъ, но и значительно болѣе дорогихъ устройствъ, гдѣ уже требуется примѣненіе большихъ инженерныхъ знаній. Изъ безконечнаго разнообразія существующихъ сооружений мною взяты тѣ средніе, типичныя представители, которые и наукою и практикою признаны наиболѣе подходящими для большинства мѣстностей Европейской Россіи.

Матеріалъ разбитъ на 6 главъ, причѣмъ каждая изъ нихъ совершенно закончена и одна отъ другой не зависитъ. При пользованіи руководствомъ не какъ учебникомъ, когда является надобность сдѣлать справку о какихъ-либо работахъ одной категоріи, каждая статья должна вкратцѣ давать понятіе обо всемъ, касающемся даннаго предмета; поэтому пришлось допустить повторенія, которыхъ легко можно было бы избѣжать при систематическомъ изложеніи курса. Въ главѣ I цѣлый ея отдѣлъ посвященъ канавамъ. Принято считать, что вырыть канаву—очень не хитрое, простое дѣло; но слѣдуетъ замѣтить, что канава, ея элементы и размѣры имѣютъ громадное значеніе въ оросительномъ и осу-



шительномъ дѣлѣ, а неумѣло вырытая канава легко обращается въ оврагъ. На буреніи я тоже останавливаюсь подробно въ виду того, что трубчатые колодцы широко распространяются въ деревнѣ, а дѣло буренія до сихъ поръ находится въ рукахъ особаго типа специалистовъ часто эксплуатирующихъ неосвѣдомленную публику. Для сельскаго хозяйства особенное значеніе имѣютъ плотины простѣйшаго типа, поэтому здѣсь такія плотины описаны довольно подробно.

Съ особенною подробностью я останавливаюсь на деревянныхъ водосливахъ и водоспускахъ, во первыхъ, потому, что эти устройства составляютъ слабое мѣсто плотинъ, а во вторыхъ, что приводимые типы, широко распространенные въ Курской губ. подъ руководствомъ опытнаго инженера *Ө. Ө. Пржесмыцкаго*, заслуживаютъ полного и самаго серьезнаго вниманія. Но за то я совершенно обхожу молчаніемъ такія сооруженія чисто инженернаго искусства, какъ рѣчныя дамбы, буны, шпоры, водостолбовыя машины, не примѣняющіяся въ сельскомъ хозяйствѣ; такъ же, какъ умалчиваю объ орошеніи риса и хлопка имѣющихъ ограниченннй районъ распространенія въ Европейской Россіи.

Для большаго удобства пользованія книгой въ деревнѣ пришлось отступить отъ общепринятаго въ техникѣ обозначенія мѣръ въ сотыхъ доляхъ сажени и выразить ихъ въ вершкахъ. Сдѣлано это во первыхъ потому, что среди простыхъ деревенскихъ рабочихъ „сотка“ еще очень мало распространена, а во вторыхъ и потому, что размѣры большинства матеріаловъ (кирпичъ, доски, сваи, брусья) выражены въ вершкахъ. Особеннаго неудобства для человѣка, привыкшаго къ сотенному раздѣленію, это вершковое обозначеніе представить не можетъ; стоитъ только запомнить, что вершокъ почти равенъ двумъ соткамъ, чтобы съ вполне достаточнымъ приближеніемъ сдѣлать переводъ съ одной мѣры на другую. Что же касается обозначенія діаметра трубъ, размѣровъ желѣза, частей механическихъ двигателей, то здѣсь оставлена общепринятая дюймовая мѣра.

Оканчивая этотъ далеко неполный очеркъ, я утѣшаю себя мыслью, что теперь, пока кто-нибудь другой не напишетъ лучшаго, онъ принесетъ посильную пользу. Для опытныхъ специалистовъ, для лицъ болѣе компетентныхъ, чѣмъ составитель этой книги она, конечно,



не можетъ представить интереса, къ тому же, въ отдѣльныхъ ея статьяхъ будутъ найдены неизбѣжные пробѣлы и недочеты, указаніе которыхъ будетъ принято мною съ большою благодарностью; но если русскій сельскій хозяинъ извлечетъ изъ этой книги хотя небольшую пользу, если трудъ этотъ явится хоть нѣкоторымъ подспорьемъ для техниковъ, вѣдающихъ русское водное дѣло, — главная, основная цѣль автора будетъ достигнута.

И такъ какъ книга эта является плодомъ моихъ занятій на Кучеровскихъ Культуръ-Техническихъ Курсахъ, такъ какъ тамъ впервые родилась мысль о ея составленіи, то съ чувствомъ истиннаго удовольствія я и посвящаю книгу эту моимъ ученикамъ—слушателямъ Курсовъ, скромнымъ труженикамъ на поприщѣ русской сельско-хозяйственной гидротехники.

*А. Бюльскій.*

---



## ГЛАВА I.

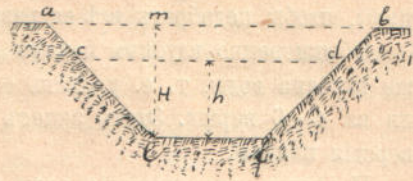
### Водоснабженіе.

#### § 1. Перемѣщеніе воды канавами.

Искусственныя сооруженія, имѣющія своею цѣлю доставить или отвести воду съ одного мѣста на другое выполняются двояко: въ видѣ открытых канавъ (каналовъ) и въ видѣ трубъ.

Открытою канавою \*) называется болѣе или менѣе длинная и узкая выемка въ землѣ, имѣющая только продольный уклонъ дна, которое въ поперечникѣ всегда горизонтально.

При выборѣ формы поперечнаго профиля канавы необходимо помнить, что при одинаковости площадей, та изъ канавъ будетъ проводить большее количество воды (большій ея расходъ), у которой подводный периметръ (см. прил. № 1) меньше; потому что съ уменьшеніемъ подводнаго периметра уменьшается и поверхность тренія. Изъ всѣхъ геометрическихъ фигуръ наиболѣе подходящею является полукругъ, затѣмъ прямоугольникъ, у котораго ширина вдвое больше глубины. Но объ эти формы площадей для земляной выемки неподходящи, потому что рытье канавы полукруглаго профиля является дѣломъ очень труднымъ, отвѣсныя стѣнки прямоугольныхъ канавъ держатся не долго и при высыханіи обыкновенно обрушиваются. Эти причины установили повсемѣстно распространенную форму канавъ трапециoidalнаго профиля.



Фиг. 1.

Трапециoidalное сѣченіе канавъ имѣетъ слѣдующія части: Линія *ef* (фиг. 1)—дно, *ae* и *bf*—откосы, *a* и *b*—бровки, *h*—глубина воды въ канавѣ, *H*—глубина канавы. Чѣмъ слабѣе связана земля, тѣмъ стѣнки канавы дѣлаются отложе. Такъ если  $am = me$  то откосы называются оди-

\*) Канавы и каналы понятія однозначущія, только каналами называются канавы большихъ размѣровъ, а также судоходныя.



нарными (1:1) и примѣняются въ канавахъ съ суглинистой почвой; если  $am = 1\frac{1}{2}me$ , то откосъ полуторный (1:1 $\frac{1}{2}$ ) для черноземныхъ грунтовъ, при  $am = 2me$ —откосъ двойной для глинистаго грунта и наконецъ существуетъ тройной откосъ, который даютъ канавамъ въ иловой почвѣ.

Самымъ устойчивымъ грунтомъ является хрящеватый и плотно-торфяной, глина же, хотя и представляется сначала прочнымъ грунтомъ, но потомъ, насытившись водою и затѣмъ послѣ замерзанія оттаявъ весною, глиняные откосы сплываютъ. Чѣмъ глина жирнѣе, тѣмъ она хуже въ этомъ отношеніи.

Размѣры канавъ измѣняются въ зависимости отъ величины расхода воды, но ширина по дну не дѣлается меньше 5—6 вершковъ\*), потому что это обыкновенная ширина лопаты, которою роется канава.

При опредѣленіи глубины канавы надо имѣть въ виду, что чѣмъ меньше глубина, тѣмъ (для той-же площади сѣченія) должна быть больше ширина дна, тѣмъ большую полосу земли приходится занимать подъ канаву; затѣмъ неудобство мелкихъ канавъ заключается еще и въ томъ, что такія канавы скорѣе заплываютъ, затаптываются скотомъ и заваливаются. Съ другой же стороны недостатки очень глубокихъ канавъ заключаются въ трудности ихъ рытья, возрастающей по мѣрѣ углубленія, кромѣ этого съ увеличеніемъ глубины увеличивается давленіе воды на грунтъ и просачиваніе сквозь дно и бока. Для каждаго угла наклоненія откоса существуетъ наивыгоднѣйшее отношеніе глубины и ширины по дну канавы. Въ таблицѣ (см. прилож. № 2) помѣщены величины этихъ отношеній. Пользуясь этою таблицей достаточно только знать площадь сѣченія канавы, чтобы подобрать всѣ ея размѣры.

Обыкновенно глубина канавъ дѣлается въ 1—2 аршина, собственно же глубина воды, т. е. уровень ея въ канавѣ долженъ быть ниже бровки на 4—6 вершк. Этотъ запасъ надо имѣть въ виду при расчетѣ отверстія канавы.

Извѣстно, что движеніе воды подѣ дѣйствіемъ силы тяжести происходитъ лишь при наклонномъ положеніи поверхности, слѣдовательно, для свободнаго стока въ канавѣ дно ея должно имѣть уклонъ (см. прилож. № 14-й). Максимальнымъ уклономъ для канавъ въ землѣ безъ укрѣпленія дна и откосовъ считается 0,02, но такой большой уклонъ дается только отводнымъ, наприм. дорожнымъ канавамъ (кюветамъ), обыкновенно же уклонъ водопроводныхъ канавъ колеблется въ предѣлѣ отъ 0,0002 до 0,002.

Въ прямой зависимости отъ уклона находится скорость теченія. При скорости меньшей 1 фута въ секунду на днѣ канавы отлагается мулъ, подвѣшенная въ движущемся потокѣ и появляется водяная растительность, вода при этомъ застаивается и портится; скорость же большая 4 фут. въ

\*) Канавы, въ которыхъ прокладываются трубы, напримѣръ дренажныя, дѣлаются значительно уже.



секунду разрушаетъ откосы канавы, отрывая отъ нихъ частицы грунта. Въ этихъ двухъ предѣлахъ выбирается скорость для канавы. Для лотковъ съ каменнымъ мошениемъ на растворѣ скорость допускается до 2-хъ саж., для лотковъ же съ одиночнымъ мошениемъ на сухо—до 1-й саж. Самая лучшая кирпичная кладка не выдерживаетъ скорости большей 2 саж., а булыжниковая разрушается при скорости въ 18 фут., при чемъ выносятся камни вѣсомъ до 2 пуд. Въ деревянныхъ лоткахъ скорость можетъ быть допущена и до 3 сажень. Отсюда предѣльнымъ уклономъ для средняго суглинистаго грунта можно считать 0,02; для мощеныхъ лотковъ 0,10; для дерновки 0,15; для кирпича 0,30 и для деревянныхъ лотковъ 1,00. При чемъ такой уклонъ надо выбирать только въ исключительныхъ случаяхъ, обыкновенно же не слѣдуетъ переходить за половину указанного предѣла.

Всякая канава разсчитывается на опредѣленный расходъ, т. е. такъ, чтобы она въ единицу времени (въ 1 секунду) доставила опредѣленное количество воды.

Изъ основной формулы гидравлики  $Q = Fv \dots (I)$  слѣдуетъ (см. прил. № 3), что величина расхода  $Q$  находится въ зависимости, какъ отъ живого сѣченія потока  $F$  такъ и отъ скорости  $v$ ; но  $v = c\sqrt{Ri} \dots (II)$ , т. е. (см. прил. № 4) скорость въ свою очередь зависитъ отъ величины живого сѣченія (его подводнаго радиуса  $R$ ) и отъ уклона  $i$ . Такимъ образомъ на расходъ вліяютъ три главные элемента: поперечное сѣченіе, скорость и уклонъ. Эти элементы тѣсно связаны между собою, и измѣняя какойнибудь изъ нихъ въ одну сторону, напр. увеличивая, необходимо измѣнить другой въ противоположную сторону, т. е. уменьшая.

Для опредѣленія поперечнаго сѣченія, или размѣровъ канавы когда извѣстенъ ея расходъ, необходимо сообразоваться съ уклономъ. Этотъ самый важный элементъ обыкновенно и намѣчается прежде всего.

Разсматривая формулу вторую (II) видимъ, что чѣмъ будетъ данъ канавѣ большій уклонъ, тѣмъ меньше ея площадь поперечнаго сѣченія и тѣмъ меньше потребуется затратъ на земляныя работы, но при этомъ увеличивается скорость и слѣдовательно большее вѣроятіе разрушенія дна и стѣнокъ, съ другой же стороны канавою съ малымъ уклономъ можно провести воду дальше нежели съ большимъ уклономъ, поэтому канавы съ слабымъ уклономъ примѣняются въ оросительномъ дѣлѣ, когда требуется, чтобы канава захватила возможно большую оросительную площадь.

Чтобы разсчитать поперечное сѣченіе канавы на заданный расходъ соображаются прежде всего съ качествомъ грунта и степенью его размывистости и подбираютъ для него скорость и откосы, затѣмъ, руководствуясь формулой (II), выбираютъ уклонъ такъ, чтобы, комбинируя сѣченіе, скорость и уклонъ получить требуемый секундный расходъ воды ( $Q$ ) съ возможно меньшими затратами.

При проведеніи канавы на большомъ протяженіи рѣдко удается выдержать одинъ и тотъ-же уклонъ, обыкновенно приходится считаться съ



условіями рельефа, измѣняя и уклонъ и размѣры канавы, чтобы провести одинъ и тотъ-же ея расходъ. Если уклонъ мѣстности настолько великъ, что превосходитъ предѣльный, который можно дать канавѣ, то въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ линия канавы должна выйти на поверхность земли, дно канавы понижаютъ уступомъ (иначе перепадомъ).

Пусть на примѣръ, требуется вести канаву на протяженіи 500 сажень по мѣстности, уклонъ которой 0,005, уклонъ же проектируемой канавы пусть долженъ быть не больше 0,002. Итакъ все паденіе мѣстности на протяженіи 500 сажень составитъ  $0,005 \times 500 = 2,5$  саж., а паденіе дна канавы  $= 0,002 \times 500 = 1$  саж. Вычитая  $2,5 - 1$ , получимъ 1,5. Слѣдовательно, если канаву повести съ уклономъ въ 0,002, то дно ея на протяженіи 500 саж. понизится на 1 саж.; остающіеся же 1,5 саж. можно понизить перепадами въ 0,3 саж. высотой. Всѣхъ перепадовъ будетъ  $1,5 : 0,3 = 5$  и размѣщеніе ихъ по длинѣ линии удобнѣе всего найти весьма несложнымъ построеніемъ. Для этого на клѣтчатой бумагѣ проводимъ линію  $AB$  длиною въ 500 саж. такъ, чтобы точка  $A$  (фиг. 2) была выше точки  $B$  на 2,5 саж.



Фиг. 2.

тогда линія  $AB$  изобразитъ линію на мѣстности. Отъ точки  $A$  на вертикали отложимъ глубину канавы  $AC$  и изъ точки  $C$  проводимъ линію  $CD$

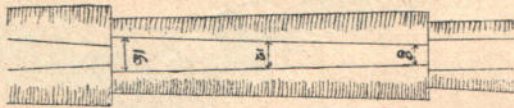
также въ 500 саж., при чемъ точка  $D$  должна быть ниже точки  $C$  на 1 саж., тогда линія  $CD$  будетъ изображать проектируемую линію дна канавы. Въ томъ мѣстѣ  $F$ , гдѣ проектная линія  $CD$  приближается къ  $AB$ , намѣчаемъ первый перепадъ  $FH$ , высотой въ 0,3 саж.; затѣмъ отъ точки  $H$  проводимъ линію параллельную линіи  $CD$ , находимъ точку  $K$ —второго перепада и потомъ точку  $N$ —третьяго. Такимъ образомъ профиль дна канавы изобразится ломанною линіею  $CFHKMNPB$ .

Если мѣстность понижается равномѣрно, то уступы дѣлаются высотой до 0,3 саж., если же на мѣстности имѣется рѣзкій переломъ, то здѣсь можно устроить одинъ высокій надежный порогъ. Слѣдуетъ замѣтить, что разстояніе между уступами можно дѣлать тѣмъ больше, чѣмъ меньше уклонъ, при большемъ же уклонѣ разстояніе это дѣлается короткимъ потому, что вода притекающая къ уступу и падающая съ него, развиваетъ большую скорость и легко можетъ произвести размывъ русла. Въ предупрежденіе этого, дно и стѣнки канавы до и послѣ перепада укрѣпляются деревомъ или камнемъ. Чтобы избѣжать развитія большой скорости передъ уступомъ, и въ то же время, чтобы канаву можно было вести съ уклономъ, надо ширину дна дѣлать не одинаковую, а суживая отъ одного порога (фиг. 3) и расширяя до слѣдующаго. Такъ, если по расчету дно должно имѣть ширину 12 вершк. тогда на порогѣ ее дѣлаютъ 8 вершк., а у слѣдующаго уступа 1 арш.



Перепады укрѣпляются различно, въ зависимости отъ размѣровъ уступа, но всегда, какъ бы малъ ни былъ уступъ, онъ непремѣнно долженъ быть укрѣпленъ.

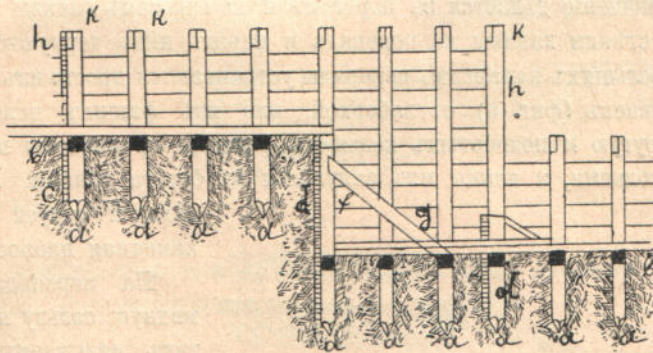
Деревянные перепады (фиг. 4) дѣлаются такъ. На шипы ступень *a*, забитыхъ въ материкъ насаживаются лежни *b*, а на нихъ досчатый настилъ въ закрой Порогъ надо укрѣ-



Фиг. 3.

пить шпунтовою стѣнкою, продолжая ее въ берега канавы на ширину отверстія \*). Въ крайнемъ случаѣ надо порогъ укрѣпить досчатою заборкою, Хорошо такую же заборку сдѣлать до порога въ *c* и въ концѣ его въ *d*. Стойка *f* подпирается укосинами *g*. Въ лежни *b* укрѣпляются вертикальныя стойки *h*, къ нимъ прибивается досчатая обшивка, а на верхушки стоекъ насаживаются поперечины *k*. Всѣ эти деревянные части осмаливаются, а пазы между досками проканапачиваются. Особенное вниманіе должно быть обращено на прочнотъ и надежоостъ пола, принимающаго ударъ воды.

Подобнымъ же образомъ дѣлаются каменные перепады на цементѣ, при чемъ, конечно, уже никакихъ деревянныхъ частей въ такомъ перепадѣ



Фиг. 4.

нѣтъ. Особенно важною частью въ каменномъ перепадѣ является стѣнка паденія, которая должна быть врѣзана въ бока канавы на аршинъ, должна быть заложена на материкѣ и толщина ея должна быть около половины высоты. Бока канавы и дно у входа въ перепадъ и въ выходѣ изъ него должны быть сложены изъ камня на гидравлическомъ растворѣ и оштукатурены (1:3) цементомъ. Кромѣ этого съ низовой стороны дно слѣдуетъ оградить шпунтовымъ рядамъ. Еще лучшимъ матеріаломъ для такихъ сооруженийъ является бетонъ.

Если высота воды въ канавѣ не велика, наприм. 5—6 вершк., то

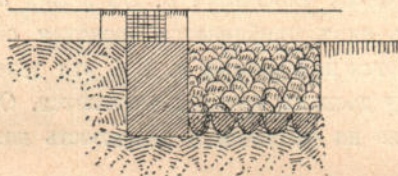
\* Объ устройствѣ шпунтовыхъ стѣнокъ см. «деревянные водосливы».



вполнѣ надежнымъ является слѣдующее устройство перепада. Стѣнка порога выкладывается изъ бутоваго камня на глинѣ, мху или на навозѣ толщиною равную высотѣ порога (фиг. 5), дно вымощивается тычкомъ на мху толщиною въ 4 вершка и на длину вдвое большую высоты порога;



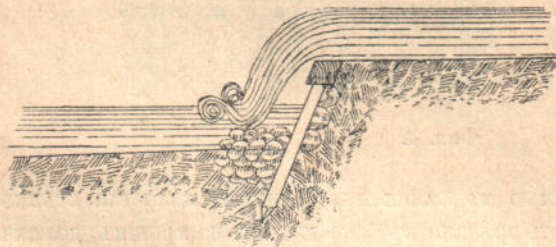
*Продольный разрезъ*



Фиг. 5.

такое же мощеніе дѣлается за порогомъ и по откосамъ канавы на высоту порога, а стѣнки канавы на перепадѣ и передъ нимъ дернутся.

Въ небольшихъ канавкахъ перепады устраиваются просто изъ наклонно вбитыхъ сваекъ (фиг. 6) съ заборкой, или изъ фашинъ положенныхъ одна на другую и подпертыхъ кольями; фашины прохвачены при этомъ насквозь кольями, а концы ихъ запущены въ берега канавы. Подъ падающей струей дѣлается каменная наброска.



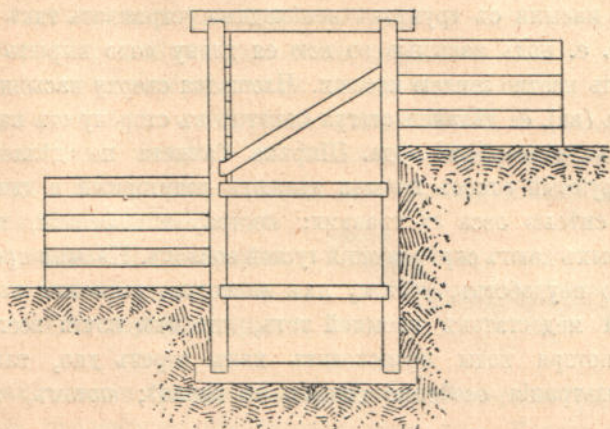
Фиг. 6.

На перепадахъ громадную пользу приносятъ такъ называемые водобойные колодцы или успокоители (фиг. 7). Вода падая съ уступа въ колодезь встрѣчаетъ водяной тюфякъ и уже успокоенная плавно переливается черезъ край колодца.

Сооруженіе деревянныхъ водобойныхъ колодцевъ весьма просто, что видно изъ чертежа, но должно быть сдѣлано очень прочно и должно имѣть крѣпкій надежный полъ. Каменный водобойный колодезь представляетъ изъ себя обыкновенную четырехугольную цистерну иногда съ наклоннымъ порогомъ (фиг. 8). Наименьшую длину водобойнаго колодца по линіи теченія не слѣдуетъ дѣлать меньше чѣмъ въ полторы высоты паденія, а глубина дѣлается около половины уступа.

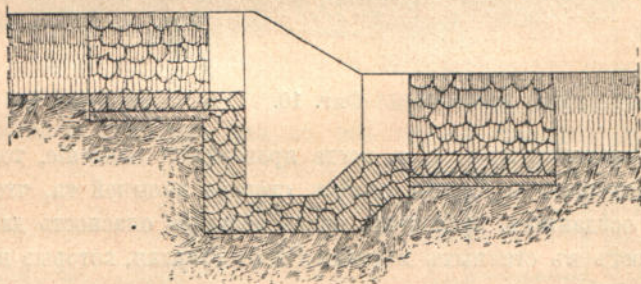


Въ успокоителяхъ осаждается илъ, поэтому ихъ слѣдуетъ чистить отъ времени до времени, иначе они теряютъ свое значеніе.



Фиг. 7.

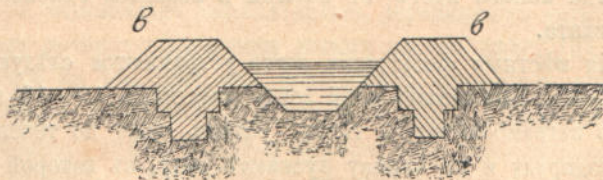
Кромѣ перепадовъ успокоители ставятся въ точкѣ поворота канавы;



Фиг. 8.

если, напримѣръ, требуется провести канавы подь прямымъ угломъ, то въ вершинѣ угла помѣщается водобойный колодезь.

Самое выгодное положеніе канавы—въ однообразной выемкѣ, по прямой линіи, безъ крутыхъ изгибовъ, но иногда, напримѣръ, въ оросительномъ дѣлѣ требуется, чтобы горизонтъ воды въ канавѣ былъ выше



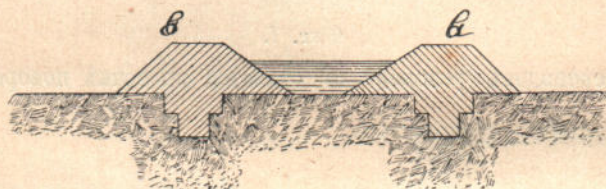
Фиг. 9.

спускающей мѣстности, иначе нельзя полить площади, тогда приходится прибѣгать къ насыпямъ, причѣмъ въ иныхъ случаяхъ, канава только частью идетъ въ насыпи, а частью въ выемкѣ (фиг. 9); иногда дно ка-



навы идетъ по поверхности земли, а бока въ насыпяхъ (фиг. 10), иногда же вся канава проходитъ по насыпи. Во всѣхъ этихъ случаяхъ для сопряженія насыпи съ грунтомъ необходимо устраивать такъ называемые замки \*), т. е. подъ насыпью во всю ея длину надо вырыть ровъ, который и забить плотно землею насыпи. Площадка сверху насыпи называется банкетомъ (вв), ее дѣлають слегка покатою въ сторону отъ канавы, чтобы туда не стекала дождевая вода. Ширина банкета не дѣлается меньше 1 арш. Наружный откосъ насыпи дѣлають полуторный и для укрѣпленія засѣвають смѣсью овса съ травами: костра, тимофеевки, и овсяницы, корни которыхъ даютъ скрѣпляющій густой войлокъ. Насыпи представляютъ очень много неудобствъ, поэтому ихъ насколько возможно надо избѣгать.

Главный недостатокъ насыпей тотъ, что онѣ почти всегда водопроницаемы; потеря воды происходитъ какъ черезъ дно, такъ и черезъ стѣнки. Фильтрація особенно сильна въ началѣ; потомъ, когда дно и



Фиг. 10.

откосы закольматируются, т. е. когда произойдетъ заиленіе, тогда просачиваніе уменьшается. Другая слабая сторона насыпей та, что онѣ подвергаются осѣданіямъ. Наконецъ, очень большую опасность для насыпей представляютъ въ степныхъ мѣстахъ Россіи суслики, которые вырываютъ въ откосахъ норы.

Постройка насыпей должна быть выполняема возможно аккуратноѣ. Землю надо насыпать тонкими слоями и сильно ее трамбовать. Почва подъ насыпью должна быть взрыхлена; въ самой насыпи не должно быть вѣтокъ, корней, камней, вообще ничего, что могло бы въ послѣдствіи вызвать просачиваніе. Если канава идетъ по косоугору, то чтобы въ нее не попали постороннія воды, стекающія съ возвышенности, роется отводная нагорная канава, спускающая воду куда нибудь въ низины. То же дѣлается, когда канава идетъ въ насыпи и является опасность подмыва со стороны ската.

Небольшія мѣстныя фильтраціи легко устраняются слѣдующимъ простымъ способомъ. Вынимаютъ слой земли толщиною 10—12 вершковъ и на это мѣсто затрамбовываютъ глину, затѣмъ ниже по теченію ставятъ временную подпруды и въ канаву пускаютъ воду, въ которой размѣшано много мути, а когда выше подпруды произойдетъ отложеніе наносовъ, подпруды снимаются.

\*) Подробно объ устройствѣ насыпей см. «о плотинахъ въ водохранилищахъ».

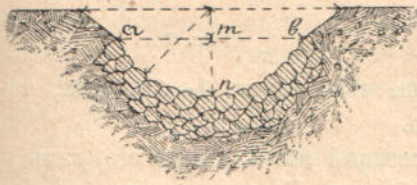


Въ тѣхъ случаяхъ, когда грунтъ, по которому проложена канава, пропускаетъ воду, или въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ перемѣны уклона скорость сразу и значительно увеличивается, дно и откосы канавы должны быть укрѣплены. Простѣйшее укрѣпленіе дерновое. Дернъ на дно кладется въ два слоя такъ, чтобы шовъ не приходился противъ шва, т. е. въ перевязку (фиг. 11), а въ бока укладывается въ такъ называем. стѣнку, т. е. дернины кладутся не плашмя, а горизонтальными рядами, одна на другую. Наилучшею одеждою для канавъ является каменная. Канавы съ каменною облицовкою дѣлаются или дугообразнаго очертанія (лотки), или обыкновеннаго трапециoidalнаго, или съ вертикальными стѣнками.

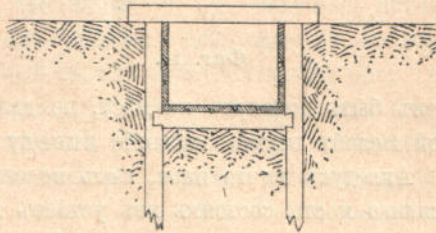


Фиг. 11.

Въ лоткахъ камни располагаются тычкомъ, причемъ ряды тычковь располагаются перпендикулярно теченію (фиг. 12). Кладка ведется насухо, на навозѣ или въ крайнемъ случаѣ на соломѣ. Стрѣлка *mn* лотка составляетъ около  $\frac{1}{3}$  хорды *ab*. Такой лотокъ примѣняется въ канавахъ съ уклономъ до 0,06, при большемъ же уклонѣ надо подь тычковый камень подложить подбутку (слой камня плашмя) и, кромѣ того, черезъ 5—10 саж.—въ зависимости отъ уклона надо устраивать пояса изъ стѣнокъ на гидравлическомъ растворѣ, закладываемые основаніемъ ниже очертанія лотка и врѣзывать ихъ въ оба откоса канавы. Отмачивать



Фиг. 12.



Фиг. 13.

бока надо выше наибольшаго горизонта воды такъ какъ наибольшее поврежденіе канавы происходитъ по линіи уровня воды. Для правильнаго построенія лотка употребляется шаблонъ, состоящій изъ двухъ одинаковыхъ и параллельно скрѣпленныхъ деревянныхъ сегментовъ.

Деревянные лотки устраиваются весьма просто (фиг. 13), въ землю не меньше какъ на  $1\frac{1}{2}$  арш. отъ поверхности зарываютъ попарно столбики въ которые торцевымъ шипомъ загоняютъ поперечины въ томъ мѣстѣ, гдѣ должно приходиться дно канавы. Эти пары столбиковъ располагаются на разстояніи 3 арш. пара отъ пары. Высота столбиковъ берется по расчету живого сѣченія съ прибавкою на запасъ верхковъ 4—6. На поперечины настилаются верхковыя доски и пришиваются 4 дѣймовыми гвоздями. Такими же досками обшиваются и стѣнки лотка. На столбахъ нарубается торцевой шипъ, на который насаживается

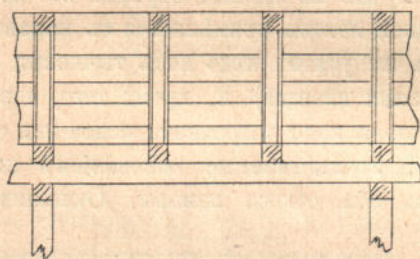


сквознымъ пазомъ верхняя поперечина и шипъ расклинивается. При большомъ уклонѣ лотокъ ведется перепадами по 1 аршину въ высотѣ. Если лотокъ устраивается съ цѣлью отведенія воды въ низкія мѣста, то выходной конецъ лотка дѣлается горизонтальнымъ и расширяется (въ  $1\frac{1}{2}$  раза) воронкой, чтобы водѣ облегчить выходъ и уменьшить ея разрушительную скорость. Всѣ части лотка непременно осмаливаются.

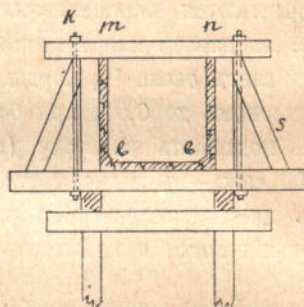
Когда канава пересѣкаетъ ложбину, впадину, ручей или оврагъ, то вода проводится черезъ такія низины по желобу.

Желобъ составляется изъ досокъ въ закрой, которыя скрѣпляются хомутами черезъ каждые  $1\frac{1}{2}$  аршина. Въ канаву желобъ долженъ входить аршина на  $1\frac{1}{2}$  или на 2, причемъ дно канавы подъ желобомъ должно быть сильно утрамбовано, а промежутки между досками желоба и канавой должны быть тщательно забиты глиной.

Когда воду нужно провести черезъ широкій оврагъ, то желобъ дол-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

женъ быть подпертъ на вѣсу, не дальше чѣмъ черезъ 1— $1\frac{1}{2}$  саж., такой желобъ носить названіе акведука.

Акведукъ ничто иное, какъ водопроводный мостъ. Опоры его, какъ и всякаго моста состоятъ изъ устоевъ и быковъ. На опоры употребляются сваи, забитыя по двѣ въ рядъ. Разстояніе сваи отъ сваи въ ряду зависитъ отъ ширины желоба и должно быть таково, чтобы надъ сваями приходились бока желоба. На сваяхъ нарубаются шипы, на нихъ насаживаются насадки и расклиниваются. Само собой разумѣется, что прежде зарубанія шиповъ верхушки свай должны быть спилены по такой линіи, которая бы шла съ нужнымъ для акведука уклономъ. На насадки укладываются два прогона. Толщина ихъ должна быть не меньше 5 вершковъ, располагать прогоны надо непременно надъ сваями; чтобы не ослаблять прогоновъ, въ нихъ нельзя дѣлать глубокихъ врубокъ, а только слегка прирубить, чтобы прогонъ не соскользнулъ съ насадки. Если высота и ширина желоба не больше  $1\frac{1}{2}$  арш. то пролетъ между опорами дѣлается въ 2 сажени, при большихъ же размѣрахъ желоба или уменьшается пролетъ или прогоны подпираются подкосами. На построенный такимъ образомъ мостъ помѣщается желобъ акведука (фиг. 14 и 15).

На прогоны черезъ каждые  $1\frac{1}{2}$  аршина укладываются поперечины



(лежни), причѣмъ лежни на  $1\frac{1}{2}$  вершка нарубають на прогоны. Концы лежней должны выходить за линію прогоновъ не менѣ какъ на половину ширины желоба *тн.* Съ верхней стороны каждаго лежня выдалбливаютъ въ полдерева два гнѣзда. Въ гнѣзда устанавливаютъ боковыя стойки, высота которыхъ опредѣляется наибольшимъ уровнемъ воды въ желобѣ. На шипы боковыхъ стоекъ насаживаются верхнія поперечины и связываются съ лежнями болтами *к.* Затѣмъ стойки подпираются подкосами *з.* Въ такомъ собранномъ остоѣ желоба укладываютъ по половымъ лежнямъ два угловые бруска (четверти), врубая ихъ около полувершка въ лежни и стойки, а между этими угловыми брусками *в* настилають полъ досками, толщиною въ  $1\frac{1}{2}$  вершка. Такими же досками гладко обшиваютъ стѣнныя стойки внутри. При настилкѣ пола и обшивкѣ стѣнъ избѣгаютъ дѣлать стычку досокъ пола и стѣнъ на одномъ и томъ же лежнѣ. Въ половыхъ доскахъ четвертей вынимать не слѣдуетъ, потому что отъ продолжительнаго пребыванія подъ водою закраины четвертей разбухаютъ, коробятся и раскрываютъ пазы. Конопатка въ пазухъ держится плохо, выносится теченіемъ и полъ даетъ течь. Несравненно лучше дѣлать полы такъ: кромки досокъ тщательно фугуютъ, чтобы поставленные на ребро онѣ плотно прилегали бы кромками одна къ другой на всю ихъ длину безъ просвѣтовъ. Каждую доску прибиваютъ къ лежнямъ двумя 6 дюймовыми гвоздями, причѣмъ подъ шляпки гвоздей надо навернуть немного конопатки, т. е. смоленой пакли.

Прежде прибивки досокъ кромки ихъ должны быть скошены по всей длинѣ на  $\frac{1}{3}$  ихъ толщины. Полученный такимъ образомъ зазоръ (фиг. 16) въ швахъ досокъ съ внутренней стороны желоба необходимъ для хорошей проконопатки швовъ смоленою пенькой. Эта конопатка исполняется уже послѣ окончательной прибивки досокъ. Что же касается досокъ стѣнныхъ, то онѣ прибиваются къ стойкамъ въ закрой. Послѣ конопатки всѣ деревянныя части желоба осмаливаются горячимъ составомъ вара съ дегтемъ поровну. Осмолку слѣдуетъ повторить (послѣ просушки и затвердѣнія) раза три. Чѣмъ толще доски, тѣмъ глубже пазы и тѣмъ крѣпче держится конопатка.



Фиг. 16.

Въ акведукахъ обыкновенно увеличиваютъ скорость, при этомъ высота воды въ желобѣ не должна доходить до верху вершковъ на 6.

Такъ какъ самое слабое мѣсто акведука въ его соединеніи съ землянымъ русломъ канавы и въ этомъ мѣстѣ чаще всего случаются прорывы, то поэтому въ началѣ и концѣ акведука дѣлають шпунтовыя стѣнки изъ дубовыхъ досокъ, а дно и откосы канавы на протяженіи 2 саж. также обдѣлываются досками.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда канава пересѣкается дорогою или другою канавою прибѣгаютъ къ устройству обратныхъ сифоновъ (дюкеровъ) \*).

\*) См. стр. 20.



Мѣстность, по которой предполагается проведение канала должна быть снята на планъ и пронивелирована. Послѣ этого сообразуясь съ грун- томъ выбирается скорость, т. е. проектируется уклонъ.

Когда линия намѣчена въ проектѣ, ее переносятъ на мѣстность и точно нивелируютъ \*); затѣмъ составляется продольный профиль, на кото- ромъ наносится проектная линия дна, обозначаются красныя отмѣтки и вычисляется количество земляныхъ работъ по журналу, примѣрно такой формы.

Журналъ вычисления земляныхъ работъ при устройствѣ канала № 87.

№№ пике- товъ.	Разстоя- ніе.	Глубина выемки.	Ш и р и н а.		П л о щ а д и.		Объемы.	Примѣ- чанія.
			По дну.	По верху.	Частныя.	Среднія.		
0		0,66	0,24	2,20	0,81			
1	50	0,68	0,24	2,16	0,82	0,82	41,00	
2	50	0,68	—	2,24	0,85	0,84	42,00	
3	50	0,74	—	2,30	0,94	0,90	45,00	
4	50	0,68	—	2,28	0,84	0,89	44,50	
5	50	0,66	—	2,26	0,83	0,84	42,00	
6	50	0,64	—	2,24	0,79	0,81	40,50	
7	50	0,62	—	2,20	0,76	0,78	39,00	

При проведеніи линіи канала надо избѣгать крутыхъ поворотовъ; ли- нія должна постепенно изъ прямой переходить въ плавную кривую съ радіусомъ не меньше 50 саж.

Разбивка работы на мѣстности производится такъ: на пикетахъ, гдѣ стояла рейка выставляются колышки съ надписью, на какую глубину требуется сдѣлать выемку. Пространство между пикетами разбивается на части, по 5 саж. каждая, и глубина выемки на этихъ пятисаженкахъ опредѣляется визирками. Для этого одна визирка ставится на одномъ (начальномъ) пикетѣ, а другая на второмъ (слѣдующемъ), при чемъ эта вторая визирка ставится не на землю *c*, а или поднимается надъ нею (см. фиг. 17) или опускается въ землю настолько, чтобы разстояніе отъ конца визирки *s* до проектной линіи дна канавы *mn*, т. е. величина *sn* была равна проектной глубинѣ канавы *bm*. Имѣя подъ руками готовый разработанный проектъ легко получить всѣ нужныя для цѣлей разбивки

\*) Трассъ ирригаціонныхъ каналовъ нивелируютъ дважды однимъ и тѣмъ же инструментомъ, т. е. проходя съ нимъ впередъ и назадъ.



величины. Когда двѣ визирки установлены на пикетахъ, третья переносится и устанавливается послѣдовательно на всѣ пятисаженки. Если визирку приходится поднимать (см. фиг. 17), то для нахождения глубины въ этомъ мѣстѣ разстояніе отъ конца визирки до поверхности земли, т. е.  $ef$  вычитается изъ глубины  $bm$ ; если же визирку приходится углублять въ землю, то глубина канавы будетъ равна глубинѣ ямки  $dg$  плюсъ величина  $bm$ . Такъ разбивается все междупикетное разстояніе,

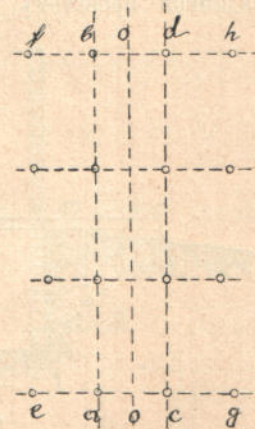


Фиг. 17.

приводя глубину къ одному измѣренію  $bm$ . Отъ слѣдующаго пикета глубина приводится по отношенію къ глубинѣ  $en$  и т. д. Не трудно видѣть, что если нивелировка и опредѣленіе проектныхъ глубинъ  $bm$ ,  $en$  и т. д. сдѣланы вѣрно, то найденная только что описаннымъ способомъ линія дна будетъ идти подъ однообразнымъ уклономъ, безъ переломовъ. Всѣ полученныя такимъ образомъ опредѣленія полезно записать и выставить на колышкахъ въ соответственныхъ пятисаженкахъ. Разбитая линія является осью канала.

Послѣ этого перпендикулярно оси откладывается ширина дна канала. Для удобства слѣдуетъ имѣть весьма простой угольникъ въ видѣ буквы  $T$ , сбитый точно подъ прямымъ угломъ. Прежде всего по колышкамъ оси натягивается шнуръ, на него длинною стороною кладется угольникъ, а по краю короткой стороны направо и налево отъ шнура отмѣчаются равныя части, соответствующія половинѣ дна.

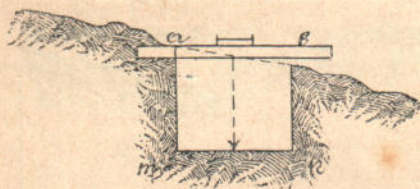
Поступая такъ черезъ каждыя 5 саж., получаютъ обозначенныя боковыми колышками двѣ линіи дна  $ab$  и  $cd$  (фиг. 18). Очень полезно боковые колышки ставить въ два ряда  $ef$  и  $gh$ , при чемъ ряды  $ab$  и  $cd$  точно обозначаютъ ширину дна, а ряды  $ef$  и  $gh$  по бровкамъ откосовъ и перемѣнно въ направленіи перпендикулярномъ къ оси. Эти же ряды колышковъ нужны для провѣрокъ глубины канавы въ пикетныхъ точкахъ, потому что колышки по линіи  $ab$  и  $cd$  уничтожаются при рытьѣ. Затѣмъ приступаютъ къ рытью канавы. Если есть опытные землекопы, то канаву роютъ сразу съ откосами, если же такихъ рабочихъ нѣтъ, то сначала роютъ канаву съ вертикальными стѣнками шириною—



Фиг. 18.



по ширинѣ дна, а потомъ уже дѣлаютъ откосы. Въ этомъ второмъ случаѣ по колышкамъ  $ab$  и  $cd$  (см. фиг. 18) натягиваютъ шнуръ, по которому краемъ лопаты отбиваютъ линіи дна (см. фиг. 19). Прежде всего роются участки около пикетныхъ точекъ, т. е. черезъ каждыя 5 сажень; при этомъ рабочій кладетъ по поверхности на свое мѣсто уровень (по точкамъ  $g$  и  $h$  фиг. 18) и отъ него опускаетъ отвѣсъ длиною равный глубинѣ канавы (по проекту) для данного мѣста. Дорывшись до дна въ двухъ ближайшихъ пикетныхъ пунктахъ (черезъ 5 саж.) промежутокъ

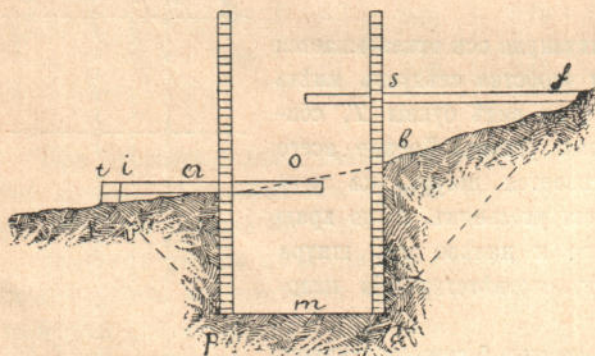


Фиг. 19.

вынимаютъ, провѣряясь по визиркамъ, въ то-же время, выравнивая дно въ поперечномъ направленіи по уровню. Когда вертикальная выемка сдѣлана, откосы снимаютъ по лекалу.

При рытьѣ канавы одновременно съ откосами, если канава идетъ по горизонтальной мѣстности работа не представляетъ большой трудности. Если же канава идетъ по косоугору, то откосы отбиваются слѣдующимъ образомъ.

Пусть, напримѣръ канаву надо рыть съ одинарнымъ откосомъ, причемъ съ правой стороны мѣстность повышается, а съ лѣвой понижается. Прежде всего отыскиваютъ превышеніе и пониженіе точекъ  $a$  и  $b$  по отношенію къ осевой точкѣ  $o$  (фиг. 20) и такимъ образомъ по заданной проектомъ глубинѣ  $om$  находятъ глубины  $ap$  и  $br$ . Затѣмъ въ



Фиг. 20.

точкѣ  $b$  ставятъ отвѣсно одну рейку, а другую, держа горизонтально, передвигаютъ по первой и по косоугору до тѣхъ поръ пока длина горизонтальной рейки не будетъ равна глубинѣ канавы  $br$  сложенной съ частью  $bs$  вертикальной и тогда конецъ горизонтальной рейки обозначитъ точку

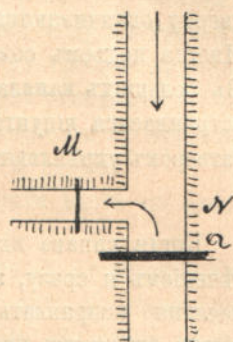
откоса  $f$ , гдѣ и ставится колышекъ. Если бы требовалось отбить полторный откосъ, то длина по горизонтальной рейкѣ должна быть въ  $1\frac{1}{2}$  раза больше, чѣмъ по вертикальной. Для обозначенія же лѣвой стороны отвѣсную рейку ставятъ въ точкѣ  $a$  и по горизонтальной рейкѣ, съ нулемъ обращеннымъ влѣво, отыскиваютъ величину  $ta$ , равную  $ap$ ; затѣмъ изъ точки  $t$  опускаютъ перпендикуляръ  $th$ , измѣряютъ его и откладываютъ его величину по рейкѣ назадъ до  $ti$ , опустивъ затѣмъ отвѣсъ изъ  $i$  находятъ точку  $v$ , которая и опредѣлитъ искомую точку



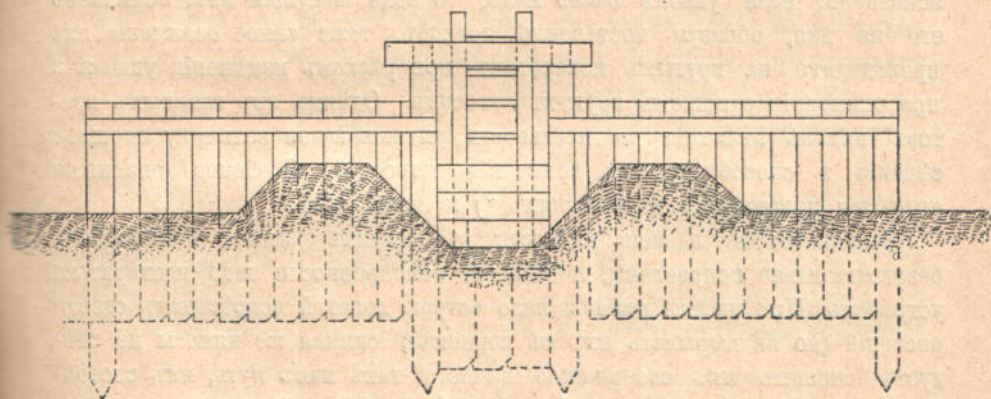
откоса. Для полуторного же откоса горизонтальная линия  $ta$  должна быть в  $1\frac{1}{2}$  раза больше  $ap$ , а по рейкѣ назад откладывается только половина перпендикуляра  $tk$ . Обозначивъ такимъ образомъ колышками откосы во всѣхъ другихъ пунктахъ, натягиваютъ по колышкамъ шнуръ и отбиваютъ линіи откосовъ.

Рытье канавъ всегда слѣдуетъ начинать съ пониженнаго конца и выемку ведутъ слоями, при этомъ, чтобы дождевыя или грунтовыя воды не могли затруднять рабочихъ, по оси выемки вырываютъ кюветъ или канавку для отвода воды и, по мѣрѣ углубленія выемки, углубляютъ и кюветъ.

Земля изъ выемки складывается на нагорномъ берегу въ валики, которые предохраняютъ канаву отъ верховыхъ водъ.



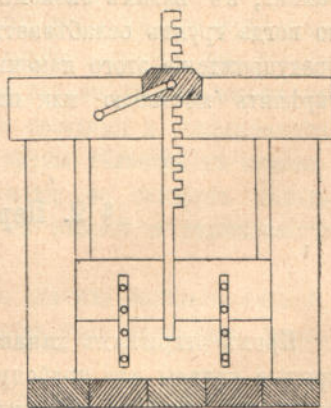
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Если канава ведется съ уступами, то на перепадахъ нельзя сохранить однообразнаго наклона откосовъ и такъ какъ за порогомъ высота выемки сразу увеличивается, то и откосъ долженъ быть врѣзанъ въ бока дальше и тогда планъ канавы съ дномъ и откосами принимаетъ видъ, изображенный на фиг. 3.

Въ томъ случаѣ, когда изъ одной канавы воду надо пропустить въ другую, примыкающую къ первой, то ниже входа второй въ  $a$  (фиг. 21) ставится щитовой затворъ. Рама затвора состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ дубовыхъ косяковъ, въ которыхъ вынуты четверти. Косяки тщательно соединяются шипами внизу съ порогомъ, а сверху съ перекладиной. Все густо осмаливается. Въ фальцахъ



Фиг. 23.



косяковъ ходитъ щитъ. Послѣдній дѣлается изъ дубовыхъ досокъ, соединенныхъ въ закрой и скрѣпленныхъ желѣзными накладками, которыя сверху оканчиваются ручками (фиг. 22), за которыя щитъ и поднимается. Иногда подъемъ совершается посредствомъ зубчатой полосы (фиг. 23). Въ большихъ каналахъ, чтобы избѣжать просачиванія воды подъ затворъ, устраивается шпунтовая стѣнка (фиг. 22), а дно и откосы канавы за затворомъ укрѣпляются досками, какъ объ этомъ говорилось въ перепадахъ.

Когда канава вполне закончена, воду не слѣдуетъ пускать полнымъ сбѣченіемъ и сразу, а постепенно; при этомъ надо слѣдить за нею и немедленно исправлять всѣ малѣйшія неточности и ошибки, которыя неизбежно случаются при исполненіи работъ.

Съ теченіемъ времени канавы приходятъ въ разстройство и не выполняютъ своего назначенія. Если канава невѣрно рассчитана или плохо исполнена, если уклонъ очень малъ, то вода, несущая илъ, осаждаеть его на дно, образуя постепенно подпоръ, тоже самое осажденіе ила происходитъ на крутыхъ поворотахъ, при рѣзкомъ измѣненіи уклона и при оплываніи слишкомъ крутыхъ откосовъ. Однимъ изъ главныхъ враговъ канавъ является растительность, уменьшающая величину площади сбѣченія и способствующая осажденію наносовъ. Особенно опасными являются поврежденія въ насыпяхъ \*) и перепадахъ.

Всякая порча и неисправности въ частяхъ канавы должны быть безотлагательно исправлены, а причину неисправности надо постараться устранить. При чисткѣ канавы надо острою лопатой подрѣзывать стебли растений (но не вырывать ихъ съ корнемъ); снимая же наносы не слѣдуетъ счищать ихъ совершенно начисто, такъ какъ муть, илъ способствуетъ прекращенію фильтраціи; тѣмъ болѣе нельзя трогать уже устоявшіе откосовъ. Иногда при проведеніи канавы въ откосѣ попадаетъ камень; въ видахъ экономіи камень этотъ не вынимается изъ откоса, но когда грунтъ ослабѣваетъ камень сползаетъ и образуетъ подпоръ; въ предупрежденіе этого камень надо удалять и свѣже насыпанный откосъ укрѣпить мостовою или плетнемъ.

## § 2. Перемѣщеніе воды трубами.

(Водопроводы).

Кромѣ открытыхъ канавъ для перемѣщенія воды употребляются закрытые каналы или трубопроводы, названные такъ потому, что отдѣльныя части ихъ состоятъ изъ трубъ.

\*) Устройство насыпей для каналовъ одинаково съ постройкою земляныхъ плотинъ, которыя рассматриваются въ главѣ II.



Движеніе воды въ трубахъ отличается отъ движенія ея въ каналахъ тѣмъ, что трубопроводы могутъ быть пролагаемы не только по уклонамъ внизъ, но и по подъемамъ вверхъ и слѣдовательно, воду по трубамъ можно проводить по оврагамъ и по возвышеніямъ, не употребляя ни водопроводныхъ мостовъ (акведуковъ), ни тоннелей, а лишь укладывая трубы въ грунтъ, на такую глубину, при которой онѣ не могли бы промерзнуть.

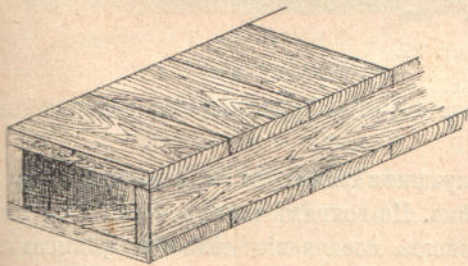
Перемѣщеніе воды по трубамъ можетъ совершаться двояко:

1) или неполнымъ сѣченіемъ, когда линія канала идетъ по однообразному уклону,

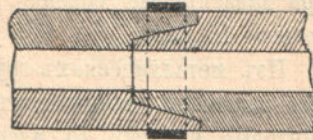
2) или же полнымъ сѣченіемъ подъ напоромъ (см. пр. № 5), когда линія канала идетъ съ перемѣннымъ уклономъ, параллельно рельефу мѣстности.

Въ этомъ второмъ случаѣ возможны два положенія: *а)* когда мѣсто окончанія трубы лежитъ ниже чѣмъ ея начало, тогда вода течетъ по трубѣ самотекомъ и *б)* когда мѣсто окончанія трубы лежитъ выше ея начала, тогда вода нагнетается насосомъ.

При движеніи не подъ напоромъ и не полнымъ сѣченіемъ примѣняются трубы деревянныя (четыреугольныя) и бетонныя; при движеніи же полнымъ сѣченіемъ и подъ напоромъ употребляются де-



Фиг. 24.



Фиг. 25.

ревянныя круглыя трубы, затѣмъ чугуныя, желѣзныя, свинцовыя и гончарныя (послѣднія для небольшихъ напоровъ).

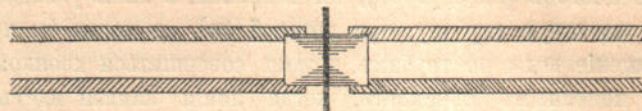
Деревянныя трубы четырехугольнаго сѣченія дѣлаются изъ крѣпкихъ глубокихъ досокъ (фиг. 24); боковыя части трубы состоятъ изъ досокъ положенныхъ вдоль, а нижнія и верхнія части изъ короткихъ досокъ въ закрой и поперекъ трубы. Доски пришиваются гвоздями и осмаливаются внутри и снаружи. Прямоугольное сѣченіе трубы дѣлается съ основаніемъ вдвое большимъ высоты, причемъ основаніе не слѣдуетъ дѣлать большимъ аршина. Концы трубы стыкаются въ закрой и скрѣпляются деревянными хомутами.

Сверху и съ боковъ труба должна быть сначала завалена глиной, а затѣмъ заграбована землей, а подъ дно трубы надо проложить дернъ или другую стороную внизъ.

Круглыя деревянныя трубки высверливаются изъ толстыхъ (6 и 9 вершк.) сосновыхъ или еловыхъ бревенъ на  $\frac{1}{3}$  діаметра, т. е. или на 2 или на 3 вершка. Соединяются трубы различно: или клиномъ входящимъ въ другую (фиг. 25) или вставнымъ желѣзнымъ цилиндромъ



(фиг. 26). Диаметръ такого цилиндра немного больше діаметра отверстія трубы и имѣетъ заостренный край. По срединѣ цилиндра имѣется реборда (закрайна или выступъ), по которой бьютъ молоткомъ и вгоняютъ цилиндръ въ обѣ трубы. Иногда (что лучше) цилиндръ не вбивается, а



Фиг. 26.

вкладывается (фиг. 27) и трубы схватываются двумя обручами. Длина такого цилиндра должна быть не меньше 8 вершковъ.

Снаружи трубы осмаливаются.

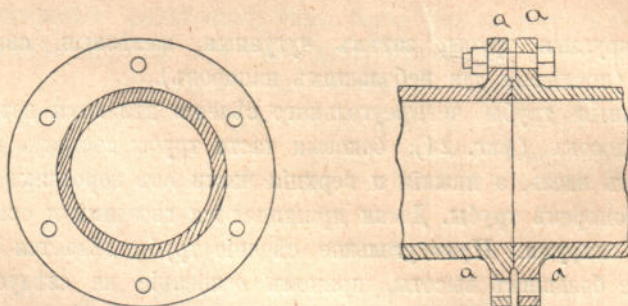
Деревянные трубы самыя дешевыя, но онѣ трескаются и если долго стоять безъ воды, то больше другихъ портятъ ея вкусъ. Употребляются



Фиг. 27.

при давленіи не больше 2 атмосферъ, т. е. при высотѣ подъема не больше 10 саж.

Изъ металлическихъ трубъ наилучшими считаются желѣзныя. Диаметръ ихъ различенъ, начиная отъ  $\frac{1}{4}$  дюйма. На концахъ такихъ трубъ имѣются винтовыя нарѣзки съ муфтами, иногда соединеніе дѣлается фланцами. Для этого каждая труба имѣетъ на концахъ приливы (фланцы) *aa* (фиг. 28),



Фиг. 28.

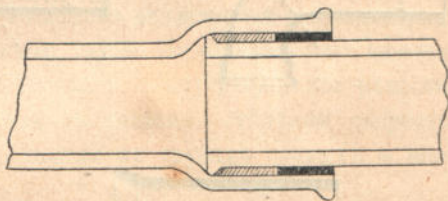
съ отверстіями, въ которыя пропускаются болты и соединяютъ фланцы двухъ смежныхъ трубъ. Между фланцами помѣщаютъ тонкое прокладочное кольцо изъ пеньковой плетенки или изъ пакки, пропитанной горячимъ масломъ (при большомъ давленіи изъ резины); прокладка дѣлается для того, чтобы вода не просачивалась въ соединеніи. Главный недостатокъ желѣзныхъ трубъ—ихъ дороговизна. Для водоотвода употребляются черныя трубы, а для чистой воды—цинкованныя.



Свинцовыя трубы еще дороже желѣзныхъ и не практичны тѣмъ, что легко пробиваются гвоздями и сжимаются отъ ударовъ, а кромѣ этого содержать вредныя для питья соли. Употребляются рѣдко, преимущественно въ домовыхъ ватерклозетахъ.

Наибольшее примѣненіе въ водопроводномъ дѣлѣ имѣютъ чугуныя трубы. Диаметръ ихъ различенъ, начиная отъ  $\frac{1}{2}$  дюйма, длина также не одинакова. Соединяются раструбами (фиг. 29). Пространство на  $\frac{2}{3}$  длины раструба забивается смоленою веревкой, остальная его часть залѣпливается глиной; въ глинѣ продѣлываются два отверстія, въ одно изъ нихъ наливается расплавленный свинецъ и зачеканивается зубиломъ и молоткомъ (другое отверстіе служитъ для выхода воздуха). Такое соединеніе не такъ жестко, какъ соединеніе фланцами, и въ случаѣ небольшого искривленія линій трубъ отъ неравномѣрной осадки грунта соединенія въ раструбы не производятъ порчи трубъ, тогда какъ при фланцевомъ соединеніи не рѣдки случаи ихъ раскалыванія.

Главный недостатокъ чугуныхъ трубъ заключается въ ихъ хрупкости, онѣ бьются даже при тряской перевозкѣ. Для предохраненія отъ ржавчины и уменьшенія шероховатости трубы внутри асфальтируются. Асфальтирующий слой долженъ представлять гладкую блестящую поверхность; при ударѣ молоткомъ не долженъ трескаться и отставать.



Фиг. 29.

Гончарныя трубы изъ обожженной глины имѣютъ длину до  $1\frac{1}{2}$  арш. и диаметръ различный. Соединяются раструбами: при этомъ, на  $\frac{1}{3}$  раструба заполняются смоленою паклей, а на  $\frac{2}{3}$  жирною глиной. Для уменьшенія тренія покрываются глазурью. Главный недостатокъ трубъ—хрупкость и малое давленіе, которое онѣ выдерживаютъ.

При соединеніи гончарныхъ трубъ примѣняется асфальтовая замазка.

Цементныя и бетонныя трубы примѣняются въ тѣхъ случаяхъ, когда вода идетъ не полнымъ сѣченіемъ, часто въ нихъ дѣлаются щели, чтобы вода не поднималась выше опредѣленнаго уровня. Соединяются также какъ и гончарныя трубы, при чемъ вмѣсто глиняной набивки иногда примѣняется цементъ.

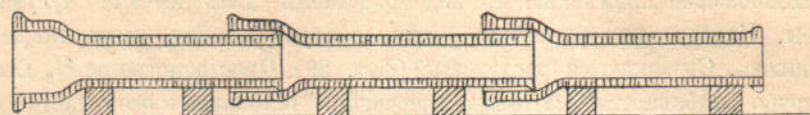
Трубы должны быть заложены ниже линіи промерзанія; если же ихъ приходится помѣстить выше, то надъ ними надо сдѣлать земляной валикъ, или обсыпать золою, опилками, обложить ихъ навозомъ, или обернуть войлокомъ.

При укладкѣ трубъ надо наблюдать, чтобы онѣ лежали въ грунтѣ свободно и не могли бы сдвинуться при загрузкѣ ихъ потомъ землею, иначе соединенія концовъ разойдутся и будутъ пропускать воду. Поэтому въ



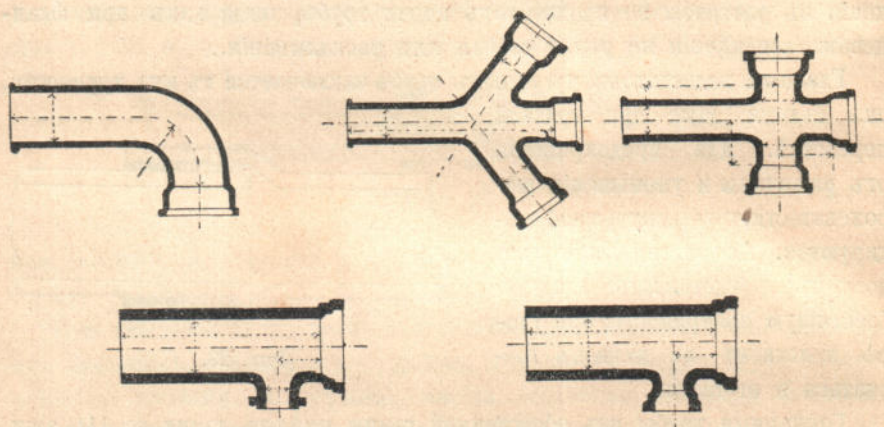
слабыхъ грунтахъ надо подѣ трубы класть подкладку изъ дерева или кирпича (фиг. 30).

Для соединенія пересѣкающихся линий водопровода ставятся (фиг. 31) тройники, крестовины, поворотные отводы.



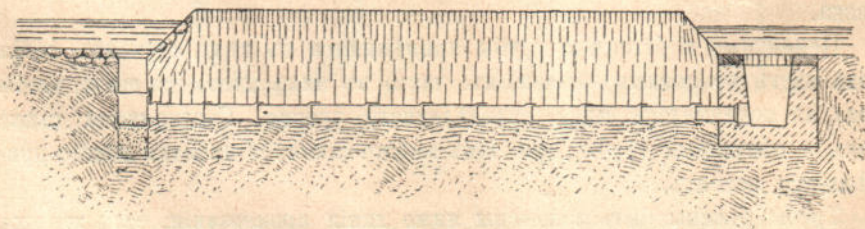
Фиг. 30.

Трубы иногда примѣняются и при перемѣщеніи воды канавами. Этотъ случай, когда одну канаву надо провести подѣ другою или же подѣ дорогою \*). Такой трубопроводъ называется обратнымъ сифономъ или дю-



Фиг. 31.

керомъ (фиг. 32). Наиболе отвѣчающимъ цѣли является сооруженіе въ видѣ двухъ вертикальныхъ колодцевъ, соединенныхъ горизонтальною трубою. Дно верховаго колодца опущено ниже трубы для осажденія наво-



Фиг. 32.

совъ, откуда ихъ по временамъ вычерпываютъ. Вода въ дюкерѣ находится подѣ напоромъ, поэтому, какъ колодцы, такъ и труба должны быть изъ прочнаго матеріала. Во избѣжаніе засоренія трубы, водѣ въ дюкерѣ

\*) См. стр. 11.



придають большую скорость; это достигается увеличеніемъ напора, т. е. разности уровней у входа въ дюкеръ и у выхода изъ него. Чѣмъ выходное отверстіе будетъ ниже входного, тѣмъ движеніе воды вытекающей будетъ происходить быстрѣе. При началѣ и въ концѣ сифона ставится каменная на цементѣ или деревянная шпунтовая стѣнка.

Количество воды доставляемое трубою или иначе секунднѣй ея расходъ равенъ площади сѣченія трубы, умноженной на скорость, т. е.

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v$$

и слѣдовательно, чѣмъ больше діаметръ ( $d$ ) трубы, тѣмъ будетъ больше и расходъ ( $Q$ ); но кромѣ величины діаметра, расходъ зависитъ еще отъ напора \*) и отъ длины трубопровода. Ни напоръ, ни длина не показаны въ вышеприведенной формулѣ, они входятъ въ выраженіе скорости ( $v$ ). Чѣмъ больше напоръ, тѣмъ скорость увеличивается, но чѣмъ длиннѣе труба, тѣмъ скорость уменьшается. Последнее объясняется возрастаніемъ тренія, которое увеличивается съ длиною трубы. Не остается безъ вліянія на скорость и состояніе поверхности тренія, т. е. внутренней поверхности трубы; поэтому въ трубахъ новыхъ или съ гладкими стѣнками скорость движенія воды значительно большая, нежели въ трубахъ старыхъ и шероховатыхъ.

Если требуется пропустить по трубѣ заданное количество  $Q$  воды въ секунду, то для опредѣленія поперечнаго сѣченія трубы  $F$  задаются скоростью  $v$  и тогда

$$F = \frac{Q}{v},$$

а такъ какъ  $F = \frac{\pi d^2}{4}$ , то найдя величину  $F$  находятъ и діаметръ трубы  $d$ .

При расчетѣ трубопроводовъ обыкновенно принимаютъ скорость  $v = 3$  футовъ въ секунду. Слишкомъ большая скорость увеличиваетъ потерю на треніе, кромѣ того при очень большой скорости происходятъ такъ называемые гидравлическіе удары во время запиранія трубы кранами или клапанами, вслѣдствіе чего труба можетъ лопнуть. Напротивъ, при слишкомъ тихомъ движеніи заключающійся въ водѣ илъ осаждается на стѣнкахъ трубы.

Въ небольшихъ трубопроводахъ (менѣе 10 саж.) потери напора въ расчетѣ не принимаются и при выборѣ діаметра трубы \*\*) для заданнаго расхода, или при опредѣленіи расхода по имѣющемуся діаметру трубы можно пользоваться слѣдующей таблицей.

\*) Діаметръ всегда измѣряется внутри трубы и считается дюймами.

\*\*) См. прилож. № 5.



## Т А Б Л И Ц А

для подбора діаметровъ чугунныхъ и желѣзныхъ трубъ при скорости теченія въ 3 фута.

ДІАМЕТРЪ ТРУБЫ.	1/2"	1"	2"	3"	4"	5"	6"
Секундный расходъ въ кубич. фут. . . . .	0,004	0,016	0,066	0,147	0,264	0,408	0,588
Часовой расходъ въ ведрахъ *) (въ круглыхъ числахъ) . . . . .	30	135	540	1225	2160	3375	4860

Само собою разумѣется, что опредѣленный по этой таблицѣ расходъ и взятая для расчета скорость (3 фута) получаются только тогда, когда труба будетъ находиться подъ извѣстнымъ уклономъ; такъ,

для трубы въ 1/2" уклонъ долженъ быть около	0,1
» » » 1" » » » »	0,06
» » » 2" » » » »	0,03
» » » 3" и 4" » » » »	0,02
» » » 5" и 6" » » » »	0,01

Съ увеличеніемъ уклона скорость, а слѣдовательно и расходъ увеличатся \*\*).

Въ томъ случаѣ, когда трубопроводъ устраивается въ цѣляхъ водоснабженія, онъ называется водопроводомъ.

Сооруженіе всякаго водопровода состоитъ изъ трехъ частей: I устройства для приѣма воды, II устройства для доставленія воды на мѣсто и III устройства для раздачи воды.

Въ цѣляхъ водоснабженія пользуются водою колодцевъ, рѣкъ и ручьевъ.

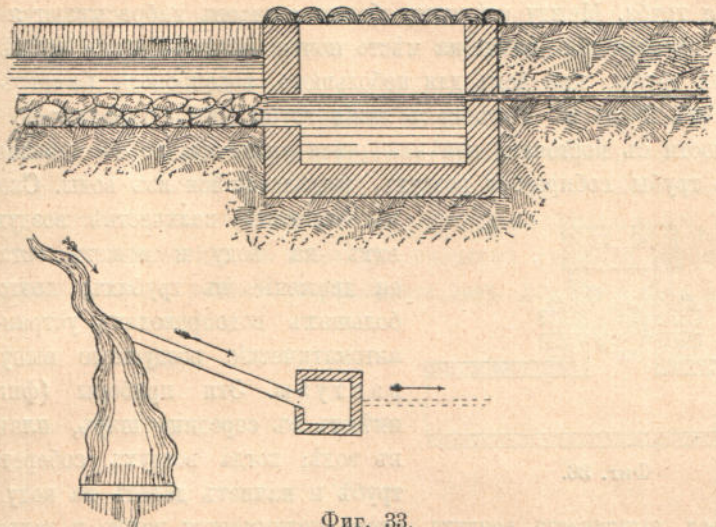
— Простѣйшее устройство для приѣма воды изъ ручья или потока выполняется слѣдующимъ образомъ. На ручѣй (фиг. 33) вода подпруживается плотинкой; выше ея по теченію роется канавка съ очень слабымъ уклономъ и набросанными въ нее камнями; канавка сообщается съ каменною, закрытою деревянною крышкою цистерною, а изъ цистерны уже выходитъ водопроводная труба, помѣщенная, какъ показано на чертежѣ, у верхняго горизонта воды въ цистернѣ. Такимъ образомъ, вода изъ источника, проходя сквозь каменную наброску канавки, оставляетъ здѣсь крупныя песчинки и посторонніе плавающие предметы, а мелкія иловатыя частицы отлагаются на днѣ цистерны, которую отъ времени до времени надо чистить.

\*) Кубическій футъ принимается равнымъ 2,3 ведра.

\*\*) Подробнѣе о расчетѣ трубопроводовъ—ниже.

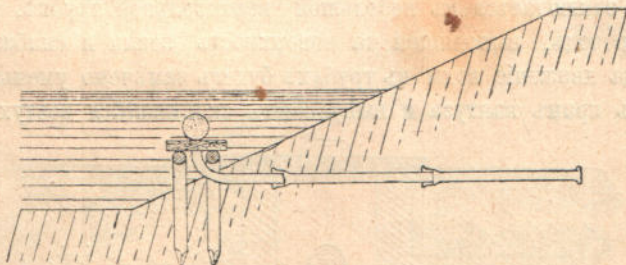


Для приема воды изъ рѣкъ съ чистою водою на днѣ рѣки уклады-



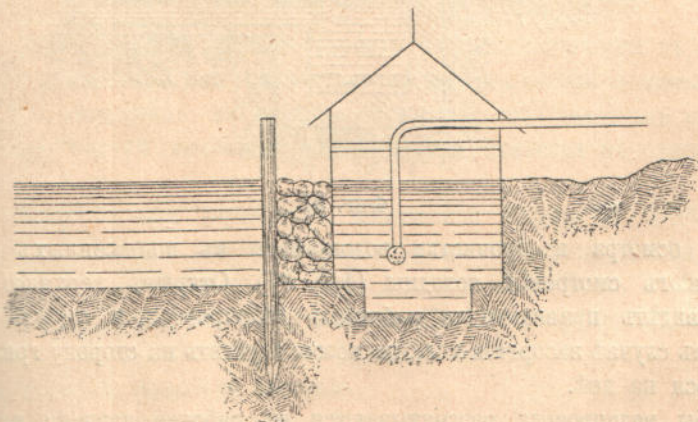
Фиг. 33.

вается приемная труба (фиг. 34), имѣющая вертикальный штуцеръ съ хланкомъ на концѣ.



Фиг. 34.

Другое, лучшее устройство имѣетъ видъ ящика (фиг. 35) изъ свай,



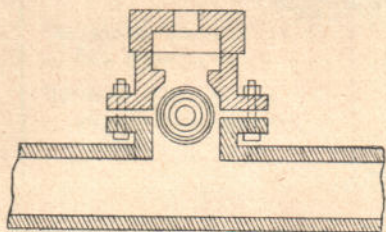
Фиг. 35.

ящикъ частоколомъ съ прозорами. Внутри этого ящика дѣлается дру-



гой досчатый съ отверстиями и въ этомъ второмъ ящикѣ помѣщается приемная труба. Между стѣнками обоихъ ящиковъ набрасываются камни.

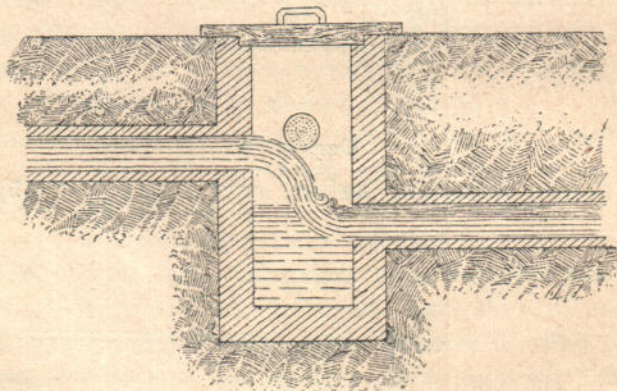
Для доставленія воды на мѣсто почти исключительно примѣняются чугунныя трубы, при чемъ для небольшого водопровода диаметръ выбирается отъ 2" до 5". Такъ какъ линия трубы идетъ параллельно земной поверхности съ постоянно измѣняющимся уклономъ, то въ повышенныхъ точкахъ трубы собирается воздухъ, выдѣляющійся изъ воды. Скопляясь



Фиг. 36.

въ большомъ количествѣ воздухъ давить на воду и можетъ остановить ея движеніе въ трубахъ; поэтому въ большихъ водопроводахъ устраиваютъ автоматическіе воздушные выпуски — вантузы. Эти приборы (фиг. 36) имѣютъ въ серединѣ шаръ, плавающій въ водѣ; когда воздухъ соберется въ трубѣ и начнетъ давить на воду, шаръ опускается, выпускаетъ воздухъ, снова поднимается водою и закрываетъ отверстіе, черезъ которое могла бы вылиться вода.

Болѣе простое, но уже не автоматически дѣйствующее устройство вантузовъ заключается въ небольшой вертикальной трубкѣ, включенной въ трубопроводъ, выходящей на поверхность земли и снабженной краномъ. Когда движеніе воды въ трубахъ будетъ замѣчено уменьшающимся, открываютъ кранъ вантуза и выпускаютъ скопившійся воздухъ.



Фиг. 37.

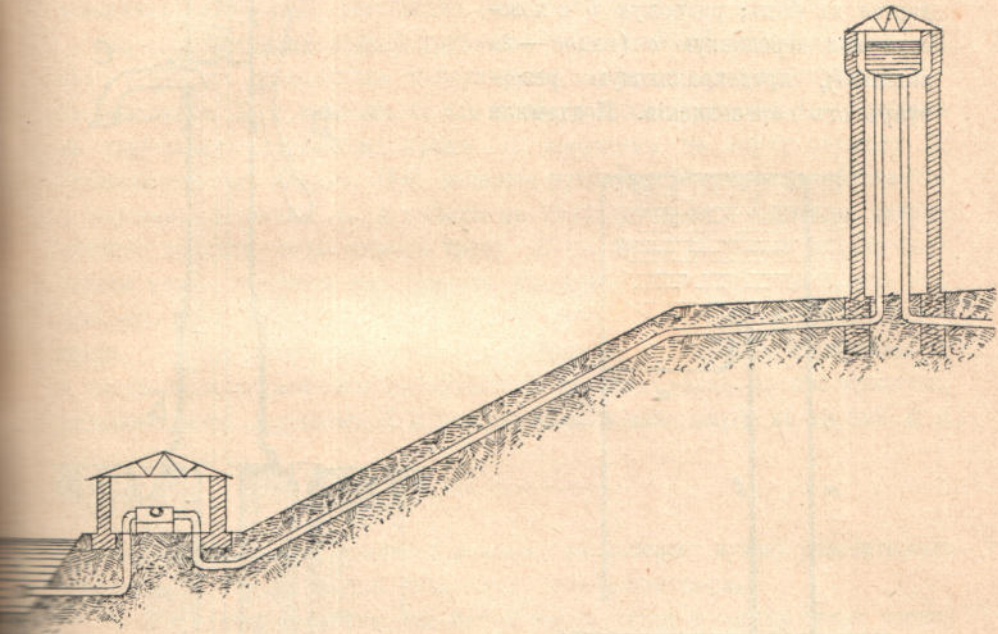
Для осмотра и прочистки водопровода въ пониженныхъ мѣстахъ устраиваютъ смотровые колодцы (фиг. 37). Открывъ верхнюю лазейку можно видѣть правильно ли работаетъ водопроводъ, а черезъ нижнюю трубу, въ случаѣ засоренія колодца можно спустить на сторону грязь, собирающуюся на днѣ.

Трубы водопровода рассчитываются на рабочее давленіе не больше 10 атмосферъ, обыкновенное же рабочее давленіе не выходитъ за 4—7 атмосферъ (т. е. на высоту подъема 20—35 саж.).



Доставленная трубами вода поступаетъ въ сборные резервуары, а изъ нихъ самотекомъ распредѣляется по разборнымъ трубамъ. Чтобы въ трубахъ вода находилась подъ напоромъ, такой резервуаръ или водоемъ помѣщается на возвышенномъ мѣстѣ, напр. на холмѣ.

Стѣнки его выводятся изъ кирпича на цементѣ, дно изъ слоя утрамбованной глины, толщиною не менѣе 12 вершковъ, перекрывается двумя рядами кирпичей плашмя на цементѣ. Сверхъ стѣнъ по желѣзнымъ балкамъ или рельсамъ дѣлаются сводики и все засыпается землею до  $1\frac{1}{2}$  аршина толщиною. Для вентиляціи въ ключахъ сводиковъ ставятся трубы, снабженныя колпаками, и затѣмъ устраивается лазъ для осмотра и очистки.



Фиг. 38.

Когда такого водоема нельзя устроить на возвышенности въ землѣ, то сборный резервуаръ или бакъ ставится или въ особой водонапорной башнѣ, какъ напримѣръ на желѣзнодорожныхъ станціяхъ, или его помѣщаютъ на чердакѣ высокаго зданія и вода подается въ бакъ насосомъ (фиг. 38).

Баки дѣлаются или деревянные конической формы съ желѣзными обручами, или желѣзные клепаные цилиндрической формы. Днища дѣлаются изъ листовъ, толщиною въ  $\frac{3}{16}$ " для вместимости въ 200 ведеръ и толщиною въ  $\frac{1}{4}$ " для 200—600 ведеръ. По верхнему краю для жесткости приклепывается поясокъ изъ углового желѣза. Внутри и снаружи бакъ окрашивается масляною краскою.

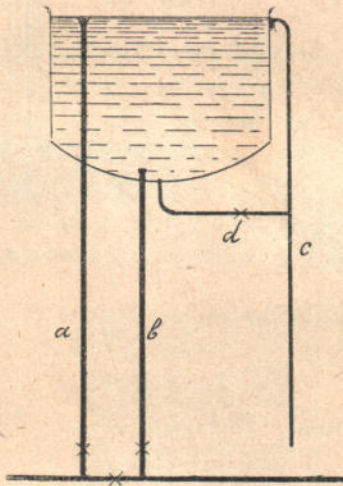
Противъ замерзанія желѣзные баки окружаютъ досчатымъ чехломъ снаружи и внутри обитымъ войлокомъ. Бакъ долженъ быть закрытъ крышкою, а чтобы отъ этого не портилась вода надо провести вытяжную



трубку изъ крышки бака, напр. въ близъ стоящую дымовую трубу. Чтобы подъ бакомъ не заводилась плесень и гниль, бакъ надо ставить на деревянныхъ брускахъ, чтобы былъ свободный ходъ воздуха.

Разсчитывая резервуаръ по данному объему слѣдуетъ стремиться получить нужную емкость при наименьшей затратѣ желѣза, это условіе достигается для цилиндра когда высота равна радиусу.

Каждый бакъ долженъ имѣть непремѣнно три трубы: (см. фиг. 39) подъемную *a*, по которой вода подается въ бакъ; расхожую *b* и холостую или переливную *c* (иначе — лишнюю), предохраняющую резервуаръ отъ переполнения. Подъемная

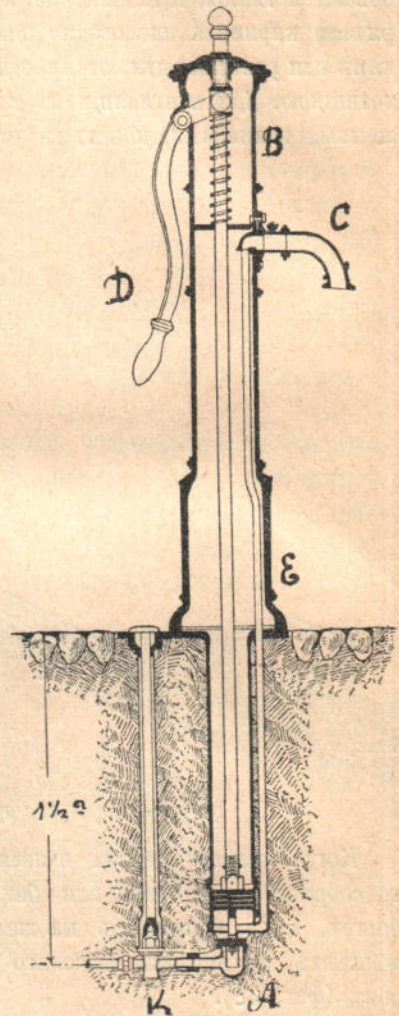


Фиг. 39.

труба оканчивается въ самой верхней части резервуара, на одномъ съ нею уровнѣ помѣщается лишняя труба. Эти двѣ трубы дѣлаются одинаковаго діаметра. Расхожую трубу слѣдуетъ помѣщать немного выше дна и тогда

для промывки резервуара устраивается спускная трубка *d* съ краномъ; одинъ конецъ этой трубки входитъ въ дно бака, а другимъ — трубка соединяется съ холостой трубою. Черезъ каждые 3—4 мѣсяца необходимо спускать всю воду изъ бака и тщательно очищать его внутри отъ осадковъ.

Въ деревянномъ бакѣ расхожая труба имѣетъ широкій фланецъ, подъ который кладется прокладка резиновая или изъ просмоленной пеньки и прихватывается сквозь дно и наружный фланецъ болтами.



Фиг. 40.



По выходѣ изъ резервуара расхожая труба развѣтляется при помощи крестовинъ и тройниковъ, а для регулированія и раздачи употребляются краны обыкновенные выпускные и проходные, (проводящіе) воду изъ трубы въ трубу.

Если труба проходитъ черезъ холодное помѣщеніе, ее надо обернуть войлокомъ или соломенными жгутами; въ теплое же помѣщеніи трубы надо закрывать досками, такъ какъ на поверхности металлическихъ трубъ осаждаются водяные пары.

Наименьшій діаметръ домовыхъ разборныхъ трубъ  $1/2''$ .

Разборные краны на открытомъ воздухѣ помѣщаются въ особыхъ колонкахъ слѣдующаго устройства (фиг. 40).

На концѣ водопроводной трубы съ задвижкой *K* имѣется кранъ *A*, надъ этимъ же краномъ на поверхности земли устанавливается колонка съ рукояткою *D* и носкомъ *C* для разбора воды; рукоятка *D* соединена съ трубчатымъ стержнемъ крана *A*, несущимъ на верху пружину *B*, отжимающую его вверхъ. При поднятій рукоятки *D* стержень опускается и опускаетъ поршень *A*, а вмѣстѣ съ тѣмъ опускается и кольцо, закрывающее проходъ воды черезъ трубу *E* къ носку *C*. Когда кольцо опустится ниже отверстій въ стѣнкахъ нижней трубки, то вода черезъ эти отверстія проходитъ въ трубу *E* и въ носокъ *C*. Если же рукоятка опущена, то поднимающійся пружиною стержень, поднимаетъ и поршень *A* и тогда вода, оставшаяся въ трубкѣ *E* уходитъ внизъ въ пространство, освобожденное поршнемъ *A* и уже не можетъ замерзнуть въ трубкѣ *E* и разорвать ее.

Для опредѣленія количества воды, на которое нужно рассчитывать водопроводъ, принимаются слѣдующія примѣрныя нормы:

- 1) На одного человѣка для питья, варки пищи и стирки бѣлья расходуетъ въ сутки 3—4 ведра;
- 2) на лошадь, корову и вообще на одну голову крупнаго скота—4 ведра;
- 3) на 1 штуку мелкаго скота—1 ведро;
- 4) на поливку садовъ и улицъ 1 ведро на 1 кв. саж. При этомъ лѣтомъ расходъ увеличивается, зимою уменьшается.

Въяснивъ требуемый расходъ воды и опредѣливъ по предыдущему (см. таблица на стр. 22) размѣръ трубы при скорости въ 3 фута, надо еще принять во вниманіе величину напора, которою при короткомъ трубопроводѣ пренебрегали.

Во время движенія воды по трубѣ, вслѣдствіе тренія ея о стѣнки и ударовъ на поворотахъ, колѣнахъ, при входѣ и проч. происходитъ потеря эвергіи движенія, или напора (*h* \*) и если длина трубы очень велика, площадь ея сѣченія очень мала и общій напоръ (*H*) незначителенъ, то

\*) См. приложение № 5.



весь напоръ потеряется на преодоленіе гидравлическихъ сопротивленій и изъ нижняго отверстія трубы вода вытекать не будетъ.

Вейсбахъ даетъ такую формулу потери напора для трубъ

$$h = 0,0012 \frac{l}{d}$$

гдѣ  $l$ —длина трубы

$d$ —діаметръ, а скорость  $v$  принята въ 1 метръ и всѣ величины выражены въ метрической мѣрѣ.

По этой формулѣ выводится зависимость между діаметромъ, скоростью и потеряннымъ напоромъ.

Для нахождения этой зависимости можно пользоваться графикомъ (фиг. 41) вполне удовлетворительнымъ для практическихъ цѣлей.

Изъ этого графика видимъ, что, напримѣръ, въ трубѣ діаметромъ въ 1 дюймъ потеря напора увеличивается чрезвычайно быстро съ увеличеніемъ скорости и чтобы вода изъ резервуара поступала къ данному мѣсту со скоростью 6 футовъ на протяженіи 100 футовъ, надо резервуаръ поставить выше этого мѣста на 29 фут., а если труба будетъ имѣть изгибы и суженія, то потеря напора будетъ еще большею.

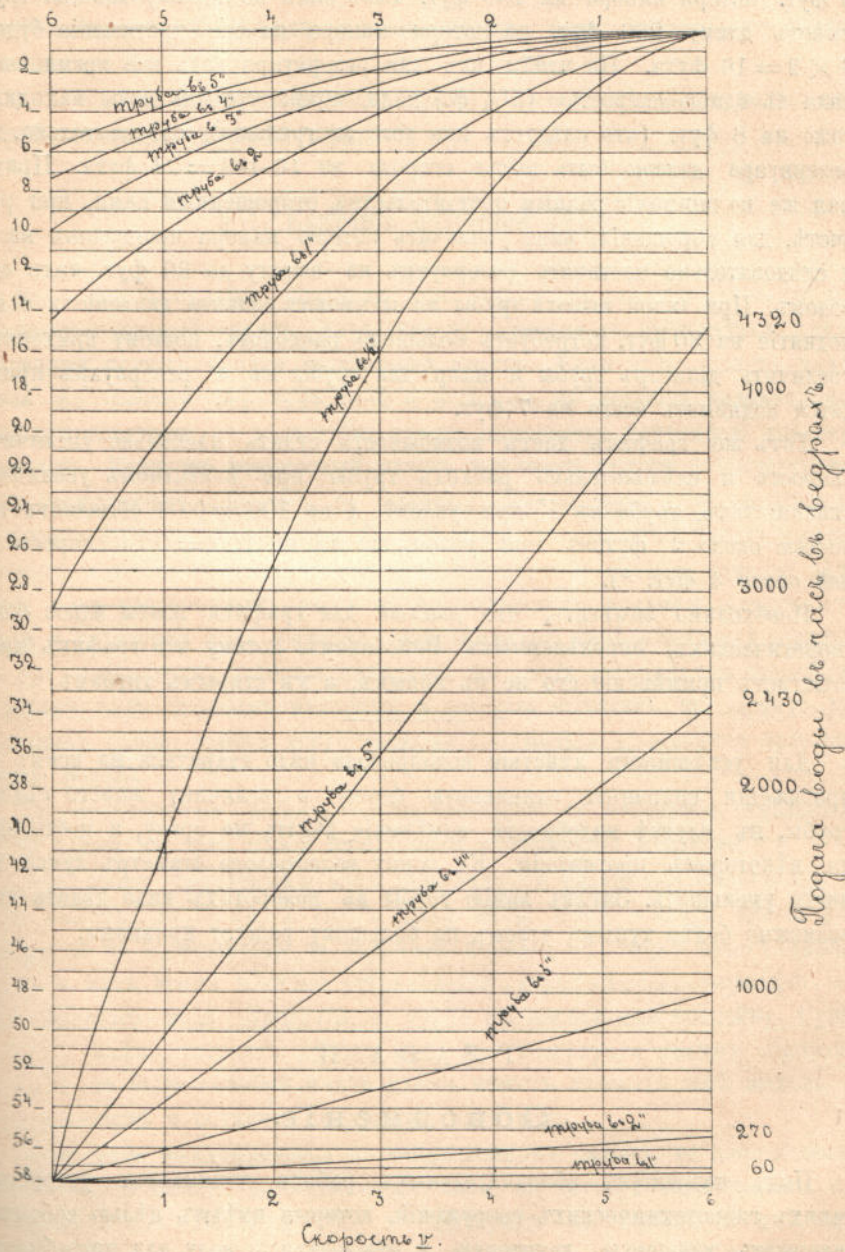
Рѣшимъ такую задачу. Какую трубу надо поставить къ чану, изъ котораго вода вытекаетъ со скоростью 4 фут., чтобы эту воду провести къ крану, находящемуся въ 200 фут. отъ резервуара, при чемъ кранъ помѣщается на 20 фут. ниже резервуара? Итакъ, у насъ имѣется 20 фут. напора при длинѣ трубы въ 200 фут., слѣд. на 100 фут. приходится 10 фут. напора. По графику отыскиваемъ пересѣченіе двухъ линій: слѣва беремъ горизонтальную отъ цифры 10, а сверху вертикальную отъ цифры 4 (скорость): видимъ, что точка пересѣченія приходится между кривыми въ 2" и въ 1" и какъ разъ посрединѣ между ними, слѣдовательно, для взятаго нами случая, самую подходящую была бы труба въ 1½", но, принимая во вниманіе разныя препятствія, лучше взять трубу съ запасомъ, т. е. большаго діаметра, именно въ 2" дюйма, которая на 100 фут. при скорости въ 4 фута требуетъ напора около 7 фут., т. е. меньшаго, чѣмъ у насъ имѣется. Чтобы узнать, сколько воды будетъ вытекать черезъ эту трубу отыскиваемъ на нижнемъ краѣ графика цифру 4 (скорость) и беремъ точку встрѣчи вертикальной линіи, идущей отъ этой цифры вверхъ съ наклонной прямою, помѣченной надписью «труба въ 2 дюйма». Отъ точки пересѣченія проведемъ горизонтальную линію вправо, послѣдняя встрѣтитъ правый край графика въ точкѣ приблизительно около 200; это значитъ, что изъ крана будетъ вытекать около 200 ведеръ въ часъ.

Рѣшимъ болѣе общую задачу. Требуется доставлять въ огородъ струю воды мощностью 900 ведеръ въ часъ, при чемъ зданіе для напорнаго резервуара находится въ 200 фут. отъ огорода. Отыскиваемъ на правомъ краю графика цифру 900. Прослѣдимъ линіи какихъ діаметровъ пересѣчетъ идущая отъ этой цифры горизонтальная прямая. На-



ходимъ трубы въ 3", 4", 5". Выбираемъ, какъ самую дешевую, самую узкую трубу—въ 3". Находимъ скорость этой трубы для расхода въ

Скорость  $v$



Фиг. 41.

900 ведеръ. Отъ точки пересѣченія горизонтальной линіи отъ 900 съ вертикальной для 3" опустимъ вертикальную къ нижнему краю графика. По-



лучаемъ около  $5\frac{1}{4}$  фут. Обращаемся теперь къ верхнему краю графика и отыскиваемъ точку соответствующую скорости  $5\frac{1}{4}$  на трубѣ въ 3"; отъ нея ведемъ горизонтальную линію влѣво и на краю графика находимъ 8 фут. потери напора на 100 фут. Такъ какъ по нашему заданію труба имѣетъ длину 200 фут. то потеря напора на все протяженіе будетъ  $8 \times 2 = 16$  фута. Но чтобы изъ dna резервуара вода все время вытекала съ одною скоростью ( $5\frac{1}{4}$  ф.) надо, чтобы уровень воды находился тоже на 8 фут. (что слѣдуетъ изъ того же графика), слѣдовательно, дно резервуара должно быть выше огорода на  $16 + 8 = 24$  фута. Принимая же во вниманіе разныя обстоятельства, отброшенные нами, при расчетѣ, для упрощенія, надо увеличить потерю напора процентовъ на 20 и слѣдовательно поставить резервуаръ на высоту до 30 фут. надъ огородомъ. При такой высотѣ трубы испытываютъ сильное давленіе и самое поднятіе на 30 фут. потребуетъ большихъ расходовъ, поэтому приходится увеличить діаметръ трубы и напр. для трубы въ 4" резервуаръ придется поднимать всего на 7 фут.

Тотъ же графикъ даетъ возможность судить насколько увеличится скорость и слѣдовательно расходъ трубы при извѣстномъ увеличеніи уклона; такъ, труба въ 1" при уклонѣ 4 на 100 = 0,04 обладаетъ скоростью около 2 футовъ, при уклонѣ же 14 на 100 = 0,14 скорость въ ней около 4 фут. \*).

Необходимо замѣтить, что данныя для графика взяты вдвое болѣе теоретическихъ, опредѣленныхъ Вейсбахомъ, потому что графикъ предполагаетъ примѣненіе его не къ новымъ, а къ старымъ трубамъ.

Для успѣшности дѣйствія водопровода надо стараться на всемъ его протяженіи сохранить одинаковую форму и величину живого сѣченія трубы, въ случаѣ надобности измѣненіе дѣлать не сразу, а постепенно на нѣкоторомъ протяженіи. Къ концу водопровода діаметръ лучше немного уменьшить. Затѣмъ линію трубы на поворотахъ надо дѣлать подь возможно болѣе тупымъ угломъ по большому радіусу кривизны.

## Г Л А В А II.

### Обводненіе.

Подъ названіемъ обводнительныхъ работъ понимается устройство такихъ гидротехническихъ сооружений, которыя имѣютъ цѣлью собрать и задержать ключевую, грунтовую и атмосферную воду для потребностей населенія и для борьбы съ пожарами.

\*) Вѣрно только приблизительно, потому что скорость пропорціональна квадрату уклона.



Обводнительныя работы можно по ихъ характеру раздѣлить на три категоріи:

1—собираніе подпочвенныхъ открытыхъ водъ, такъ называемый каптажъ ключевой воды;

2—собираніе закрытыхъ подпочвенныхъ водъ, иначе—устройство колодцевъ;

и 3—собираніе атмосферныхъ дождевыхъ и снѣговыхъ водъ, или устройство водохранилищъ—прудовъ.

## § 1. Каптажъ ключевой воды.

Вода атмосферныхъ осадковъ просачивается въ почву и встрѣчая водонепроницаемый грунтъ (напр. глину) заполняетъ промежутки между частицами почвы, образуя водоносный пластъ. Если этотъ пластъ находится въ самомъ верхнемъ слоѣ и если онъ не покрытъ водонепроницаемымъ пластомъ, то вода этого пласта называется почвенною или верховодкою. Если же водоносный пластъ залегаетъ глубже и покрытъ водонепроницаемымъ пластомъ, то содержащуюся въ немъ воду называютъ грунтовой (или подпочвенною). Всякій водонепроницаемый пластъ имѣетъ наклонъ и по этому наклону медленно стекаетъ грунтовая вода до тѣхъ поръ, пока водоупорный пластъ не выклинется на дневную поверхность. Тогда и грунтовая вода выходитъ изъ земли въ видѣ ключа или родника. Тѣ грунтовые воды, которыя находятся въ очень глубокихъ водоносныхъ пластахъ подъ сильнымъ напоромъ и которыя выходятъ на дневную поверхность только черезъ искусственныя сооруженія называются артезианскими водами.

Гидротехническія работы, заключающіяся въ собираніи отдѣльныхъ струй ключа въ одно цѣлое называются каптажными работами \*).

Для сбора грунтовыхъ водъ примѣняются различныя сооруженія въ видѣ камеръ (цистернъ) и трубъ. Такъ напр. мѣсто выхода ключа расчищается по возможности до коренной породы, по которой течетъ главная струя и надъ этимъ мѣстомъ устраивается закрытый резервуаръ (фиг. 42) изъ котораго вода отводится по трубѣ къ насосу или бассейну. Существенно важно устроить отводъ воды изъ резервуара такимъ образомъ, что бы не было подпора иначе ключъ можетъ промыть себѣ выходъ въ другомъ мѣстѣ и оставить сооруженіе безъ воды.

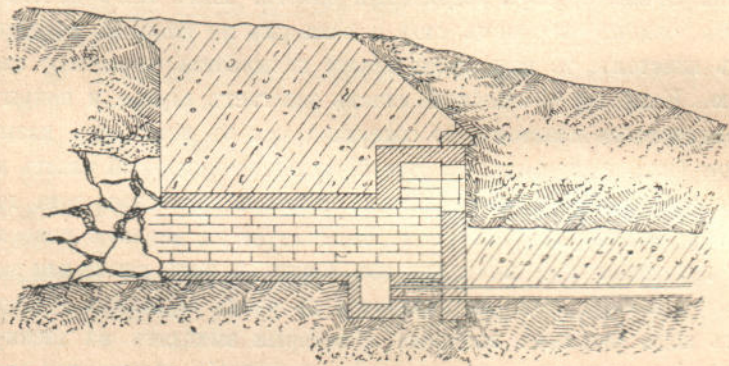
Если вода выклинивается на возвышенномъ склонѣ, то для собиранія ключа роется канава до водоноснаго слоя, въ которую закладываютъ или деревянную изъ пластинъ трубу съ прозорами въ бокахъ и днѣ, или цементныя трубы безъ скрѣпленій въ стыкахъ и съ отверстиями въ стѣн-

\*) Названіе происходитъ отъ французскаго выраженія travaux de captage—захватныя работы.



кахъ; или наконецъ такія же чугунныя трубы. Конецъ трубъ выводятъ прикрываютъ дернинами, обращенными внизъ травой и наконецъ ровъ затрамбовывается землей. Это дѣлается для того, чтобы поверхностныя воды не могли просочиться къ трубамъ.

Если въ мѣстности ровной ключъ выбивается снизу вверхъ, то прежде всего снимаютъ растительный и рыхлый слой, на которомъ происходитъ просачиваніе, а затѣмъ въ этомъ мѣстѣ понижаютъ уровень воды, вычерпывая ее вмѣстѣ съ землею. Потомъ даютъ водѣ отстояться и, бросая въ нее древесныя опилки, замѣчаютъ по нимъ то мѣсто, откуда выходитъ вода, и тогда надъ этимъ мѣстомъ устанавливаютъ или бездонную конической формы бочку съ желѣзными обручами или деревянную трубу и легкими ударами по краямъ осаживаютъ ее въ землю, вычерпывая въ это же время изъ середины бочки грунтъ. Такъ дѣлаютъ до тѣхъ поръ,



Фиг. 42.

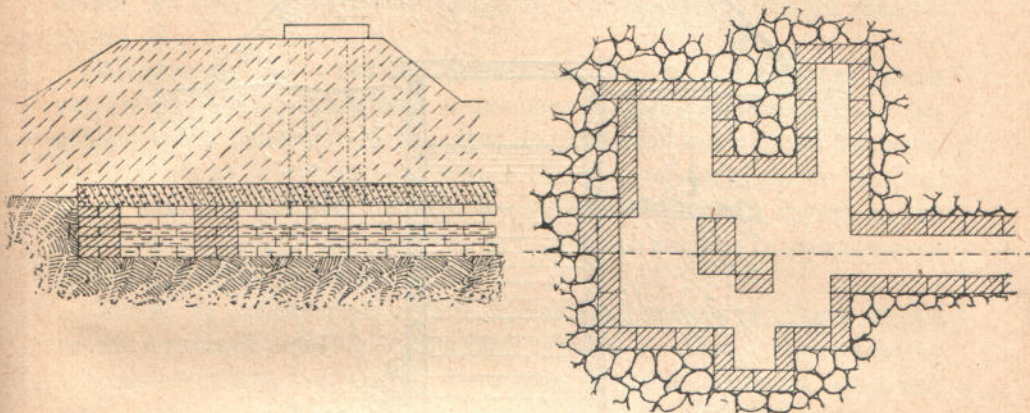
пока бочка не погрузится настолько, что верхній край ея только немного будетъ возвышаться надъ уровнемъ воды. Нельзя допускать, чтобы слой воды въ бочкѣ стоялъ высоко, потому что вода будетъ давить на ключъ и можетъ случиться, что изъ этого мѣста источникъ уйдетъ совсѣмъ. Когда бочка забита, вырѣзываютъ въ ней отверстіе для выхода воды, а вокругъ бочки затрамбовываютъ жирную глину. Если ключей будетъ найдено нѣсколько, то каждый изъ нихъ такимъ же образомъ собирается въ бочку, а затѣмъ вода по желобамъ отводится въ какой нибудь одинъ общій резервуаръ. Все пространство съ бочками должно быть ограждено отъ затаптыванія и загрязненія и закрыто навѣсомъ.

Въ томъ случаѣ, когда имѣется обильный водою песчаный грунтъ, при чемъ, если онъ расположенъ на склонѣ и залегаетъ не глубже сажени, роютъ яму, углубляя ее въ водоносный слой вершковъ на 10. Въ ямѣ складываются стѣнки въ полъ кирпича (фиг. 43) и проводится каналъ. Затѣмъ выводится бетонная крыша и все засыпается землею. Вода подходитъ въ камеру снизу и течетъ по каналу, который выводитъ



ее по уклону на дневную поверхность. Для осмотра и ремонта въ крышѣ устраивается лазъ.

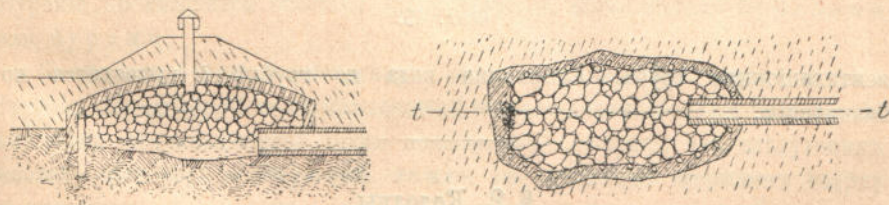
Другой типъ каптажной цистерны (фиг. 44). Роется яма, параллельно стѣнкамъ которой забиваются толстыя колья (легкія свайки), въ яму закладывается выводная бетонная труба. Какъ эта труба, такъ и все пространство до колеевъ забрасывается камнями до аршина въ толщину. Сверхъ наброски и за стѣнками цистерна окружается слоемъ



Фиг. 43.

глины, а затѣмъ все засыпается землею. Внутри наброски проводится вентиляціонная труба.

Въ томъ случаѣ если водоносный песчаный слой очень илистый устраивается бетонная ключевая камера (фиг. 45). Для этого въ водоносномъ слое роется круглая шахта, углубляющаяся около аршина въ подстилающій глинистый слой. По мѣрѣ углубленія въ шахту опускаютъ или

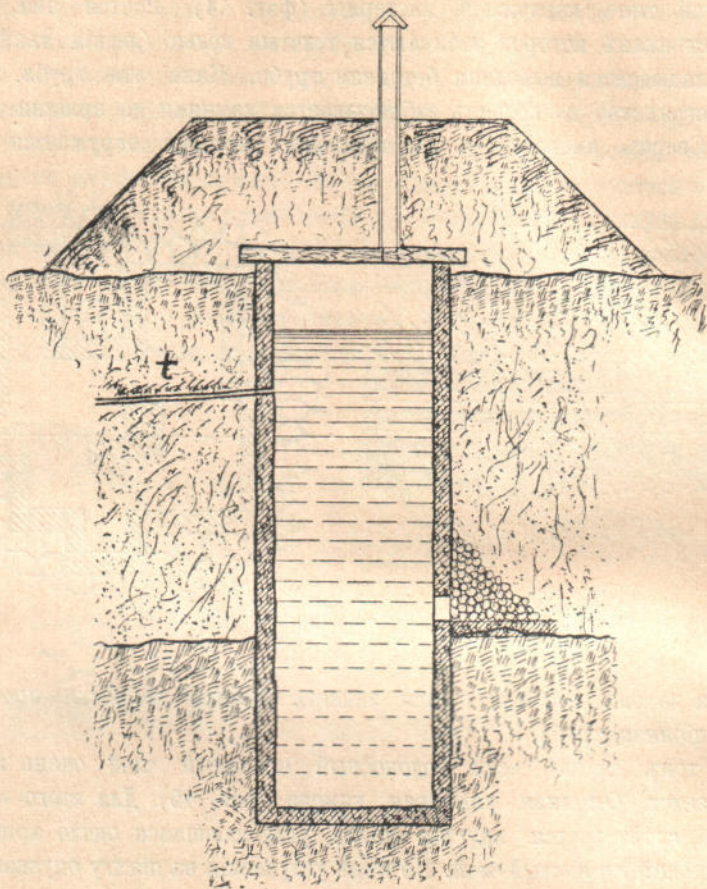


Фиг. 44.

деревянный или изъ листового желѣза цилиндръ діаметромъ около 3 арш., въ который на разстояніи 5 вершковъ (толщина бетоннаго дна и стѣнокъ) вставляется другой цилиндръ. Бетонъ берется въ составѣ 1 цемента, 3 песка и 7 гравія и наколачивается на дно шахты и между стѣнокъ цилиндра. Въ одномъ мѣстѣ надъ дномъ шахты въ стѣнкѣ оставляется отверстие, къ которому со стороны плывуна проводятъ гончарныя дырчатыя трубы и заваливаютъ ихъ камнемъ. Дѣлается это съ



цѣлью задержанія плывуна. Сверху цистерна перекрывается крышкой съ лазомъ и заваливается землей. Въ верхней части цистерны дѣлается



Фиг. 45.

вентиляціонная труба. Собранныя вода по трубкѣ *t* проводится по назначенію.

## § 2. Колодцы.

### *а) Развѣдка грунта.*

Грунтовая подпочвенная вода собирается посредствомъ колодцевъ обыкновенныхъ (шахтныхъ) и трубчатыхъ.

Такъ какъ грунтовья воды располагаются на различныхъ глубинахъ, а стоимость колодца опредѣляется его глубиною, то прежде чѣмъ остановиться на выборѣ мѣста для колодца необходимо произвести изслѣдованіе грунта, не довѣряясь никакимъ поверхностнымъ осмотрамъ, выслушиваніямъ и постукиваніямъ, не имѣющимъ никакого значенія.



Исслѣдованія производятся тремя способами: 1) зондировкой, 2) шурфованіемъ и 3) буреніемъ.

Зондировкой опредѣляется качество грунта на небольшой (около 1 сажени) глубинѣ. Для этого употребляется зондъ или шупъ. Онъ состоитъ изъ желѣзнаго прута, заостреннаго на концѣ и имѣющаго по длинѣ одну или нѣсколько зарубокъ. Зондъ загоняютъ въ землю и, повернувъ его вокругъ оси нѣсколько разъ, вынимаютъ; по частицамъ земли, остающимся на зарубкахъ можно судить о характерѣ пройденнаго зондомъ грунта \*).

Шурфованіе есть способъ опредѣленія грунта посредствомъ рытья ямъ (шурфовъ). Обыкновенная форма шурфа прямоугольная или круглая а наименьшіе размѣры его  $1\frac{1}{2}$  арш. въ діаметрѣ или сторонѣ квадрата. Работа шурфа состоитъ въ томъ, что рабочій посредствомъ лопаты, кирки или лома (смотря по твердости грунта) подрываетъ грунтъ на днѣ ямы и накладываетъ его въ ведра или корзины, которыя опоражниваются на верху другимъ рабочимъ.

Только въ каменистомъ грунтѣ держатся вертикальныя стѣнки шурфа на значительной глубинѣ; въ прочихъ грунтахъ стѣнки поддерживаются деревянною одеждою-крѣпями. Послѣднія состоятъ изъ рамъ, сколоченныхъ изъ толстыхъ досокъ, пластинъ или тонкихъ бревенъ. За рамы закладываются доски, которыя крѣпко прижимаются къ грунту клиньями забиваемыми между рамами и досками.

Шурфованіе отличается многими неудобствами: дороговизною, медленностью работы и необходимостью предосторожностей отъ несчастныхъ случаевъ. Поэтому наилучшимъ способомъ для развѣдки грунта является буреніе.

Развѣдочное буреніе заключается въ пробивкѣ на данную глубину цилиндрическаго канала, изъ котораго извлекаются образчики грунта. Буреніе производится особыми инструментами, называемыми бур а в а м и или бур а м и.

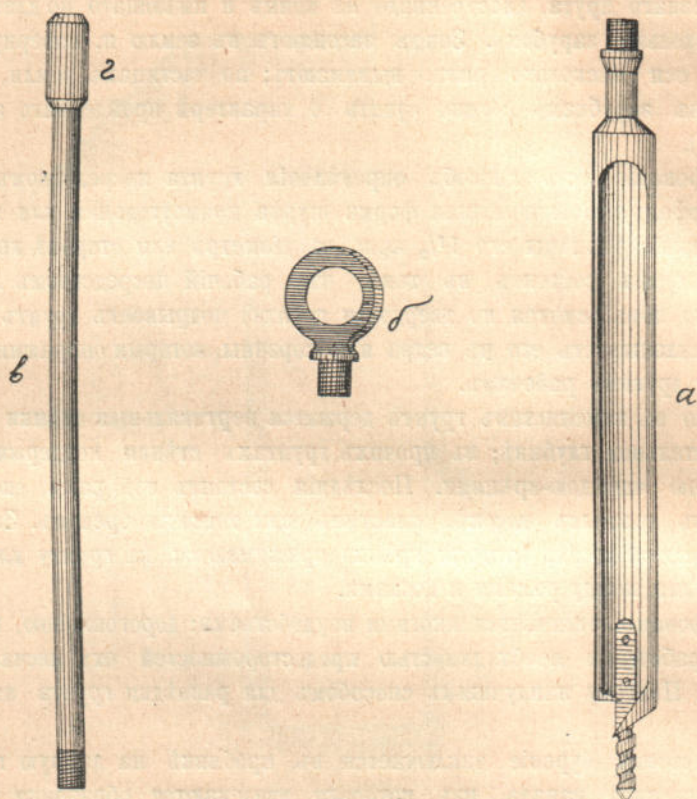
Комплектъ буроваго инструмента тѣмъ сложнѣе, чѣмъ глубже ведется буреніе. Простѣйшій такъ называемый сельско-хозяйственный буръ (у нѣкоторыхъ онъ называется также поисковымъ) состоитъ изъ слѣдующихъ частей (фиг. 46) *а* буровой ложки съ винтовымъ стержнемъ вверху и винтовымъ шпиндлемъ внизу, *б*—ушка съ винтовой пробкою, деревянной рукоятки, *в*—трубчатыхъ штангъ отъ 4 до 7 фут. каждая, снабженныхъ на концахъ винтовою нарѣзкою и соединяющихся муфтами *г*.

Для производства работы этимъ буромъ берутъ штангу и на оба конца ея навинчиваютъ муфты, затѣмъ на нижній конецъ при помощи уже навинченной муфты привинчиваютъ ложку *а*, а на другой ушко *б*, въ послѣднее вставляютъ рукоятку. Буравъ устанавливается отвѣсно и

\*) Зондъ широко примѣняется при изысканіяхъ по осушенію болотъ (см. ниже).

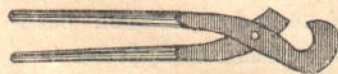


прижимается немного внизъ, затѣмъ рабочіе (2) поворачиваютъ рукоятку въ правую сторону, какъ при сверленіи въ деревѣ. Послѣ 15—20 оборотовъ буравъ вынимаютъ, очищаютъ и снова опускаютъ. Когда первое звено штанги все погрузится въ землю, тогда, не вынимая прибора изъ



Фиг. 46.

скважины, клещами (фиг. 47) захватываютъ за штангу у муфты и поворачивая рукоятку въ обратную сторону (влѣво) отвинчиваютъ муфту съ ушкомъ, затѣмъ навинчиваютъ муфту и вторую штангу, сверхъ ея муфту съ ушкомъ и продолжаютъ работу. При очисткѣ ложки надо слѣдить, чтобы буравъ не сгибался, потому что его легко сломать, и въ то время какъ одинъ рабочій очищаетъ ложку, другой долженъ держать буравъ отвѣсно. При большой длинѣ, напр. аршина въ 4 надо при выниманіи бурава штанги развинчивать по частямъ. Для облегченія работы въ скважину наливается вода.



Фиг. 47.

Описаннымъ простѣйшимъ буромъ можно произвести изслѣдованіе грунта на глубину всего до 2 саж., при чемъ такой буравъ можетъ употребляться только для грунтовъ мягкихъ болѣе или менѣе однороднаго



строенія; въ грунтахъ же жесткихъ, хрящеватыхъ, каменистыхъ или наоборотъ въ жидкихъ водянистыхъ и въ пльвунѣ этимъ буромъ работать нельзя. Такъ какъ обыкновенные (шахтные) колодцы нерѣдко устраиваются на очень большихъ глубинахъ, то для изысканій на воду для колодцевъ обыкновенно употребляютъ такъ называемый развѣдочный буравъ, дающій діаметръ скважины въ  $2\frac{1}{4}$  дюйма и на глубину 15—20 саж. \*), состоящей изъ слѣдующаго комплекта: ушка съ пробкою, ложки и штангъ—все это одинаковаго вида съ предыдущимъ (фиг. 46). затѣмъ — дальнѣйшія части: (фиг. 48) змѣвикъ *s*, пирамидальный буръ *b*, желонка *g*, долото плоское *d* и фасонное (зетовое) *z*, обсадныя трубы *t*, соединяющіяся муфтами и для этого снабженныя рѣзбой, стальной башмакъ *K* и подтрубокъ *P* \*\*).

Буреніе начинается съ того, что въ намѣченномъ мѣстѣ роется неширокая яма около аршина глубиною. Затѣмъ берется обсадная труба на нижній конецъ которой навинчивается башмакъ *k* (фиг. 48); съ нимъ труба опускается въ яму, устанавливается строго по отвѣсу, обсыпается землею и плотно утрамбовывается, причемъ отвѣсность провѣряется все время пока труба не будетъ окончательно и твердо установлена. Этотъ приемъ установки первой трубы требуетъ полной аккуратности и строгаго вниманія, такъ какъ въ противномъ случаѣ вызывается задержка работы, а иногда и поломка инструмента. Хотя обсадныя трубы назначаются главнымъ образомъ для удержанія отъ обрушенія грунта или отъ затягиванія скважины пльвунами, но даже при поверхностномъ, неглубокомъ буреніи и при очень стойкомъ грунтѣ первая труба является необходимою; при ней буръ идетъ правильно, не качаясь въ стороны и скважина не искривляется; да и вытаскиваніе бура съ отвинчиваніемъ штангъ на трубу болѣе удобно, чѣмъ безъ нея.

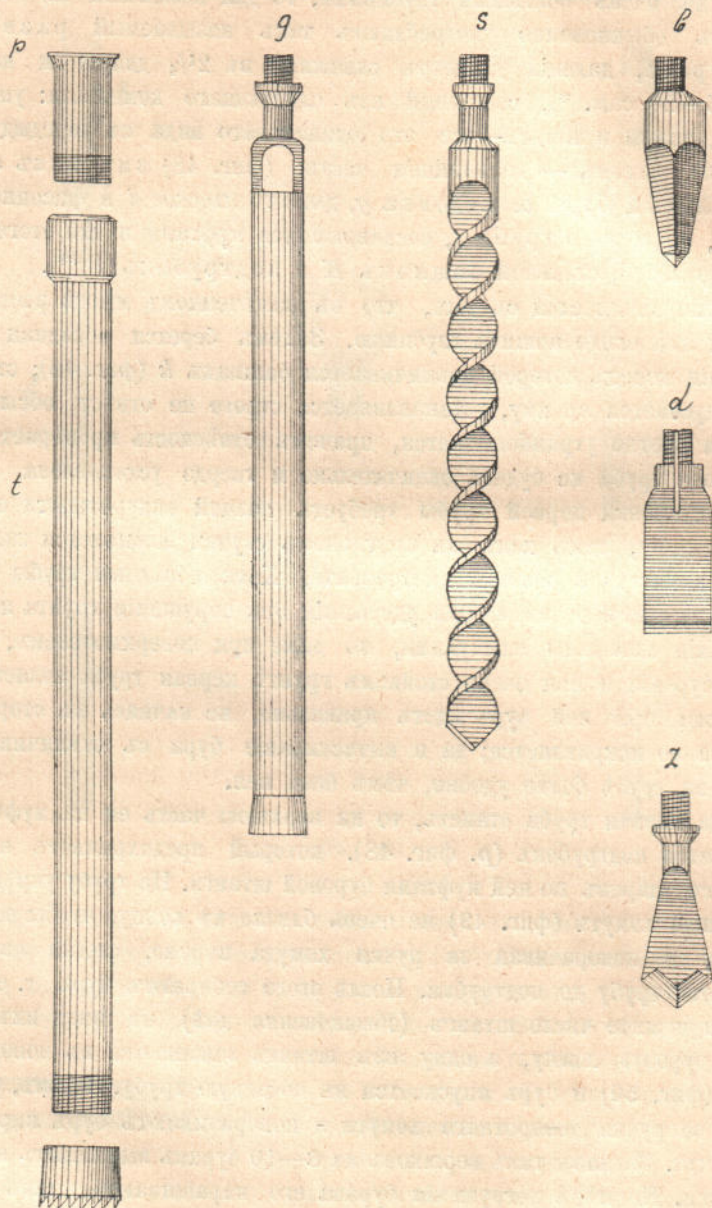
Когда первая труба станетъ, то на верхнюю часть ея на муфту, навинчивается подтрубокъ (*p*. фиг. 48), который предохраняетъ нарѣзку трубъ отъ ударовъ по ней муфтами буровой штанги. На трубу укрѣпляютъ деревянный хомутъ (фиг. 49) не очень близко къ концу, чтобы не смять нарѣзки, и поворачивая за ручки хомута вправо, слегка нажимая, углубляютъ трубу до подтрубка. Послѣ этого собираютъ буръ, т. е. свинчивается нужное число штангъ (обыкновенно двѣ), на низъ ихъ укрѣпляютъ буровую ложку, а одну изъ штангъ зажимаютъ въ поворотный хомутъ (фиг. 50) и буръ опускается въ обсадную трубу. Затѣмъ, рабочіе берутся за ручки поворотнаго хомута и поворачиваютъ буръ вправо по ходу винта. Загнавъ такъ вершковъ на 8—10 буравъ вынимаютъ и ложка очищается. По мѣрѣ погруженія бурава его наращиваютъ, такъ чтобы онъ шелъ ниже обсадныхъ трубъ. Послѣ нѣсколькихъ погруженій бурава,

\*) Буръ до глубины 10 саж. даетъ діаметръ скважины одинаковый съ поисковымъ, т. е.  $1\frac{1}{2}$  дюйма.

\*\*) Другія части указаны при описаніи хода буренія.



его вынимаютъ, подтрубокъ отвинчивается, а на его мѣсто навинчивается вторая обсадная труба, причемъ хомутъ (фиг. 49) на нижней трубѣ не долженъ сниматься. Когда вторая труба свинчена съ первую,

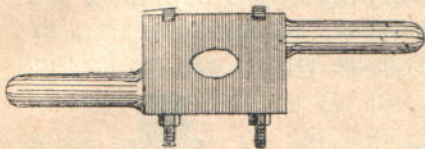


Фиг. 48.

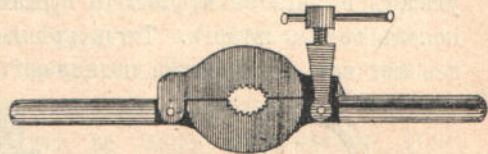
на ней закрѣпляютъ второй хомутъ и только тогда снимаютъ первый. Затѣмъ также, какъ и съ первой трубой, поварачивая вправо хомутомъ и нажимая, осаживаютъ вторую трубу до тѣхъ поръ пока она не дастъ



отказа. Такъ продолжается работа и дальше, т. е. навинчивается опять подтрубокъ, опускается буравъ, и по мѣрѣ углубленія, наращиваются трубы и штанги. Очень важно, когда еще буреніе не глубоко, повѣрять отвѣсность трубъ и подправлять ихъ, подталкивая землю то съ той, то съ другой стороны. Такъ ведется буреніе до глубины 3—4 саж., при болѣе глубокой скважинѣ надо ставить треноги. Берутъ три бревна толщиною верхка въ 3—4, а длиною аршинъ 9—10 и концы ихъ соединяютъ болтомъ, на которомъ вѣшается блокъ. Нижніе концы треноги крѣпко упираются въ землю, а верхъ долженъ быть установленъ такъ, чтобы крюкъ съ привязаннымъ къ нему канатомъ, переброшеннымъ че-



Фиг. 49.

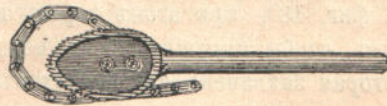


Фиг. 50.

резъ блокъ точно отвѣсно приходился бы надъ центромъ скважины. Тренога значительно облегчаетъ выниманіе изъ скважины инструмента, причемъ получается возможность отвинчивать сразу по нѣскольку штангъ. Дѣлается это слѣдующимъ образомъ. На муфту верхней штанги навинчивается ушко съ пробкою (б. фиг. 46), за ушко захватываютъ крюкомъ, спущеннымъ съ блока, и двое или трое рабочихъ тянутъ за конецъ каната переброшеннаго черезъ блокъ, а двое другихъ рабочихъ захватываютъ клещами (фиг. 47) за штангу и поворачивая слегка вправо помогаютъ поднимать. Когда штанга подтянута до блока, на обсадную трубу кладутъ вилку (фиг. 51), развилина которой шире штанги, но уже



Фиг. 51.

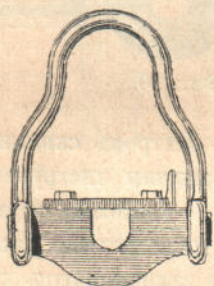


Фиг. 52.

муфты, это дѣлается на тотъ случай, если штанга сорвется, чтобы она не упала въ скважину, такъ какъ муфтою она задержится за вилку. Развинчиваютъ такъ: одинъ рабочій захватываетъ клещами штангу на  $\frac{1}{4}$  арш. выше муфты и поворачиваетъ влево, а другой захватываетъ клещами муфту и удерживаетъ инструментъ. Въ случаѣ поломки муфтовыхъ клещей употребляется цѣпной ключъ (фиг. 52), который подходит ко всякому размѣру и потому примѣняется также для развинчиванія обсадныхъ трубъ. Для той же цѣли, т. е. для развинчиванія штангъ примѣняется еще фарштуль (фиг. 53) довольно удобный приборъ, который къ тому же служитъ и для вытаскиванія штангъ; тогда пробка съ ушкомъ не навинчивается на штангу, а крюкъ захватываетъ за петлю фарштула.



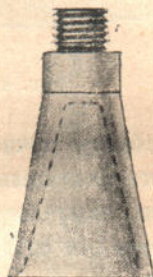
Когда такимъ образомъ нѣсколько штангъ отвинчено, на послѣднюю вышедшую изъ скважины навинчивается опять пробка или укрѣпляется фаршгуль и вновь поднимаются штанги до верху. При развинчиваніи надо не забывать класть на верхъ обсадной трубы вилку. Такъ поступаютъ пока весь приборъ съ ложкой не выйдетъ изъ скважины. Очистивъ ложку опускаютъ буръ также осторожно по частямъ и чтобы инструментъ не упалъ въ скважину на обсадной трубѣ должна лежать вилка, въ то время когда штанги свинчиваются. Если при несоблюденіи осторожности приборъ упадетъ въ скважину или сломается въ ней, то на остающуюся на верху часть навинчиваются ловилки двоякаго рода; такъ, если упадетъ штанга съ муфтой то пускаютъ метчикъ (фиг. 54), чтобы онъ попалъ внутрь штанги. Тогда крѣпко нажимая, стараются ввинтить въ нее метчикъ и осторожно поднимаютъ. Если же штанга или сорвется въ



Фиг. 53.



Фиг. 54.



Фиг. 55.

нарѣзкѣ или упадетъ безъ муфты, то опускаютъ колокольчикъ (фиг. 55), который или попадаетъ на нарѣзку или дѣлаетъ ее по наружной сторонѣ штанги и такимъ образомъ захватываетъ ее. Лучше всего работать ложкой, если же надо проходить жесткія породы пускаютъ змѣвѣикъ (с. фиг. 48), при этомъ черезъ нѣсколько оборотовъ надо приподнимать буръ, чтобы нарушить связь между породою скважины и тою ея частью, которая захвачена инструментомъ. Если на днѣ скважины попадаетъ камень или галька, что легко замѣтить по звуку, то нужно или раздвинуть гальку, отодвинуть камень или разбить его, для этого сейчасъ же надо вынуть буравъ, отвинтить ложку, а на ея мѣсто навинтить пирамидальный буръ (b. фиг. 48). Поднявъ затѣмъ буравъ настолько, чтобы можно было держать за поворотный хомутъ, сразу по командѣ бросаютъ буравъ въ скважину, а въ это время двое рабочихъ нажимая внизъ хомутомъ поворачиваютъ инструментъ на  $\frac{1}{4}$  оборота вправо, затѣмъ опять поднимаютъ, вновь опускаютъ и т. д. При работѣ пирамидальнымъ буромъ или долотомъ, вообще при ударномъ буреніи примѣняются ударныя штанги, отличающіяся отъ обыкновенныхъ только болѣе толстыми стѣнками, а слѣдовательно и большимъ вѣсомъ. Ударная штанга всегда берется только одна и помѣщается у самаго долота, перемѣщая такимъ образомъ своимъ вѣсомъ центръ тяжести всего бурава на долото и этимъ уменьшая возможность поломки инструмента при ударахъ. На



ударную штангу навинчивается затѣмъ нужное число обыкновенныхъ. Когда удары сдѣлаются глухими, тогда буравъ вынимаютъ, берутъ желонку (*g.* фиг. 48), привинчиваютъ къ ней узенькое ушко, къ нему привязываютъ веревку и по веревкѣ опускаютъ желонку въ скважину. Желонка представляетъ собою трубу съ клапаномъ и боковой крышкой. Это устройство желонки позволяетъ набирать въ нее погруженіемъ не только мелкій сыпучій грунтъ, но и воду. Для опорожненія желонки служитъ боковая крышка. Когда желонка опущена въ скважину, гдѣ разбить камень или гравій, то ею дѣлаютъ 10—20 ударовъ потомъ вынимаютъ, опоражниваютъ, споласкиваютъ и вновь опускаютъ; такъ продѣлываютъ пока не будетъ вынута вся измельченная порода. Подобнымъ образомъ ударное буреніе ведется въ плотныхъ глинахъ и сплошныхъ каменистыхъ напластованіяхъ, только въ этомъ случаѣ примѣняются долота, фасонное или зетовое (*h.* фиг. 48) при очень крѣпкомъ каменистомъ грунтѣ и плоское (*d.* фиг. 48) въ грунтѣ не слишкомъ крѣпкомъ. При буреніи въ песокъ и гравій, когда порода не держится въ ложкѣ, работаютъ желонкой, для чего инструментъ вынимается, на мѣсто ложки навинчивается желонка, ее отпускаютъ въ скважину, дѣлаютъ 10—20 ударовъ все время поворачивая, чтобы песокъ не захватилъ желонку и когда уже не будетъ слышко стука клапана инструментъ вынимаютъ, опоражниваютъ, ополаскиваютъ и вновь опускаютъ. Наибольшую трудностью отличается буреніе въ пльвунѣ; песокъ поднимается въ трубахъ нерѣдко на значительную высоту, захватывая при этомъ желонку. Этотъ грунтъ стараются пройти возможно скорѣе, просто осаживая обсадныя трубы и когда пльвунъ будетъ запертъ трубами, его вычерпываютъ желонкой, но иногда мощность пласта бываетъ такъ велика и притокъ пльвуна настолько быстръ, что закрѣпить его является дѣломъ чрезвычайно большой трудности, песокъ заполняетъ скважину и работу приходится бросать. Слѣдуетъ имѣть въ виду при этомъ еще слѣдующее соображеніе. Чѣмъ мельче пльвунъ, тѣмъ труднѣе получить изъ него воду, поэтому если имѣется въ виду построить колодезь деревянный, то при встрѣчѣ съ пльвунномъ лучше всего работу бросить:—забить пльвунъ можно только дорого стоящею шпунтовой стѣнкою, дерево въ пльвунѣ скоро сгниетъ, а мѣнять его нельзя, такъ какъ грунтъ вслѣдъ заплываетъ.

При заложеніи буровой скважины надо наблюдать, чтобы рабочіе не увеличивали нормальнаго напряженія инструмента не привязывали напризмѣръ къ хомутамъ тяжести, не садились бы на буръ и т. д. Слѣдствіемъ этихъ приѣмовъ является скручиваніе, погнутіе и поломка частей. Если бы вмѣстѣ съ буравомъ начала вращаться и труба, то ее удерживать нельзя, иначе она можетъ развинтиться на глубинѣ, а только надо трубу очистить желонкой. Если труба станетъ сама собою садиться, то ее надо задержать, положивъ на землю два бруска и зажавъ между ними трубу хомутомъ. Буреніе ведется вообще медленно; легче всѣхъ грунтовъ проходится глина, хуже—песокъ особенно мелкій и сухой, а на плотномъ,



крѣпкомъ камнѣ (при глубокомъ буреніи) иногда не проходятъ больше вершка въ день. Значительно быстрѣ идетъ буреніе съ промывкой \*).

Во время буренія берутся образцы породы и ведется буровой журналъ примѣрно по такой формѣ:

### Буровой журналъ

скважины №..... заложенной (тамъ то). Скважина начата .....  
и закончена (такого то) числа мѣсяца, и года.

№	П О Р О Д Ы.	Мощность.	Глубина	П р и м ѣ ч а н і я.	Разрѣзъ
		Въ саженьяхъ.	залеганій.		
1	Растительный слой .	0,30	0	Первая вода на глубинѣ 2,70, на вкусъ горько-соленая, заперта трубами.	[Составляется схематичный чертѣжъ (см. фиг. 56). Масштабъ въ 0,01 — 2 саж.]
2	Желтая глина . . . .	3,30	0,30		
3	Гравій съ водой . . .	0,30	3,60		
4	Бурая глина . . . . .	2,10	3,90	Вторая вода на глубинѣ 9,20, на вкусъ прѣсная.	
5	Красная глина . . . .	3,40	6,00	Притокъ I-й воды 13 вед. въ часъ.	
6	Красная глина съ хрящемъ . . . . .	0,70	9,40		
7	Песокъ и хрящъ съ водой . . . . .	0,45	10,10	Притокъ второй воды 8 вед. въ часъ. Уровень ея поднялся до 2,60 отъ земли.	
8	Каменная порода . . .	—	10,55		

Когда скважина доведена до водоноснаго горизонта и вода остановится на постоянномъ уровнѣ, надо опредѣлить притокъ воды этого горизонта. Опредѣленіе дѣлается слѣдующими способами:

I. Желонкой или особымъ насосомъ откачивается вода изъ скважины, измѣряется ведромъ и опредѣляется, въ какое время понизившійся горизонтъ въ скважинѣ поднимется до своего первоначальнаго уровня. Такъ, если взято изъ скважины 3 ведра и черезъ 30 минутъ вода стала на прежній горизонтъ, то притокъ въ часъ  $\frac{3 \times 60}{30} = 6$  ведеръ.

II. Въ скважину наливается опредѣленное количество воды  $g$  и замѣчается число минутъ  $t$ , когда повысившійся уровень спадетъ до первоначальнаго вслѣдствіе поглощенія влитой воды водоноснымъ слоемъ. Тогда притокъ въ часъ будетъ  $Q = \frac{g}{t} 60$ .

Оба эти способа надо продѣлывать аккуратно и по нѣскольку разъ, измѣняя количество отбираемой и вливаемой воды, а потомъ берется среднее.

III. Способъ. Пройдя водоносный горизонтъ осаживаютъ трубы вплоть

\*) См. стр. 59.



до подстилающаго водоупорнаго пласта, всю воду откачиваютъ до суха, измѣряютъ ее, а затѣмъ приподнимаютъ трубы, выпускаютъ воду въ скважину и опредѣляютъ въ какое время вода поднимется до постояннаго уровня.

Вмѣсто измѣренія количества ведрами, объемъ опредѣляется по столбу воды въ скважинѣ (по разности горизонтовъ и по площади отверстія ( $2\frac{1}{4}$ ")).

Слѣдуетъ при этомъ имѣть въ виду, что наименьшій притокъ грунтовой воды въ теченіе года наблюдается между половиною іюля и половиною августа.

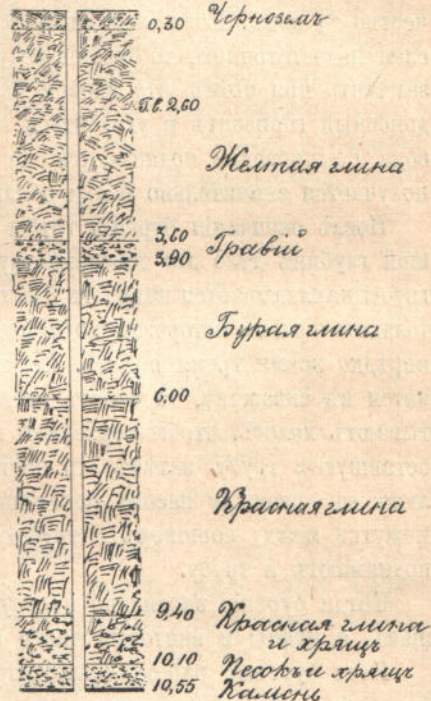
Чтобы полученное однимъ изъ этихъ способовъ опредѣленіе притока въ скважинѣ перевести на количество воды, какое нужно ожидать въ будущемъ колодецѣ, надо полученную въ скважинѣ величину умножить на отношеніе діаметра (вписаннаго круга) колодца къ діаметру скважины. Такъ, если діаметръ будущаго колодца 2 арш., діаметръ скважины  $2\frac{1}{4}$  дюйма, слѣдовательно отношеніе ихъ ( $56 : 2\frac{1}{4}$ ) = 25, и если часовой притокъ скважины напримѣръ 2 ведра, то въ колодецѣ онъ будетъ  $Q = 2 \times 25 = 50$  ведеръ. Разумѣется это въ томъ случаѣ, если колодезь будетъ пройденъ до той же глубины, до какой заложена скважина.

Чтобы опредѣлить до какой глубины надо будетъ опустить колодезь въ водоносный слой, т. е. чтобы узнать высоту столба воды (глубину зумфа) въ будущемъ колодецѣ, надо сдѣлать вычисленіе по слѣдующей формулѣ

$$x = 10 \frac{(n - Q)}{s} + 0,5 \text{ въ саженьяхъ,}$$

гдѣ  $n$ —тотъ часовой расходъ воды, который долженъ обслужить колодезь,  $Q$ —часовой притокъ воды въ колодецѣ,  $s$ —площадь сѣченія колодца. Кубическая сажень принимается равною 800 ведеръ. Хотя часовой притокъ воды долженъ быть непремѣнно большимъ, чѣмъ часовое потребленіе изъ него, но  $Q$  потому вычитается изъ  $n$ , что работа колодца (т. е. выборка изъ него) считается не 24 часа, а только 10 часовъ, при этомъ отношеніе  $\frac{n}{Q}$

обязательно должно быть менѣе  $\frac{24}{10} = 2,4$ ; т. е. часовое потребленіе не



Фиг. 56.



должно больше чѣмъ въ 2,4 раза превышать часовой притокъ. Такъ, если положить часовой притокъ 50 ведеръ (около 0,07 куб. саж.), то часовое потребленіе не должно быть болѣе  $50 \times 2,4 = 120$  (0,15 куб. саж.), т. е. въ 10-ти часовой день можно при такомъ притокаѣ воды брать изъ колодца 1.200 ведеръ и тогда глубина зумфа при площади сѣченія колодца напримѣръ въ 0,4 саж. будетъ

$$x = 10 \frac{(0,15 - 0,07)}{0,4} + 0,5 = 2,5 \text{ саж.}$$

Вмѣстѣ съ опредѣленіемъ расхода скважины берется и проба на качество \*) воды. Если вода окажется плохую или мощность водоноснаго слоя недостаточною, то буреніе ведутъ до слѣдующаго горизонта. Слѣдуетъ замѣтить при этомъ, что вообще полезно прорѣзать колодцемъ первый водоносный горизонтъ и углубиться въ нижележащій. Въ такомъ колодцаѣ вода обыкновенно поднимается до уровня верхняго слоя и притокъ ея получается значительно болѣе обильнымъ, чѣмъ въ первомъ слоѣ.

Послѣ окончанія буренія трубы вынимаются изъ скважины. При большой глубинѣ дѣло это довольно трудное. Обыкновенно на верхнее звено трубы накладывается накрестъ два хомута и поворачивая трубу непременно только вправо осторожно поднимаютъ ее рычагами, блокомъ, домкратами; нерѣдко всѣми тремя вмѣстѣ. Если при подъемѣ труба сорвется и останется въ скважинѣ, то берутъ штангу съ муфтой и возлѣ муфты навертываютъ холстъ, чтобы образовать поршень. Такой поршень опускаютъ въ оставшуюся трубу, затѣмъ его постепенно вращаютъ и въ это время сыплютъ въ скважину песокъ понемногу, чтобы песчинки заполняли всѣ промежутки между поршнемъ и трубою, послѣ этого осторожно съ поршнемъ поднимаютъ и трубу.

Когда буреніе закончено инструментъ долженъ быть разобранъ, очищенъ, а муфты и винтовые части смазываются олеонафтомъ.

Если буровыя работы приходится вести вдали отъ города, а тѣмъ болѣе въ степи, гдѣ ни о какихъ мастерскихъ не можетъ быть рѣчи, то во избѣжаніе остановокъ или задержекъ въ работѣ, кромѣ необходимаго комплекта инструментовъ, а также запасныхъ штангъ, трубъ и муфтъ, надо имѣть и такіе вспомогательные инструменты, какъ гаечный ключъ для деревянныхъ хомутовъ, клушпъ, труборѣзъ, домкраты, не говоря уже о молоткахъ, веревкахъ, топорахъ, гвоздяхъ, канатѣ и проч.

#### б. Обыкновенные (шахтные) колодцы.

Когда путемъ развѣдки опредѣлится глубина, на которой находится требующійся мѣстными условіями притокъ воды и когда вычисленіемъ будетъ найдена та глубина до которой надо опустить колодезь, заготавливаютъ матеріалъ и приступаютъ къ рытью шахты, т. е. ямы, въ которой устанавливаютъ стѣнки колодца.

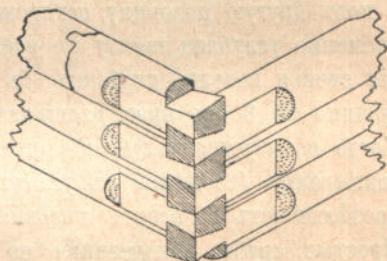
\*) См. стр. 53.



Деревянные колодцы дѣлають или квадратнаго или шестиугольнаго сѣченія. У первыхъ обыкновенно длина сторонъ «въ свѣту» дѣлается въ 2 арш., у вторыхъ діаметръ описаннаго круга берется въ 2 арш., слѣдовательно, сторона шестиугольнаго отверстія «въ свѣту» дѣлается въ 1 арш. Для четырехугольныхъ—роется шахта квадратная, для шестиугольныхъ—круглая. Сначала до глубины около 1 саж. землю копають «на выкидь», а затѣмъ поднимають ее бадьей. Для этого надъ устьемъ шахты ставятся двѣ стойки, на которыя прочно утверждается поперечина и къ послѣдней крѣпко привязывается блокъ, черезъ который перебрасывается просмоленный канатъ, толщиной дюйма въ  $1\frac{1}{2}$  съ привязанною къ нему плотною палкою, на концы которой веревочными петлями надѣвается дубовая съ желѣзными обручами бадья ведеръ въ 5 емкости. Другой конецъ каната наворачивается на вертикальный воротъ (кабестанъ) устанавливаемый въ  $1\frac{1}{2}$  — 2 саж. отъ шахты; разстояніе, между стѣнками ворота дѣлается въ  $1\frac{1}{2}$  сажени. Въ предупрежденіе несчастныхъ случаевъ слѣдуетъ ежедневно нагружать бадью камнями пудовъ до 10 и то поднимая, то опускаая ее убѣждаться въ прочности каната.

Шахту роютъ безъ крѣпей до тѣхъ поръ, пока на стѣнкахъ не начнутъ появляться трещины, указывающія на возможность обрушенія. Въ стойкихъ тощихъ грунтахъ иногда удается пройти шахту безъ крѣпленія аршинъ до 8—9;

въ жирной же быстро сохнувшей глинѣ рѣдко можно опуститься глубже 3—4 арш. За состояніемъ стѣнокъ шахты, надо очень внимательно слѣдить и какъ только появятся трещины, сейчасъ же слѣдуетъ прекратить выкопку и немедленно приступить къ крѣпленію срубомъ. Въ виду этого срубъ готовится одновременно съ рытьемъ шахты. На срубъ употребляются пластины (или шпалы) получаемаы распиловкой 5 вершковыхъ бревенъ вдоль по оси; такимъ образомъ каждая пластина имѣетъ ширину 5 вершковъ и толщину  $2\frac{1}{2}$  вершка. Для квадратнаго колодца длина пластины должна быть 2 арш. 7 вершковъ—2 арш. чистаго свѣта и по  $3\frac{1}{2}$  вершка съ каждаго конца на соединеніе въ лапу (фиг. 57), для шестиугольнаго колодца длина пластины 1 арш. 6 вершковъ—по 3 вершка съ каждаго конца на соединенія. Слѣдуетъ замѣтить, что срубъ квадратный предпочтительнѣе шестиугольнаго; во первыхъ площадь у перваго при указанныхъ размѣрахъ получается большею, нежели у втораго, затѣмъ число угловъ въ каждомъ вѣнцѣ у втораго больше, а слѣдовательно и работы на вѣнецъ затрачивается больше, наконецъ, косыя врубки въ углахъ менѣе прочны чѣмъ прямыя и вся шестиугольная призма получается менѣе устойчивою нежели четырехгранная. При рубкѣ пластины ставятся на ребро и нумеруются. Между вѣнцами оставляется



Фиг. 57.



маленькій не (болѣе  $\frac{1}{4}$  вершка) прозорь на запасъ отъ разбуханія дерева. Лучшій лѣсъ для сруба ольха, липа или береза, какъ сообщающія водѣ меньшій привкусъ древесины, но эти породы не прочны въ землѣ; дубъ сохраняется долѣе всякаго другого дерева, за то портитъ вкусъ, особенно свѣжей рубки и въ первое время. Правильнѣе всего было бы ту часть сруба, которая опущена въ воду дѣлать изъ ярового лѣса, а выше горизонта воды—изъ дуба.

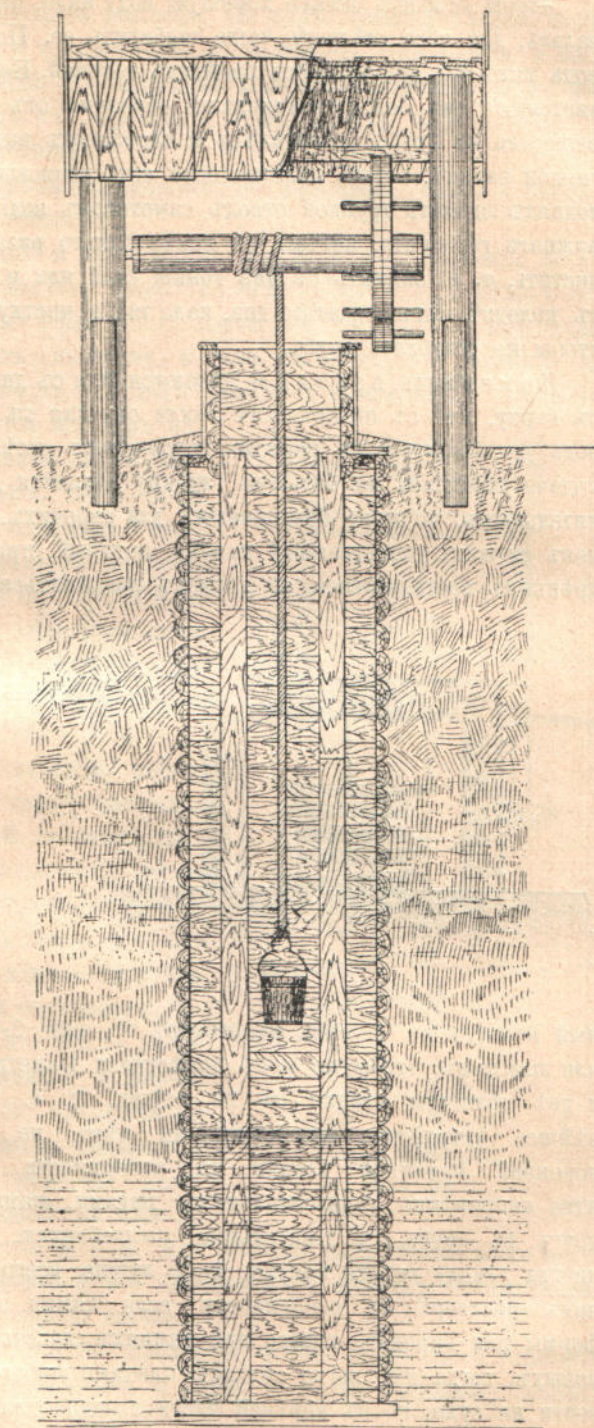
При укладкѣ сруба главное вниманіе обращается на то, что бы онъ шелъ въ вертикальномъ направленіи. Одновременно съ опусканіемъ сруба, опускають въ колодезь (въ бадьяхъ) и глину, которою тщательно затрамбовываютъ пространство между шахтой и срубомъ. Глина, кромѣ ея водонепроницаемости, сжимаетъ срубъ и способствуетъ его устойчивости. Когда срубъ выведенъ до поверхности, дальнѣйшее углубленіе колодца дѣлается «подводкой», для чего подъ половину нижняго вѣнца (3 стороны въ шестиугольномъ и 2—въ квадратномъ) подбиваютъ клинья, а подъ другую половину осторожно и постепенно подкапываются, одновременно углубляя шахту по всей ея площади. При этомъ временно нижнія звенья полезно скрѣпить съ вышележащими желѣзными скобами и аршина на 3 отъ низа распивать досками, пока будетъ итти подводка. Когда образуется углубленіе, достаточное для подвода пластинъ, ихъ подкладываютъ (соединяя въ углахъ) свизу пригоняя на мѣста. Затѣмъ тоже продѣлываютъ со второю половиною и такъ ведутъ работу все глубже. Простые срубы колодезники по мѣрѣ углубленія шахты наращиваютъ сверху, а когда срубъ идетъ туго и задерживается, примѣняютъ на верху какую-нибудь добавочную нагрузку. Помимо неудобствъ такой работы, нагрузка можетъ вызвать искривленіе сруба въ особенности при глубокой шахтѣ. Появившюся воду отливаютъ бадьями. Подъ нижніе вѣнцы сруба слѣдуетъ подвести доски, образующія дно; вода при этомъ поступаетъ въ колодезь сквозь щели дна и стѣнокъ, но за то меньше поднимается песка и, кромѣ того, срубъ не такъ садится въ грунтъ, а безъ дна осадка нерѣдко бываетъ неравномерною и пластины иногда срываются; часть ихъ опускается, а часть задерживается выше, образуя щели сквозь которыя въ колодезь попадаетъ земля и грязнитъ воду. Если почему либо дно не дѣлается, то въ шахту надо положить слой щебня или гравія. Для прочности сруба стѣнки его распиваются на всю ихъ длину пластинами или верхковыми досками. Если сквозь срубъ въ колодезь можетъ попасть верховодка, то чтобы изолировать отъ нея колодезь, вокругъ его на разстояніи не меньше 2 арш, забивается шпунтовой рядъ, а пространство между нимъ и срубомъ затрамбовывается жирною глиною.

Срубъ въ сѣченіи 2 арш.  $\times$  2 арш. не доводится до поверхности верхковъ на 8, а при помощи положенныхъ на крестъ пластинъ сѣченіе уменьшается до  $1\frac{1}{4}$  арш. (фиг. 58), съ этого мѣста до верху срубъ обшивается досками вертикально, по верху его обводятъ рамой изъ досокъ и устраиваютъ на петляхъ крышку. Срубъ долженъ возвышаться надъ



поверхностью земли на  $1\frac{1}{2}$  арш. Отъ колодца на сажень кругомъ надо сдѣлать плотно утрамбованную глиняную отсыпь высотой въ  $\frac{1}{2}$  арш. у сруба и вымостить камнемъ.

Для защиты отъ дождей надъ колодцемъ на двухъ столбахъ съ подкосинами устраивается зонть. Столбы надъ землею ставятся на высоту до 4 арш., а расстояние между ними выбирается въ 3 арш. Между столбами помещается пятивершковый валъ съ посаженными на концахъ бугелями и имѣющий въ центрахъ осевые шипы изъ заершеннаго круглаго желѣза, толщиной въ 1 дюймъ. Валъ помещается на высоту 2 арш. надъ землею и лежитъ шипами въ подшипникахъ, укрѣпленныхъ на столбахъ. При глубинѣ колодца до 3—4 саж. примѣняется воротъ, для чего въ валъ накрестъ вставляются деревянные спицы (фиг. 59); для глубокихъ колодцевъ валъ снабжается деревяннымъ колесомъ, діаметромъ въ 2 арш. съ рукоятками на его окружности. Наконецъ, колодезь слѣдуетъ оградить загородкой.

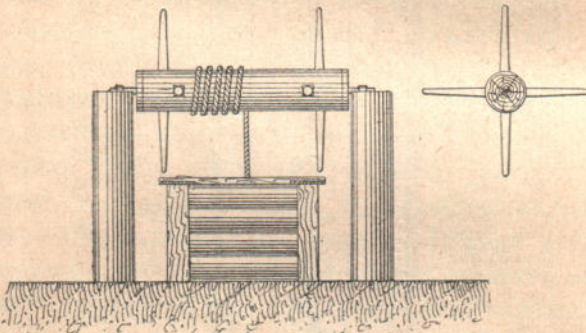


Фиг. 58.



Чтобы колодезь имѣлъ хорошую воду надо, чтобы она тамъ не застаивалась, для чего слѣдуетъ чаще выбирать ее. Постоянно возобновляемая вода какъ бы приобретаетъ свойства текучей. Если же вода не возобновляется, то она портится главнымъ образомъ отъ того, что органическія вещества въ срубѣ разлагаются и сообщаютъ водѣ непріятный вкусъ и гнилой запахъ. Очень полезно если есть возможность въ неглубокихъ колодцахъ сдѣлать трубкой отводъ самотекомъ воды, поднявшейся сверхъ нужнаго горизонта; затѣмъ не менѣе одного раза въ годъ колодезь надо чистить, т. е. снимать съ дна тонкій слой ила и тины, при этомъ, если въ колодцѣ нѣтъ досчатаго дна, надо такую чистку производить осторожно, чтобы не углублять срубъ.

Каменные колодцы дѣлаются или съ дна шахты, поднимая ихъ къ верху, или съ поверхности земли опуская къ дну. Колодцы перваго рода устраиваются на первомъ водоносномъ слоѣ, такъ какъ и работа и подача матеріала на большую глубину является дѣломъ не только затруднительнымъ, но и не безопаснымъ для рабочихъ. Матеріаломъ для колодцевъ служитъ естественный камень, который при этомъ долженъ быть крѣпкимъ постелистымъ, не долженъ рассыпаться, окрашивать и портить



Фиг. 59.

вкусъ воды. Сильно обожженный кирпичъ употребляется только въ крайнихъ случаяхъ.

Диаметръ колодца обыкновенно  $1\frac{1}{2}$  арш. (въ свѣту), а толщина стѣнокъ 12 вершковъ \*). Работа начинается съ того, что на днѣ шахты въ водоносномъ слоѣ укладывается квадрат-

ный помостъ въ 3 арш. въ сторонѣ \*\*) изъ 2-хъ верхковыхъ досокъ или пластинъ, чтобы на немъ помѣстился діаметръ колодца въ  $1\frac{1}{2}$  арш. и двѣ толщины кладки по 12 вершк. т. е. тоже  $1\frac{1}{2}$  арш. Дальнѣйшее устройство колодцевъ ни чѣмъ не отличается отъ обыкновенной каменной кладки на поверхности земли; кладка должна идти непремѣнно горизонтальными рядами, камни надо класть плотно другъ къ другу, съ тщательною расщепенкою. Въ водоносномъ слоѣ иногда кладку ведутъ насухо, хотя лучше всего ее вести на цементномъ растворѣ въ особенности если камни крупные, неправильной формы или кирпичъ; только при камняхъ слоистыхъ породъ напр. известковыхъ, когда ихъ легко обдѣлать плитами любого размѣра, можно кладку вести на сухо, но въ верхней части колодца для защиты отъ верховодки

\*) При рыломъ сползающемъ грунтѣ—толще.

\*\*) Соотвѣтственно этому размѣру съ небольшимъ запасомъ роется и шахта.

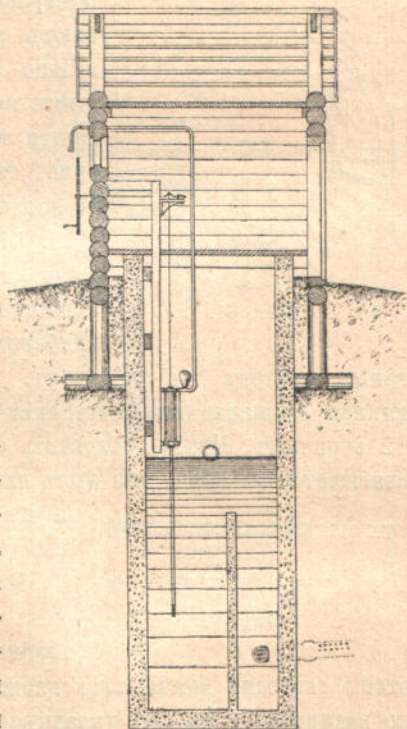


надо непременно употреблять растворъ. По мѣрѣ поднятія кладки, доски крѣпи снимаются и пространство за колодець засыпается и забивается легкой трамбовкой. Въ глубокомъ колодецѣ каменщики работаютъ въ люлькахъ, висящихъ на веревкахъ перекинутыхъ черезъ блокъ на перекладинѣ надъ колодецемъ.

Верхъ колодца закрывается деревянною крышкою, скать и зонть—какъ у деревянныхъ колодцевъ.

При обильномъ водою и неглубокомъ водоносномъ горизонтѣ весьма хорошимъ является такое устройство бетоннаго колодца (фиг. 60)\*). Шахта опускается ниже водоноснаго горизонта, врываясь въ подстилающій водоупорный пластъ (въ глину) и тамъ закладывается бетонное дно толщиной въ 5 вершковъ (составъ бетона 1 цемента + 3 песка + 7 щебня). На дно ставится футляръ изъ плотнаго желѣза въ видѣ двухъ концентрическихъ цилиндровъ, такъ чтобы діаметръ наружнаго цилиндра былъ 2 арш. 6 верш., а діаметръ внутренняго 2 арш. Въ этотъ футляръ накладывается бетонъ и уколачивается легкими трамбовками. По мѣрѣ заполнения футляръ поднимаютъ и вновь наколачиваютъ бетономъ. Такъ дѣлаютъ до поверхности. Вода въ колодезь поступаетъ по гончарнымъ, глазурированнымъ, дырчатымъ въ верхней половинѣ трубамъ. Колодезь разгораживается бетоною перегородкою для отложенія въ первомъ отдѣленіи мелкаго песка. На предѣльномъ горизонтѣ закладывается трубка для постоянного стока и освѣженія воды. Когда колодезь законченъ, шахта засыпается и забивается глиною, а дырчатая поверхность трубъ покрываются мхомъ, щебнемъ, крупнымъ пескомъ и сверху естественнымъ грунтомъ. Колодезь закрывается крышкою съ люкомъ на случай починки, чистки и т. п. Для разбора воды лучше всего поставить насосъ съ маховикомъ и все заключить въ будочку, оставивъ снаружи маховикъ и разборную трубку.

Когда приходится шахтою проходить черезъ водоносный горизонтъ въ особенности черезъ пльвунъ и когда колодезь получается большой



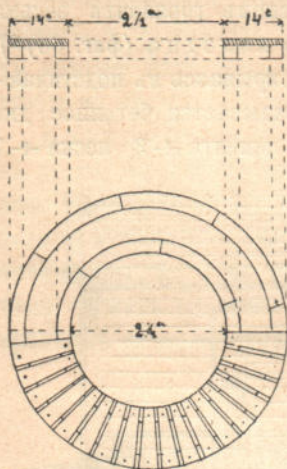
Фиг. 60.

\*) Чертежъ взятъ изъ соч. О. О. Пржемыцкаго „Гидротехническія работы въ Курской губ.



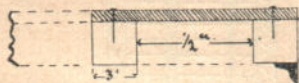
глубины, когда рытье такой шахты является дѣломъ мало того что дорогимъ, но тяжелымъ и опаснымъ, тогда прибѣгаютъ къ устройству каменныхъ такъ называемыхъ «опускныхъ колодцевъ, не требующихъ предварительнаго рытья шахты а слѣдовательно и крѣпленія ея.

Прежде всего для такого колодца дѣлается деревянная кольцевая площадка (ростверкъ), на которой будетъ возводиться кладка. Размѣръ площадки строго, конечно, согласуется съ діаметромъ колодца, для ко-



Фиг. 61.

лодцевъ глубиною до 15 саж. внутренней (чистый) діаметръ его дѣлается обыкновенно въ  $1\frac{1}{2}$  арш. \*) Начертивъ на землѣ или на помостѣ кругъ такого діаметра, берутъ 4-хъ вершковые брусья, рѣжутъ ихъ на косяки въ 3 вершка въ квадратѣ, которые затѣмъ укладываютъ по чертѣ круга такъ, чтобы образовалось кольцо съ діаметромъ внутри въ  $1\frac{1}{2}$  арш., за этимъ кольцомъ, концентрически съ нимъ, дѣлается такое же второе по кругу діаметра  $3\frac{1}{4}$  арш., такимъ образомъ между кольцами изъ косяковъ разстояніе получается въ 8 вершковъ (фиг. 61). Косяки крѣпко скрѣпляются между собою гвоздями, а на кольца накладываютъ аршинные куски вершковыхъ досокъ, которые прибиваются гвоздями и обрѣзаются по очер-



Фиг. 62.

танію круговъ по косякамъ. Такимъ образомъ получается деревянная площадка для возведенія на ней каменной стѣнки толщиною въ 12 вершковъ. Чтобы облегчить опусканіе ея въ землю наружный ободъ снабжается рѣзцомъ. Для этого площадку переворачиваютъ низомъ вверхъ и на наружномъ ободѣ укрѣпляется рѣзецъ изъ углового желѣза (фиг. 62).

Когда площадка готова, въ назначенномъ для колодца мѣстѣ роютъ круглую яму глубиною въ 1 саж. \*\*) и такого діаметра, чтобы свободно помѣщалась площадка. Дно ямы тщательно планируется по ватерпасу и на него укладывается площадка. Послѣ этого приступаютъ къ каменной кладкѣ. Ведется она насухо безъ всякаго раствора \*\*\*) , очень

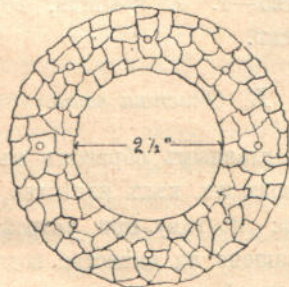
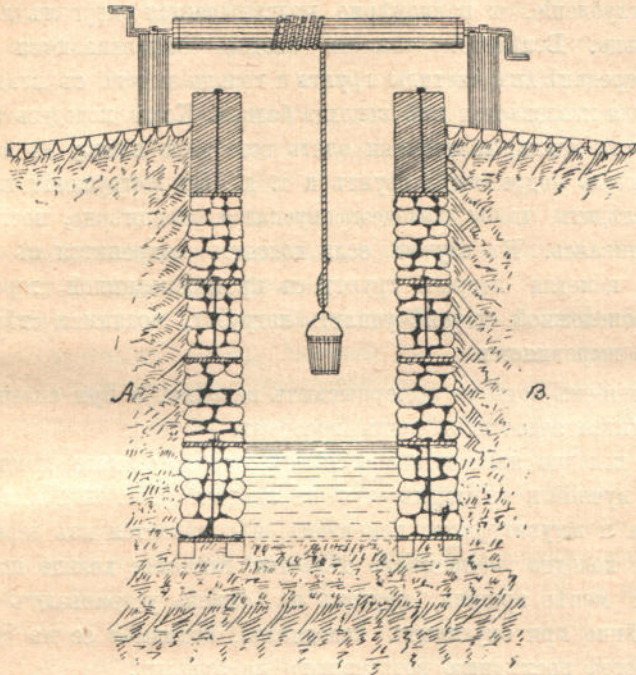
\*) Стѣнки колодца подвержены давленію земли, поэтому для устойчивости должна быть соблюдена зависимость между глубиною колодца и его наружнымъ діаметромъ. Послѣдній не слѣдуетъ дѣлать меньшимъ  $\frac{1}{12}$  всей глубины.

\*\*) Глубже 1 саж. трудно рыть на выкидку, трудно затѣмъ въ такую яму опускать матеріалъ и неудобно въ ней работать.

\*\*\*) Хотя, когда заранѣе опредѣленъ водоносный слой, въ который долженъ погрузиться колодезь, то часть колодца, которая будетъ въ водѣ кладется насухо, а выше—на растворѣ.



тщательно, съ соблюденіемъ перевязки и горизонтальности рядовъ; швы должны быть возможно тоньше. Камни выбираются постелистые и грани ихъ приходящіяся внутрь колодца должны быть болѣе узки, чѣмъ грани обращенныя къ тылу, тогда они будутъ заклинивать другъ друга и не будетъ выпиранія ихъ внутрь колодца. Камни крупные неправильные и кирпичъ кладутся на цементномъ растворѣ. Такъ выводится кладка на



Фиг. 63.

высоту 2—2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> арш.; затѣмъ на ней кладется кольцо параллельное нижнему, но уже (косыки дѣлаются изъ доски) и съ нижнимъ кольцомъ это верхнее соединяется 6 штырями изъ круглаго желѣза въ <sup>3</sup>/<sub>4</sub> дюйма (штыри, конечно, пропускаются раньше, чѣмъ будетъ выведена кладка, въ которую они замуровываются). Въ нижней рамѣ штырь удерживается головкой, а къ верхней прикрѣпляется гайкой (фиг. 63). Эта вторая рама скрѣпляется такими же штырями съ третьей и т. д. Для умень-



шенія тренія между кладкой и прилегающимъ къ ней грунтомъ по наружной окружности нижней рамы слѣдуетъ сдѣлать обшивку тесомъ, упирая верхніе торцы обшивки во второе кольцо.

Когда кладка будетъ выведена выше поверхности земли аршина на  $1\frac{1}{2}$ , тогда устанавливають перекладину съ блокомъ и кабестанъ, а въ колодезь опускають бадью. Рабочій посрединѣ дна колодца роетъ воронкообразное углубленіе, и равномерно подкапывается кругомъ подъ деревянное кольцо. Вслѣдствіе тяжести кладки, выдавливаются изъ подъ кольца къ серединѣ дна частицы грунта и кольцо вмѣстѣ съ кладкою опускается. Земля извлекается изъ колодца бадьей. Когда колодезь опустится до поверхности земли, каменщики опять возводятъ кладку до высоты въ  $1\frac{1}{2}$  арш., вновь подрываютъ грунтъ и т. д. При погруженіи кладки необходимо слѣдить, чтобы колодезь опускался равномерно, постепенно и не перекашиваясь. Въ случаѣ если колодезь накренится въ одну сторону, надо немедленно подрить грунтъ съ противоположной стороны и на этой противоположной сторонѣ усилить нагрузку, поднимая стѣнку, пока колодезь не выровняется.

Съ появленіемъ воды ее вычерпываютъ ведрами, а при сильномъ притокѣ приходится водоотливъ вести насосомъ.

Головка колодца или оставляется изъ того же самаго камня, только выбирается лучшій и выкладывается на цементъ (фиг. 63), или кладется изъ кирпича и штукатурится цементомъ, или дѣлается изъ дерева.

Вокругъ колодца непременно дѣлается глиняное кольцо шириною и глубиною не менѣе аршина, кругомъ на сажень устраиваютъ мостовую (это непременно при опускныхъ колодцахъ), поднимая ее на  $\frac{1}{2}$  арш. у головки и тогда послѣднюю возвышаютъ на аршинъ.

Дальнѣйшее устройство—т. е. крышка, воротъ и зонть дѣлается какъ и у другихъ колодцевъ.

### *В. Очистка воды.*

Колодцы устраиваютъ главнымъ образомъ въ цѣляхъ снабженія населенія питьевою водою, вода же, какъ извѣстно, составляетъ насущную потребность для человѣка; поэтому при устройствѣ колодцевъ главное вниманіе должно быть обращено на качество воды, и если она окажется вредною для здоровья, то такой колодезь нужно закрыть.

Химически чистой воды въ природѣ нѣтъ, но количество механическихъ примѣсей, солей и газовъ не должно превосходить извѣстнаго предѣла, чтобы не получилась вода непригодная для питья. Особенною чистотою отличаются воды подземныхъ пластовъ, если онѣ обнаруживаются въ пескахъ, и наоборотъ сильнѣйшая загрязненность присуща почвеннымъ водамъ. Изслѣдованія показали, что на глубинѣ 3 аршинъ нетронутый материкъ совершенно свободенъ отъ бактерій, количество которыхъ въ верхнемъ слоѣ безчисленно. Изъ проточныхъ водъ тѣ явля-



ются болѣе чистыми, скорость теченія которыхъ больше и чѣмъ болѣе каменисто ихъ ложе, такъ горныя быстрыя рѣчки наиболѣе чисты \*).

Питьевая вода должна быть пріятнаго освѣжающаго вкуса, безъ всякаго привкуса, должна быть прозрачною, безъ цвѣта и запаха, съ температурою не выше 10°. Запахъ амміака и хлопьевидная муть указываютъ на происходящіе въ водѣ процессы разложенія органическихъ веществъ, а запахъ хлора и плотный осадокъ указываютъ на сильное загрязненіе воды, въ этомъ случаѣ совершенно непригодной для питья. Опредѣленіе количества солей обнаруживается лишь при помощи анализа и если солей оказывается больше допускаемыхъ предѣловъ (см. прилож. № 16), вода признается негодною. Для очистки воды отъ бактерій и механическихъ примѣсей примѣняются фильтры.

Процессъ фильтраціи состоитъ въ пропусканіи воды черезъ слой сыпучаго нерастворимаго матеріала, каковымъ почти исключительно является чистый кварцевый песокъ.

Простѣйшій фильтръ дѣлается въ видѣ чана діаметромъ въ  $1\frac{1}{2}$ —2 аршина съ двойнымъ дномъ. Верхнее дно дѣлается дырчатымъ, а въ промежутокъ между доньями вставляется кранъ. На верхнее дно кладется слой вершковъ въ 5 щепня размѣромъ въ вершокъ, дальше слой вершка въ 4 щепня мельче, далѣе насыпается гравій вершка на 3 и наконецъ сверху засыпается несокъ такимъ слоемъ, какъ и суммарный слой предварительной засыпки, т. е. вершковъ въ 12 (и не меньше 8); на слой песка наливается вода, при чемъ она должна постоянно держаться слоемъ такой же толщины, какъ и слой песка, т. е. въ 12 (и не меньше 8) вершковъ.

Вода, проходящая черезъ фильтръ, образуетъ на поверхности песка осадокъ въ видѣ растительной пленки, при чемъ качество фильтрованной воды тѣмъ выше, чѣмъ эта пленка толще, вода же, прошедшая фильтръ до образованія на его поверхности этой пленки, получается слабо очищеною и обыкновенно спускается.

Когда фильтръ засорится и перестанетъ пропускать воду, что случается недѣли черезъ двѣ, его чистятъ. Очистка фильтра обыкновенно заключается въ снятіи пленки и верхняго слоя песка отъ  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{2}$  вершка, смотря по степени загрязненія; послѣ нѣсколькихъ очистокъ, когда общая толщина снятаго песка составитъ 4—5 вершковъ слѣдуетъ фильтръ догрузить новымъ чистымъ пескомъ.

Чтобы на время чистки не останавливать фильтраціи слѣдуетъ имѣть фильтръ, раздѣленный на двое, и воду пускать попеременно то въ одно отдѣленіе, то въ другое. Въ первое время послѣ очистки, пока не образуется пленка, фильтръ даетъ не очищенную воду.

Нельзя воду заставлять проходить черезъ фильтръ съ большою ско-

\*) Это подтверждается живущими въ нихъ рыбами, напр. форель обитаетъ только въ очень чистой водѣ.



ростью, въ этомъ случаѣ фильтрація будетъ не совершенна. Наибольшая скорость фильтра должна быть около 30 ведеръ въ сутки съ поверхности 1 кв. фута.

Для предохраненія колодезь отъ загрязненія ихъ надо устраивать подале отъ кладбищъ, бань, прачешныхъ, скотныхъ дворовъ, отхожихъ мѣстъ и т. п.

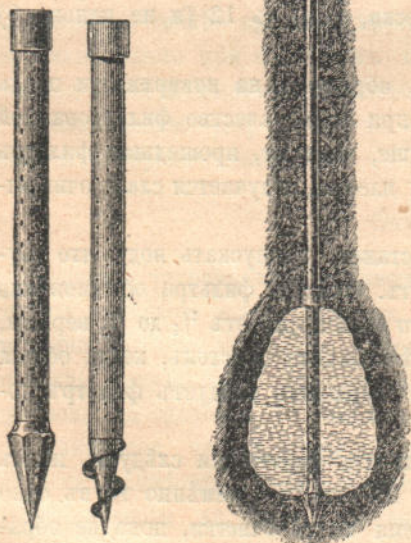
### 1. Трубчатые колодцы.

Подземная вода можетъ быть собираема, кромѣ обыкновенныхъ, въ трубчатые колодцы, состоящіе изъ желѣзныхъ трубъ, погружаемыхъ въ водоносные слои.

Простѣйшіе трубчатые колодцы—нортоновскіе, называемые также абиссинскими \*), мгновенными и американскими. Они опускаются не глубоко до уровня грунтовыхъ водъ; тѣ же колодцы, которые закладываются на очень большую глубину, ниже горизонтовъ подпочвенныхъ водъ, называются артезианскими колодцами.

Нортоновскій колодезь состоитъ изъ желѣзныхъ трубъ діаметромъ отъ 1 до 2 дюймовъ, соединяющихся на рѣзными муфтами. Нижняя опускная труба продырявлена и покрыта прочной густой металлической сѣткой, предохраняющей отъ всасыванія съ водой песку и илу. Наконечникъ опускной трубы снабженъ винтообразнымъ иногда копьевиднымъ остриемъ (фиг. 64) и внутри имѣетъ шаровой клапанъ.

Для погруженія трубы сначала дѣлаютъ скважину специальнымъ землянымъ буромъ (фиг. 65), а затѣмъ трубы ввинчиваются при помощи простого желѣзнаго ворота (фиг. 66). Труба съ копьевиднымъ наконечникомъ



Фиг. 64.

не ввинчивается, а забивается въ землю. Этотъ способъ хуже предыдущаго.

\*) Названіе это дано колодцамъ потому, что они впервые начали примѣняться во время похода англичанъ въ Абиссинію въ 1867—1868 г.г.



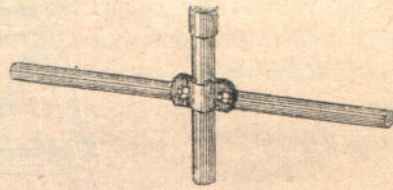
Когда длина трубы от поверхности земли до шарового клапана сдѣлается равной 9 аршинамъ, работу прекращаютъ и сверху навинчиваютъ колонку съ насосомъ. Такимъ образомъ абиссинскіе колодцы примѣнимы только тамъ, гдѣ водоносный слой расположенъ не глубже 3 сажень \*).



Фиг. 65.

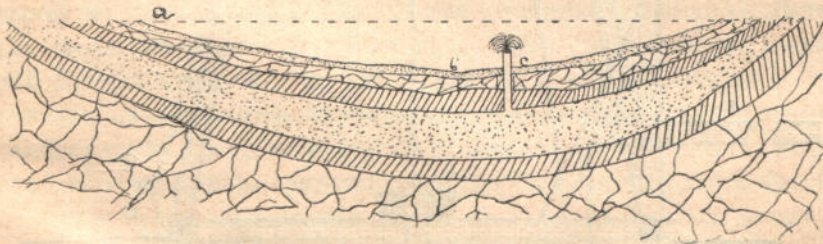
Можно опустить трубы и ниже, но тогда надо ставить насосъ не надъ землею, какъ на фиг. 69; а вырыть шахту, куда и помѣстить верхній конецъ трубы съ насосомъ.

Артезианскими колодцами называются буровыя скважины, закладываемыя до низкихъ горизонтовъ водъ, располагающихся иногда глубже 100 саж. отъ поверхности земли. Названіе этихъ колодцевъ происходитъ отъ французской провинціи Артуа, гдѣ они были устроены впервые.



Фиг. 66.

Въ артезианскихъ скважинахъ вода находится подъ напоромъ. Происходитъ это оттого, что артезианская вода, стекая по наклону непроницаемаго пласта (фиг. 67) въ пониженныхъ мѣстахъ испытываетъ давленіе тѣмъ большее, чѣмъ разница между горизонтами *a* и *b* значительнѣе. И если въ какой-нибудь точкѣ *c* заложить буровую скважину,



Фиг. 67.

то по закону сообщающихся сосудовъ вода въ ней поднимется, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ будетъ даже бить фонтаномъ, т. е. получится колодезь съ самоизливающейся струей. Такія фонтанирующія скважины сравнительно рѣдки, въ большинствѣ же случаевъ вода не доходитъ до поверхности земли и обыкновенно изъ колодца извлекается насосомъ.

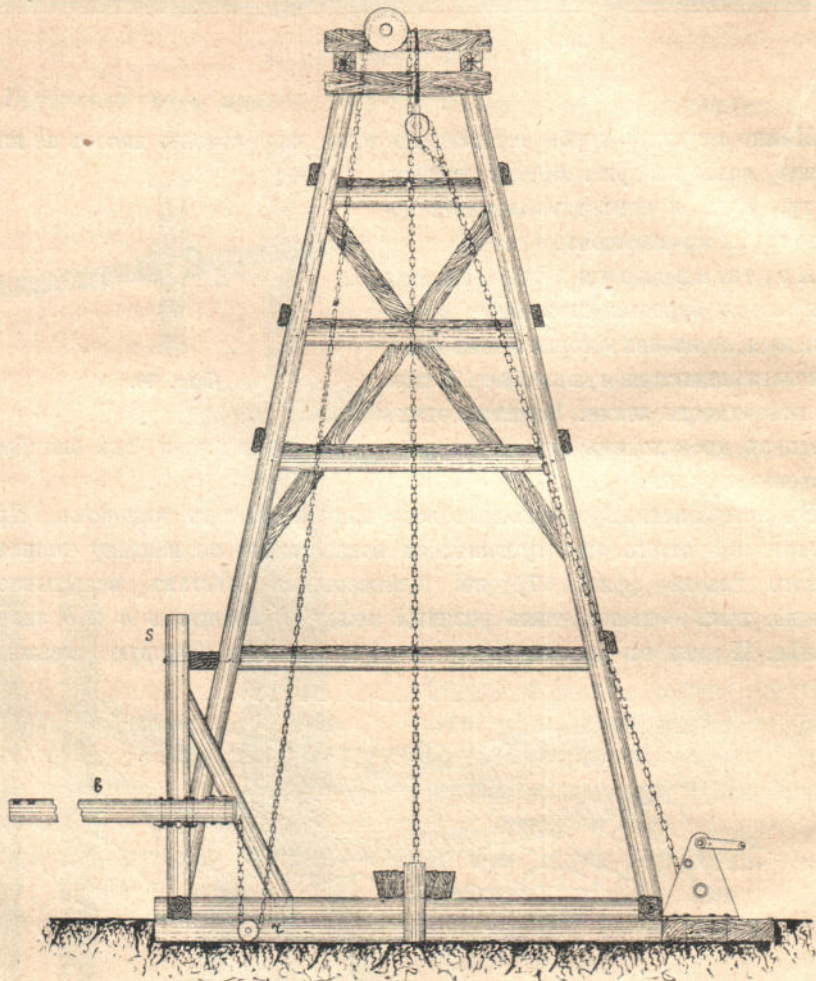
Признакомъ того, что встрѣченная скважиною вода есть дѣйствительно

\*) Теоретически насосъ долженъ поднимать воду съ глубины 34 фут.; но вслѣдствіе конструктивныхъ несовершенствъ высота поднятія принимается въ 21 футъ, считая отъ воды до поршня насоса.



артезианская, а не грунтовая служить во-1-хъ внезапное поднятіе ее во время буренія, а во вторыхъ при энергичной и продолжительной (по крайней мѣрѣ часовъ 10) откачкѣ артезианская вода быстро опять становится на свой горизонтъ.

Такъ какъ закладка буровой скважины дѣло дорогое, то въ артезианскомъ колодцѣ стараются получить не только возможно большее количе-



Фиг. 68 а.

ство воды, но и большій ея напоръ, и съ этою цѣлью при буреніи проходить нѣсколько водосныхъ слоевъ, пока не остановятся на самомъ обильномъ водою; такой слой обыкновенно располагается на крѣпкой каменной или мѣловой породѣ.

Опредѣленіе мѣста для буровой скважины—дѣло очень трудное, часто сопряженное съ большимъ рискомъ. Есть не мало примѣровъ, когда на глубинѣ болѣе 100 саж. не встрѣчали воды; бывали также случаи, когда найденная вода уходила въ нѣдра земли сквозь обнаруженную буреніемъ



трещиноватую породу и колодезь приходилось бросить. Чтобы быть увѣреннымъ въ успѣхѣ работы, надо точно знать геологическое строеніе въ данномъ мѣстѣ, а это дѣло въ настоящее время пока еще невозможное. Поэтому наиболѣе вѣрное рѣшеніе вопроса о выборѣ мѣста для скважины получается тогда, если вблизи имѣются 2—3 артезианскихъ колодца. Связавъ нивелировкой намѣченное мѣсто съ этими колодцами можно сдѣлать предположеніе о глубинѣ будущей скважины и объ ожидаемомъ въ ней горизонтѣ воды.

Заложеніе артезианской скважины въ общихъ чертахъ сходно съ производствомъ развѣдочнаго буренія \*), но такъ какъ артезианскіе колодцы закладываются иногда на очень большую глубину, то буровой инструментъ для нихъ берется болѣе массивнымъ, обсадныя трубы навсегда остающіяся въ скважинѣ употребляются большого діаметра и большей плотности. Поднятіе штангъ изъ скважины дѣлается не пеньковымъ, а стальнымъ проволочнымъ канатомъ или цѣпью и не просто руками рабочихъ, а или при посредствѣ ворота или лебедки. Самое буреніе бываетъ по большей части ударное и часто ведется съ промывкой.

Въ назначенной для колодца точкѣ роютъ шахту аршина 3 въ діаметрѣ и аршина 3 глубиною. Надъ шахтой ставятъ вышку—коперъ въ 4 ноги изъ 5—6 верхковыхъ бревенъ стесанныхъ сверху и скрѣпленныхъ попарно болтами и цѣпью, на которой подвѣшивается блокъ. Высота копра должна быть не меньше 12 арш. Если поднятіе штангъ предполагается дѣлать на воротѣ, то двѣ ноги вышки ставятся на разстояніи аршинъ двухъ одна отъ другой и къ этимъ ногамъ на высотѣ  $1\frac{1}{2}$  арш. отъ земли прикрѣпляется воротъ. Если же подъемъ дѣлается лебедкою, то она ставится недалеко отъ вышки и тогда ширина копра у основанія дѣлается не меньше 6 арш. Для большей устойчивости вышка въ мѣстахъ двухъ по высотѣ расширяется досками, на которыхъ настиляется помость. Такой помость кладется и на днѣ шахты. Въ помостахъ центрально надъ скважиною прорѣзываются отверстія для отвѣснаго прохожденія бурава и обсадныхъ трубъ. Для ударнаго буренія на верху копра устраивается рабочій роликъ, который долженъ приходиться отвѣсно надъ скважиною (см. фиг. 68).

Ударное буреніе начинается желонкою, при чемъ буровыя штанги берутся трубчатыя плотныя, наружнымъ діаметромъ въ  $1\frac{1}{2}$ . «Что касается діаметра скважины, то онъ не одинаковъ по длинѣ и находится въ зависимости отъ глубины колодца. Сначала идутъ трубы большого діаметра, затѣмъ онъ уменьшается съ такимъ расчетомъ чтобы скважина заканчивалась трубою въ  $4\frac{1}{2}$ ". Въ рѣдкихъ случаяхъ, при очень большой глубинѣ конечный діаметръ выбирается въ  $3\frac{1}{2}$ "; обыкновенно же діаметръ трубъ (а слѣдовательно желонокъ и долотъ) начинается отъ 10" затѣмъ идетъ въ 8, 6 и наконецъ въ  $4\frac{1}{2}$ " (какъ исключеніе— $3\frac{1}{2}$ ). Начальный діаметръ берется въ зависимости отъ предполагаемой глубины скважины. Однимъ діаметромъ въ среднемъ проходятъ около 20 саж. и, тѣмъ меньше, чѣмъ сильнѣе осыпается грунтъ.

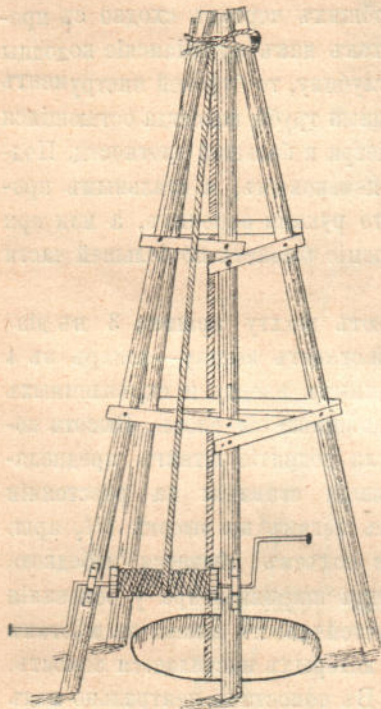
\*) См. стр. 37.



Если напр. предполагается, что скважина будет имѣть глубину въ 50 саж., то буреніе начинаютъ діаметромъ въ 6" проходить такъ сажень 20—25, а дальше заканчиваютъ трубою въ  $4\frac{1}{2}$ ".

Для облегченія буренія въ особенности при твердыхъ породахъ \*) примѣняется балансиръ прикрѣпляющійся къ ногамъ вышки.

Для устройства его устанавливаются двѣ стойки *s*, между которыми на высотѣ  $1\frac{1}{2}$  арш. отъ земли во втулкахъ закладывается ось изъ толстаго (не менѣе дюйма) желѣза. Ось прикрѣплена болтами къ длинному бревну *b* такъ, чтобы образовался неравноплечій рычагъ съ отношеніемъ плечъ 1:3. Короткій конецъ рычага снабжается крюкомъ который приходится отвѣсно надъ нижнимъ роликомъ *r*, а на концѣ длиннаго плеча укрѣпляются поперечины, за которыя берутся рабочіе.



Фиг. 68 б.

Отъ крюка черезъ нижній роликъ, а затѣмъ черезъ верхній перебрасывается цѣпь, на которой надѣта пробка съ ушкомъ, навинченная на штангу. Балансиръ можетъ быть устроенъ и нѣсколько иначе—проще. Для этого берется пятивершковое бревно (ось), равное по длинѣ разстоянію между ногами копра; въ торцы оси забиваются шипы, которыми ось укладывается въ подшипники, укрѣпленные въ ногахъ копра. На середину вала (оси), перпендикулярно къ нему укрѣпляется дюймовымъ болтомъ длинное бревно — балансиръ (фиг. 68/б), при этомъ короткий (въ  $\frac{1}{3}$ )

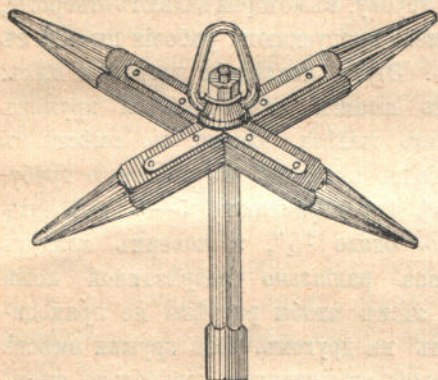
конецъ его съ крюкомъ устанавливается строго отвѣсно надъ центромъ скважины. Штанга ушкомъ цѣпляется за крюкъ балансира и кромѣ того еще скрѣпляется съ нимъ цѣпью. Размахивая балансиромъ, рабочіе производятъ удары, а въ это время послѣ каждаго удара штанга поворачивается или хомутами, укрѣпленными на ней или особымъ крестомъ (фиг. 69). При этомъ стараются балансиръ поднять вверхъ возможно скорѣе.

Работа ускоряется съ примѣненіемъ промывки, но такое буреніе возможно только въ теплое время и когда не преслѣдуется цѣль имѣть хорошіе образцы проходимыхъ породъ. Въ этомъ случаѣ на нижній конецъ пустотѣлой штанги навинчивается полое внутри долото съ отверстиями (фиг. 70),

\*) Въ очень твердыхъ сплошныхъ каменистыхъ породахъ штанги примѣняютъ не трубчатые, а сплошные.



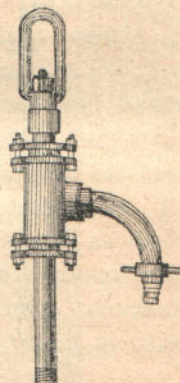
а къ верхней (надземной) части штанги прикрѣпляется сальникъ (фиг. 71), резиновый рукавъ котораго соединяется съ нагнетательнымъ рукавомъ насоса, устанавливаемого неподалеку въ сторонѣ. Работа ведется ударами, а въ это время насосомъ накачиваютъ воду внутрь штанги. Достигнувъ забоя (дна скважины) вода разжижаетъ грунтъ и двигаясь въ пространствѣ между штангами и обсадными трубами поднимается вмѣстѣ съ грунтомъ по трубамъ вверхъ и выливается наружу (для удобства выливанія полезно къ верху обсадныхъ трубъ прикрѣпить рукавъ). Чтобы конецъ бура не былъ засосанъ разжиженнымъ грунтомъ надо во-1-хъ, чтобы опусканіе трубъ шло одновременно съ опусканіемъ бура, во-2-хъ—накачивать воду надо по возможности непрерывно и въ-3-хъ, во время роздыха штанги надо немного приподнимать на форштуль, чтобы инструментъ висѣлъ но во все время буренія съ промывкой инструментъ изъ скважины не вынимается, кромѣ только случаевъ, когда нужно смѣнить



Фиг. 69.



Фиг. 70.



Фиг. 71.

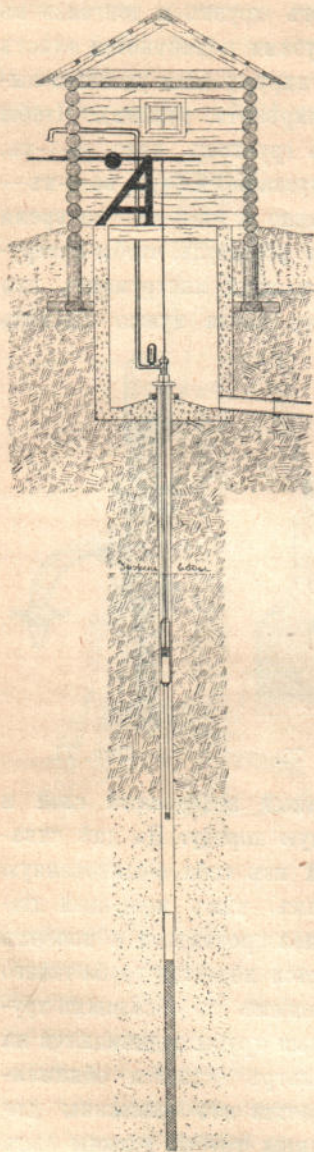
долото. Заканчивается скважина пройдя песчаный водоносный слой и врѣзавшись въ подстилающую его непроницаемую породу. На днѣ скважины устанавливается фильтръ, представляющій изъ себя обыкновенную дырчатую съ дномъ трубу, діаметромъ меньшимъ, чѣмъ конечный діаметръ обсадныхъ трубъ. Фильтръ обтянуть мѣдной проволокой и поверхъ листами мѣдной сѣтки. На фильтръ навинчивается холодная труба такого же діаметра проходящая всѣмъ своимъ протяженіемъ въ обсадныхъ трубахъ до верха. Когда фильтръ опущенъ обсадныя трубы поднимаются на его длину и такимъ образомъ въ скважинѣ фильтръ остается обнаженнымъ. Отъ времени до времени фильтръ извлекается изъ скважины для очистки и ремонта и тогда на это время обсадныя трубы должны быть опущены на длину фильтра. Въ мѣловыхъ породахъ можно обойтись безъ фильтра. Вообще наилучшей породой для артезіанскихъ водъ является мѣлъ съ водой и крупный кварцевый песокъ съ галькой.

По окончаніи буренія и установки фильтра изъ скважины вынимаютъ всѣ рабочія трубы начальныхъ діаметровъ и оставляются только трубы послѣдняго конечнаго ( $4\frac{1}{2}$ " ) діаметра, въ которыя опущенъ фильтръ.



Получающіеся при выниманіи зазоры надо засыпать глиною съ пескомъ (лучше затампонировать цементомъ).

Съ цѣлью очистить воду въ скважинѣ и высосать въ пространствѣ вокругъ фильтра мелкія частицы, а также въ цѣляхъ пробной откачки



Фиг. 72.

употребляется насосъ простаго устройства. Для чего послѣ окончанія буренія въ обсадныя трубы опускають другія меньшаго діаметра ( $3\frac{1}{4}$ ""). У верхняго стыка нижней трубы укрѣпляютъ клапанъ, открывающійся вверхъ. Простѣйшій клапанъ состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ колець между которыми проложена кожа. Кольца сквозь кожу скрѣплены заклепками. На верхній конецъ этой всасывающей трубы укрѣпляютъ кольчатую отводную трубку, въ которой дѣлають отверстие, а сквозь него пропускають рабочія штанги съ поршнемъ. Этотъ послѣдній устроенъ такъ: на конецъ штанги навинчивается кружокъ изъ толстаго желѣза, плотно, но вмѣстѣ съ тѣмъ свободно входящій въ насосную трубу, въ кружкѣ просверливають 5—6 дырочекъ діаметромъ около  $\frac{1}{4}$ "", а поверхъ кладутъ три кружка радіально разрѣзанной кожи такъ при этомъ чтобы разрѣзы не приходились одинъ на другомъ. Всѣ кружки вмѣстѣ съ желѣзнымъ скрѣпляются централью штангою. Длина штангъ должна быть такова, чтобы поршень фута на 3 не доходилъ до клапана. Верхъ штангъ подхватывается крюкомъ балансира, которымъ и производять качку.

Дальнѣйшее оборудованіе артезианскаго колодца состоитъ въ устройствѣ шахты и установки насоса.

Шахта или выкладывается кирпичемъ на цементѣ или дѣлается изъ бетона. Чтобы удалить скопляющуюся на днѣ шахты воду дѣлаются боковые отводы изъ гончарныхъ трубокъ (фиг. 72) куда нибудь по склону или въ вырытую по близости яму засыпанную щебнемъ и пескомъ.

Для предохраненія насоса отъ порчи и шахты отъ засоренія надъ нею ставится будка, сквозь стѣны которой пропускается конецъ разборной трубы и качательный механизмъ—маховикъ или рычагъ.

Если горизонтъ воды въ скважинѣ устанавливается высоко, не глубже



10 арш., то въ шахтѣ ставится обыкновенный колодезный насосъ. Если же вода стоитъ ниже 10 арш. то для подачи ее наверхъ употребляются спеціальныя насосы для артезианскихъ колодцевъ, состоящіе изъ мѣднаго рабочаго цилиндра, діаметромъ отъ 3" до 2 $\frac{1}{2}$ " (чѣмъ вода ниже тѣмъ діаметръ меньше) опущеннаго въ обсадныя трубы. Отъ цилиндра вверхъ идетъ подъемная труба, внутри которой движется поршневая тяга, а къ нижней части цилиндра прикрѣпляется присасывающая труба \*) съ шаровымъ клапаномъ. Подъемная труба на днѣ шахты заканчивается переходною коробкою съ сальникомъ и воздушнымъ колпакомъ, отъ котораго вверхъ идетъ нагнетательная (1 $\frac{1}{2}$ " — 2") труба. Чтобы не произошло замерзанія, въ подъемной трубѣ, у переходной коробки, дѣлается маленькое отверстіе для стока воды изъ нагнетательной трубы въ шахту; лѣтомъ это отверстіе забивается. Движущій механизмъ при неглубокомъ (до 5 саж.) стояніи воды выполняется съ маховикомъ и зубчатой передачей, а при глубокихъ горизонтахъ (до 28 саж.) тяги отъ поршня соединяются съ качалкою, снабженною рычагомъ и противовѣсомъ. Чѣмъ глубже въ скважину опущенъ рабочій цилиндръ, тѣмъ тяжелѣе качать, а при глубинѣ большей 28 саж. нельзя разсчитывать на ручную силу человѣка и надо ставить двигатель (напр. керосиновый).

Въ фонтанирующихъ скважинахъ насосовъ не ставятъ, вода свободно изливается въ пріемникъ и разводится по назначенію самотекомъ. Во избѣжаніе напрасной траты изъ фонтанирующей скважины надо на трубѣ ставить запорныя краны; при чемъ для уменьшенія гидравлическихъ ударовъ при запираніи, краны должны быть вентильныя, чтобы запираніе совершалось постепенно; иначе, при быстромъ запираніи можетъ въ скважинѣ получиться песочная пробка и закупорить ее.

### § 3. Водохранилища.

Атмосферныя воды, или выпадающія въ формѣ дождей или получаемыя отъ таянія снѣга, огромными массами сбѣгаютъ по оврагамъ и долинамъ, зачастую причиняютъ не мало бѣдствій и теряются безъ всякой пользы для человѣка, а между тѣмъ, эти же самыя воды, задержанныя и собранныя въ водоемы могутъ прекрасно послужить человѣку на пользу его хозяйственныхъ интересовъ.

Если поперекъ оврага поставить непроницаемую для воды стѣнку, то сбѣгающая по оврагу вода, встрѣчая преграду, остановится, станетъ подниматься до верха преграды; затѣмъ, часть воды перельется черезъ преграду, а часть останется передъ нею, вровень съ ея гребнемъ и образуетъ, такимъ образомъ, искусственное водохранилище или прудъ. Такіе искусственные водоемы въ особенности въ степной полосѣ Россіи зачастую обезпечиваютъ существованіе хозяйства: около прудовъ группируются

\*) Подробнѣе о насосѣ въ главѣ VI.



поселенія, появляется древесная растительность; прудъ снабжаетъ водою крестьянское хозяйство, служитъ водоемомъ для скота, является резервуаромъ на случай пожаровъ, въ немъ разводятъ рыбу, около пруда держатъ плавающихъ птицъ, изъ него поливаютъ смежные огороды и нерѣдко пруды являются главными источниками искусственнаго орошенія.

То гидротехническое сооруженіе, которое ставится поперекъ оврага, долины или воднаго потока и которое поднимаетъ впереди себя воду, называется плотиною или запрудой.

Стекающая съ поверхности вода собирается иногда еще въ копани или сажалки. Обыкновенно копань представляетъ собою яму четырехугольной формы съ одинарными откосами, вырытую въ водонепроницаемомъ глинистомъ грунтѣ. Само собою разумѣется, что устройство копаней (сажалокъ) требуетъ затратъ несравненно больше, чѣмъ сооруженіе водохранилища съ плотиною; потому что стоимость одной кубической сажени воды въ копани соотвѣтствуетъ платѣ за рытье и отвозку такого же куба земли, тогда какъ въ водохранилищѣ за плотиною на каждую кубическую сажень насыпи приходится 10 и болѣе кубич. сажень воды.

Материаломъ для постройки плотины является земля, дерево и камень. Обыкновенная крестьянская плотина построенная изъ земли и хвороста очень непрочна и недолговѣчна; прибавка навоза увеличиваетъ прочность, но сильно загрязняетъ воду; между тѣмъ тщательно сдѣланная, при правильномъ назначеніи размѣровъ земляная плотина весьма прочна, стоитъ дешевле другихъ и служить неопредѣленно долго въ особенности если есть присмотръ и если малѣйшія поврежденія своевременно исправляются.

Лучшимъ грунтомъ для земляной плотины является суглинокъ. Песокъ не годится потому что пропускаетъ воду; илъ, какъ и всякая другая земля, содержащая органическія вещества—не подходяща потому, что держится только при очень пологомъ откосѣ, а кромѣ того, органическія вещества, сгнивая даютъ неравномѣрную осадку. Что же касается глины, то, какъ объ этомъ говорилось раньше, она замерзая пучится, т. е. увеличивается въ объемѣ, а при оттаиваніи обращается въ грязь и расползается; при высыханіи же даетъ трещины, въ которыя проникаетъ вода; поэтому изъ одной глины плотину дѣлать тоже нельзя.

Всякая плотина подвержена давленію на нее воды въ прудѣ, какъ находящейся въ покоѣ, такъ и дѣйствию удара волнь, а весною и напору льда. Затѣмъ плотина должна поднять воду и держать ее, не пропуская сквозь себя. Поэтому плотина должна быть устойчива и прочна во всѣхъ ея частяхъ.

При устройствѣ плотины главное вниманіе строителя должно быть направлено на то, чтобы удовлетворяя условіямъ устойчивости и прочности, сооруженіе не потребовало большихъ расходовъ, какъ на первоначальное устройство, такъ и на ремонтъ. «Постройка плотины (по словамъ Ф. Майера) есть работа простая, но плотина должна имѣть отверстіе для пропуска излишней воды. Вода силится это отверстіе расширить, поэтому



надлежащее прочное устройство плотинъ, при ограниченности затратъ принадлежить къ числу трудныхъ гидротехническихъ сооружений, требующихъ много опытности и напряженія ума».

Такъ какъ давленіе воды на грудь плотины не по всей высотѣ ея одинаково—внизу оно наибольшее а по мѣрѣ поднятія постепенно уменьшается, то плотина для устойчивости должна имѣть въ поперечномъ ея сѣченіи треугольную форму, которая необходима еще и потому, что насыпная земля обсыпается и принимаетъ наклонное положеніе въ откосѣ.

Стороны треугольнаго профиля плотины, или откосы дѣлаются не одинаковыми; водный или внутренній—обращенный къ водѣ, дѣлается по большей части тройной, а наружный или сухой, обращенный въ сторону противоположную, дѣлается обыкновенно полуторнымъ.

Гребень однако же никогда не оставляется острымъ, такъ какъ, при такой формѣ онъ скоро размывается дождемъ и обрушается. Обыкновенно ширина гребня не дѣлается уже 3 аршинъ, а если черезъ плотину проходитъ дорога, то гребень расширяется до 3 сажень.

Въ предупрежденіе переката черезъ плотину волнъ гребень ея долженъ возвышаться надъ уровнемъ воды не менѣе, какъ на 0,50 с., при этомъ линія гребня по оси, т. е. по всей длинѣ плотины должна быть непременно горизонтальною.

Максимальная высота земляной плотины 7 саж., съ другой же стороны пруды, наполняющіеся исключительно снѣговыми водами, должны имѣть лѣтомъ у середины глубину не меньше  $1\frac{1}{2}$  саж., такъ какъ при меньшей глубинѣ водохранилища въ особенности открытыя, не защищенныя растительностью скоро высыхаютъ или затягиваются иломъ и, кромѣ того, такая глубина нужна еще и потому, чтобы послѣ лѣтняго испаренія и зимняго промерзанія подо льдомъ было воды около 1 саж., иначе вода будетъ портиться и протухнетъ. Обыкновенно же плотины выше 3 саж. не дѣлаются, такъ какъ онѣ иначе плохо выстаиваютъ.

Что касается до направленія плотины, то самое выгодное, какъ кратчайшее, есть прямое. Дугообразная форма, обращенная выпуклостью вверхъ по теченію, не имѣетъ значенія при плотинахъ земляныхъ, такъ какъ рыхлость земли не представляетъ собою цѣльнаго сопротивленія во всей ея массѣ, и плотина не можетъ работать, какъ сводъ.

Кромѣ устойчивости плотины необходимо также, чтобы она прочно и тщательно была соединена съ своимъ основаніемъ, т. е. съ грунтомъ и чтобы грунтъ этотъ не пропускалъ воду подъ плотинной; дно и бока водохранилища также должны быть водонепроницаемы.

Прежде постройки плотины необходимо произвести подробное изслѣдованіе (изысканія) мѣстности.



Площадь предполагаемаго водохранилища, т. е. дно его и бока—должны быть проnivelлированы; эта nivelлировка производится какъ выше, такъ и ниже мѣста будущей плотины. Такимъ образомъ опредѣляется уклонъ дна и весь характеръ тальвега. На поперечныхъ профиляхъ обозначается живое сѣченіе по наивысшимъ горизонтамъ весеннихъ и ливневыхъ водъ. Опредѣленіе этихъ горизонтовъ надо дѣлать по указаніямъ мѣстныхъ жителей и по остаткамъ слѣдовъ высокой воды на бокахъ лога.

Водосборная площадь водохранилища опредѣляется или по трехверстной картѣ Военно-топографическаго отдѣла Генеральнаго Штаба или съемкою.

Наконецъ, по дну и по бокамъ водохранилища должно быть произведено буреніе для выясненія характера грунта. Чѣмъ больше скважинъ будетъ заложено, тѣмъ конечно лучше, но ихъ должно быть не менѣе трехъ: одна по срединѣ и двѣ по концамъ водохранилища. На линіи проектируемой плотины должно быть не менѣе трехъ развѣдокъ грунта: одна на днѣ а двѣ на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ придутся плечи плотины.

Задаваясь выборомъ мѣста подъ плотину, необходимо руководствоваться еще слѣдующими соображеніями.

1) Уклонъ водохранилища долженъ быть не больше 0,01—0,015. Чѣмъ уклонъ меньше, тѣмъ давленіе воды на грудь плотины будетъ слабѣе, длина же пруда увеличивается по мѣрѣ уменьшенія уклона.

2) Плотину надо ставить тамъ, гдѣ долина суживается и берега ея сближены. Плотина здѣсь будетъ короче и слѣдовательно дешевле. Очень желательнымъ является такое мѣсто, гдѣ передъ плотиною въ водохранилище впадаютъ боковые отвершки, покрытые по дну и по бокамъ травянистою растительностью; такіе отвершки увеличиваютъ количество воды въ прудѣ. Наоборотъ, если боковые отвершки имѣютъ крутые обрывистые и обнаженные берега, ихъ надо всячески избѣгать или перепруживать, такъ какъ они наносятъ въ водохранилище мулъ.

3) Если въ верховьи пруда имѣются выходы ключей, то ихъ надо использовать и плотину слѣдуетъ ставить такъ, чтобы вода не доходила до ключей, иначе они, подъ давленіемъ воды сверху могутъ скрыться и выклиниться гдѣ-нибудь далеко за водохранилищемъ.

4) Берега пруда не должны быть круты, чтобы былъ удобенъ доступъ къ водѣ. По берегамъ хорошо имѣть деревья, а если берега распахиваются, слѣдуетъ канавами отвести воду въ сторону для уменьшенія засоренія пруда иломъ.

5) Вблизи будущей плотины необходимо подыскать мѣсто (резервъ) съ запасомъ подходящей для насыпи земли.

и 6) Одно изъ самыхъ важныхъ условій при выборѣ мѣста—это свойство грунта.

Лучшимъ грунтомъ для водохранилища является чистая глина, если она прикрыта не толстымъ слоемъ чернозема. Грунты каменистые только



въ томъ случаѣ составляютъ надежное основаніе, когда въ нихъ нѣтъ трещинъ. Грунты же иловатые, болотные, торфяные, пливуны считаются самыми ненадежными.

Чрезвычайно важно не снимать съ водохранилища верхняго наноснаго слоя, такіе пруды даже при сомнительныхъ грунтахъ начинаютъ держать воду черезъ 2—3 года. Какъ бы ни былъ сомнителенъ грунтъ, если только грунтовая вода залегаетъ не ниже 1 саж., плотину можно строить не опасаясь.

При неизвѣстности свойствъ грунта опредѣляется его водоупорность, для чего роются ямы, въ которыя наливается вода и затѣмъ наблюдаютъ, какъ долго она будетъ впитываться.

Количество или объемъ воды, ожидаемой въ проектируемомъ прудѣ опредѣляется большей частью по формулѣ Кѣстлина для ливневыхъ водъ

$$Q = 1,875 NL$$

взявъ отъ этой величины  $\frac{2}{3}$  ея (см. прил. № 6).

Этотъ приблизительно опредѣленный объемъ воды прикидывается къ профилямъ водохранилища, наносится на его планъ и такимъ образомъ выясняется площадь пруда, поверхность водной скатерти и глубина, иначе—высота проектируемой плотины.

Крестьянскіе пруды для населенныхъ мѣстъ должны быть устраиваемы съ такимъ расчетомъ, чтобы на cadaго человѣка приходилось не менѣе 1 куб. саж. воды въ прудѣ, а на каждую голову скота по  $2\frac{1}{2}$  куб. саж.

Если окажется, что бассейнъ не можетъ дать нужнаго количества воды и если перенести плотину ниже по тальвегу нельзя, то изъ близъ лежащихъ (если таковыя имѣются) котловинъ, поросшихъ лѣсомъ или кустарникомъ проводятъ къ водохранилищу возможно короткія и неглубокія водосборныя каналы съ уклономъ не больше 0,0006.

Составивъ проектъ плотины, слѣдуетъ подсчитать ея объемъ, т. е. количество земляной работы.

Приблизительный способъ опредѣленія объема насыпи выражается такою формулою

$$U = \frac{l \times h}{2} (h + 2b),$$

гдѣ  $l$ —длина плотины,  $h$ —ея высота и  $b$ —ширина гребня. Къ полученной величинѣ  $U$  надо придать 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

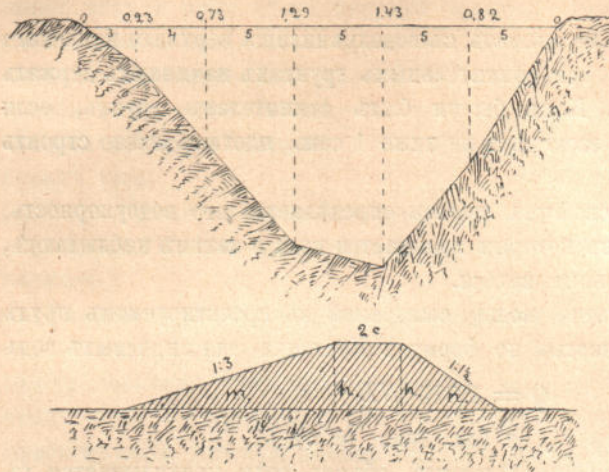
Второй точный способъ заключается въ вычисленіи объема насыпи по пикетамъ. Съ этою цѣлью линия плотины назначается на мѣстѣ и нивелируется не дальше какъ черезъ 5 саж.; затѣмъ площади поперечныхъ сѣченій cadaго пикета опредѣляются по формулѣ

$$\left( \frac{a + a + m + n}{2} \right) h,$$

гдѣ  $a$ —ширина гребня,  $m$ —заложеніе воднаго откоса,  $n$ —заложеніе сухого откоса и  $h$ —высота. Предположимъ, что проектируемая плотина



имѣть длину 27 саж., что ось ея разбита на пикеты въ разстояніяхъ 3 саж., 4 саж., 5 саж., 5 саж., 5 саж. и 5 саж., пусть проектная высота плотины (красная отмѣтка) по нивелировкѣ опредѣляется слѣдующими величинами: на 1-мъ пикетѣ = 0; на 2-мъ = 0,23; на 3-мъ = 0,73; на 4-мъ = 1,29; на 5-мъ = 1,43; на 6-мъ = 0,82 и на 7-мъ = 0.



Фиг. 73 и 74.

—полукорный; тогда и заложеніе  $m$  будетъ =  $3h$ , а заложеніе  $n = 1\frac{1}{2}h$  (фиг. 74) и формула поперечныхъ сѣченій приметъ видъ

$$\left( \frac{a + a + m + n}{2} \right) h = \left( \frac{2 + 2 + 3h + 1\frac{1}{2}h}{2} \right) h$$

По всѣмъ этимъ даннымъ составляется журналъ такой формы:

№№ пикетовъ.	Разстояніе между пикетами.	Красныя отмѣтки.	Площади поперечныхъ профилей.	Сумма площадей.	Половинныя разстоянія между пикетами.	Объемы куб. саж.	Примѣчанія.
1	3	0	0	0,58	1,5	0,87	
2	4	0,23	0,58	3,24	2,0	6,48	
3	5	0,73	2,66	8,99	2,5	22,48	
4	5	1,29	5,60	13,80	2,5	34,50	
5	5	1,43	7,47	10,62	2,5	26,55	
6	5	0,82	3,15	3,15	2,5	7,88	
7	5	0	0				
Итого . . .						98,76	

Слѣдовательно объемъ плотины выразится въ 99 куб. саж.



Когда изысканіе и вычисленія закончены, приступаютъ къ сооруже- нію плотины.

Прежде всего дѣлаютъ разбивку. Вѣхами обозначаютъ продольную линію (ось) и продолжаютъ ее на обоихъ берегахъ. Далѣе отбиваютъ линіи бровокъ и очертаніе откосовъ. Для этого на пикетахъ возставляютъ въ обѣ стороны отъ оси перпендикуляры и откладываютъ на нихъ половину ширины гребня плюсъ величину заложения—въ одну сторону верхового откоса, въ другую—низового. (Въ вышеприведенномъ примѣрѣ откладываемъ вверхъ 1 саж. + 3 h; а внизъ 1 саж. + 1 $\frac{1}{2}$  h). Въ точкахъ отложеній перпендикуляровъ забиваютъ колышки, по которымъ натягиваютъ шнуръ и лопатой отмѣчаютъ основаніе плотины.

Съ поверхности этой очерченной площади основанія снимается верхній слой земли по крайней мѣрѣ на одинъ штыкъ, продолжая это дѣлать и въ берегахъ до того мѣста, куда будутъ примыкать плечи плотины. Всякіе кустарники, вѣтки, камни, пни, кочки должны быть удалены съ основанія, чтобы вода какъ-нибудь не проникла подъ плотину.

Такъ какъ дернъ понадобится на укрѣпленіе откосовъ, то онъ складывается особо на низовой сторонѣ, причемъ дернины надо складывать—трава къ травѣ, земля—къ землѣ; дернъ такъ меньше высыхаетъ. Поверхностный слой земли удаляется какъ для лучшаго скрѣпленія насыпи плотины съ грунтомъ, такъ и потому, что въ этомъ слоѣ содержатся корни растений, трещины, норы сусликовъ и мышей, которые роютъ въ немъ ходы.

Затѣмъ, по оси плотины роется котлованъ съ отвѣсными стѣнками, шириною въ 2 саж., а глубиною—до плотнаго глинистаго материка и углубляясь въ него по крайней мѣрѣ на одинъ штыкъ. Котлованъ этотъ продолжается въ берега до проектной высоты уровня воды въ будущемъ прудѣ. Дно котлована по мѣрѣ приближенія къ плечамъ плотины, поднимается уступами по аршину, такъ однако-же, чтобы все время котлованъ не выходилъ изъ материковаго слоя плотной глины.

Земля, получаемая при рытьѣ котлована, частью складывается валомъ съ верховой стороны плотины, чтобы предохранить выемку отъ затопленія въ случаѣ наводковъ (впослѣдствіи эта земля идетъ на откосы плотины), а частью выбрасывается подъ наружный откосъ и тамъ равномерно разравнивается.

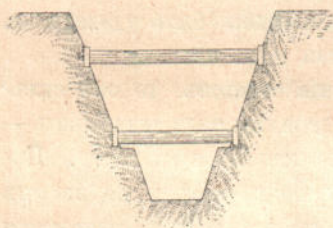
Когда котлованъ вырытъ, дно его взрыхляется на одинъ штыкъ и забивается чистою глиною. Послѣдняя подвозится конными тачками, которыя служатъ также и для уплотненія насыпи; нужно только организовать работу такъ, чтобы груженныя тачки проѣзжали возможно большія разстоянія по насыпи въ разный слѣдъ. Земля, сбрасываемая съ точекъ должна тотчасъ-же разравниваться, а у стѣнокъ котлована глина утрамбовывается ручными трамбовками. Въ сухую погоду по окончаніи дневныхъ работъ насыпь слѣдуетъ смочить, а приступая къ работѣ на слѣдующій день надо глину всковырять лопатой или желѣзными граблями, съ цѣлью



лучшаго скрѣпленія съ насыпью. Такой забитый глиною ровъ называется замкомъ.

Замокъ устраивается во первыхъ для того, чтобы достигнуть возможно полнаго сращенія тѣла плотины съ материкомъ; во вторыхъ, чтобы предотвратить просачиваніе воды у основанія плотины; въ третьихъ—чтобы пересѣчь всякія трещины и пустоты отъ сгнившихъ корней а также норы и ходы различныхъ землероекъ, и наконецъ, замокъ даетъ возможность убѣдиться, что подь основаніемъ плотины нѣтъ ключей.

Въ томъ случаѣ, когда между дномъ водохранилища и материкомъ залегаеъ слабый грунтъ, если плотина строится на мѣстѣ замусоренномъ, забитомъ навозомъ, или нѣкогда бывшемъ подь дурно построенною хвостяною плотиною, словомъ, если при рытьѣ котлована стѣнки не держать, сползаютъ и обрушаются, если еще при этомъ сквозь стѣнки



Фиг. 75.

фильтруетъ вода, то котлованъ роютъ съ небольшими откосами, а стѣнки крѣпятъ. Для этого толстыя доски или пластины располагаютъ вдоль стѣны и черезъ всю ширину котлована распираютъ ихъ бревнами (фиг. 75); воду же удаляютъ вычерпываніемъ или примѣняя насосы (системы Летестю или мембранный).

Если въ котлованѣ окажется плывунъ, забивка замка производится частями. Для этого поперекъ выемки ставятъ временныя шпунтовые стѣнки въ разстояніи 3—4 арш. одна отъ другой, разбивая такимъ образомъ всю выемку на отдѣльные колодцы. Изъ колодца вычерпывается грязь до материка и тотчасъ-же набивается глиною и утрамбовывается. Покончивъ съ однимъ колодцемъ, снимаютъ стѣнку, вынимаютъ землю и набиваютъ глину въ другомъ; такъ постепенно одинъ за другимъ забиваются всѣ колодцы.

Если на днѣ котлована выбивается ключъ, который надо заглушить, то это дѣлается такъ: расчищаютъ вокругъ ключа ямку (ключъ-же временно забиваютъ деревянною пробкой) около аршина въ діаметрѣ и въ полъ аршина глубиною, затѣмъ берется смѣсь 1 часть цемента и 1 часть песку и эта смѣсь сухою сыплется въ ямку и забивается палкою въ отверстіе, потомъ этою смѣсью наполняется вся ямка и плотно утрамбовывается.

Когда замокъ выведенъ до поверхности земли, приступаютъ къ устройству тѣла плотины. Необходимо замѣтить при этомъ, что если въ плотинѣ предположено устроить отверстіе для пропуска воды (водоспускъ), то сначала дѣлается это сооруженіе, а потомъ уже ведутъ насыпку плотины.

Тѣло плотины возводится тонкими, въ 5—6 вершковъ, горизонтальными слоями, начиная съ самыхъ пониженныхъ мѣстъ. Внутри плотины,



по серединѣ ея, насыпается изъ чистой глины и плотно утрамбовывается ядро. Ширина его у основанія, т. е. при выходѣ изъ котлована дѣлается шире замка; къ верху ядро суживается до  $1\frac{1}{2}$  арш., такъ какъ глинистая стѣнка въ  $1\frac{1}{2}$  арш. считается вполне водонепроницаемою. Ядро насыпаются по оси всей плотины и на  $\frac{3}{4}$  арш. выше ординара въ прудѣ.

Насыпка ядра ведется сразу по всей площади основанія, поднимаясь къ верху, при чемъ, по мѣрѣ приближенія къ поверхностямъ откосовъ, глина перемѣшивается съ болѣе легкою землею такъ, чтобы переходъ отъ одного сорта земли къ другому дѣлался бы постепенно, безъ рѣзкаго разграниченія. Наконецъ, насыпь заканчивается на откосахъ и по гребню растительной землею, толщиной не меньше какъ въ  $\frac{3}{4}$  аршина.

Каждый слой надо хорошо разравнивать и уплотнять гужевою возкою во всю длину плотины, направляя ѣзду въ разный слѣдъ. По мѣрѣ возвышенія насыпи, ширина ея постепенно суживается образуя профили откосовъ.

Земля для насыпи берется прежде всего изъ котлована замка, а затѣмъ изъ резерва. Если въ плотинѣ устраивается водоспускъ, то противъ него въ днѣ водохранилища слѣдуетъ прорыть каналъ, шириною равный ширинѣ отверстія, а глубиною—до уровня понурнаго пола \*). Такой каналъ способствуетъ спокойному и правильному теченію въ водоспускѣ, а земля изъ канала помѣщается въ насыпь. Если для насыпи вообще берется земля изъ дна водохранилища, то между краемъ внутренняго откоса и между этою выемкою оставляется берма не менѣе 5 саж., чтобы выемка не повліяла на устойчивость плотины.

Въ тѣлѣ насыпи не должно быть ничего, что нарушало бы ее однородность, напр. дерева, соломы, дерна, которые сгнивая образуютъ ходы для воды; точно такія же вредныя пустоты образуются около камней и твердыхъ неразбитыхъ глыбъ земли. Изъ растительнаго слоя, которымъ покрываются откосы, также должны быть удалены всѣ попадающіеся тамъ корни, вѣтки, камни, кочки и проч.

Въ томъ случаѣ, когда материкъ залегаетъ глубоко (глубже 2 саж.) и рытье котлована для замка будетъ стоить очень дорого, или если грунтъ водоносный и слишкомъ слабый, а напоръ воды предполагается значительный, тогда подъ насыпью проводится шпунтовой рядъ. Также какъ и замокъ, шпунтовой рядъ пробивается по линіи плотины, продолжаясь въ берега. Предварительно, по всей длинѣ плотины вырывается ровъ глубиною въ 1 арш. Въ этотъ ровъ сначала въ разстояніи 1 саж. одна отъ другой забиваются маячныя сваи, къ нимъ прикрѣпляются болтами парныя схватки (направляющія) между которыми и забиваются шпунтовые (досчатые) сваи \*\*). Высота шпунтового ряда должна быть

\*) См. стр. 89.

\*\*) Подробнѣе объ устройствѣ шпунтовыхъ стѣнокъ см. описаніе деревянныхъ водосливовъ и водоспусковъ.



не ниже уровня воды въ прудѣ. Вершукки свай выравниваются подъ ватерпасъ и на нихъ насаживается насадка, скрѣпляющаяся, кромѣ шипа, хомутами или скобами съ маячными сваями. Послѣ этого въ яму втрамбовывается чистая глина, затѣмъ насыпается земля.

Плотина возводится на  $\frac{1}{10}$  выше проектныхъ размѣровъ для неизбѣжной осадки. Гребень посерединѣ возвышается вершка на  $1\frac{1}{2}$  надъ бровками въ предупрежденіе застаиванія воды. Такимъ образомъ послѣ окончанія земляныхъ работъ плотина въ водохранилищѣ имѣетъ въ поперечномъ разрѣзѣ видъ изображенный на фиг. 76.

Чтобы охранить откосы отъ размыванія и обрушенія вслѣдствіе ударовъ волнъ на верховой откосъ и дѣйствія дождевыхъ водъ—на низовой, откосы должны быть укрѣплены. Въ этомъ случаѣ должны быть предпочитаемы наиболѣе простыя и дешевыя средства. Верховой откосъ, находясь постоянно подъ водою, лучше сохраняется безъ всякихъ укрѣпленій и только въ полосѣ дѣйствія волнъ подвергается разрушенію,



Фиг. 76.

поэтому верховой откосъ долженъ быть укрѣпленъ на 1, а лучше на  $1\frac{1}{2}$  арш. выше и настолько же ниже горизонта воды.

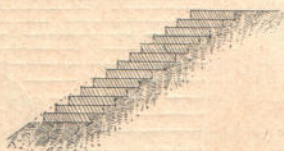
Къ укрѣпленію откосовъ приступаютъ послѣ того, какъ насыпь достаточно осядетъ, т. е. обыкновенно не раньше какъ черезъ 6 мѣсяцевъ или даже черезъ годъ послѣ ея окончанія. Укрѣпленіе дѣлается дерновкой, плетнями, фашинами и хвостомъ, камнемъ и наконецъ посѣвомъ травъ. Послѣдняя работа производится весною, употребляя для этого тимофеевку, люцерну, клеверъ и т. п. Хорошо сѣять травы въ квадратныхъ клѣткахъ по  $1\frac{1}{2}$  арш. въ сторонѣ изъ дерновыхъ полосъ, вершковъ 6 шириною.

Прежде чѣмъ приступить къ дерновкѣ, откосъ долженъ быть выправленъ и спланированъ. Дерновка дѣлается двойко; плашмя (въ обшивку) и въ кладку (въ стѣнку). При дерновкѣ плашмя дернины плотно кладутся одна возлѣ другой съ соблюденіемъ перевязки въ швахъ и прибавляются діагонально спицами по двѣ штуки на дернину. По большей части дерновка плашмя, а также и посѣвъ травъ примѣняется при укрѣпленіи низового откоса; верховой же откосъ укрѣпляется дерновкой въ кладку.

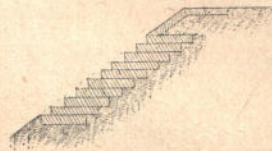
Эта работа ведется слѣдующимъ образомъ. На  $1\frac{1}{2}$  арш. ниже предположеннаго уровня воды роется по всей длинѣ откоса горизонтальная канавка глубиною равная толщинѣ дернины, въ эту канавку кладутъ дер-



нины, упирая ихъ въ стѣнку канавки и въ тоже время выкладывая ихъ заподлицо съ линіей откоса, тогда нижній рядъ дернинъ будетъ лежать на насыпи вполне прочно. Второй рядъ кладется на первый такъ, чтобы верхняя дернина перекрывала нижнюю на  $\frac{1}{3}$  или на  $\frac{1}{2}$  (фиг. 77) третій рядъ перекрываетъ также второй и т. д. Къ дернинамъ подсыпается земля и плотно притрамбовывается. Горизонтальность рядовъ провѣряется уровнемъ. Каждую дернину подравниваютъ широкимъ длиннымъ ножомъ и послѣ укладки прихлопываютъ широкою доскою съ рукояткою (валькомъ). Стыки въ рядахъ должны идти въ перевязку, а по протяженію откоса линіи дернинъ должны быть точно параллельными. Такъ ведется кладка до



Фиг. 77.

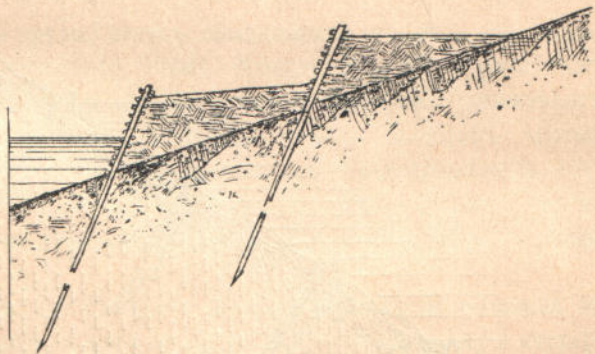


Фиг. 78.

бровки насыпи. Иногда же ряды до бровокъ не доводятъ, заканчивая ихъ лентой плашмя съ прибивкою каждой дернины 3 спицами (фиг. 78).

Дерновые работы производятся или весной, или не раньше конца августа, такъ какъ въ жаркое время дернъ быстро высыхаетъ и требуетъ обильной поливки.

При укрѣпленіи откоса посадками употребляются свѣжесрубленные черенки вербы, лозы и др. кустарниковыхъ породъ толщиною въ вершокъ и длиною въ 1 арш. (въ землю 10 вершковъ и сверху 6). Располагаютъ ихъ по откосу параллельными рядами въ разстояніи  $1\frac{1}{2}$  арш. рядъ отъ ряда и на 8 вершковъ черенокъ отъ черенка, при чемъ посадка черенковъ дѣлается въ дыры, пробитыя коломъ.



Фиг. 79.

При укрѣпленіи плетнями и фашинами хворостъ и колья слѣдуетъ употреблять свѣжіе, живые, которые бы принимаясь давали корни и ростки. Способовъ укрѣпленія весьма много, назовемъ нѣкоторые изъ простѣйшихъ.

1) По откосу наклонно ставятся плетни съ затрамбованными за ними глиняными площадками (фиг. 79) \*).

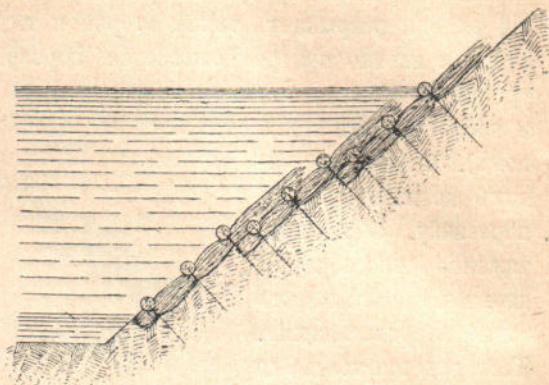
\*) Чертежъ взятъ изъ соч. Э. Э. Прежесмыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».



2) Откосъ покрывается хворостяною выстилкою, толщиною вершковъ 6—8, удерживаемой на мѣстѣ прутьяными канатами, размѣщаемыми черезъ  $1\frac{1}{2}$  арш. другъ отъ друга и прикрѣпленными къ землѣ кольями (фиг. 80).

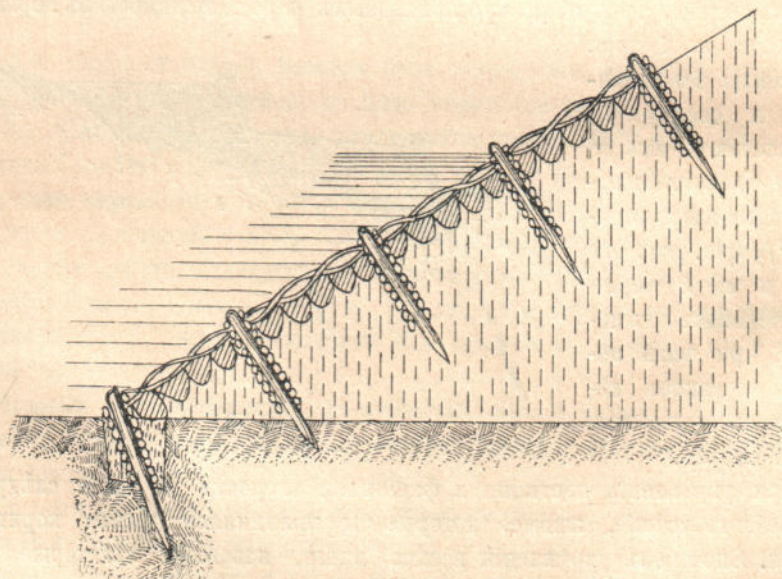


Фиг. 80.



Фиг. 81.

3) Откосъ планируется уступами, длиною по 2 арш. (фиг. 81); непремѣнно сохраняя при этомъ свой уклонъ. Въ уступы укладываютъ метловыя трехъ аршинныя фашины, концами упирая ихъ въ уступъ, а



Фиг. 82.

верхушками перекрывая на 1 аршинъ рядъ фашинъ вышележащихъ. Фашины прибиваютъ кольями и укрѣпляютъ прутьяными канатами черезъ 1 арш. горизонтальными рядами; канаты также прибиваются кольями. Работа начинается сверху откоса.



Укрѣпленіе камнемъ производится или сплошнымъ мощеніемъ или въ плетневыхъ корзинахъ. По первому способу камень ставится тычкомъ горизонтальными рядами; промежутки между камнями плотно защебениваются и пробиваются живыми кольями. Хорошо кладку вести на мху или на соломистомъ навозѣ. Особенно сильнымъ видомъ укрѣпленія является каменное въ плетняхъ. Для этого откосъ разбивается на клѣтки по  $1\frac{1}{2}$  арш. въ сторонѣ и по линіи этихъ клѣтокъ забиваютъ перпендикулярно къ откосу колья до 1 арш. въ глубину и верхка на 2—3 сверху. Колья эти заплетаются; въ пространствѣ между плетнями земля вынимается и замащивается камнемъ, тычками на мху или на соломистомъ навозѣ. Камни должны быть величиною не менѣе 5—6 вершковъ (фиг. 82).

Очень полезно при всякаго рода укрѣпленіяхъ поставить на днѣ пруда у подошвы верхового откоса вдоль всей плотины крѣпкій плетень. Такой же плетень съ плотною забивкою за нимъ земли полезно поставить и вдоль наружнаго низового откоса на тотъ случай, чтобы разливающаяся по тальвегу вода не произвела подмыва плотины.

На гребнѣ, а тѣмъ болѣе на низовомъ откосѣ не слѣдуетъ сажать кустарниковъ и въ особенности деревьевъ; они затемняютъ и увлажняютъ насыпь, а корни ихъ тянутся къ водѣ и буравятъ плотину. На верховомъ же откосѣ мелкая лоза, не идущая въ стволъ, полезна; она предохраняетъ откосъ отъ тренія по немъ льда и дѣйствія на него волнъ.

Воды, сбѣгающія въ пруды, несутъ обыкновенно огромное количество ила, которое тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше оголены и распаханы склоны. Вода остановленная въ своемъ движеніи плотиною, удерживаетъ все количество ила, сѣживая и пропуская черезъ водосливъ чистыя воды. Съ годами иль распределяется по всему дну водохранилища, спускаясь къ плотинѣ тѣмъ скорѣе, чѣмъ круче уклонъ. Такимъ путемъ глубина пруда постепенно уменьшается, пока прудъ не исчезнетъ совершенно.

Съ цѣлью задержанія ила слѣдуетъ по бокамъ и въ особенности въ верховьяхъ водохранилища сажать ветлы, ольху, березу, осину и кустарники. Эти посадки къ тому же способствуютъ задержанію снѣга и вообще влаги, содѣйствуя болѣе равномерному питанію пруда.

Для задержанія ила устраиваютъ также въ верховьяхъ пруда каналы поперекъ водохранилища на разстояніи одна отъ другой саженой въ 30—50. Ширину каналамъ даютъ аршина  $1\frac{1}{2}$ , а глубину вершковъ 12. У отвѣсной стѣнки каналы ставятся плетень, а впереди плетня дѣлается отсыпь съ полуторнымъ откосомъ изъ той земли, которая вынута изъ каналы.

Строить плотины лучше всего по окончаніи весеннихъ полевыхъ работъ; такая плотина до наступленія морозовъ успѣетъ хорошо сѣсть,



хотя полная осадка свѣжей насыпи требуетъ не менѣе года. Поздно законченная плотина, недостаточно осѣвшая можетъ быть весною прорвана. Происходить это отъ того, что неуспѣвшая сплотиться насыпь промерзаетъ въ верхней ея части до уровня воды и въ то время, какъ нижняя талая часть плотины еще садится, верхняя смерзшаяся отрывается отъ нижней, образуя трещины и щели, по которымъ и устремляется вода весною. Чѣмъ выше и свѣжѣе насыпь, тѣмъ вѣроятнѣе разрушеніе.

### Водосливъ.

Для того, чтобы вода, собирающаяся въ прудѣ, не поднималась на гребень плотины, а стояла бы на 0,50 саж. ниже, въ водохранилищахъ устраиваютъ отверстія, называемыя водосливами и водоспусками.

Разница между ними въ томъ, что черезъ водосливъ проходитъ только верховая, излишняя вода, поднимающаяся сверхъ ординара, а черезъ водоспускъ можно пропустить воду любого горизонта почти до дна водохранилища. Съ этою цѣлью въ водоспускѣ на разныхъ высотахъ устраиваются затворы, въ водосливахъ же затворовъ нѣтъ.

Въ большинствѣ обводнительныхъ водохранилищъ излишняя вода проходитъ черезъ водосливъ.

Водосливъ не слѣдуетъ устраивать въ самомъ тѣлѣ плотины, чтобы не ослаблять ее и къ тому же устройство на насыпномъ грунтѣ значительно усложняетъ и удорожаетъ сооруженіе. Обыкновенно водосливъ устраивается на отлогомъ берегу саженьхъ въ 2 отъ плотины. Очень подходящимъ для водослива является отверстие, выпадающій въ балку ниже наружнаго откоса плотины; его только нужно соединить канавою съ прудомъ при этомъ, конечно, онъ долженъ быть достаточно широкимъ для прохода воды. Чтобы отверстие не размывался и не растапывался скотомъ, дно и бока его укрѣпляются хворостомъ.

Въ рѣдкихъ случаяхъ удается найти ложбину, въ которой можно было бы устроить такой естественный водообходъ, поэтому приходится устраивать водосливъ искусственный. Для этого роется каналъ такихъ размѣровъ \*), чтобы онъ безъ замедленія могъ спустить изъ пруда весь избытокъ воды. Дно канала должно быть расположено на уровнѣ наивысшаго горизонта воды въ прудѣ, т. е. на 0,50 саж. ниже гребня плотины.

Начинаясь передъ плотиною, каналъ огибаетъ одинъ изъ ея концовъ, идетъ съ уклономъ и спускается въ балку (фиг. 82/б).

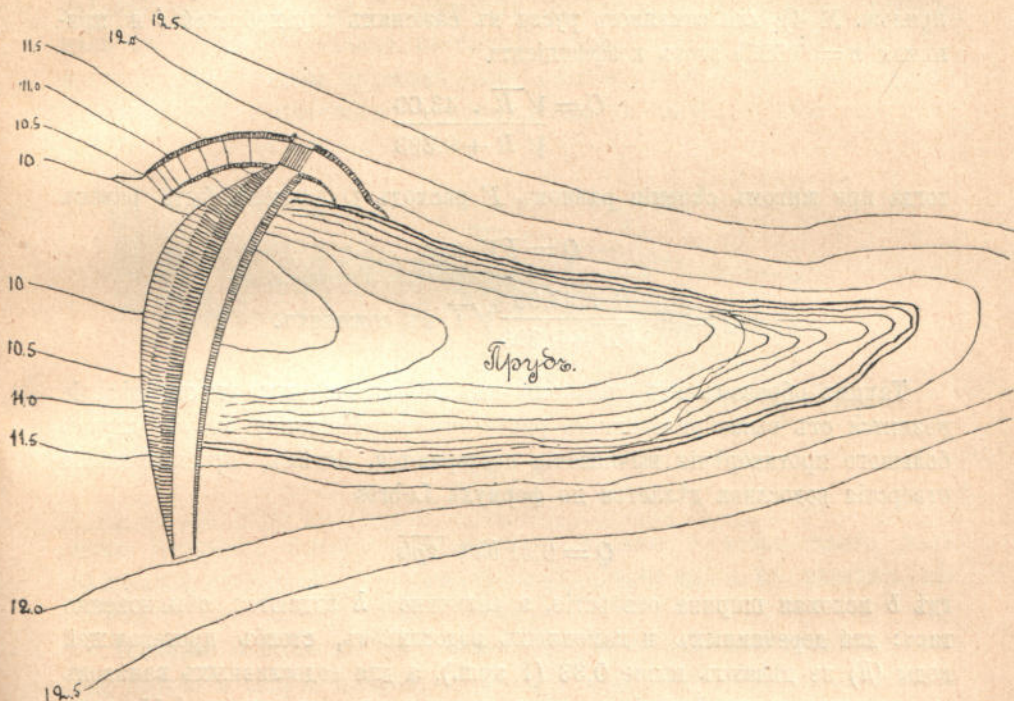
Не укрѣпленные водосливы въ большинствѣ случаевъ скоро превращаются въ овраги, по этому, чѣмъ больше воды долженъ пропустить водосливъ и чѣмъ круче его паденіе, тѣмъ прочнѣе онъ долженъ быть укрѣпленъ.

\*) См. ниже расчетъ водослива.



Вообще отверстіе въ плотинѣ составляетъ самую слабую ея часть. Если отверстіе водослива рассчитано не вѣрно и если сдѣлано недостаточной величины, то не помѣщающаяся вода поднимается на гребень плотины и переливаясь черезъ него вызываетъ порчу и опасное разрушеніе откосовъ. Поэтому водосливъ всегда надо рассчитывать съ запасомъ, чтобы свободно могъ пройти не средній, а самый наибольшій секундный расходъ воды, который поступаетъ въ прудъ со всей площади водосбора во время ливней или весеннихъ паводковъ.

Запасъ въ отверстіи хотя и удорожаетъ стоимость сооруженія, на за



Фиг. 82 в.

то обеспечиваетъ его прочность на случай внезапнаго переполненія пруда. Какъ бы широко не рассчитывался расходъ воды, нельзя быть увѣреннымъ въ томъ, что никогда толщина слоя не будетъ больше опредѣленной. Во всѣхъ катастрофахъ съ плотинами одною изъ главныхъ причинъ является паводокъ, значительно превышающій предусмотрѣнные для него размѣры и для спуска котораго водосливы оказывались недостаточными.

Для расчета водослива надо знать секундный расходъ  $Q^*$  въ выбранномъ мѣстѣ опредѣливъ его или по формулѣ Костлин'а или другимъ способомъ (см. прил. № 6) и затѣмъ это опредѣленіе  $Q$  надо еще провѣрить. Провѣрка дѣлается по даннымъ изысканій, когда отмѣченная

\*) См. стр. 65.



максимальная высота ливневыхъ водъ даетъ возможность опредѣлить живое сѣченіе  $F$ , подводный периметръ  $p$ , а слѣдовательно и гидравлическій радіусъ  $R$ .

$$R = \frac{F}{p} \text{ (см. прилож. № 1)}$$

а зная при этомъ уклонъ  $i$  находимъ скорость  $V$  по формулѣ Чези.

$$V = C \sqrt{Ri} \text{ (см. прилож. № 4)}$$

гдѣ  $C$  коэффициентъ опредѣленный формулою Гангюлье и Куттера (см. прилож. № 4); для земляного русла въ саженьяхъ (пренебрегая  $i$  и принимая  $n = 0,025$ ) этотъ коэффициентъ

$$C = \frac{\sqrt{R} \cdot 43,09}{\sqrt{R} + 0,393}$$

тогда при живомъ сѣченіи равномъ  $F$  расходъ  $Q$  долженъ быть равенъ

$$Q = FV \text{ или}$$

$$Q = F \frac{R \cdot 43,09}{\sqrt{R} + 0,393} \sqrt{i} \text{ въ саженьяхъ.}$$

Такимъ образомъ изъ сравненія выясняется насколько это опредѣленіе разнится отъ вышеприведеннаго расчетомъ по Кестлину и, въ случаѣ большого противорѣчія вычисленія повторяются. Затѣмъ, проектированіе отверстія водослива дѣлается по формулѣ Lebros

$$Q = 0,31 bh \sqrt{2gh}$$

гдѣ  $b$  искомая ширина отверстія, а величиною  $h$  задаются обыкновенно такъ: для деревянныхъ и каменныхъ водосливовъ, столбъ протекающей воды ( $h$ ) не дѣлаютъ выше 0,33 (1 арш.), а для водосливныхъ каналовъ съ плетневыми укрѣпленіями воду пропускаютъ не выше 0,15 саж. (8 вершковъ), но такъ какъ вода въ водосливѣ сжимаясь понижается около  $\frac{1}{3}$  своей высоты, то для расчета деревяннаго и каменнаго водосливовъ можно брать  $h = 0,50$  саж., а для плетневыхъ 0,20 саж. и тогда для деревянныхъ водосливовъ формула Lebros въ саженныхъ мѣрахъ принимаетъ такой видъ

$$Q = 0,33 b.$$

а слѣдовательно ширина отверстія водослива  $b = \text{около } 3 Q$  и для плетневыхъ  $b = \text{около } 12 Q$ .

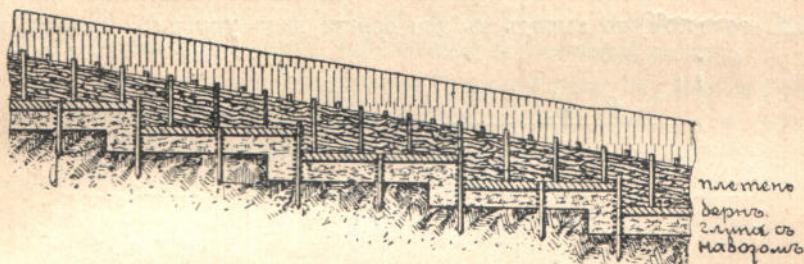
Водосливный каналъ роется всегда раньше или одновременно съ возведеніемъ плотины, чтобы землю изъ канала помѣстить въ насыпь.

Каналъ роется съ полуторными откосами. Если откосъ получается очень высокій, то черезъ каждые  $1\frac{1}{2}$  арш. по высотѣ на немъ дѣлаются бермы по 6 вершковъ, чтобы увеличить стойкость откосовъ.



Если укрѣпленіе водосливнаго канала дѣлается плетнями, то дно его выполняется рядомъ горизонтальныхъ террасъ. Первая площадка обыкновенно не дѣлается короче ширины гребня плотины, а слѣдующія не короче 1 саж.; пороги или уступы по 8 вершковъ. Укрѣпленіе заключается въ постановкѣ двухъ плетней въ полторааршинномъ разстояніи другъ отъ друга, причѣмъ одинъ ставится на самомъ уступѣ (фиг. 83) \*).

Когда каналъ съ уступами вырытъ, въ мѣстахъ, гдѣ должны быть плетни, роются въ поперечномъ направленіи канавки, шириною въ 8 вершковъ и врѣзаются въ откосы не меньше, какъ на 1 арш. Въ канавкахъ черезъ каждые 7 вершковъ пробиваютъ сажальнымъ коломъ ямки въ которые забиваютъ плетневые кольца, толщиною вершка въ  $1\frac{1}{2}$  и такой длины, чтобы въ землѣ было столько кола сколько его надъ землею. Колья обыкновенно чередуются черезъ одинъ, дубовые съ иво-



Фиг. 83.

выми. Верхушки колевъ забиваются по уровню и возвышаются надъ площадкой вершка на 2; въ планѣ линія плетня идетъ съ легкимъ изгибомъ (1 вершокъ на сажень) вверхъ.

Плетеніе ведется въ одну хворостину, а не шаровое, послѣднее меньше плотно и скорѣе сгниваетъ. Наибольше толстый хворостъ располагается внизу, къ верху постепенно набирается болѣе мелкій. Такой плетень получается весьма устойчивымъ. Хворостъ долженъ быть свѣжій, ровный и «чуханный», т. е. съ обрубленными вѣтвями, которыя мѣшаютъ трамбовкѣ земли за плетнемъ и производятъ непріятное впечатлѣніе \*\*).

Пространство подъ площадками затрамбовывается глиной, тщательно перемѣшанной съ навозомъ, при чемъ навоза берется больше чѣмъ глины. Въ тѣхъ случаяхъ, когда площадки приходится дѣлать очень широкими, трудно добиться, чтобы протекающая вода шла вездѣ слоємъ одинаковой толщины и чтобы отъ этого не портилось дно и стѣнки во-

\*) Чертежъ взятъ изъ соч. О. О. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».

\*\*\*) Утилитарность должна идти рука объ руку съ эстетикой, и всякое техническое сооруженіе должно быть не только прочно и солидно, но въ тоже время должно быть и чисто и красиво.



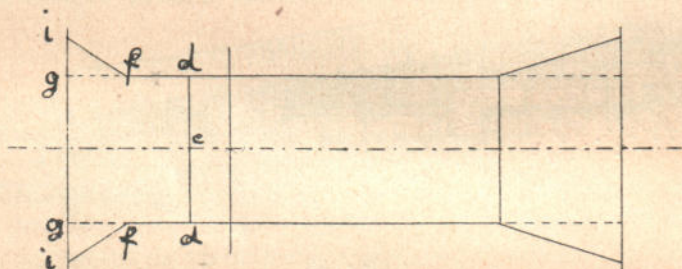
досливнога канала. Уменьшеніе вреда достигается раздѣленіемъ струи пополамъ постановкою по серединѣ площадокъ продольнаго плетня.

Откосы канала также укрѣпляются плетнями, которые ставятся одновременно съ поперечными, перекрещиваясь съ ними. Коля забиваются вдоль откоса, наклонно къ нему. Плетень возвышается надъ серединою площадки, на 1 арш. образуя наклонную линію параллельную общему уклону водосливнога канала. Промежутокъ между плетнями и откосомъ затрамбовывается глиной съ навозомъ.

Вмѣсто плетней иногда откосы дернутся на ту же высоту, т. е. на 1 аршинъ.

Площадки дернутся сплошь плашмя съ прибавкою двумя спицами діагонально и соблюдая перевязку въ расположеніи дернинъ; вмѣсто дерновки иногда площадка отмащивается камнемъ въ тычекъ на навозѣ \*).

Такъ какъ размываніе водослива начинается обыкновенно съ хвостовой его части, то выходъ въ дно оврага надо укрѣпить слоемъ хво-



Фиг. 84.

роста, верхушками противъ воды, который и притужить черезъ  $1\frac{1}{2}$  арш. крѣпкими гнетами.

Деревянные водосливы устраиваются въ грунтахъ, допускающихъ забивку свай. Дно водослива, называемое флутбетомъ состоитъ изъ двухъ половъ, понурнаго и сливного.

Понурный полъ представляетъ горизонтальную площадку, которая переходитъ или въ наклонный полъ сливной съ уклономъ 1:2 или въ уступчатый. Хвостовая часть сливного пола на двѣ оврага выполняется воронкою, выпускающею воду уширеннымъ сѣченіемъ и слѣд. съ уменьшенною скоростью. Если общее паденіе водослива не больше 2 саж., то сливной полъ выгоднѣе дѣлать наклоннымъ, при паденіи же большемъ чѣмъ 2 сажени полъ дѣлается уступчатымъ по 1 арш. въ порогъ и съ площадками въ 1 саж.

Въ томъ мѣстѣ, гдѣ понурный полъ переходитъ въ сливъ обыкновенно на разстояніи 2 саж. отъ начала назначается порогъ, который перекрываетъ линію шпунтоваго ряда перпендикулярно къ оси водосливнога канала. На этой линіи откладываютъ въ обѣ стороны равныя части

\*) Подобно тому какъ это дѣлается при укрѣпленіи овраговъ см. стр. 299.



*cd* (фиг. 84), соответствующія половинамъ ширины флютбета и черезъ точки *d* проводятъ прямыя параллельныя оси, которыя являются очертаніемъ дна водослива. Отъ точекъ *d* по продолженію этихъ линій къ водѣ пруда, откладываются величины *df*, равныя 1 саж. и отъ *f* на разстояніи 1 саж. забивается колышекъ *g*. Точки *g* и *g* соединяются прямою, которая продолжается въ обѣ стороны по 1 саж. до точекъ *i*; соединивъ затѣмъ точки *i* съ точками *f* получимъ очертаніе воронки понурнаго пола. Линія порога *dd* должна точно находиться на 0,50 саж. ниже гребня плотины \*), т. е. должна итти по горизонту ординара. Хвостовая часть сливного пола выполняется точно такую же воронкою, какъ и при входѣ въ понурную часть.

Размѣтивъ на мѣстѣ колышками очертаніе флютбета, приступаютъ къ устройству его основанія, состоящаго изъ шпунтоваго ряда по линіи порога и отдѣльныхъ свай.

Назначеніе шпунтоваго ряда — не допускать фильтраціи подъ флютбетъ, а на отдѣльныхъ сваяхъ укрѣпляется водосливный ящикъ.

Работа начинается съ шпунтоваго ряда *dd* (фиг. 84). Прежде всего забиваются шестивершковыя маячныя сваи въ разстояніи 1 саж. центръ отъ центра. Сваи эти оправляются по шнуру накругло и нижній конецъ ихъ заостривается на три грани длиною въ 1 арш., на верхнемъ же концѣ дѣлается зарубка, высотой въ 1 вершокъ для набивки бугеля. Съ двухъ противоположныхъ сторонъ въ сваѣ выбирается пазъ глубиною въ 1 вершокъ, а шириною (по толщинѣ доски) въ 2 вершка. Чтобы свая не раскололась, пазъ не доводятъ до головы вершковъ на 6, а послѣ забивки эта верхушка до паза отрѣзывается; затѣмъ къ сваямъ прибавляются или прибавляются ершами горизонтальныя парныя схватки (направляющія) изъ четырехвершковыхъ бревенъ \*\*) (фиг. 85) при чемъ онѣ должны быть на 6 вершковъ ниже проектнаго горизонта воды въ прудѣ, такъ какъ наложенный на нихъ шестивершковый порогъ долженъ лежать точно на этомъ горизонтѣ. Маячныя сваи поставленныя въ точкахъ *dd* (фиг. 84) называются маточными, онѣ берутся толще другихъ. Пространство между маячными сваями набирается изъ дубовыхъ шпунтинъ (досокъ) толщиной въ 2 вершка. Въ шпунтинахъ одна кромка выполняется гребнемъ въ 1 вершокъ, а въ другой—выбирается пазъ такого же, какъ гребень, очертанія и такой же, какъ онъ, глубины. Маячныя сваи слѣдуетъ забивать копромъ, а шпунтовые ручною бабой. Надо сразу набирать и устанавливать по отвѣсу все звено свай (1 саж.) и забивать попарно, предварительно набивъ на верхъ двухъ свай одинъ продолговатый бугель. Забивъ вершковъ на 8 первую пару, переходятъ ко вто-

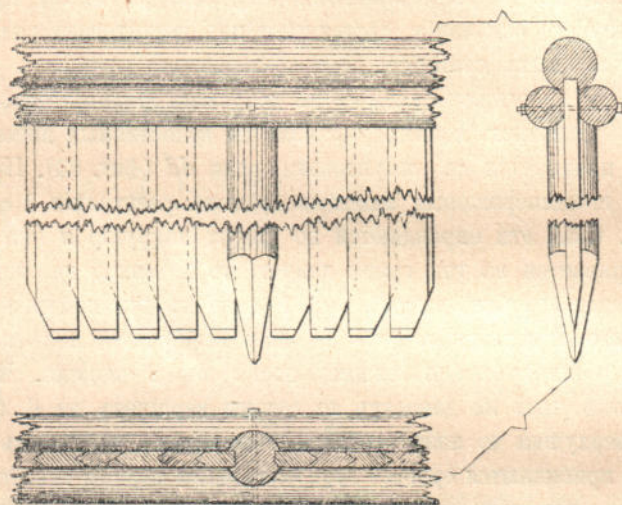
\*) Чтобы безошибочно опредѣлить положеніе, какъ порожнаго бруса, такъ и другихъ важныхъ точекъ водослива, ихъ провѣряютъ по реперу, который ставится при нивелировкѣ водохранилища не подалеку отъ него.

\*\*) Чертежъ взятъ изъ сочиненія О. О. Пржесмыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».



рой, затѣмъ къ третьей и осадивши такимъ образомъ все звено на одну глубину, опять начинаютъ съ первой пары. Когда сваи такимъ образомъ отстоятся онѣ добиваются уже легче. Если стѣну начнетъ выпирать въ сторону, то ее выпрямляютъ домкратами и упорками и бьютъ, пока она не выпрямится, тогда упорки снимаютъ.

На верхушкахъ маячныхъ свай нарубаютъ шипы, шириною въ 3 вершка и толщиною въ  $1\frac{1}{2}$ —2 вершка, на которые насаживается соответствующимъ гнѣздомъ порогъ, шпунтовые же доски сръзаютъ такъ, чтобы онѣ вершка на  $1\frac{1}{2}$ —2 были выше схватокъ; этимъ гребнемъ доски входятъ въ порогъ, для чего въ послѣднемъ выбирается соответственный пазъ (фиг. 85). Брусъ для порога или оправляется накругло или выте-



Фиг. 85.

сывается на 6 вершк.  $\times$  6 вершк. изъ 7—8 вершковаго бревна. На верхней грани порога отбираются четверти, шириною въ 2 вершка, а глубиною—по толщинѣ доски полового настила, т. е. въ  $1\frac{1}{2}$  вершка.

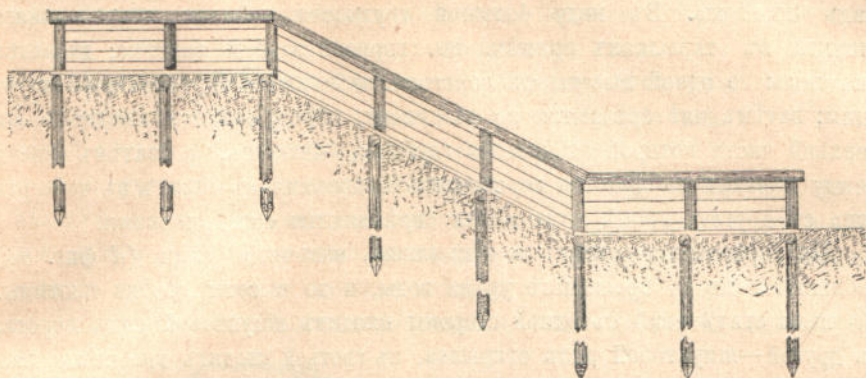
Когда положеніе порога провѣрено, порогъ нагоняется на шипы маячныхъ свай и скрѣпляется съ ними болтами, концы же порога запускаются въ маточныя сваи *d* (фиг. 84) и скрѣпляются съ ними скобами.

Когда шпунтовая линія закончена, переходятъ на боковыя линіи флутбета. Сваи и здѣсь забиваются въ разстояніи 1 саж. центръ отъ центра, а высоту до уровня гребня плотины, т. е. такъ, чтобы верхъ насадки положенной на эти сваи находился на высотѣ 0,50 саж. отъ порога водослива. Эта высота стѣнки сохраняется и въ сливной части (фиг. 86).

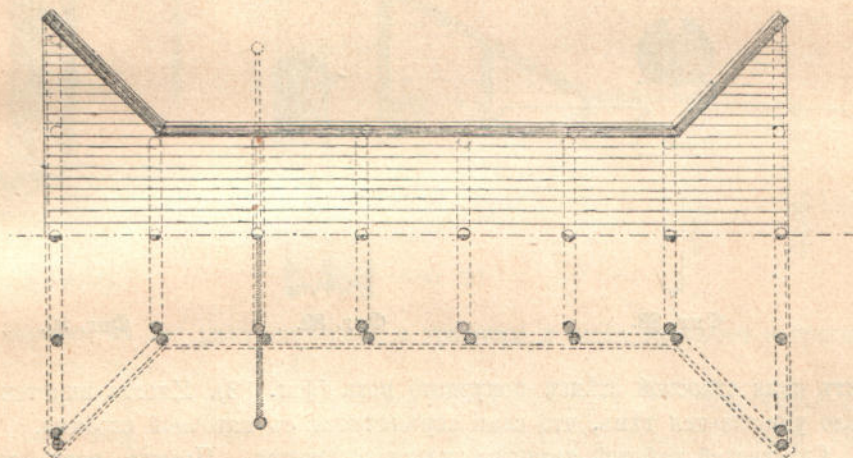
Далѣе по всей площади основанія флутбета забиваются половыя или такъ называемыя ростверковыя сваи рядами параллельно шпунтовому ряду такъ, чтобы и между рядами и между сваями въ ряду разстояніе



было въ 1 саж. Сваи эти срѣзываются на такой высотѣ, чтобы насадки положенныя на нихъ приходились точно на уровнѣ нижней стороны пола

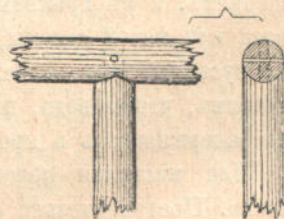


Фиг. 86 а.



Фиг. 86 в.

водослива. Насадки располагаются на сваяхъ поперекъ оси водослива и скрѣпляются съ сваями прямыми сквозными шипами съ клиномъ и скобами или болтами (фиг. 87) \*).



Фиг. 87.

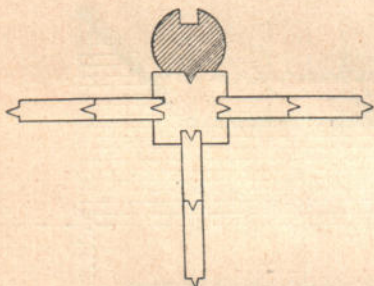
Шпунтовой рядъ, продолжаясь въ обѣ стороны за линіи очертаній водослива составляетъ такъ назыв. открылки, которые служатъ для болѣе прочнаго соединенія шпунта съ берегами, а также и для того, чтобы вода, входя въ водосливъ не обошла бы его за стѣнами. Длина каждаго открылка дѣлается въ сажень и больше, если мало надеженъ грунтъ.

\*) Чертежъ взятъ изъ соч. Э. Э. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».

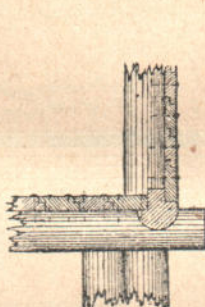


Маячныя сваи открьлковъ забиваются не до уровня порога, а до того горизонта, какимъ будетъ проходить вода по водосливу т. е. до высоты 1 арш. надъ порогомъ. Въ виду большой трудности забивки вертикальнаго шпунта, въ открьлкахъ примѣняется горизонтальная заборка; дѣлается она такъ: до одной высоты съ порогомъ забиваются вертикальныя шпунтины; затѣмъ онѣ срѣзаются по ватерпасу, перекрываются насадкою, въ верхней части которой отбирается глубокая четверть, а затѣмъ звено между маяками забирается горизонтально досками въ пазы и въ четверть одна съ другою, кромѣ этого доски скрѣпляются еще шпонками.

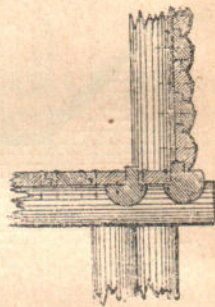
Для образованія стѣнокъ и открьлковъ маточныя сваи (а фиг. 84) забиваются не до проектнаго урѣза воды, а до высоты гребня плотины. Въ пазы этихъ свай съ одной стороны входитъ шпунтовой рядъ порога, съ другой—шпунтовой рядъ открьлка, съ третьей входитъ гребнемъ свая начинающая очертаніе стороны водослива, а съ четвертой стороны вхо-



Фиг. 88.



Фиг. 89.



Фиг. 90.

дитъ свая откосной стѣнки понурнаго пола (фиг. 88). Иногда впрочемъ дѣло упрощается тѣмъ, что сваи скрѣпляются съ маточной скобами.

Слѣдующей работой является настилка половъ. Прежде всего все подполье очищаютъ отъ щепы, мусора и всякаго другого хлама, накопляющагося при забивкѣ свай. Затѣмъ снимается верхній слой земли толщиной въ 8 вершковъ, и забивается до насадокъ пескомъ, мелкимъ щебнемъ, а въ крайнемъ случаѣ растительною землею съ примѣсью навоза или мятой соломы, но не глиной. Глина подъ полами пучится и не пропускаетъ воду, а между тѣмъ грунтъ подъ водосливомъ долженъ быть легкимъ, чтобы вода, просочившаяся черезъ полы или черезъ шпунтъ не задерживалась и проходила въ почву.

Для настилки половъ употребляются полуторавершковыя дубовыя доски. Предварительно съ стѣнными сваями или скрѣпляются пипами и скобами лежни (фиг. 89) \*) или прибалчиваются парныя схватки (фиг. 90); въ этихъ лежняхъ или схваткахъ, въ части обращенной къ серединѣ водослива выбирается четверть, куда и закладывается половая доска.

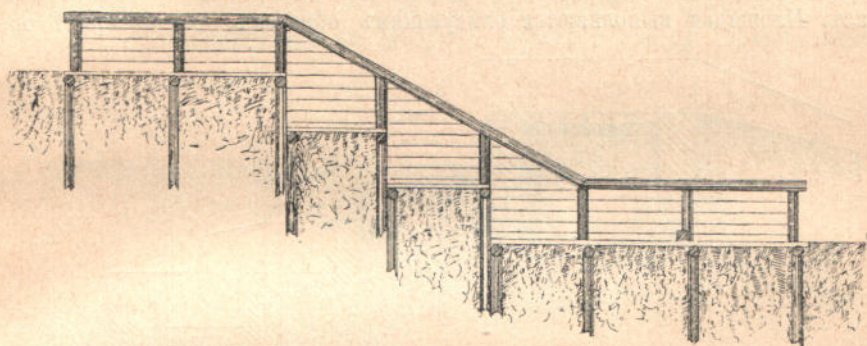
\*) Фиг. 89 и 90 взяты изъ соч. Г. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.»



Дальнѣйшее замащиваніе производится досками въ четверть съ придиркою, прибывая доски или 8 дюймовыми гвоздями по два въ рядъ на каждой, или—лучше, дубовыми нагелями. Боковыя стѣнки и откосныя крылья образуются или изъ двухвершковыхъ досокъ въ четверть или изъ пластинъ рѣзанныхъ изъ пятивершковаго лѣса (фиг. 89 и 90) и прибываются съ наружной стороны гвоздями. За стѣнками забивается легкой грунтъ съ примѣсью навоза или мятой соломы.

При уступчатомъ водосливѣ каждый порогъ представляетъ собою отдѣльную шпунтовую линію. Для образованія порога рядомъ съ шпунтовой линіею забиваютъ ниже ея на 1 арш. сваи (фиг. 91) и на нихъ кладутъ доски пологого настила слѣдующей площадки.

Всѣ деревянныя части: сваи насадки, схватки, доски, должны быть



Фиг. 91.

хорошо, за два раза осмолены, а трещины и щели задѣланы и проконопачены смоленой паклей.

Для того, чтобы спускающаяся струя выходила съ надломленною и менѣе разрушительною скоростью, въ хвостовой горизонтальной части слива, передъ выходною воронкою, укрѣпляется крѣпкій толстый брусъ, возвышающійся вершковъ на 6 на 7 надъ поверхностью пола, причѣмъ между поломъ и брусомъ оставляется прозоръ.

Деревянные водосливы требуютъ постояннаго наблюденія и частаго ремонта. При переменнѣйшей влажности и температурѣ дерево коробится и трескается; малѣйшая щель влечетъ за собою просачиваніе, а это явленіе уже опасное, грозящее подмывомъ и разрушеніемъ сооруженія.

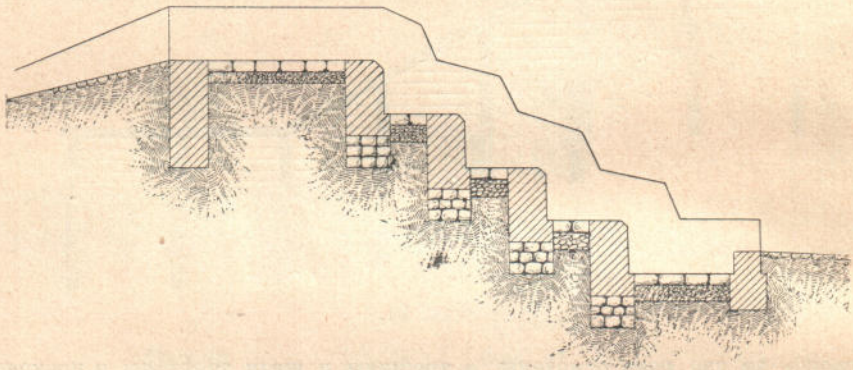
Каменные водосливы несравненно прочнѣе деревянныхъ и будучи возведены на материкѣ почти не требуютъ ремонта; слѣдуетъ только обратить вниманіе на тщательную засыпку подъ флютбетомъ и за стѣнками, легкою землею, чтобы она не разбухла отъ влажности и не была бы въ комкахъ. Камень долженъ быть крѣпкій, плотнаго однообразнаго строенія; мягкій же, какъ напр. глинистый известнякъ, а также и кирпичъ нельзя употреблять въ этихъ сооруженіяхъ. Даже самый лучший кирпичъ черезъ нѣкоторое время изнашивается отъ движущейся съ большою скоростью воды, въ особенности если она несетъ илъ и песокъ.



Хорошимъ типомъ каменнаго водослива является слѣдующій (фиг. 92).

Впереди понурной части въ материкѣ закладывается упорная (шпунтовая) стѣнка въ 1 арш. толщиною. Расположенная на 0,50 саж. ниже гребня эта стѣнка замѣняетъ порогъ деревяннаго водослива, а продолжаясь на 2 арш. въ обѣ стороны отъ отверстія, плечи этой стѣнки представляютъ собою тѣ же открылки, при чемъ плечи возвышаются до гребня плотины. Къ плечамъ по обѣ стороны флютбета примыкають стѣнки водослива и идутъ на той же высотѣ по его очертанію. Всѣ стѣнки непремѣнно должны быть основаны на материкѣ и заложены ниже линіи промерзанія грунта.

Первая горизонтальная площадка водослива идетъ до линіи наружной бровки плотины, а затѣмъ переходитъ въ рядъ горизонтальныхъ террасъ. Площадки выполняются слѣдующимъ образомъ, на материкѣ на-



Фиг. 92.

бивается слой около  $1\frac{1}{2}$  арш. щебня, трамбуется въ горизонтальную поверхность и заливается сложнымъ растворомъ, въ составѣ 1 части цемента, 1 части извести и 4 частей песка. Сверхъ щебня накладывается тонкій слой въ  $\frac{3}{4}$  вершка (0,015 саж.) бетона, въ составѣ 1 ч. цемента, 3 ч. песка и 6 ч. щебня, а затѣмъ, по бетону строго горизонтально настилають плиты въ 5 вершк. толщиною и заливають ихъ растворомъ въ составѣ 1 ч. цемента и 4 ч. песка. Очень жирнаго раствора брать не слѣдуетъ, такъ какъ его рветъ на солнцѣ.

Площадки слѣдуетъ дѣлать не короче 1 саж., а высоту пороговъ не больше  $1\frac{1}{2}$  арш., уменьшая эту высоту къ концу водослива. Ступени перепадовъ дѣлаются толщиною въ 1 арш., кладка ихъ, какъ и всѣхъ стѣнокъ ведется на цементномъ растворѣ (1 цемента + 4 песка) обычнымъ способомъ, т. е. наружные камни по очертанію стѣны кладутся подъ лопатку, а внутренніе садятся въ сокъ \*). Для расшивки швовъ растворъ берется сильнѣе—1 ч. цемента и 3 ч. песка. Фундаменты стѣнокъ должны быть непремѣнно заложены въ материкѣ, подошва ихъ

\*) Подробнѣе о каменной кладкѣ см. водоспуски стр. 96.

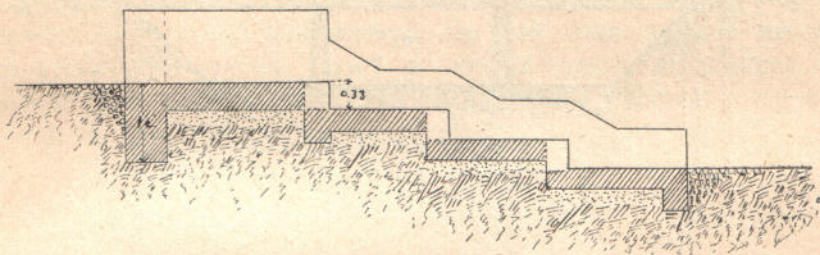


должна быть уширена (до  $1\frac{1}{4}$  арш.) и на высоту 1 арш. будится насухо съ заливкою сложнымъ растворомъ; выше—ведется кладка подь лопатку.

Въ хвостѣ водослива устраивается водобойный колодезь, шириною— вдвое больше высоты уступа, а глубиною—около половины этой высоты. Колодезь по дну оврага переходитъ въ мощеніе тычкомъ на навозѣ. Такую же мостовую слѣдуетъ сдѣлать и у входа въ водосливъ.

Каменно-бетонные водосливы устраиваются не только въ безлѣсныхъ мѣстахъ, но и тамъ, гдѣ лѣсъ не дорогъ, потому что стоимость такихъ водосливовъ мало превышаетъ стоимость водосливовъ деревянныхъ\*), прочность же и долговѣчность ихъ не можетъ быть сравнимою. Бетонные водосливы имѣютъ ступеньчатую профиль (фиг. 93).

Въ такихъ водосливахъ изъ бетона выполняются только тѣ части, которыя для бетонирования не требуютъ футляровъ, напр. замки, осно-



Фиг. 93.

ванія подь стѣны и перепады, а также и полы, возвышающіяся же части напр. плечи, стѣнки и уступы складываются изъ камня на гидравлическомъ растворѣ.

Траншеи для замковъ роятся съ отвѣсными стѣнками и въ случаѣ обрушеній ихъ крѣпятъ досками и распорками. Для того же чтобы доски не приставали къ бетонной массѣ ихъ смазываютъ мыломъ.

Прежде набивки бетономъ, поверхностный слой земли на 5—8 вершковъ снимается, вмѣсто него насыпается такой же слой мелкаго щебня сильно утрамбовывается и тогда уже накладывается бетонная масса.

Наколачиваніе бетона начинается съ нижней части сооруженія и постепенно, косыми слоями поднимается къ верху. Бетонъ, если на немъ будетъ возводиться стѣна, плечи или уступы, не сглаживается, а оставляется шероховатымъ для лучшаго сопряженія съ растворомъ каменной кладки. Площадки же сглаживаются и штукатурятся цементомъ съ пескомъ.

По окончаніи работы въ теченіе нѣсколькихъ дней сооруженіе поливается водою.

\*) По опредѣленію инженера Спарро.

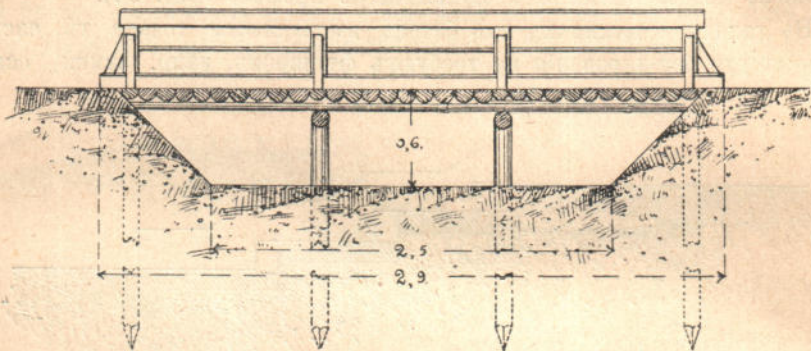


Изъ какого бы матеріала не былъ устроенъ водосливъ, онъ долженъ быть защищенъ оборонною линіею отъ поврежденія льдомъ. Съ этою цѣлью передъ входомъ на разстояніи 1 саж. забиваются льдоудержательныя сваи, поднимающіяся на аршинъ надъ горизонтомъ воды. Сваи перебиваются насадками и скрѣпляются съ ними хомутами.

Для сообщенія одного берега водохранилища съ другимъ, черезъ водосливъ перебрасывается мостикъ простой балочной системы, обыкновенно аршинъ въ 9 шириною.

Въ земляныхъ и деревянныхъ водосливахъ опорную часть моста пред-

### Фасадъ.



### Поперечный разръзъ.



Фиг. 94.

ставляютъ пятивершковыя сваи. (Въ каменныхъ водосливахъ прогоны кладутся на мауэрлаты, положенные на обрѣзы плечъ). Ряды свай (фиг. 94) \*) располагаются въ разстояніи 3 арш. одинъ отъ другого, разстояніе же между центрами свай въ ряду дѣлается въ  $2\frac{1}{4}$  арш. (0,75 саж.) и такимъ образомъ каждый рядъ состоитъ изъ 5 свай. На сваяхъ зарубаются шипы, на которые насаживаются пятивершковыя на-

\*) Чертежъ взятъ изъ соч. О. О. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».



садки, длиною въ 10 арш., а на насадкахъ непосредственно надъ сваями укладываются прогоны изъ пятивершковаго лѣса. Прогоны слегка прирубаются къ насадкамъ и сращиваются на нихъ по длинѣ. Настиль изъ трехвершковыхъ пластинъ располагается поперекъ прогоновъ, причѣмъ пластины притесываются до 1 вершка и пришиваются къ прогонамъ семидюймовыми гвоздями. Длинною пластины берутся по 5 арш. и стыкаются на серединѣ моста. Сверху настила надъ крайними прогонами въ разстояніи ровно 3 саж. одинъ отъ другого, а также по серединѣ моста— въ мѣстѣ стыка пластинъ, укладываются прижимные брусья изъ 5—6 вершковаго лѣса. Эти прижимы съ пластинами и прогонами скрѣпляются болтами въ  $\frac{3}{4}$  дюйма, черезъ 3 арш. одинъ отъ другого. Въ верхней части боковыхъ прижимовъ черезъ каждые 3 арш. выбираются гнѣзда, въ которыя прямымъ шипомъ загоняють перильныя стойки изъ пятивершковаго лѣса. Верхушки стоекъ перекрываются 5 вершк. поручнемъ. Каждая перильная стойка подпирается подкосомъ, который однимъ концомъ упирается въ пластину, выпускаемую для этой цѣли за край моста и тамъ прибивается ершомъ, другой же конецъ подкоса спиливается наискось и прибивается двумя 7-дюймовыми гвоздями къ стойкѣ и поручню. На подкосы идетъ четырехвершковый лѣсъ.

### В о д о с п у с к ъ .

Главное различіе между водосливомъ и водоспускомъ состоитъ въ томъ, что черезъ отверстіе водослива вытекаетъ изъ пруда только та вода, которая поднимается выше опредѣленнаго для нея горизонта, т. е. выше 0,50 саж. считая отъ гребня плотины; открывая же отверстіе водоспуска на различную величину можно изъ водохранилища выпустить воду до любого горизонта. Понятно, что вмѣстѣ съ водою нижняго горизонта черезъ водоспускъ проносятся иль и такимъ образомъ проходъ воды черезъ водоспускъ сопровождается очисткою пруда отъ наносовъ. Далѣе, открывая сразу все отверстіе водоспуска во время весенняго половодья или дѣтняго ливня, получается возможность быстро пропустить большую массу воды и такимъ образомъ уменьшается опасность затопить плотину, если отверстіе рассчитано ошибочно мало. Затѣмъ, если закрыть пролетъ водоспуска такъ, чтобы отъ верхней кромки затворовъ до гребня плотины оставалось неизмѣнно отверстіе въ 0,50 саж., то водоспускъ будетъ играть роль водослива, т. е. вода въ прудѣ будетъ держаться на опредѣленномъ горизонтѣ, а избытокъ ея станетъ переливаться черезъ кромку щитовъ.

Устройство водоспуска обходится вообще значительно дороже чѣмъ водослива, поэтому строить ихъ только въ тѣхъ случаяхъ, когда по расчету водосливъ выходилъ бы очень большой ширины (напр. до 8—10 саж.) и затѣмъ, если воды питающія водохранилище несутъ очень много ила

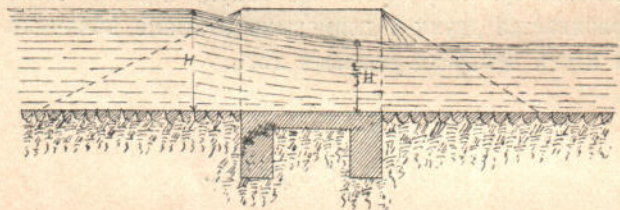


и грозят быстрым занесением пруда. При сооружении водоспусков, необходимо считаются еще съ очень существеннымъ недостаткомъ ихъ. Дѣло въ томъ, что водоспуски построенные въ сухихъ логахъ, гдѣ нѣтъ постоянного протока хотя бы ключевой воды, высыхаютъ и непремѣнно даютъ течь, при самой аккуратной работѣ и самой тщательной конопаткѣ. Очень не рѣдки случаи когда при отсутствіи лѣтнихъ дождей вся вода къ зимѣ уходила изъ пруда.

Отверстіе водоспуска должно быть рассчитано такъ, чтобы черезъ него свободно проходилъ самый большой секундный расходъ данного водосбора. Опредѣливъ этотъ расходъ \*) и задавшись высотой  $h$  слоя проходящей по флютбету воды находятъ ширину  $b$  отверстія водоспуска по той же формулѣ Lebgos по которой рассчитывается и водосливъ, именно

$$Q = 0,31 bh \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (I)$$

Величину  $h$  берутъ равною всей высотѣ окна водоспуска до ординара на томъ же основаніи, что и въ водосливѣ, т. е. предполагая что вода,



Фиг. 95.

входя въ шлюзъ, понизится на  $\frac{1}{3}$  высоты отверстія (фиг. 95). Такимъ образомъ, если требуется пропустить черезъ водоспускъ слой воды въ 1 саж. то въ формулѣ надо взять  $h = 1,5$  саж. или, другими словами, если полная высота пролета отъ порога до горизонта подпертой воды сдѣлана въ  $1\frac{1}{2}$  саж., то взявъ въ формулѣ  $h = 1,5$  саж. пропустимъ черезъ водоспускъ слой въ 1 саж.; помня при этомъ, что 1 куб. сажень воды вѣситъ около 600 пудовъ, во избѣжаніе опасности разрушенія не слѣдуетъ выбирать  $h$  больше  $1\frac{1}{2}$  саж., т. е. чтобы слой протекающей воды былъ въ 1 саж. и только въ рѣдкихъ случаяхъ при полной надежности и солидности устройства, дѣлаютъ  $h$  равнымъ 2. Итакъ, вся высота водоспуска отъ порога до гребня плотины вполнѣ опредѣляется слоемъ протекающей воды. Если этотъ слой равенъ 1 саж., то величина  $h$  и высота отъ порога до горизонта подпертой воды равна  $1\frac{1}{2}$  саж., а отъ порога до гребня = 2 саж.; если же вода протекаетъ слоемъ въ  $1\frac{1}{2}$  саж., то до горизонта подпора (и величина  $h$ ) = 2 саж., а отъ порога до гребня  $2\frac{1}{2}$  саж. Этимъ расчетомъ объясняется почему водоспускъ строится не въ самой пониженной точкѣ плотины, а тамъ гдѣ высота ея не превышаетъ  $2 - 2\frac{1}{2}$  саж.

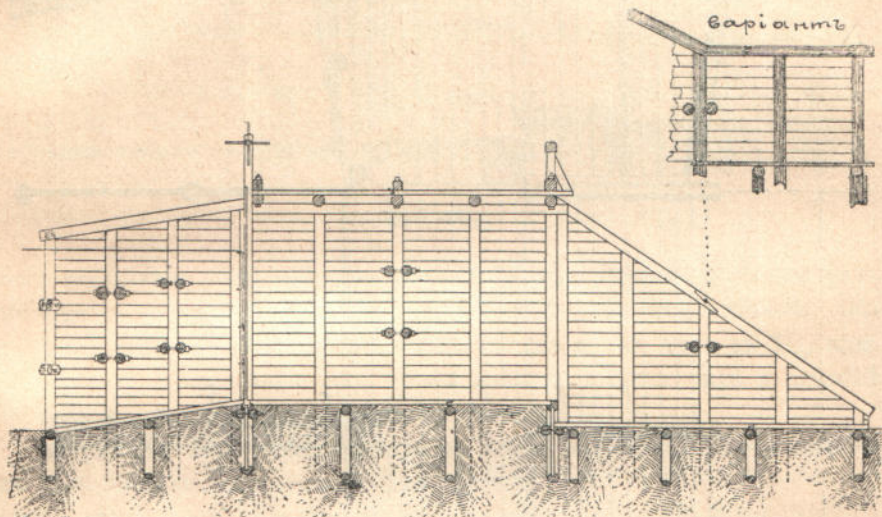
\*) См. водосливы стр. 75.



Через водоспускъ строится мостъ, при чемъ если отверстіе не больше 1 саж. на прогоны идутъ бревна въ 5 вершковъ, а при пролетѣ въ 2 саж. требуется семивершковый лѣсъ. При отверстіяхъ же большихъ 2 саж. водоспускъ дѣлится на части рядами свай.

Всякая плотина представляетъ собою препятствіе для свободного теченія, почему передъ плотиною у мѣста входа воды образуются водовороты, это вызываетъ необходимость особенно прочнаго устройства водоспусковъ.

Флютбетъ послѣдняго состоитъ изъ понурнаго пола, водобойнаго и сливного. Понурный полъ предохраняетъ сооруженіе отъ водоворотовъ, защищаегь основаніе водоспуска отъ подмыва и давленія прудовой воды



Фиг. 96 а.

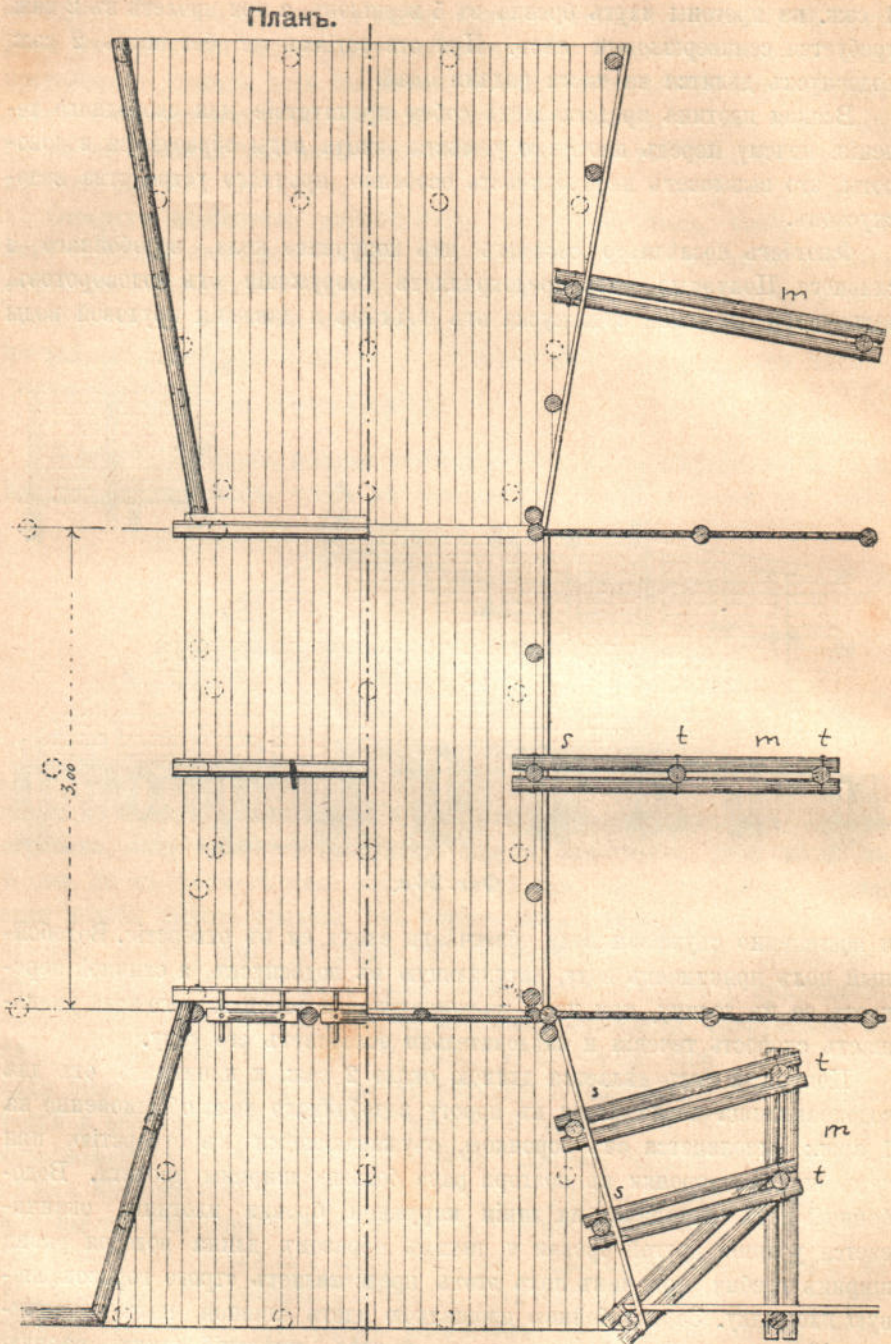
и постепенно суживая воду облегчаетъ входъ ея въ отверстіе. Водобойный полъ принимаетъ воду, вступающую въ водоспускъ, а сливной передаетъ ее въ долину, при чемъ расширяющаяся воронка этого пола уменьшаетъ скорость теченія и слѣдовательно ослабляетъ его силу.

Понурный полъ дѣлается длиною около 2 саж. и начинаясь отъ два водохранилища поднимается къ порогу водобойнаго пола обыкновенно на 1 арш.; выполняется онъ воронкою, суживающей къ отверстию, при чемъ ширина воронки въ полтора раза больше ширины пролета. Водобойный полъ, начинаясь на линіи наружной бровки плотины, оканчивается у линіи другой бровки и такимъ образомъ длина водобоя равна ширинѣ гребня, при чемъ полъ этотъ представляетъ строго горизонтальную площадку. За водобойною площадкою идетъ сливной полъ, оканчивающійся у подошвы низового откоса и слѣд. имѣющій длину, равную заложенію этого откоса. Воронка въ концѣ значительно шире, чѣмъ въ началѣ \*).

\*) См. стр. 92.



Имѣя всѣ эти данныя, приступаютъ къ разбивкѣ водоспуска, которая

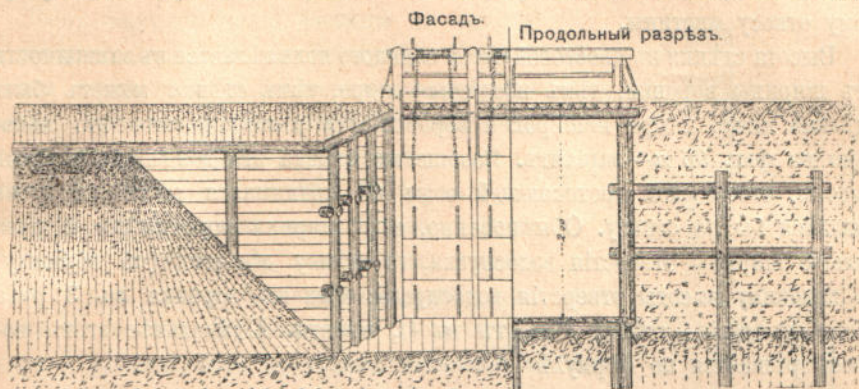


Фиг. 96 b.

дѣлается совершенно подобно разбивкѣ водослива. Слѣдуетъ замѣтить, что водоспускъ строится прежде нежели будетъ выведено тѣло плотины.



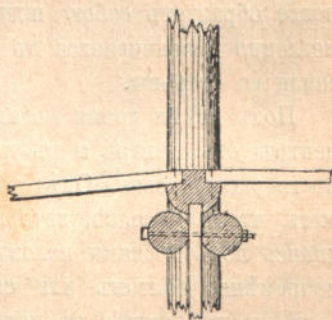
Деревянный досчатый водоспускъ (фиг. 96) строится на сваяхъ съ двумя шпунтовыми рядами. Основной или коренной шпунтовой рядъ проходитъ по линіи порога, на которой устанавливаются затворы отверстия. Насадка этого ряда (фиг. 97) \*) носитъ названіе краснаго бруса, (короля, фахбаума), и дѣлается толщиною не менѣе 7 вершковъ. Краснымъ бру-



Фиг. 96 с.

сомъ отдѣляется понурный полъ отъ водобойнаго. Второй шпунтовой рядъ проводится по линіи, отдѣляющей водобойный полъ отъ сливного. Оба эти ряда забиваются плотно въ материкъ (не менѣе какъ на  $1\frac{1}{2}$  арш. въ глубину), и срѣзаются такъ, чтобы насадка второго ряда и красный брусъ перваго находились на одномъ уровнѣ.

Шпунтовые линіи продолжаютъ за стѣны водоспуска въ обѣ стороны въ тѣло плотины, образуя открылки, причемъ длина открылковъ дѣлается не меньше ширины отверстия въ каждую его сторону. Шпунтъ въ открылкахъ забивается до горизонта понурнаго пола, а маячныя сваи срѣзываются на высотѣ проектнаго напора и затѣмъ все пространство отъ шпунта до верха свай забирается горизонтальнымъ шпунтомъ, какъ и въ водосливахъ \*\*). На головкахъ свай въ открылкахъ зарубаются шипы, на которые накладывается насадка и скрѣпляется съ сваями скобами.



Фиг. 97.

При отверстияхъ меньшихъ 1 саж. устраиваются водоспуски облегченнаго типа—съ однимъ только кореннымъ шпунтовымъ рядомъ.

По бокамъ водоспуска забиваются сваи въ разстояніи 0,75 саж. центръ отъ центра. Высота ихъ различна, въ зависимости отъ стѣновокъ,

\*) Фиг. 96 и с. п. фиг. 97 взяты изъ соч. Э. Э. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.»

\*\*.) См. 81.



именно:—въ части водобойнаго пола высота свай соотвѣтствуетъ высотѣ гребня; сваи понурнаго пола понижаются по направленію отъ порога къ пруду, такъ однакоже, чтобы послѣдняя крайняя свая всегда возвышалась надъ горизонтомъ подпертой воды; наконецъ сваи сливнаго пола понижаются такъ, что насадка образуетъ наклонъ соотвѣтствующій полуторному откосу плотины.

Высота стѣнки въ хвостовой части сливнаго пола дѣлается въ зависимости отъ ширины воронки; чѣмъ послѣдняя шире, тѣмъ стѣнка можетъ быть сдѣлана ниже, и при неширокой воронкѣ она дѣлается какъ это показано на фиг. 96 а—вариантъ. Вообще же стѣнка эта должна быть такой высоты, чтобы слой протекающей воды не поднимался выше ея и не разлился бы по откосу. Обыкновенно, если ширина воронки въ 2 раза больше ширины отверстія водоспуска, то стѣнку дѣлаютъ (по варианту) въ половину высоты отверстія водоспуска; если же воронка въ 3 раза шире отверстія—стѣнку дѣлаютъ въ  $\frac{1}{3}$  высоты. Правильнѣе этотъ вопросъ рѣшается по формулѣ

$$Q = 0,31b \sqrt{2gh^3}$$

причемъ величиною  $b$  надо задаться.

Кромѣ поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, слѣдуетъ устраивать также и продольные подъ боковыми стѣнками водоспуска по очертанію водобойнаго пола. Дѣлается это въ особенности тогда, когда подъ водоспускомъ находится слабый грунтъ, или если порогъ высоко поднять надъ дномъ русла. Если сквозь швы половой настилки пройдетъ подъ полъ вода, то она можетъ образовать подмывы тѣла плотины; если же подполье образуетъ собою шпунтовую коробку, то попадающая туда вода медленно просачивается въ грунтъ и не будетъ увлекать съ собою частицъ земли со стороны.

Подъ всѣми тремя полами параллельно порогу въ разстояніи 1 саж. центръ отъ центра и въ такомъ же разстояніи рядъ отъ ряда забиваются ростверковыя сваи. Онѣ срѣзаются въ каждомъ ряду съ такимъ расчетомъ, чтобы насадки, которыя будутъ на нихъ положены, точно приходились подъ досками половъ. Насадки соединяются съ сваями шипомъ и непременно болтомъ или скобою. Такое скрѣпленіе необходимо чтобы вода, проникнувшая въ подполье не подняла насадку съ сваи.

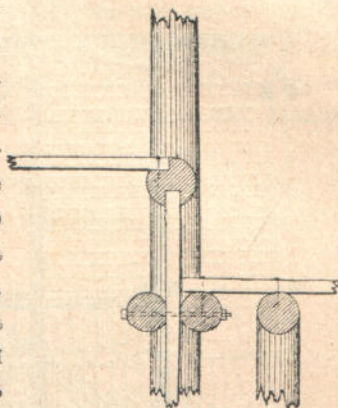
Для настилки понурнаго и водобойнаго половъ на верхней грани краснаго бруса вынимаются четверти, къ которымъ и притыкаются доски. Такія же четверти для досокъ водобойнаго пола вынимаются и на шапочномъ брусѣ второго шпунтового ряда. Вообще необходимо держаться правила, чтобы никакая настилка не перекрывала шпунтового ряда, она можетъ только примыкать къ четвертямъ, вынутымъ въ насадкахъ.

На уступѣ сливнаго пола направляющія схватки шпунта помѣщены ниже шапочной насадки, на такомъ уровнѣ, чтобы на нихъ пришелся настилъ пола на 1 арш. ниже порога (фиг. 98).



Полы лучше всего дѣлать какъ въ акведукахъ \*) но по большей части они устраиваются также, какъ и въ водосливахъ \*\*). Доски берутся дубовыя полторавершковыя; настилаются въ четверть съ придиркой. Каждая доска прибивается къ половой насадкѣ двумя 8"—7" гвоздями или нагелями.

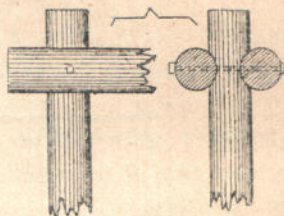
Такъ какъ давленіе плотины на стѣнку водоспуска очень велико и требуетъ установки периметровыхъ свай значительнаго діаметра, то чтобы обойтись сваями обыкновеннаго ходоваго размѣра, примѣняютъ анкерныя соединенія *m* (фиг. 96). Тогда давленіе земли распределяется на двѣ сваи. Надо только чтобы анкерная свая *s* была забита въ плотинѣ дальше плоскости обрушенія (см. прилож. № 17). Размѣщаются схватки на каждой боковой свай понурнаго отдѣленія и черезъ сваю въ водобойномъ и сливномъ отдѣленіи. Каждая свая *s* соединяется съ сваей *t*; болтомъ (фиг. 99) \*\*\*).



Фиг. 98.

Въ длинныхъ сваяхъ понурнаго и водобойнаго половъ схватки помѣщаются по двѣ—на каждой трети высоты. Анкерныя схватки должны быть располагаемы непременно перпендикулярно къ линиямъ, гдѣ находятся удерживаемыя ими сваи.

Боковыя стѣнки обшиваются со стороны земли двухвершковыми досками или пластинами въ закрой. Каждая доска прибивается двумя гвоздями (нагелями). Если доски приходятся къ свай въ притыкъ, то въ послѣдней вынимаются четверти, куда и втапливаются доски торцами.



Фиг. 99.

Въ обѣ стороны отъ понурнаго, а иногда отъ сливного пола устраиваютъ откосныя крылья *x* (фиг. 96), т. е. забивается рядъ свай въ саженномъ растояніи по продолженію воронки и параллельно коренному ряду. Сваи перекрываются насадками и зашиваются со стороны земли досками или пластинами. Длина откосныхъ крыльевъ одинакова съ длиною шпунтовыхъ открылковъ кореннаго ряда, а высота ихъ такая-же, какъ и свай въ началѣ понура. Сваи крыльевъ скрѣпляются анкерными схватками. Плотина передъ входомъ обдѣлывается конусами съ одинарнымъ откосомъ.

Всѣ части водоспуска должны быть тщательно проконопачены и осмолены за два раза.

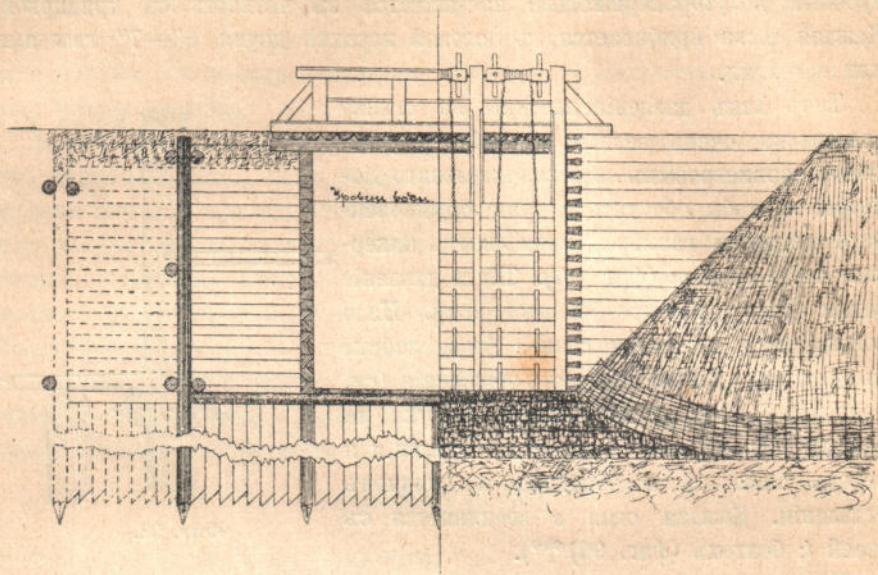
\*) См. стр. 11.

\*\*\*) См. стр. 82.

\*\*\*) Фиг. 98 и 99 взяты изъ соч. О. О. Пржемыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.»

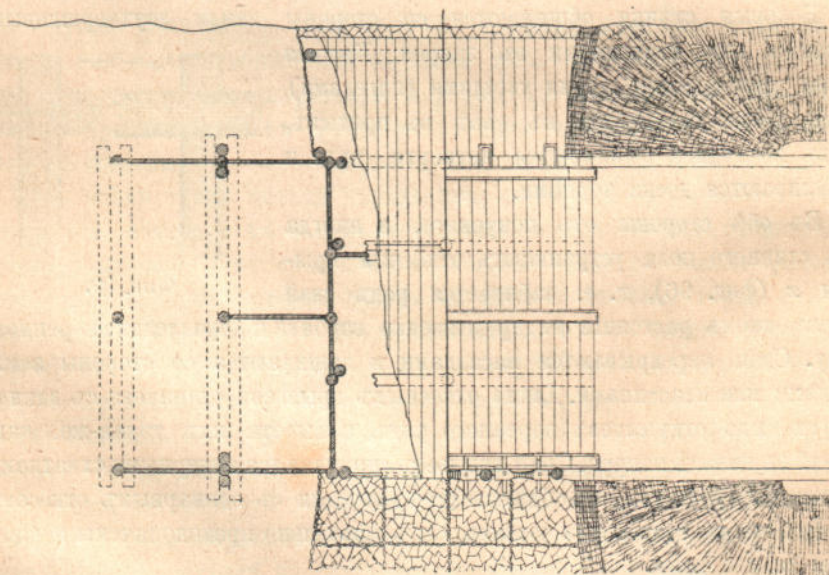


*Ряжсовые водоспуски* устраиваются на основаніи изъ шпунтовыхъ свай. Сначала пробиваются шпунтовые ряды: первый по линіи фахбаума,



Фиг. 100 а.

второй по границѣ водобойнаго и сливного половъ, затѣмъ третій подѣ



Фиг. 100 б.

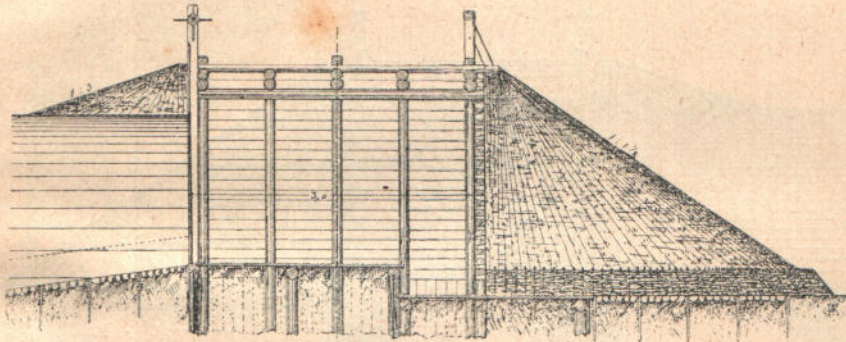
наружную бровку параллельный и равный первому, четвертый короткий рядъ по срединѣ водоспуска и наконецъ поперечные ряды подѣ стѣнками



(фиг. 100)\*). Сваи маячныя и шпунтовые перекрываются насадками, на которыя нижнимъ вѣнцомъ сажаются ряжевые срубы.

Ряжи рубятся изъ четырехвершковыхъ дубовыхъ бревенъ въ лапу съ кореннымъ шипомъ. Вѣнцы тщательно припазовываются (безъ малѣйшей щели) и соединяются вставными шипами. Бревна ряжей должны идти по всей длинѣ, ватерпасно, а стыкъ одного ряда долженъ перекрываться слѣдующимъ цѣльнымъ бревномъ. Для большей прочности стѣнки ряжей соединяются анкерными схватками внизу, на серединѣ и на верху. Черезъ каждыя три вѣнца бревна прикрѣпляются болтами къ анкернымъ сваямъ, забитымъ внутри ряжей.

Одновременно съ укладкою вѣнцовъ производится ихъ конопатка съ осмолкою за два раза, какъ внутри, такъ и снаружи.



Фиг. 100 с.

Вслѣдъ за этимъ ряжи засыпаются землею, а вдоль стѣнъ накладывается на ширину около аршина навозъ, перемѣшанный съ легкою землею и все тщательно трамбуется.

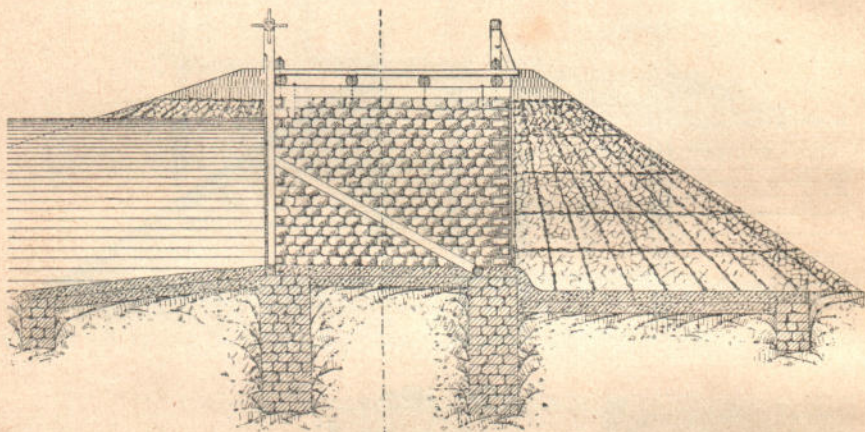
Наружные ряжи имѣютъ высоту на  $\frac{1}{2}$  арш. ниже гребня плотины, а средніе—до горизонта воды въ напорѣ. Сверху ряжи заканчиваются насадками, на которыхъ укрѣпляются прогоны моста. Откосныхъ крыльевъ ряжевые водоспуски не имѣютъ, но откылки продолжаются въ обѣ стороны на длину, равную ширинѣ отверстия. Понурный полъ дѣлается изъ каменной мостовой въ плетняхъ, а конуса у входа дернутыя и оплетаются плетнями по основанію. Сливной полъ частью дѣлается изъ досокъ, а затѣмъ продолжается мощеніемъ. Ряжевые водоспуски требуютъ матеріала менѣе длиннаго, чѣмъ предыдущіе досчатые, но зато они не такъ прочны; главное ихъ примѣненіе тамъ, гдѣ, по условіямъ грунта, забивка свай является невозможною. Въ такомъ случаѣ, по тѣмъ линіямъ, гдѣ должны быть шпунты, роятся рвы глубиною не только до материка, но и врѣзываясь въ него. Въ эти рвы закладываются срубы и на эти основныя ряды нарубають лапой (сковороднемъ) продольныя связи. Подъ

\*) Фиг. 100 с. взята изъ соч. О. О. Пржесмыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.»



середины и подь стыки этихъ связей полезно вкопать стулья черезъ каждыя 2 саж., чтобы середина бревенъ не провисала. На продольныя связи нарубають въ полдерева поперечины не дальше, какъ черезъ 1 саж. одна отъ другой. Бревна должны быть правильно по всей длинѣ притесаны и должны лежать совершенно ватерпасно. Къ поперечинамъ прибиваются доски флутбета и съ этой же высоты поднимаются обыкновенной рубкой стѣны ряжей.

Каменные водоспуски возводятся на плотномъ надежномъ грунтѣ. Прежде всего подь всѣми очертаніями стѣнъ, подь плечами и по линиямъ, соответствующимъ шпунтовымъ рядамъ, роются фундаментные рвы. Такъ какъ тяжесть каменнаго водоспуска очень велика, то фундаментъ долженъ быть заложенъ глубоко въ прочномъ материкѣ (фиг. 101) \*),



Фиг. 101 а.

ширина рвовъ подь основаніями стѣнъ дѣлается въ подошвѣ въ 1 саж., а подь основаніями плечей и шпунтовыхъ рядовъ въ  $1\frac{1}{2}$  арш. Чѣмъ длиннѣе плечи *тп* (фиг. 101), тѣмъ лучше, но короче ширины отверстія водоспуска ихъ дѣлать не слѣдуетъ.

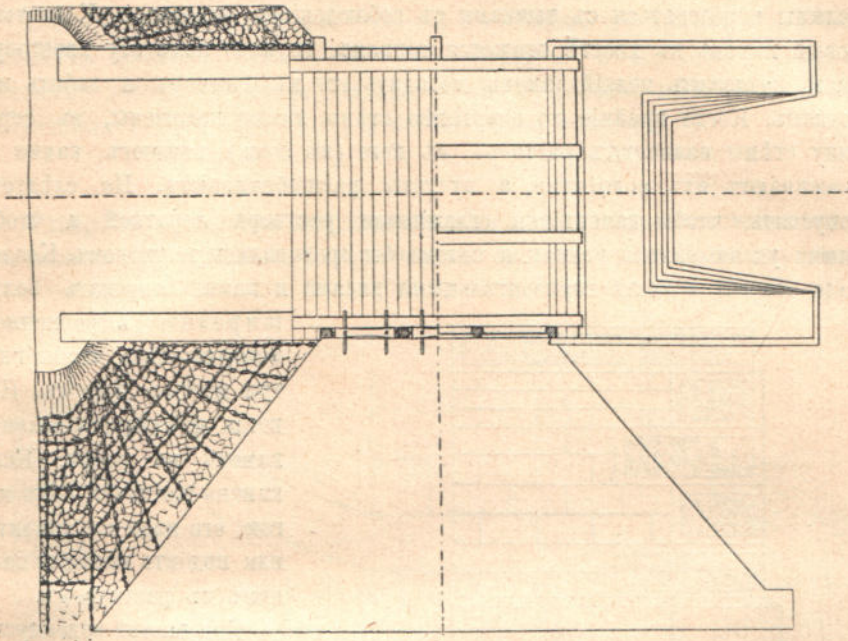
Толщина стѣнъ по верху должна быть не меньше  $1\frac{1}{2}$  арш., а по мѣрѣ приближенія къ основанію толщина эта увеличивается горизонтальными уступами, уширяющимися по 3 вершка, приче́мъ уменьшеніе толщины въ одномъ и томъ же горизонтальномъ сѣченіи достигается трапециoidalною формою въ планѣ.

Камень долженъ быть плотный, однообразнаго строенія, безъ трещинъ и не вывѣтрившійся. Лучшими являются гранитъ, булыжникъ, песчаникъ и известнякъ. Первый рядъ фундамента бутится насухо; для него выбираются самые крупныя и постелистыя камни. Укладываются они какъ можно плотнѣе и промежутки между ними тщательно расщепиваются. Сначала верстаются камни крайніе, а потомъ заполняется сере-

\*) Фиг. 101 а, b и c взяты изъ соч. Э. Э. Пржесмыцкаго «Гидротехническія работы въ Курской губ.».

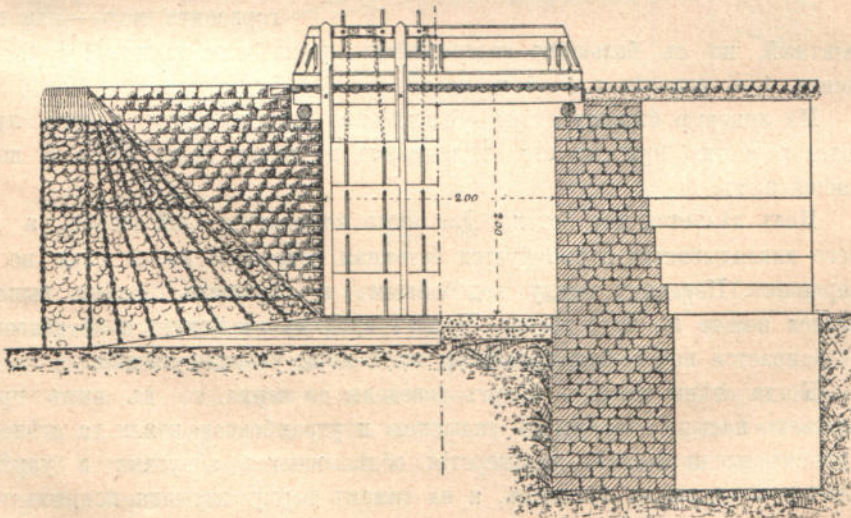


дина. Послѣ хорошей утрамбовки ряда онъ до тѣхъ поръ заливается жидкимъ растворомъ, пока растворъ не начнетъ выступать изъ швовъ.



Фиг. 101 б.

Слѣдующіе ряды ведутся на цементномъ растворѣ подъ лопатку. Сначала наверстываютъ и сажаютъ крупные постелистые камни по пери-

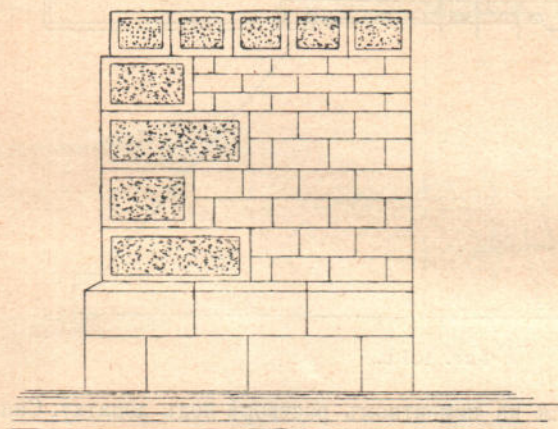


Фиг. 101 с.

метру стѣны, при этомъ ихъ надо сверху приколачивать молотками, пока растворъ не выступитъ изъ-подъ постелей. Растворъ накладывается какъ



на горизонтальную постель, такъ и на боковыя грани соприкасающихся камней, причемъ швы должны быть по возможности тонкими. Ложки должны чередоваться съ тычками съ соблюденіемъ перевязки. Если тычковый камень въ хвостѣ окажется тонкимъ, то надо подъ эту хвостовую часть подложить мелкій камень, посадить его въ растворъ и забить молоткомъ. Когда крайніе по очертанію стѣны камни положены, въ середину стѣны наливаютъ растворъ, въ него (въ сокъ) сажаютъ камни и осаживаютъ ихъ молотками, а пустоты расцебиваютъ. Не слѣдуетъ допускать, чтобы каменщики сглаживали растворъ лопаткой и чтобы камни укладывались насухо, а потомъ бы проливались растворомъ. Кладку надо стараться вести горизонтальными рядами и камни опускать болѣе



Фиг. 102.

широкою выровненной поверхностью, чтобы внутри не было пустотъ. Никогда не слѣдуетъ ставить камень на ребро. Если камень шатается подъ ногою, его надо или удалить, или подбить мелкимъ камнемъ съ растворомъ.

Для частей водоспуска ниже горизонта воды употребляется гидравлическій растворъ въ 1 ч. цемента и 3 ч. песка; выше же горизонта воды—или це-

ментный, но съ большимъ содержаніемъ песка или сложный: 1 ч. цемента, 1 ч. извести и 4—5 ч. песка.

На лицевую сторону стѣнъ обыкновенно употребляютъ камень лучшаго качества, причемъ его вытесываютъ въ рамку (фиг. 102), а швы расширяютъ.

Полъ дѣлается изъ бетона. Для этого набивается слой щебня, а на него накладывается и трамбуется бетонная покрывка въ 2 слоя по 5 вершковъ. Перепадъ между водобойнымъ и сливнымъ полами выполняется полого въ видѣ гуська. Передъ входомъ въ понуръ и за сливомъ устраивается небольшая, толщиною въ 1 арш. упорная стѣнка.

Когда стѣны кладкою будутъ доведены до верха, то къ нимъ примыкаетъ насыпь плотины съ засыпкою и утрамбовкою земли за стѣною, причемъ плечи плотины у отверстія обдѣлываются конусами и укрѣпляются камнемъ въ плетняхъ, а на самомъ верху засыпка покрывается мостовою.

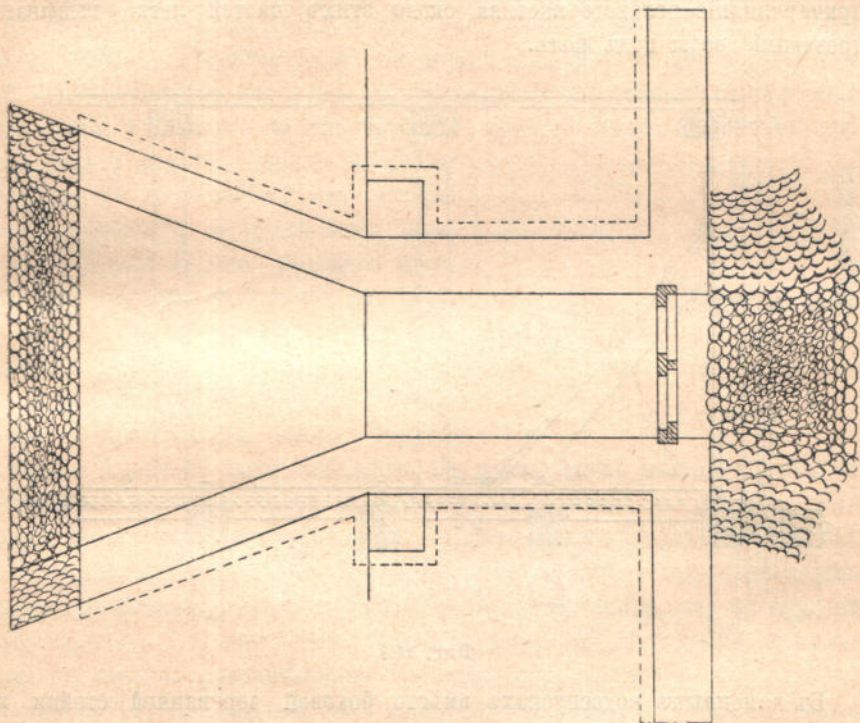
Если грунтъ подъ плотиною слабый, илистый, такъ что сваи идутъ легко и было бы не безопасно строить на нихъ тяжелое сооруженіе, то лучше отказаться отъ устройства въ такомъ мѣстѣ водоспуска, такъ какъ



постройка на ростверкѣ, а тѣмъ болѣе на опускающихъ колодцахъ является дѣломъ очень дорогимъ и труднымъ по исполненію.

Бетонные водоспуски строятся въ общемъ съ примѣненіемъ одинаковыхъ приемовъ, какъ и такіе же водосливы \*). Подобно каменнымъ бетонные водоспуски всегда закладываются на грунтѣ, имѣютъ бетонныя шпунтовые стѣнки (фиг. 103) и бетонный же флютбетъ.

Отверстіе водоспуска закрывается щитами, которые прислоняются къ вертикальнымъ стойкамъ, укрѣпленнымъ нижнюю часть въ красномъ



Фиг. 103.

брусѣ и приболченнымъ къ крайнему мостовому прогону. Стойки или укрѣпляются на глухо или могутъ быть снимаемы, и въ этомъ послѣднемъ случаѣ водоспускъ называется разборнымъ.

Обыкновенно на стойки (называемыя также бѣлоногами) берутъ бревна не тоньше 6 вершковъ и отесываютъ ихъ на три канта, затѣмъ въ передней сторонѣ, обращенной къ водѣ, отбираютъ четверть, глубиною и шириною вершка 2.

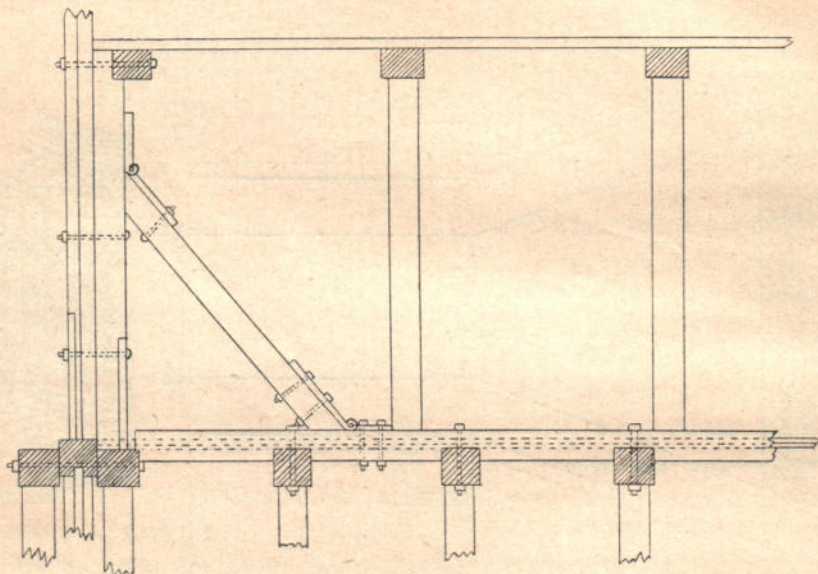
Стойки устанавливаются на мѣста прежде настилки половъ, для чего по красному брусу отбиваютъ по серединѣ ось, которая должна соответствовать линіи задней поверхности щитовъ. Размѣтивъ потомъ мѣста

\*) См. стр. 85.



стоекъ, вынимаютъ въ красномъ брусѣ гнѣзда такъ, чтобы лицо четверти стойки строго совпало бы съ осью порога. Пригнавъ шипы по гнѣздамъ, устанавливають стойки по отвѣсу, а затѣмъ къ верхнимъ ихъ частямъ придвигаютъ прогонъ моста, къ которому стойки и прибалчиваютъ. Кромѣ шиповъ слѣдуетъ стойки скрѣпить съ краснымъ брусомъ угольниками изъ полосового желѣза.

Если столбъ подпертой воды великъ и стойка выходитъ не надежно, то ее укрѣпляютъ подкосомъ, упирая его шипомъ въ половую насадку и укрѣпляя накладками или ершами. По мѣрѣ возможности слѣдуетъ избѣгать такихъ упорокъ, потому что мало-мальски неправильное причерчиваніе пологого настила около этихъ частей легко вызываетъ протеканіе воды подъ полъ.



Фиг. 104.

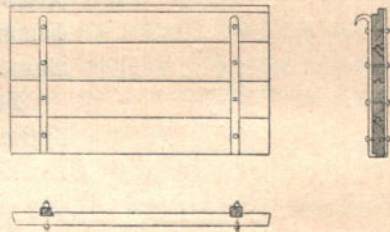
Въ каменныхъ водоспускахъ вмѣсто боковой деревянной стойки къ четверти стѣны прикрѣпляютъ желѣзную полосу, шириною въ 2—3 дюйма, а толщиною въ  $\frac{1}{2}$  дюйма, по которой скользитъ затворъ.

Чтобы менѣе ослаблять красный брусъ выниманіемъ въ немъ гнѣздъ стойки иногда ставятся въ особыя чугунныя коробки, прикрѣпляемыя къ брусу болтами. Эти коробки примѣняются при разборчатыхъ водоспускахъ, когда вставлять на мѣсто вынутыя стойки во время хода воды черезъ водоспускъ представляется дѣломъ чрезвычайной трудности; въ особенности принимая во вниманіе, что стойки вынимаются для пропуска весенней, т. е. очень холодной воды и что гнѣздо въ порогѣ обыкновенно заносится пескомъ и иломъ; выждать же время, когда ходъ воды окончится—рискованно, такъ какъ легко можно спустить весь прудъ и остаться безъ воды; поэтому щиты обыкновенно ставятся когда вода по водоспуску проходитъ слоемъ не меньше 12 вершковъ.



Если при разборчатомъ водоспускѣ является надобность въ подкосахъ, то онѣ прикрѣпляются къ стойкамъ и насадкамъ шарнирами (фиг. 104). Передъ вынутіемъ стоекъ верхній шарниръ снимается, а подкосъ складывается на нижнемъ шарнирѣ по направленію къ сливному полу (направо).

Щиты (фиг. 105) дѣлаются изъ дубовыхъ полоторавершковыхъ досокъ, сплоченныхъ въ шпунтъ или въ закрой, высотой въ 4 доски, а длиной около 2 арш. \*). Скрѣпленіе досокъ дѣлается зарѣзкою съ наружной стороны двухъ шпонокъ (шпугъ), а на лицевую сторону (отъ воды) накладываются противъ шпонокъ желѣзныя полосы, загнутыя наверху въ крючекъ для подъема щита. Сквозь эти накладки, сквозь доски и сквозь шпонки пропускаются болты по одному на каждую доску. Щиты между стойками ставятся одинъ на другой, для чего въ верхней и нижней кромкѣ каждаго изъ нихъ отбирается четверть, кромѣ самаго нижняго щита, у котораго кромка дѣлается ровною. Число щитовъ въ пролетѣ (между одною и другою стойкою) дѣлается въ зависимости отъ высоты столба подпертой въ прудѣ воды, причемъ верхняя кромка верхняго щита всегда находится на высотѣ горизонта напора и на 0,50 саж. ниже гребня плотины.



Фиг. 105.

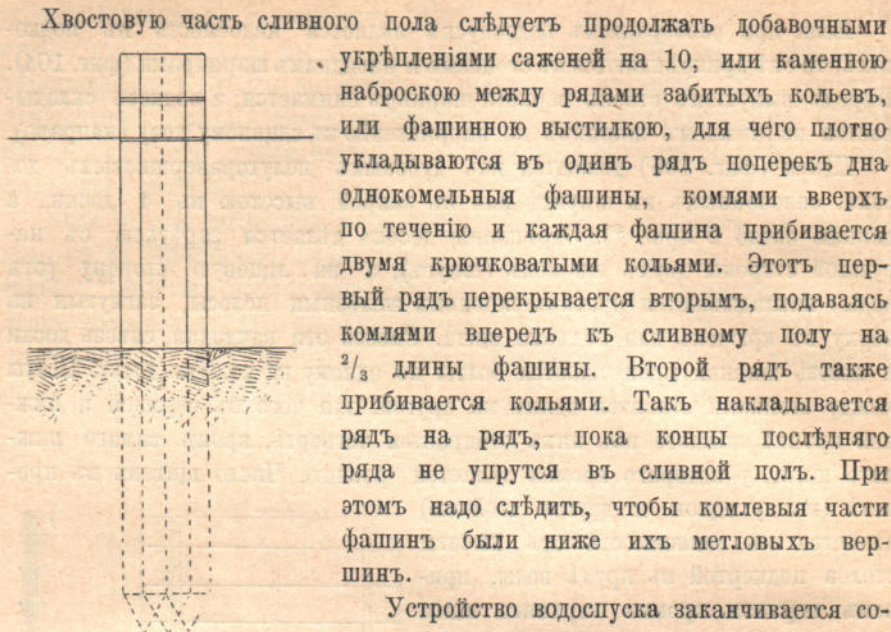
Щиты поднимаются цѣпами посредствомъ ворота. Для этого берутся кругляки вершковъ пяти толщиной. Въ торцы этихъ валовъ по ихъ оси вставляютъ желѣзныя шипы въ 1 дюймъ въ діаметрѣ и дюймовъ 7—8 длины. Въ щитовыхъ стойкахъ врѣзаютъ желѣзныя втулки, въ которыя, какъ въ подшипники, вкладываются шипы валовъ; послѣдніе при этомъ должны лежать совершенно горизонтально и параллельно щиту, на высотѣ отъ помоста около  $1\frac{1}{2}$  арш. Концы вала оковываются желѣзными кольцами, а близъ концовъ продавливаютъ по двѣ дыры, въ которыя вставляютъ по двѣ ручки. На каждый валъ наворачиваютъ по двѣ цѣпы съ кольцами на концахъ, послѣдними цѣпами захватываютъ за крючья щитовъ. Оба конца цѣпы должны быть совершенно одинаковой длины и должны наматываться ровно, чтобы щитъ не перекашивался.

Щиты, какъ и всѣ вообще деревянныя части, конопатятся и осмаливаются. Конопатка дѣлается прядями пеньки или пакли, напитанными жидкою горячею смолою. Осмолка же производится жидкою древесною смолою, переваренною съ каменно-угольною.

Смола должна быть сварена въ пору, т. е. когда она быстро высыхаетъ и не липнетъ къ рукамъ; излишне переваренная смола мало впитывается въ дерево и отскакиваетъ, а сырая, недоваренная—не прочна.

\*) Щитовъ большаго размѣра надо избѣгать въ виду трудности управленія ими.





Фиг. 106.

Устройство водоспуска заканчивается сооружением моста и забивкою льдоудержательных свай впереди отверстия. Чем сильнее напорь льда, тѣмъ прочнѣе должна быть оборонная линія. Въ этомъ случаѣ сваи забиваютъ въ два параллельныхъ ряда въ шахматномъ порядкѣ; такъ что если напорь льда проломить одну линію, то ко второй ледъ подойдетъ уже съ значительно меньшею силой и здѣсь задерживается. Наконецъ, для усиленія обороны забиваются кустовыя сваи (по 3 въ кустѣ) и схватываются бугелемъ и болтами (фиг. 106).

#### Уходъ за водохранилищемъ.

Всякое даже самое простое сооруженіе, когда оно окончено, требуетъ наблюденія, ухода и ремонта. Это въ особенности относится къ сооруженіямъ гидротехническимъ; въ нихъ малѣйшее поврежденіе становится опаснымъ, если не будутъ приняты своевременно соотвѣтствующія мѣры. Поэтому сооруженія всегда должны быть въ полномъ порядкѣ.

На новыхъ плотинахъ по мѣрѣ усадки надо подсыпать гребень до проектной высоты. Появляющіяся трещины должны быть немедленно залиты жидкимъ растворомъ глины съ навозомъ и затрамбованы; также надо забить трещины у соединеній земляной насыпи съ деревянными или каменными частями водоспусковъ и водосливовъ.

Надо держать въ исправности укрѣпленія откосовъ и не позволять подѣзжать къ водѣ съ плотины.

Всѣ деревянныя части, не имѣющія постояннаго соприкосновенія съ



водой, слѣдуетъ просмаливать разъ въ годъ горячею смолою, а щели законопачивать смоленою паклею.

Передъ проходомъ весеннихъ водъ надо принять заблаговременно мѣры предосторожности и облегчить водѣ свободный выходъ; для чего на всѣхъ соприкасающихся съ водою частяхъ надо обрубить ледъ; въ водосливныхъ каналахъ, уступахъ и водоспускахъ надо сдѣлать расчистку снѣга, хотя и не на всю ширину отверстія, но обязательно на полную ихъ глубину. Если водоспускъ разборчатый, стойки надо убрать до начала притока съ ледоходомъ. Разборка начинается предварительнымъ пониженіемъ уровня пруда черезъ открываніе и уборку щитовъ, послѣ чего уже снимаются стойки. Когда слой протекающей воды упадетъ до 12 вершковъ и если на порогѣ укрѣплены чугунныя коробки, стойки устанавливаются. Это дѣлается такъ: рабочій съ моста попадаетъ багромъ въ коробку и верхній его конецъ прислоняетъ къ мостовому прогону. Затѣмъ по багру спускаютъ доску, стараясь попасть нижнимъ ея концомъ въ ту же коробку, а верхнимъ прислоняя ее къ мосту. Когда доска будетъ стоять твердо, вынимаютъ багоръ, а отпирая отъ себя доску въ замѣнъ багра опускаютъ стойку, маневрируя ее посредствомъ веревокъ, пока она твердо и вѣрно не попадетъ на свое мѣсто.

Послѣ прохода снѣговыхъ или ливневыхъ водъ должны быть приведены въ полную исправность дно, откосы, уступы, плетни, дерновка, деревянные и другія укрѣпленія.

Изъ многочисленныхъ поврежденій въ плотинахъ главнѣйшими и наиболѣе встрѣчающимися являются просачиваніе, подмывъ и прорывъ.

Если напоръ великъ, то просачиваніе сквозь тѣло плотины, въ особенности въ первое время послѣ ея постройки, явленіе обычное. И если просачивающаяся струя не увеличивается и вода выходитъ прозрачная, безъ мути, то на такое просачиваніе можно смотрѣть, какъ на явленіе временное, которое должно вскорѣ прекратиться. Если же вода идетъ мутная, значительною струею или сильно бьющимъ ключемъ, то это уже явленіе опасное, указывающее на то, что тѣло плотины разжижено и вода въ ней дѣлаетъ ходъ.

Для отысканія мѣста просачиванія выбираютъ время, когда вода въ прудѣ находится въ покоѣ, т.-е. когда нѣтъ теченія въ водоспускѣ и когда нѣтъ волненія отъ вѣтра. Вдоль всей плотины сыплютъ въ воду древесные опилки или мелкій сухой конскій навозъ. Опилки и навозъ постепенно намокая, медленно и спокойно опускаются на дно; въ той же части плотины, гдѣ должно быть просачиваніе, опилки и частицы навоза уносятся теченіемъ и направляются къ одному и тому же мѣсту. Найдя такимъ образомъ мѣсто просачиванія, сыплютъ около него въ воду уже крупный коровій навозъ и затѣмъ суглинистую землю пока фильтрація замѣтно не ослабѣетъ.

Просачиваніе по шву земляной присыпки, прилегающей къ деревян-



нымъ или каменнымъ стѣнкамъ устраняется подсыпкой свѣжей хорошо перемятой глины съ пескомъ и тщательнымъ трамбованіемъ.

Если будетъ слышаться журчаніе или течъ подъ полами водоспуска, то надо въ полу плотничнымъ буравомъ пробуровать дыры и желѣзнымъ прутомъ удостовѣриться въ какомъ положеніи находится загрузка подъ полами, и если окажутся вымоины и пустоты, то доски срываютъ и дѣлаютъ засыпку подполя, а пробуранные дыры по настилкѣ пола закалачиваются деревянными нагелями.

Подмывы выражаются тѣмъ, что проходящая съ большою скоростью черезъ водоспускъ вода роетъ около него ямы опасныя, какъ для отверстія, такъ слѣдовательно и для всей плотины. Происходятъ подмывы отъ небрежности при управленіи водой, главнымъ же образомъ отъ продолжительныхъ и усиленныхъ ея выпусковъ.

Въ томъ случаѣ, когда подмывъ уже начался, но сваи и шпунтовые ряды держатся еще прочно, надо открыть все отверстіе водоспуска, чтобы произвести усиленный выпускъ. Это въ особенности нужно, когда вода быстро прибываетъ и когда подъ руками нѣтъ въ данный моментъ ни матеріаловъ для загрузки ямы подмыва, ни рабочихъ. Если же сваи уже качаются и когда слѣдовательно яма подмыва углубилась до остріевъ свай, надо закрыть водоспускъ. а въ ямы и выбоины къ сваямъ и шпунтовымъ линіямъ укладывать кули (или мѣшки) съ землею; просто земля не сыпется, такъ какъ ее сноситъ вода, кулями же зажимаются концы свай, а между ними набрасываютъ снопы, хворостъ, навозъ, куски дерна и землю. Наложивъ такъ нѣсколько рядовъ, открываютъ водоспускъ и пускаютъ воду; спустя нѣкоторое время опять закрываютъ отверстіе, вновь забрасываютъ яму кулями и повторяютъ это до полной прочности свай и прекращенія ихъ шатанія.

Прорывы, т. е. выносы изъ тѣла плотины земли и образованіе въ ней сквозныхъ отверстій происходятъ главнымъ образомъ отъ того, что вода, переполнивъ прудъ, передливается затѣмъ черезъ гребень плотины. Причины столь опаснаго явленія заключаются во первыхъ, въ недостаточныхъ размѣрахъ отверстій водоспуска или водослива; во вторыхъ, въ разрушеніи низового откоса и слѣдов. въ уменьшеніи толщины тѣла плотины; въ третьихъ, въ небрежномъ содержаніи гребня, если напр. черезъ него поперекъ плотины сдѣлана ложбина или канава. Послѣднее ни подъ какимъ видомъ не должно быть допускаемо, хотя бы вода сильно прибывала и угрожала переливомъ. Прежде всего надо защитить гребень; для этого по бровкѣ обращенной къ водѣ надо уложить вдоль всей плотины ряда въ 2—3 одинъ на другой кули съ землею и пескомъ, или же проложить ряды бревенъ по тому же краю верхового откоса. Эта толщина бревенъ или кулевыхъ рядовъ увеличить высоту плотины и слѣд. емкость пруда.

Само собою разумѣется, что въ это время водоспускъ долженъ быть открытъ на весь пролетъ.



Если прорывъ уже образовался, то онъ также забрасывается кудями, а затѣмъ навозомъ и глинистою землею, но отнюдь не забивается сухимъ хворостомъ, соломой, мерзлыми комьями земли или камнемъ.

Кромѣ наблюденій за цѣлостью плотины, необходимъ еще постоянный надзоръ и уходъ за водою въ прудѣ. Такъ, нельзя допускать сваливать на берегахъ водохранилища навозъ и отбросы, которые снѣговыми или дождевыми водами сносятся въ прудъ и загрязняютъ его. Кругомъ водохранилища слѣдуетъ оставить не распаханною полосу саженъ въ 10 шириною, а за этою полосой распашку надо вести поперекъ, а не вдоль склона, чтобы предупредить образованіе водороевъ, по которымъ будутъ сноситься съ полей земляныя частицы. Съ этою же цѣлью со стороны огородовъ и крутыхъ склоновъ водохранилище надо окапывать рвами, обносить низкими валами или плетнями. Въ тѣхъ же самыхъ соображеніяхъ нужно не только оберегать существующую на склонахъ растительность, но также и прибрежную полосу слѣдуетъ обсаживать деревьями и кустами.

Въ прудахъ надо безусловно запрещать мочку льна и конопли, которая не только грязнитъ воду и сообщаетъ ей непріятный запахъ, но и дѣлаетъ ее вредною для животныхъ и человѣка. Очень хорошо разводить въ прудахъ рыбу; она уничтожаетъ червей, освѣжаетъ и очищаетъ воду процессами дыханія и вообще усиливаетъ ея циркуляцію. Зимой надо дѣлать возможно больше прорубей, иначе вода дѣлается затхлою и въ ней задыхается рыба. Само собою разумѣется, что если изъ пруда берутъ воду для питья, то въ немъ нельзя стирать бѣлье и пускать въ него скоть.

---

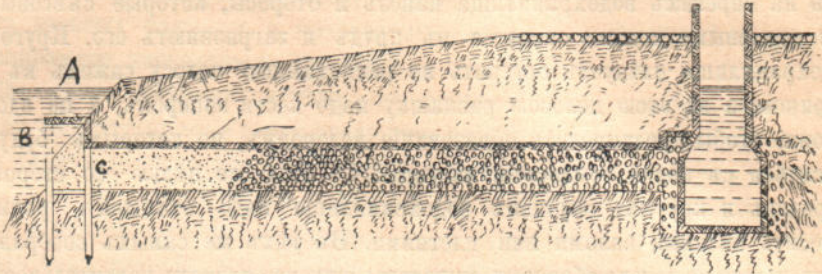
Время отъ времени пруды необходимо подвергать чисткѣ. За границей (въ Женевѣ) дѣлались опыты по части оздоровленія прудовой воды съ разсыпкой по поверхности пруда марганцево-кислаго кали или съ поливкою пруда известковымъ молокомъ. Опыты эти заслуживаютъ полного вниманія, хотя указанными средствами надо пользоваться съ осторожностью, такъ какъ избытокъ марганцево-кислаго кали или известки вредно дѣйствуетъ на рыбъ. Главный и наиболѣе радикальный способъ очистки пруда заключается въ вынутіи слоя ила послѣ спуска воды. Съ этою цѣлью въ плотинѣ дѣлается прорывъ, вода спускается и когда илъ достаточно просохнетъ, его вынимаютъ и отвозятъ изъ водохранилища. По окончаніи очистки прорывъ тщательно задѣлывается глиною. Попутно, пользуясь случаемъ исправляется верховой откосъ плотины, его укрѣпленіе и подводныя части выпускныхъ отверстій. вмѣсто глиняной задѣлки въ прорывѣ можетъ быть примѣнена шпунтовая стѣнка.

#### *Прудовыя колодцы.*

Прудовая вода можетъ быть использована въ качествѣ питьевой, если она пропущена черезъ особаго устройства фильтръ въ прудовой колодезь. Устройство такого колодца состоитъ въ слѣдующемъ. Въ бе-

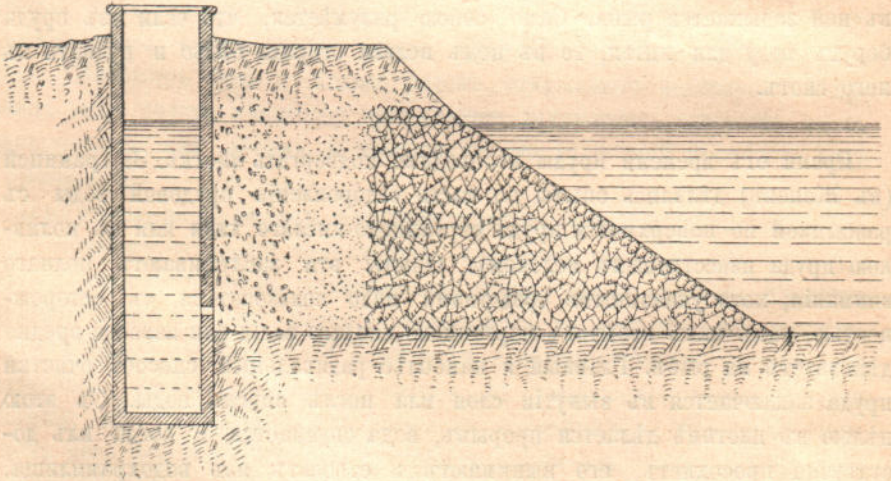


регу пруда устраивается приемник *A* (фиг. 107), для чего забиваются квадратомъ 4 сваи въ разстояніи  $1\frac{1}{2}$  арш. одна отъ другой; въ нихъ врубаются поперечины, на которыя настиляется полъ, а сверху на насадкахъ настиляется крыша; бока зашиваются пластинами въ закрой, причемъ остается не зашитою только часть стѣнки *b*, да въ стѣнкѣ *c*



Фиг. 107.

оставляются между пластинами маленькіе прозоры. Весь приемник дѣлается глубиною около одной сажени; помѣщать же его въ прудѣ слѣдуетъ такъ, чтобы при понижающемся въ межень уровнѣ стѣнка *c* не выходила изъ воды. Затѣмъ отъ стѣнки *c* роется траншея, шириною въ  $1\frac{1}{2}$  арш., а длиною въ 10 саж. Если грунтъ не глинистый, то траншея



Фиг. 108.

по дну и стѣнкамъ на  $2\frac{1}{2}$  арш. обдѣливается досками. Весь приемникъ затѣмъ засыпается мелкимъ рѣчнымъ пескомъ, первая часть канавы сажени на  $1\frac{1}{2}$  засыпается прокаленнымъ пескомъ средней величины, далѣе—сажени на 4 гравіемъ и наконецъ—щебнемъ. Сверху канава перекрывается въ закрой пластинами и тщательно затрамбовывается въ предупрежденіе подхода къ ней верховодки. Колодець аршина на  $1\frac{1}{2}$  опускается глубже дна канавы, съ цѣлью собиранія осѣдающей мути.



Иначе колодцы устраиваются такъ. Отъ дна пруда роется канава, сообщающаяся съ колодезною шахтою отверстиями (фиг. 108). Въ канавѣ фильтрующій матеріалъ располагается въ такомъ порядкѣ: крупный камень, песокъ и щебень. Сверху канава затрамбовывается глиной.

### ГЛАВА III.

## Орошеніе (Ирригація).

Растенія для своего развитія и поддержанія жизни нуждаются въ водѣ; она такъ же необходима растенію, какъ и воздухъ. Въ почвѣ вода растворяетъ минеральныя вещества, которыя всасываются корнями растенія, проходятъ по его сосудамъ, поднимаются къ листьямъ, гдѣ подъ дѣйствіемъ солнца происходитъ испареніе. Такимъ образомъ, растеніе представляетъ собою живой насосъ, всасывающій воду изъ почвы и выпускающій ее въ воздухъ. Чѣмъ сильнѣе нагрѣваетъ солнце, тѣмъ энергичнѣе совершается циркуляція соковъ въ растеніи, тѣмъ оно быстрѣе и лучше развивается, и если воды въ почвѣ оказывается мало, растеніе начинаетъ страдать отъ жажды и завядаетъ, а затѣмъ при продолжающейся засухѣ наступаетъ его смерть. Въ свою очередь и земля, лишенная влаги или превращается въ пыль, неспособную поддержать растеніе, или же твердѣетъ, образуя трудно поддающуюся рыхлѣнію плотную массу, куда молодые корни не могутъ проникнуть; вотъ почему высота урожая опредѣляется прежде всего количествомъ почвенной воды, находящейся въ распоряженіи у растенія.

Почвенная вода имѣетъ своимъ началомъ атмосферныя осадки и главнымъ образомъ дождь; но дожди выпадаютъ далеко не всегда въ достаточномъ количествѣ и не всегда въ нужное для растеній время. Въ такихъ случаяхъ для полученія постоянныхъ урожаевъ является необходимымъ восполнить недостающее количество воды орошеніемъ, (иначе ирригаціей), т. е. искусственнымъ поливомъ.

Значеніе ирригаціи для различныхъ мѣстъ различно. Въ странахъ съ жаркимъ и сухимъ климатомъ, гдѣ испареніе идетъ быстро, гдѣ количество выпадающаго въ вегетативный періодъ дождя незначительно и гдѣ все лѣто стоитъ засуха, тамъ безъ искусственнаго орошенія невозможна никакая культура; въ умѣренномъ же климатѣ орошеніе, съ одной стороны, способствуетъ поднятію урожайности, а съ другой—является могущественнымъ средствомъ борьбы съ засухами, когда онѣ вызываются неравномѣрнымъ распредѣленіемъ осадковъ. Вообще въ мѣстахъ съ годовымъ количествомъ осадковъ менѣе 200 миллиметровъ искусственное орошеніе является безусловно необходимымъ; мѣста же съ осадками въ 500 миллиметровъ не нуждаются въ орошеніи, но при условіи равномѣрнаго распредѣленія дождей въ теченіе вегетационнаго періода. Слѣдовательно, повсюду, гдѣ годовое количество осадковъ колеблется въ предѣлахъ 400



и 200 миллиметровъ, орошеніе земель составляетъ одно изъ необходимыхъ условій для достиженія хозяйствомъ высшихъ степеней интенсивности. Только одно орошеніе можетъ поставить хозяйство внѣ зависимости отъ выпавшаго или невыпавшаго дождя, можетъ человѣка сдѣлать въ полномъ смыслѣ слова хозяиномъ своей земли, обеспечивая ему вѣрный урожай.

Начало искусственнаго орошенія надо искать въ глубокой древности; по всей вѣроятности въ то время за много вѣковъ до христіанской эры, когда кочевые народы постепенно переходили къ осѣдой жизни, тѣсно связанной съ земледѣліемъ. Тѣ остатки оросительныхъ сооружений, которые кое-гдѣ сохранились отъ временъ сѣдой старины, невольно вызываютъ справедливое удивленіе искусству нашихъ предковъ собирать воду и управлять ею.

Не подлежитъ сомнѣнію, что орошеніе началось на востокѣ—въ Азіи, оттуда оно перешло въ Египетъ, гдѣ достигло высокой степени совершенства. Какъ велико значеніе ирригаціи видно изъ того, что упадокъ древнихъ культурныхъ странъ обусловливается главнымъ образомъ пренебреженіемъ къ водѣ. Цѣлые народы и государства погибали съ нашествіемъ варваровъ, разрушавшихъ оросительныя сооружения и этимъ превращавшихъ поля и сады въ пустыни. До сихъ поръ нѣкоторыя страны, какъ, напримѣръ, нашъ Мервскій оазисъ (въ Средней Азіи), не могутъ возстановить орошеніе въ тѣхъ размѣрахъ, которыхъ оно достигало тамъ въ древности.

Общая площадь земель, орошаемыхъ въ настоящее время на земномъ шарѣ, около 35 милліоновъ десятинъ \*); и эти земли безъ искусственнаго орошенія были бы совершенно изъяты изъ области народнаго хозяйства.

Вся центральночерноземная полоса Россіи подвержена періодическимъ недородамъ отъ засухъ и вообще страдаетъ отъ недостатка воды, а чѣмъ дальше къ югу и юго-востоку лежитъ мѣсто, тѣмъ оно бѣднѣе водою.

Недостатокъ влаги особенно чувствителенъ въ степяхъ нашего юга. Снѣговой воды хватаетъ тамъ не надолго, затѣмъ послѣ нѣсколькихъ весеннихъ дождей устанавливается продолжительная сушь, совершенно уничтожающая всякую растительность, и зачастую воды недостаетъ не только для поддержанія жизни растенія, но и для домашняго обихода.

Само собою разумѣется, что урожай, зависящій отъ случайно выпавшаго дождя, дѣлаетъ всякіе предварительные расчеты земледѣльца гадательными и сельское хозяйство получаетъ характеръ рискованнаго предпріятія. А между тѣмъ въ такихъ сухихъ странахъ, какъ, напр., Египетъ, гдѣ орошеніе установилось вѣками и существуетъ неизмѣнно, гдѣ, слѣдовательно, на помощь сельскому хозяйству приходитъ гидротехника, тамъ урожай хлѣбовъ и травъ является почти постояннымъ, почти неизмѣняющимся.

\*) Т. е. менѣе 1% всего пространства земли.



При всей очевидности пользы орошенія неизбѣжно возникаетъ вопросъ, не стоитъ-ли орошеніе такъ дорого, что постоянство урожая въ не будетъ окупать первоначальныхъ затратъ на устройство оросительныхъ сооружений. Этотъ вопросъ можетъ быть разрѣшенъ не апіорными разсужденіями, а только и единственно выводами изъ существующихъ примѣровъ. Ссылка на дороговизну не можетъ быть опровергаема, потому что и самое понятіе о дороговизнѣ есть понятіе въ большей или меньшей степени условное; совершенно иное дѣло, если вопросъ ставится такъ: стоитъ-ли, выгодно-ли устраивать орошеніе? Разрѣшая эту, чисто бухгалтерскую задачу, будемъ разсуждать такъ. Предположивъ, что орошеніе повыситъ средній урожай только вдвое, приходимъ къ простому выводу, что устройство орошенія будетъ выгодно только тогда, если первоначальная стоимость его на одну десятину будетъ не дороже цѣны этой одной десятины, потому что одна десятинна земли орошаемой дастъ такой же урожай, какъ двѣ десятины земли не орошаемой. Взявъ стоимость десятины, напр., въ 100 руб., можемъ сказать, что орошеніе будетъ выгодно, если стоимость устройства его не превыситъ 100 руб. на десятину. При этомъ нельзя упускать изъ виду очень большой плюсъ, что на орошенныхъ земляхъ урожай станетъ постояннымъ, тогда какъ на землѣ не орошаемой неизбѣжны періодическіе недороды и полные неурожаи.

И вотъ, по имѣющимся свѣдѣніямъ оказывается, что стоимость первоначальныхъ затратъ на устройство орошенія равна въ среднемъ около 75 рублей на десятину, а ежегодный расходъ на поливку одной десятины обходится въ среднемъ отъ  $2\frac{1}{2}$  до 10 рублей. Далѣе оказывается, что орошеніе поднимаетъ урожай до  $2\frac{1}{2}$  разъ и, слѣдовательно, если будетъ орошена не вся площадь имѣнія, а только  $\frac{1}{10}$  его часть, то при самыхъ неблагоприятныхъ обстоятельствахъ, при полномъ неурожаѣ кругомъ, все же эта орошенная часть дастъ такую величину урожая, какъ если бы со всего имѣнія получилась  $\frac{1}{4}$  полного урожая (ибо  $2\frac{1}{2}$  отъ  $\frac{1}{10}$  равна  $\frac{1}{4}$ ), а этого уже вполне достаточно для сохраненія равновѣсія въ ходѣ сельскаго хозяйства. Такъ разрѣшается экономическій вопросъ. Огромная польза или выгодность орошенія выступаетъ съ особенною рельефностью въ годы неурожаевъ, когда получается поражающая разница въ сборѣ хлѣба съ орошаемыхъ и не орошаемыхъ земель.

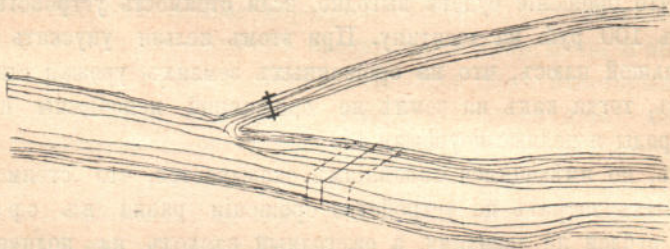
### § 1. Отводъ воды изъ рѣкъ.

Самый простой способъ орошенія, когда вода изъ рѣки выводится каналомъ къ участку самотекомъ и тамъ разливается въ извѣстномъ порядкѣ. Для этого необходимо, чтобы орошаемая площадь была расположена ниже того пункта рѣки, съ какого выводится каналъ и чтобы горизонтъ воды въ рѣкѣ былъ выше дна канала. Ведется каналъ съ укло-



номъ меньшимъ, чѣмъ уклонъ рѣки, тогда чѣмъ дальше, тѣмъ каналъ пойдетъ выше надъ рѣкой (фиг. 109). Чѣмъ большій уклонъ имѣетъ рѣка и чѣмъ съ меньшимъ уклономъ ведется каналъ, тѣмъ большую площадь можно оросить этимъ способомъ. Къ сожалѣнію, большинство русскихъ рѣкъ имѣетъ очень слабый уклонъ, текутъ онѣ въ глубокихъ долинахъ, а колебаніе ихъ уровня выражается или многоверстнымъ разливомъ въ половодье, или полнымъ пересыханіемъ въ межень. При такихъ условіяхъ вывести воду изъ рѣки на мѣстность, расположенную надъ рѣчною долиною каналомъ небольшой длины, является дѣломъ невозможнымъ, и поэтому у насъ въ Россіи въ большинствѣ случаевъ орошеніе совершается посредствомъ или механическихъ водоподъемниковъ \*), или примѣняя водоподъемныя плотины, чтобы уровень въ рѣкѣ былъ всегда выше дна канала.

Такъ какъ плотина, преграждая рѣку, производитъ подпоръ, то по дѣйствующимъ законамъ нельзя строить плотинъ на тѣхъ рѣкахъ и ручьяхъ, когда отъ перепруживанія заливаются чужія земли или подтапливаются мельничныя колеса.



Фиг. 109.

Если орошаемый участокъ расположенъ вблизи рѣки на возвышенномъ ея берегу, то для выведенія на него воды примѣняются водоподъемники—чигирь, норія или архимедовъ винтъ \*\*), когда мѣстность расположена не высоко, или—насосы, если мѣсто подачи воды значительно возвышается надъ рѣкою. Наболѣе подходящимъ типомъ насосовъ являются центробѣжныя насосы Гвинна 10—12 дюймовые, приводимые въ дѣйствіе обыкновеннымъ 10—12 сильнымъ локобилемъ.

Поднятая вода накачивается въ пріемники или сборные резервуары на возвышенное мѣсто, откуда раздается по участку. Резервуары дѣлаются или каменные на цементѣ, или земляные. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ стѣнки резервуара представляютъ изъ себя насыпи съ глинянымъ замкомъ и такимъ же ядромъ съ полуторными наружными и двойными (или тройными) внутренними откосами, на дно резервуара кладется аршинный слой глины, тщательно утрамбованной и заиленной посредствомъ ея взмучиванія.

\*) См. Главу VI.

\*\*) См. Гл. VI.



Рѣчные водоподъемныя плотины бываютъ трехъ видовъ: 1) когда подпертая вода стекаетъ помимо плотины водообходнымъ каналомъ; это та плотина, которая устраивается въ водохранилищахъ и называется глухою; 2) когда излишняя вода переливается черезъ гребень плотины, тогда плотина называется водосливною, и 3) когда въ плотинѣ для прохода излишней воды сдѣлано отверстіе съ затворами, напр., водоспускъ, то такая плотина называется створчатою. Есть еще одинъ видъ плотинъ такъ называемыхъ разборчатыхъ, устраиваемыхъ на рѣкахъ съ быстрымъ разливомъ и сильнымъ ледоходомъ; въ этихъ послѣднихъ плотинахъ всѣ перепруживающія рѣку части временно снимаются.

Такъ какъ вода, переливаясь черезъ гребень плотины, производитъ подъемъ низового откоса, то въ водосливныхъ плотинахъ стараются уменьшить толщину переливающагося слоя, съ этой цѣлью плотинамъ даютъ возможно большую длину. Достигается это или криволинейнымъ направлениемъ плотины съ выпуклостью противъ теченія, или расположеніемъ ея оси наклонно къ направленію теченія. Длина гребня рассчитывается по формулѣ Мари  $Q = m l x^{\frac{3}{2}}$

Откуда

$$l = \frac{Q}{mx^{\frac{3}{2}}}$$

гдѣ  $Q$ —расходъ рѣки,  $l$ —длина плотины,  $x$ —толщина слоя, а  $m$ —численный коэффициентъ, равный или 1,8 при узкомъ гребнѣ, или 1,6 при широкомъ.

Для предохраненія береговъ отъ размыва плечи плотины поднимаются надъ ея серединой.

Главное удобство водосливныхъ плотинъ заключается въ томъ, что если длина ихъ рассчитана правильно, то онѣ не требуютъ за собою никакого ухода и управленія водою. Такъ какъ плотины этого типа вообще невысоки, то и давленіе воды на тѣло плотины не велико, а потому и просачиваніе подъ основаніе такой плотины сравнительно слабо. Недостаткомъ этихъ плотинъ является то, что онѣ подпираютъ воду какъ при меженномъ, такъ и при весеннемъ горизонтахъ, образуя въ послѣднемъ случаѣ чрезмѣрное затопленіе мѣстности. (Поэтому на всѣхъ небольшихъ рѣкахъ и ручьяхъ лучше ставить плотины створчатые).

Прежде постройки плотины производятся изысканія, состоящія въ съемкѣ рѣчной долины, нивелировкѣ ея продольной и поперечной, затѣмъ въ опредѣленіи расхода рѣки, какъ при самомъ низкомъ горизонтѣ, такъ и при самомъ высокомъ; наконецъ, дѣлаютъ подробную развѣдку дна.

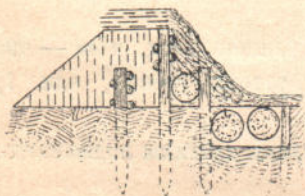
Лучшимъ грунтомъ для основанія плотины является плотный глинистый или скалистый, при отсутствіи въ послѣднемъ трещинъ и щелей; грунтовыхъ же илистыхъ, торфяниковъ и пльвуновъ надо избѣгать.

Рѣчныя плотины строятся изъ земли, хвороста, плетней и фашинь, а также изъ дерева, камня, бетона и даже желѣза. Чтобы перепрудить



небольшой ручеекъ, достаточно забить нѣсколько кольевъ, набросать нѣсколько пучковъ хвороста, дерна или положить на ребро доску; для прегражденія же большой судоходной рѣки надо строить крѣпкую, прочную плотину сложнаго устройства изъ камня, бетона или желѣза. Слѣдовательно, выборъ матеріала и сложность сооруженія зависятъ какъ отъ величины и силы потока, такъ и отъ размѣровъ задачи. Для небольшого сельско-хозяйственнаго оросительнаго дѣла, въ плотинахъ стремятся достигнуть сочетанія цѣлесообразности и дешевизны, послѣднее же условіе находится въ зависимости отъ того матеріала, который имѣется подъ руками. Слѣдуетъ замѣтить между прочимъ, что съ теченіемъ времени прочность плотины увеличивается отложеніемъ наносовъ ила и песка, поэтому существенно важнымъ является удержать воду передъ плотиною въ первые два года, когда наносовъ еще нѣтъ.

Простѣйшими по устройству водосливными плотинами являются плетневые, поднимающія воду на  $1\frac{1}{2}$  арш. Прежде всего на рѣчкѣ или ручьѣ впереди мѣста будущей плотины устраиваютъ перемычку \*) и отводятъ воду канавою. Затѣмъ по оси плотины поперекъ русла роютъ котлованъ до материка, а шириною аршина



Фиг. 110.

въ  $1\frac{1}{2}$ , землю складываютъ подъ верховой откосъ; котлованъ врѣзывается въ берега до черты будущаго разлива. Далѣе, по оси котлована вбиваютъ рядъ кольевъ въ разстояніи 7 вершковъ одинъ отъ другого (колья продолжаютъ и въ берега). Чтобы колья не расщеплялись, для нихъ желѣзнымъ коломъ

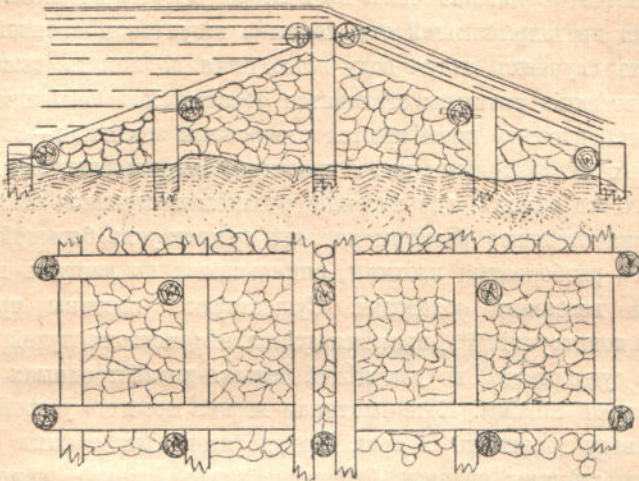
пробиваютъ ямки. Верхушки кольевъ должны образовывать слегка дугообразную линію, понижаясь къ серединѣ съ такимъ расчетомъ, чтобы въ самомъ глубокомъ мѣстѣ вода не подпиралась выше какъ на  $1\frac{1}{2}$  арш. При такомъ дугообразномъ профилѣ переливающаяся вода будетъ менѣе разрушительно дѣйствовать на берега. Потомъ отъ этого ряда кольевъ къ верховой сторонѣ отбѣриваютъ 12 вершковъ и параллельно первому забиваютъ другой рядъ, верхушки котораго срѣзываются въ горизонтальную линію и на высоту вдвое меньшую, чѣмъ, высота кольевъ перваго ряда. Колья обоихъ рядовъ заплетаются свѣжимъ хворостомъ; съ верховой стороны дѣлается земляная отсыпь съ полуторнымъ откосомъ, а съ низовой закладывается рядъ фашинокъ, удерживаемый кольями (фиг. 110). Наконецъ, укладывается еще 2 ряда фашинокъ, втопленныхъ въ русло и также удерживаемыхъ кольями. О непроницаемости особенно не заботятся, такъ какъ щели скоро замуляются. Если бы воду надо было поднять ниже, всего вершковъ на 12, то можно ограничиться однимъ

\*) См. стр. 115.



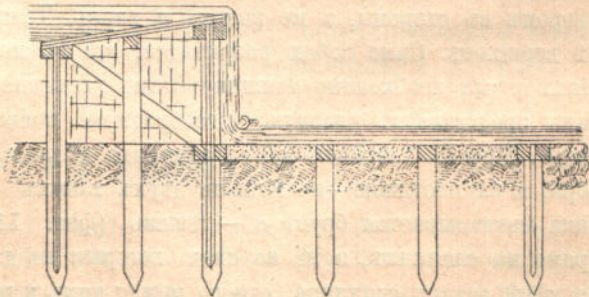
плетнемъ и двумя фашинами позади его, втопленными въ русло. Съ низовой стороны можно также положить слой хвороста, комлями къ низу, причеъ хворостъ надо пропустить подъ плетни и прижать его [при- тугами.

Если имѣется дикій камень, то простыя плотинки дѣлаются изъ ка- менной наброски (фиг. 111). Забивается 5 рядовъ свай въ разстояніи



Фиг. 111.

1 саж. рядъ отъ ряда. Къ сваямъ болтами прикрѣпляются схватки. Между сваями набрасывается камень, а для приданія устойчивости сваямъ ихъ соединяють бревенчатыми связями. Бокамъ дается двойной откосъ. Для уменьшенія филь- траціи наброску слѣдуетъ обсыпать землею. Такія плотинки дѣлаются высотой до 1 саж.



Фиг. 112.

Досчатая плотина, т. е. конструкція съ примѣненіемъ одной, двухъ и большаго числа досчатыхъ стѣнокъ раз- нообразны до беско-

нечности. Какъ одинъ изъ типовъ хорошаго устройства плотинъ, под- нимающихъ воду до высоты одной сажени можно указать на плотину, изо- браженную на фиг. 112. Двѣ шпунтовые стѣнки забиты такъ, что низовая стѣнка возвышается надъ верховою. На уровнѣ дна на низовой стѣнкѣ при- балчивается парная схватка, въ которую упирается подкосъ, верхнюю своюю часть укрѣпленный въ сваю другой, верховой стѣнки. По срединѣ между стѣнками забивается еще одинъ рядъ отдѣльныхъ (не шпунто-



выхъ) свай, перекрытыхъ насадкою. Пространство между стѣнками забито землею. На парныя схватки стѣнокъ и на насадку средняго ряда настиляется полъ изъ полуторавершковыхъ досокъ, и такимъ образомъ получается наклонъ навстрѣчу теченію. Съ низовой стороны плотины устраивается рисберма изъ досокъ, уложенныхъ вдоль по теченію и прибитыхъ къ насадкамъ трехъ свайныхъ рядовъ. Длина рисбермы обыкновенно дѣлается не меньше чѣмъ въ полторы высоты плотины. Полъ заканчивается предохраняющей отъ подмыва шпунтовой стѣнкой.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда воду приходится поднимать высоко, когда отъ этого весенніе размывы становятся чрезвычайно большими, вмѣсто водосливныхъ плотинъ примѣняются створчатыя земляныя—съ прочными водоспусками (называемыми иначе плюзами) закрывающимися щитами \*).

На тѣхъ же рѣкахъ, гдѣ весенніе разливы наступаютъ быстро и принимаютъ значительные размѣры или гдѣ существуетъ большой ледоходъ, устраиваютъ разборчатыя плотины, снимающіяся по частямъ передъ наступленіемъ весенняго половодья. Существуютъ плотины чрезвычайно остроумной конструкціи \*\*), примѣняющіяся вѣдомствомъ путей сообщенія въ цѣляхъ судоходства, но для цѣлей сельско-хозяйственныхъ такія плотины слишкомъ сложны. Есть плотинки весьма простаго устройства, поднимающія воду до высоты 2 арш. Прежде всего для такихъ плотинокъ должны быть сдѣланы прочные береговые устои (плечи), каменные или деревянные. Затѣмъ по линіи плотины вырывается котлованъ для замка и забивается глиною. Поверхъ замка кладется сланникъ, т. е. дубовыя или еловыя жерди, положенныя вершинами навстрѣчу водѣ и покато къ ней, чтобы вершины не заворачивались льдомъ. Каждое дерево сланника очищается съ двухъ боковъ такъ, чтобы вѣтки его располагались вѣромъ въ стороны, а не вверхъ и внизъ. Толщина слани дѣлается въ 12 вершковъ. Само собою разумѣется, что въ неровностяхъ и углубленіяхъ русла необходимо толщину слани увеличивать, чтобы гребень плотины представлялъ плавную, дугообразную, понижающуюся къ серединѣ линію. Передъ плотиною длина сланника дѣлается равною высотѣ напора, а за плотиною—не меньше двухъ такихъ высотъ. Сверхъ сланника накладывается брусъ *a* — лежень (фиг. 113). Онъ укладывается прямо на сланникъ, а не на сваи, которыя не давали бы ему садиться по мѣрѣ осадки сланника, отчего между нимъ и лежнемъ могъ бы образоваться зазоръ, который никогда не удастся прочно задѣлать. Лежень, собирается не изъ длинныхъ, но толстыхъ деревьевъ, которыя надо скрѣплять лапою такъ, чтобы верхняя лапа была въ  $\frac{2}{3}$  дерева, а нижняя только въ  $\frac{1}{3}$ . Это условіе необходимо потому, что въ верхней части приходится долбить гнѣзда. Хорошо лежень укладывать дугою, крѣпко упирая концы въ плечи, тогда онъ держится прочно, подобно своду.

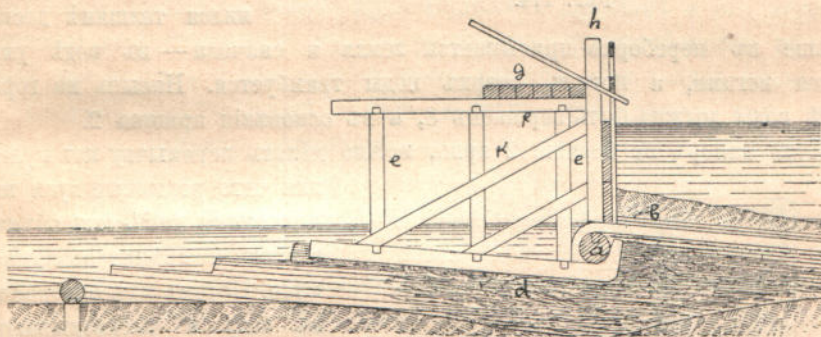
\*) См. Водохранилища.

\*\*) Какъ, напр., плотина системы Пуаре.



Чтобы лежень не всплывалъ и не поднимался, его съ верховой стороны придерживаютъ кокоры *b*, т. е. деревья, вырытыя съ корнемъ, образующія крѣкъ, которымъ лежень и обхватывается сверху. Снизу его также крѣкомъ обхватываютъ бревна *d*. Въ эти бревна шипами входятъ стойки *e*, а на нихъ кладутся насадки *f* немного выше горизонта подпертой воды. На насадкахъ дѣлается брусчатый помостъ *g*. Въ лежень вставлены щитовыя стойки *h*. Гнѣзда не слѣдуетъ долбить глубже 2 вершковъ, чтобы не ослаблять лежня, причемъ гнѣзда надо располагать не на серединѣ лежня, а ближе къ верховой части—къ рѣкѣ. Стойки подпираются подкосами *k*, а со стороны воды къ нимъ въ четверти прислоняются щиты; причемъ въ нижнихъ щитахъ дѣлаются въ соответствующихъ мѣстахъ вырѣзки для кокорь. Когда щиты закрыты, щели между ними и лежнемъ забиваются навозомъ.

Въ такой плотинѣ основаніе изъ сланника, мало стѣсняетъ русло и



Фиг. 113.

плотно замыкается иломъ. Передъ весенними водами снимаютъ щиты, стойки и подкосы, а послѣ спада водъ все вновь ставится на мѣсто.

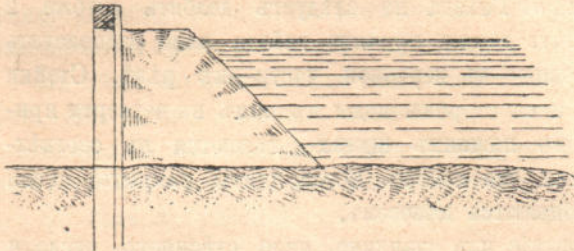
## § 2. Перемычки.

Прежде чѣмъ строить плотину, надо мѣсто постройки оградить отъ воды. Съ этою цѣлью впереди плотины роется отводный каналъ, а непосредственно за нимъ поперекъ русла ставится временное сооруженіе перемычка. Иногда перемычка имѣетъ видъ буквы П, напр., когда возводятся плечи или береговые устои, и такая перемычка открытою стороною примыкаетъ къ берегу. Перемычки для дешевизны дѣлаются возможно проще, но тѣмъ не менѣе онѣ должны быть прочны, надежны, должны врѣзаться въ берега и подниматься выше напора. Перемычки выполняются изъ земли, досчатыхъ заборокъ и шпунтовыхъ стѣнокъ.

Простѣйшая перемычка земляная, т. е. обыкновенная насыпь, которая должна имѣть на уровнѣ воды толщину равную напору, а подошву въ 2—3 напора. Главный ея недостатокъ въ томъ, что она за-



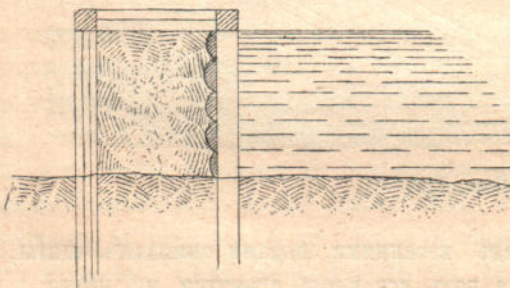
нимаетъ много мѣста, стѣсняетъ живое сѣченіе и оставаясь навсегда въ водѣ засоряетъ ее. Лучше (если высота напора не больше  $1\frac{1}{2}$  арш.) ставить досчатую перемычку (фиг. 114). Для этого поперекъ русла забивается рядъ сваекъ въ саженомъ разстояніи одна отъ другой, верхушки свай перекрываются насадками. Затѣмъ съ верхней стороны устраивается досчатая изъ полуторки заборка въ закрой, а чтобы нижняя доска вошла въ грунтъ, кромку ея завастриваютъ. Чтобы доски держались стѣнкой, передъ сваями забиваютъ колья такъ, чтобы зазоръ между свай и коломъ равнялся толщинѣ доски.



Фиг. 114.

Дальше къ переборкѣ присыпается земля и сначала — въ водѣ уминается ногами, а потомъ сверхъ воды трамбуется. Насыпь на горизонтѣ воды должна быть вершковъ 8, а въ основаніи аршина 2.

Если напоръ не больше 2 арш., можно дѣлать перемычку изъ кулей;



Фиг. 115.

для чего рогожные кули наполняются до  $\frac{3}{4}$  ихъ объема землею и крѣпко завязываются. Потомъ ихъ опускаютъ въ воду и раскладываютъ по дну въ рядъ, какъ можно плотнѣе куль къ кулю. Когда рядъ проложенъ на него насыпаютъ землю, чтобы заполнить промежутки между кулями, потомъ поверхъ кладется второй рядъ и пр. Съ верхней стороны полезно сдѣлать земляную отсыпь.

При напорѣ большемъ чѣмъ  $1\frac{1}{2}$ —2 арш. дѣлаютъ двухрядную заборку (фиг. 115) въ разстояніи 1 арш. одна отъ другой, между заборками набивается жирная глина. Если сквозь грунтъ сильно фильтруетъ вода, то одну изъ стѣнокъ перемычки дѣлаютъ шпунтовую. При высотѣ большей 1 саж. перемычка представляетъ уже весьма солидное сооруженіе, состоящее изъ двухъ шпунтовыхъ рядовъ, соединенныхъ между собою схватками, разстояніе между рядами дѣлается равнымъ напору и забивается плотно глиною.

При высотѣ большей чѣмъ  $1\frac{1}{2}$ —2 арш. дѣлаютъ двухрядную заборку (фиг. 115) въ разстояніи 1 арш. одна отъ другой, между заборками набивается жирная глина. Если сквозь грунтъ сильно фильтруетъ вода, то одну изъ стѣнокъ перемычки дѣлаютъ шпунтовую. При высотѣ большей 1 саж. перемычка представляетъ уже весьма солидное сооруженіе, состоящее изъ двухъ шпунтовыхъ рядовъ, соединенныхъ между собою схватками, разстояніе между рядами дѣлается равнымъ напору и забивается плотно глиною.

Перемычка выводится одновременно съ обоихъ береговъ. Смыканіе перемычки есть дѣло самое трудное, его слѣдуетъ производить быстро, закрывая отверстіе щитами, забрасывая землю, фашинами, слѣдя внимательно за тѣмъ, нѣтъ-ли опаснаго для сооруженія подмыва, пока вода



не остановится на заданной ей высотѣ и не пойдетъ въ отводную канаву.

Какъ бы тщательно не была устроена перемычка, фильтрація сквозь нее существуетъ всегда и пространство между перемычкой и строящейся плотиной съ теченіемъ времени заполняется водою, которую приходится отливать насосами.

### § 3. Главный ирригаціонный каналъ.

Существуетъ двѣ системы ирригаціи: 1) — орошеніе правильное посредствомъ постоянной оросительной сѣти каналовъ и 2) орошеніе наводненіемъ — дѣйствующее періодически. По первому способу вода изъ источника орошенія (рѣки, ручья, колодца или пруда) доставляется на орошаемую площадь главнымъ ирригаціоннымъ каналомъ и отъ него уже системою второстепенныхъ канавъ равномерно распредѣляется на площади. Во второмъ менѣе совершенномъ способѣ сѣти канавъ нѣтъ.

Главный ирригаціонный каналъ долженъ командовать надъ мѣстностью, т. е. занимать наивысшее положеніе на площади, причемъ уровень воды въ немъ долженъ быть на 10—12 вершк. выше поверхности и только при этихъ условіяхъ изъ канала могутъ быть политы всѣ точки участка; поэтому ирригаціонный каналъ всегда ведутъ съ очень малымъ уклономъ; тогда онъ скорѣе поднимется на водораздѣль. Это важно еще и въ томъ отношеніи, что чѣмъ ближе къ водораздѣлу, тѣмъ уже будутъ тѣ ручьи и овраги, которые приходится пересѣкать каналомъ.

Вода течетъ съ достаточной скоростью уже при уклонѣ въ 0,0001; поэтому для водопроводныхъ каналовъ находятъ возможнымъ назначать уклоны отъ 0,00015 и до 0,0004.

При проектированіи канала надо, задаваясь уклономъ, считаться съ величиною скорости, въ зависимости отъ грунта. Обыкновенно средняя скорость въ ирригаціонныхъ каналахъ 1—лучше 1½ и не больше 2 фут. въ суглинкѣ. При большомъ уклонѣ и слѣдовательно при слишкомъ большой скорости происходитъ серьезное зло въ ирригаціонномъ дѣлѣ, выражающееся въ постепенномъ размываніи и пониженіи дна. Это вызываетъ пониженіе горизонта воды и такимъ образомъ, дно второстепенной канавы, выходящей изъ главнаго канала, можетъ оказаться выше его горизонта и второстепенная канава можетъ не получить ни одной капли ирригаціонной воды.

Глубина воды въ каналѣ дѣлается не больше 1—2 арш. \*).

При выборѣ размѣровъ поперечнаго сѣченія канала руководствуются основною формулою  $Q = Fv$ ; но такъ какъ каналъ на своемъ пути выдѣляетъ воду въ боковыя канавы по оросительной площади, то элементы

\*) Примѣрный расчетъ канала см. § 7 «Производство орошеній».



канала должны соответственно уменьшаться. Достигается это тройкимъ способомъ:

1) Уменьшаютъ живое сѣченіе  $F'$  и сохраняютъ ту же скорость, а такъ какъ скорость связана съ живымъ сѣченіемъ и уклономъ ( $v = c\sqrt{ri}$ ), то, чтобы не измѣнилась скорость, надо увеличить уклонъ. И такъ, по этому способу уменьшается живое сѣченіе и увеличивается паденіе канала;

2) Уменьшаютъ скорость  $V$ ; не измѣняя живого сѣченія, а это достигается уменьшеніемъ уклона;

3) Сохраняя неизмѣннымъ уклонъ, уменьшаютъ живое сѣченіе, (отчего уменьшается и скорость).

Первый способъ примѣняется, когда вода несетъ много наносовъ и когда грунтъ прочный, второй и третій способъ примѣняются, когда вода чиста, но грунтъ слабый, не допускающій большой скорости.

Изысканія для составленія проекта орошенія заключаются въ томъ, что мѣстность прежде всего снимается на планъ, затѣмъ по серединѣ ея проводится магистраль и тщательно два раза нивелируется однимъ и тѣмъ же нивелиромъ. Отъ магистрали и перпендикулярно къ ней на пикетахъ проводятся поперечныя линіи и тоже нивелируются; чѣмъ чаще будутъ взяты нивелировочныя линіи, тѣмъ точнѣ опредѣлятся все подробности изслѣдуемой мѣстности. Планъ, выраженный въ горизонталяхъ, дастъ возможность намѣтить на немъ, какъ направленіе канала, такъ и положеніе его начала или головы. Та часть рѣки, откуда предположено вывести каналъ, снимается на планъ не только до береговъ, но и дальше—за границы ея поймы. Затѣмъ для опредѣленія уклона нивелируется не менѣе какъ на  $1\frac{1}{2}$  версты вверхъ и внизъ по теченію поверхность воды и поверхность береговъ; далѣе, измѣряются живыя сѣченія въ разстояніи 50 саж. одно отъ другого. При этомъ по указаніямъ сторожиловъ отмѣчается какъ наивысшій, такъ и наинизшій горизонтъ воды, и равно и горизонтъ ледохода. Попутно зондировкой и буреніемъ опредѣляется геологическое строеніе грунта въ различныхъ мѣстахъ. Къ показаніямъ сторожиловъ надо относиться съ большою осторожностью и попросивъ указать высоту горизонта на обоихъ берегахъ, провѣрить эта указанія нивелиромъ.

Тамъ же, гдѣ опредѣляется живое сѣченіе измѣряютъ и скорость. Для этого избираютъ прямолинейный участокъ сажень въ 20 по берегу, на концахъ его ставятъ вѣхи, а немного выше по теченію забрасываютъ на середину рѣки легкой поплавокъ. Затѣмъ по секундомѣру наблюдаютъ, въ какое время поплавокъ проплыветъ отмѣренное пространство. Такія опредѣленія дѣлаются въ тихую погоду и ихъ надо сдѣлать не менѣе 3 на одномъ участкѣ. Чтобы по наблюденной скорости получить дѣйствительную пользуются формулою Вейсбаха

$$V = 0,87 V_1$$

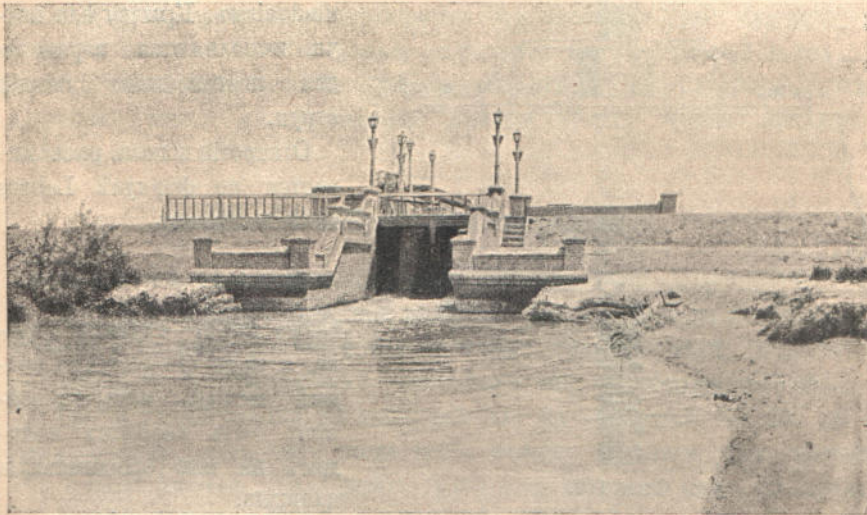


гдѣ  $V_1$ —есть скорость на поверхности (опредѣленная по поплавку). Эту найденную скорость сравниваютъ съ скоростью вычисленною по формулѣ Дарси (см. пр. № 7).

$$V = C V_i^{\sqrt{}}$$

Если между найденною скоростью и вычисленною получится большая разница, то опредѣленіе слѣдуетъ повторить.

Для головы канала выбирается такое мѣсто, гдѣ участокъ рѣки прямой съ невысокими берегами и выводить каналъ надо такъ, чтобы направленіе теченія въ рѣкѣ было перпендикулярно къ оси канала въ его началѣ. Въ дальнѣйшемъ каналъ ведется по самымъ возвышеннымъ точкамъ



орошаемой площади и на сколько возможно по натурнымъ отмѣткамъ, избѣгая выемокъ, насыпей, акведуковъ и проч.; закругленія дѣлаются радіусомъ не меньше 50 саж.

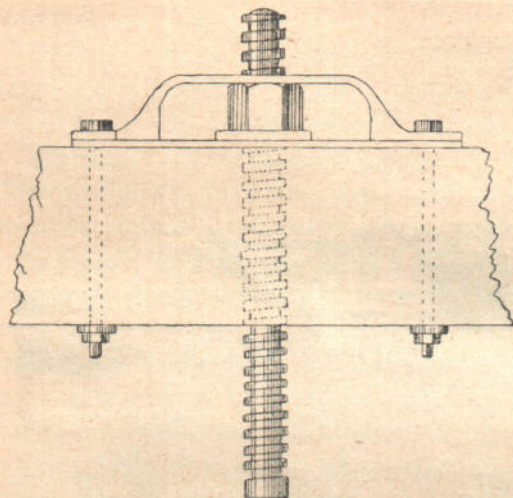
Намѣтивъ на проектѣ ось канала трассируютъ ее при помощи нивелира и цѣпи. Такъ напр., если проектируемый уклонъ 0,0003, то укрѣпивъ одинъ конецъ цѣпи и натянувъ ее, передвигаютъ передній ея конецъ до тѣхъ поръ, пока не будетъ найдена точка ниже первой на 0,003; если напр. рейка на задней точкѣ показала 948, то на передней должно читаться 951 и т. д.; намѣтивъ колышками трассу, ее нивелируютъ въ два нивелира и проходятъ по ней сохой, потомъ составляютъ профиль, разбиваютъ каналъ \*) и приступаютъ къ его рытью.

Начальное головное сооруженіе канала, такъ называемый регуляторъ состоитъ изъ шлюза, который устанавливается саженьхъ въ 2 отъ берега; шлюзы дѣлаются деревянные или каменные съ отверстиями, закрываемыми щитами. Въ большихъ оросительныхъ сѣтяхъ регуляторъ пред-

\*) См. стр. 12.



ставляетъ собою весьма солидное сооруженіе (см. фотограф. снимокъ \*); обыкновенно же устройство шлюзовъ одинаково съ устройствомъ обыкновенныхъ водоспусковъ \*\*). Подъ шлюзами пробивается не менѣ двухъ шпунтовыхъ рядовъ: одинъ у входа въ понурь, другой—подъ порогомъ, на которомъ утверждаются щитовыя стойки. Подъемъ щитовъ производится или воротомъ съ цѣпами или механизмомъ, изображенномъ на фиг. (116), онъ состоитъ изъ винта, пропущеннаго сквозь гайку, которая сверху удерживается скобой; поворачивая ключемъ гайку, сообщаемъ движеніе въ ту или другую сторону полутора-дюймовому винту, а съ нимъ вмѣстѣ и щиту. Въ головной части канала до и послѣ шлюза дно и



Фиг. 116.

Порогъ шлюза (а слѣд. и дно канала) долженъ быть заложенъ на такой высотѣ, чтобы при самомъ низкомъ горизонтѣ воды въ рѣкѣ получалась бы въ каналѣ, достаточная глубина. Шлюзъ въ головѣ канала, кромѣ главнаго назначенія—регулировать поступленіе ирригаціонной воды, нуженъ еще и для того случая, когда каналъ надо опорожнить для необходимыхъ въ немъ исправленій, а также для выпуска изъ канала воды когда ирригація окончена. Въ этомъ случаѣ щиты головного регулятора опускаются и вода изъ канала вытекаетъ черезъ особую спускную канаву въ боку канала. Такія спускныя или «сбросныя» канавы устраиваются въ различныхъ пониженныхъ мѣстахъ канала и передъ всѣми искусственными сооружениями—акведуками, джукерами, перепадами и пр., на тотъ случай, когда надо спустить воду, чтобы произвести ремонтъ этихъ сооружений. Сбросныя канавы снабжаются прочными щитовыми затворами въ шпунтовыхъ стѣнкахъ и проводятся перпендикулярно къ оси канала.

откосы слѣдуетъ укрѣпить мощеніемъ. Крылья или плечи выполняются воронкою для постепеннаго сжатія струи.

Отверстіе шлюза, рассчитывается по формулѣ Lebros какъ водосливъ

$$Q = 0,31 b h \sqrt{2 g h}$$

взявъ для  $h$ —глубину канала, а подъ  $Q$ —разумѣя полный расходъ, который долженъ быть переданъ каналомъ на всю оросительную площадь.

\*) Фотографія взята изъ соч. проф. А. И. Воейкова «Человѣкъ и вода».

\*\*) См. стр. 187.



Послѣ постройки плотины на рѣкѣ образующійся такимъ образомъ плесъ постепенно заносится пескомъ и иломъ, и съ теченіемъ времени этотъ наносъ заграждаетъ водѣ входъ въ отверстіе канала. Одною изъ мѣръ устраненія этого чрезвычайнаго недостатка въ пользованіи текущими водами является устройство не глухихъ водосливныхъ, а створчатыхъ плотинъ съ водоспусками. Сильное теченіе, образующееся когда водоспускъ открытъ, проноситъ иль мимо канала, при этомъ конечно порогъ регулятора долженъ быть выше порога водоспуска.

Въ особенности большіе наносы образуются въ тѣхъ каналахъ, которые дѣлаются въ рѣкахъ съ большою скоростью теченія напр. 5—6 фут. Вода, обладающая такою скоростью, попадая въ каналъ, гдѣ скорость 2 фута, сразу же освобождается отъ несомыхъ ею частицъ, причемъ въ начальной части канала отлагается самый тяжелый песокъ. Въ дѣляхъ уменьшенія наносовъ порогъ регулятора не слѣдуетъ опускать слишкомъ низко, тогда тяжелые наносы будутъ меньше попадать въ каналъ.

#### § 4. Трубчатые водоспуски.

(Водоемы).

Если источникомъ орошенія является прудъ, то вода изъ него выпускается въ ирригаціонный каналъ сквозь плотину такъ называемыми водоемами, т. е. деревянными, каменными или чугунными трубами.

Трубы укладываются на материкъ или на ростверкѣ, но не въ насыпи плотины, такъ какъ тогда труба можетъ измѣнить свое положеніе отъ осадки насыпи. Закладывать трубу надо возможно ниже, но однако же не на днѣ пруда, чтобы ниже отверстія трубы оставался слой «мертвой воды», которая предохраняетъ ложе пруда и плотину отъ трещинъ при высыханіи и замерзаніи. Отверстіе трубы рассчитывается на пропускъ необходимаго расхода, при чемъ для каменныхъ трубъ діаметръ не дѣлается больше 12 вершковъ, а для чугунныхъ не больше 12 дюймовъ.

Расходъ  $Q$  воды черезъ трубы опредѣляются во живому ея сѣченію  $F$  и скорости  $v$ , т. е.

$$Q = Fv$$

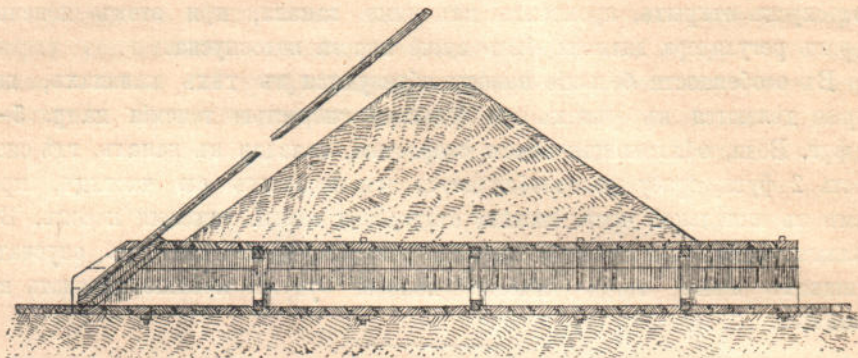
При этомъ скорость  $v$  опредѣляется по формулѣ Вейсбаха (см. прил. № 8). Если бы по расчету оказалось, что отверстіе одной трубы недостаточно для пропуска нужнаго расхода, то кладутъ 2—3 трубы, но діаметръ ихъ не берется больше 1 фута.

Деревянные трубы вслѣдствіе ихъ непрочности, примѣняются только въ тѣхъ случаяхъ, когда напоръ (глубина воды) въ прудѣ меньше сажени. Головная часть деревянной трубы (въ прудѣ) скашивается наклонно и обдѣлывается въ раму съ выбранными въ ней четвертями, куда укладывается наклонный щитъ (фиг. 117), укрѣпленный на деревянной рамѣ своею осью. При нажатіи на рубоятку щита, получается свободный ходъ



воды из пруда въ трубу, и наоборотъ, при опущенной рукояткѣ вода нажимаетъ на щитъ и закрываетъ отверстіе. Неудобство такого затвора—порча его отъ льдинъ. У входа въ трубу пробивается шпунтовая стѣнка (не показанная на чертежѣ) съ откылками, длиною въ каждую сторону—на величину напора.

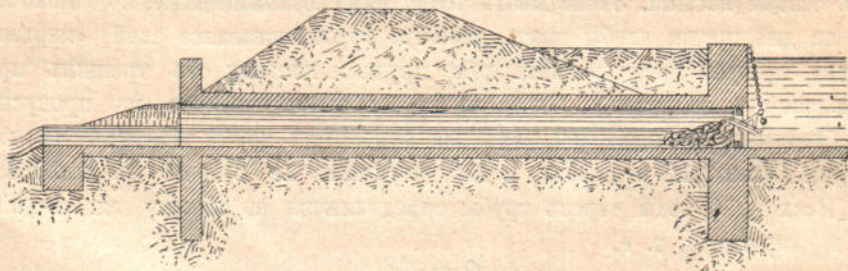
Значительно болѣе прочными хотя и значительно болѣе дорогими



Фиг. 117.

являются каменные (кирпичныя) трубы (фиг. 118а) съ толщиною стѣнокъ въ  $\frac{1}{2}$  кирпича (3 вершка); на гидравлическомъ растворѣ (1 часть цемента и 3 части песку).

Передъ входомъ въ трубу устраивается каменная шпунтовая стѣнка толщиною въ 2 кирпича; выходное отверстіе также имѣетъ шпунтовую стѣнку въ 1 кирпичъ и за плотину переходитъ въ лотокъ. У входа

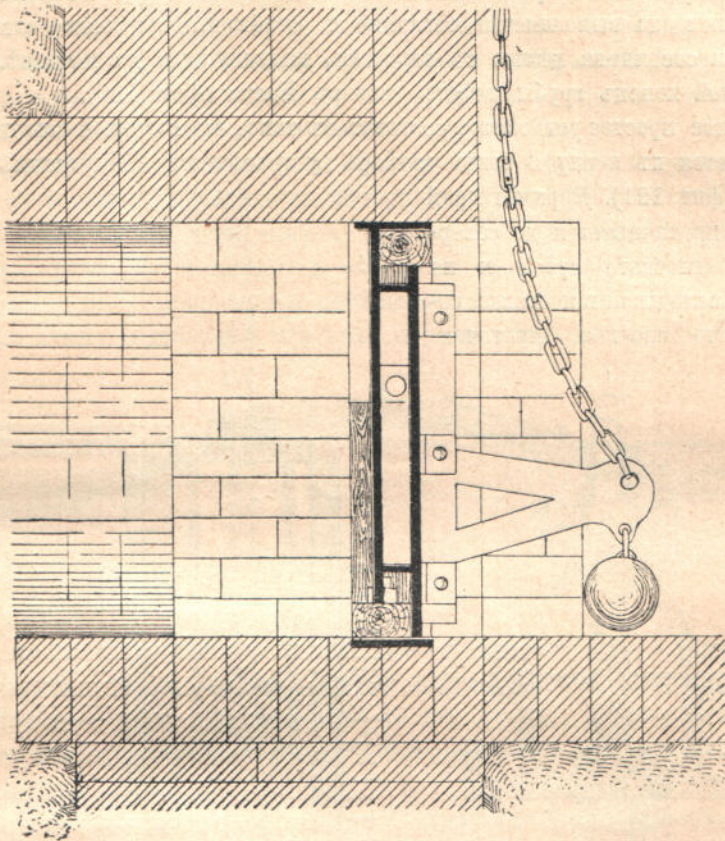


Фиг. 118а.

въ трубу со стороны воды отмащивается камнемъ площадка длиною и шириною аршина въ 2 и заливается цементомъ. Впускъ воды со стороны водохранилища совершается посредствомъ эксцентрическаго затвора (фиг. 118b) вращающагося на горизонтальной оси запущенной въ кладку и расположенной выше центра щита. Со стороны воды щитъ снабженъ скобкой, на которой укрѣпляется цѣпь и подвѣшивается грузъ. При натяженіи цѣпи сверху щитъ поворачивается на оси и вода изъ водохранилища входитъ въ трубу. Когда же цѣпь опущена, щитъ благодаря своему вѣнцентренному положенію, благодаря грузу и наконѣцъ благо-

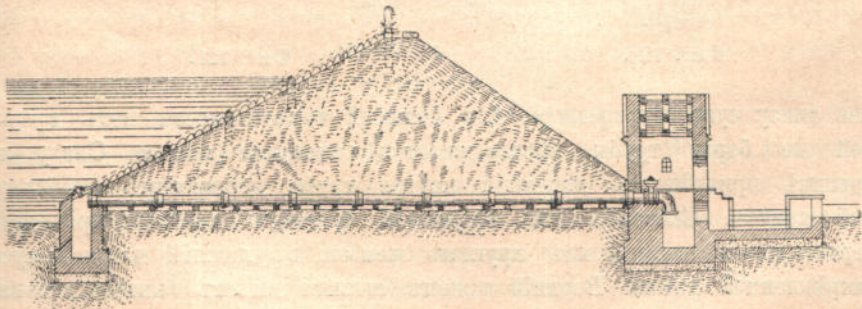


даря давлению на него воды принимает вертикальное положение и прижимается къ деревянной рамѣ вставленной въ трубу.



Фиг. 118b.

Не смотря на прочность каменных трубъ, все же надежность ихъ не велика и поэтому въ большихъ плотинахъ, недопускающихъ ничего



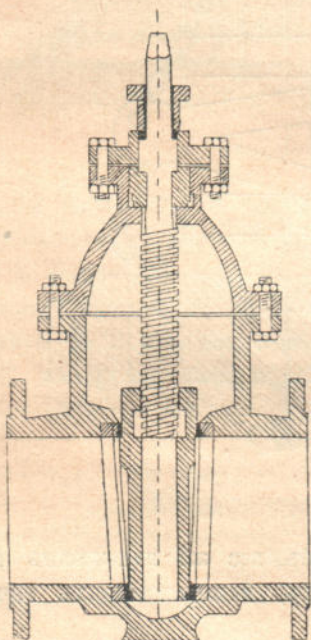
Фиг. 119.

сомнительнаго, примѣняются чугуныя трубы. Плотно соединенныя въ раструбахъ, залитыя свинцомъ и зачеканенныя эти трубы укладываются

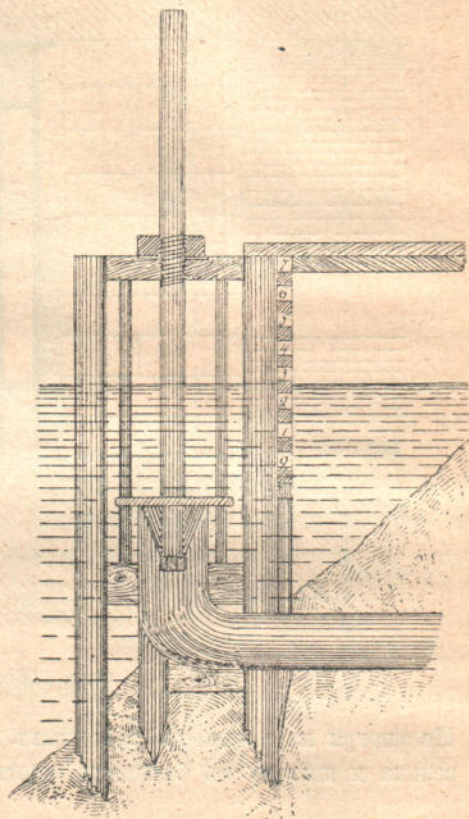


на ростверкѣ, сверху и съ боковъ тщательно затрамбовываются глиной, а около головы откосъ плотины вымащивается камнемъ; самая же голова по большей части впускается въ каменный колодезь (фиг. 119). Верхняя часть колодца выполняется наклонно и снабжена чугунною заслонкою, которая соединена цѣпью съ воротомъ, находящимся на плотинѣ. Задній выходной конецъ трубы имѣетъ затворъ Питта (фиг. 120).

Болѣе простое устройство состоитъ въ томъ, что головной конецъ трубы загибается къ верху и тогда затворъ устраивается слѣдующимъ образомъ (фиг. 121). Верхній край трубы протачивается до совершенно плоскаго срѣза и на него накладывается также совершенно плоская, проточен-



Фиг. 120.



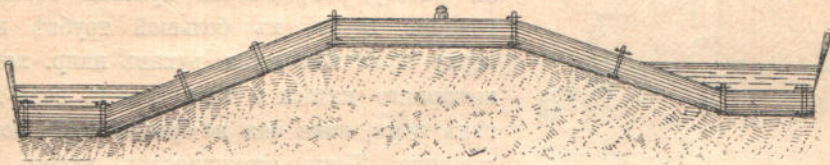
Фиг. 121.

ная снизу чугунная крышка. Для большей герметичности подъ крышкой по борту трубы прокладывается свинцовое кольцо. Снизу къ крышкѣ прикрѣпленъ входящій внутрь трубы деревянный опрокинутый конусъ. Сквозь этотъ конусъ и чугунную крышку проходитъ вертикальная штанга изъ круглаго желѣза, въ нижней части конуса закрѣпленная гайка. Верхній конецъ штанги имѣетъ винтоватую нарѣзку съ гайкой, вращая которую въ ту или другую сторону обыкновеннымъ гаечнымъ ключемъ, закрываютъ или открываютъ трубу, при чемъ конусъ способствуетъ болѣе плавному входу воды. Штанга помещается по срединѣ, между четырьмя сваями и проходитъ черезъ по-



душку врубленную въ насадки на сваяхъ. Вертикальное загнутое колѣно трубы зажимается въ поперечины скрѣпленные съ сваями. Черезъ эти поперечины и черезъ верхній хомутъ проходятъ два болта, служащіе направляющими для крышки; на послѣдней имѣются на концахъ приливы съ дырами, сквозь которыя пропускаются направляющія и такимъ образомъ крышка всегда находится центрально надъ трубой. Отъ гребня плотины къ штангѣ затвора устраиваются подмости.

Какого бы устройства не былъ затворъ всегда вода изъ трубы вырывается съ большою силою и если выходной конецъ трубы направить непосредственно въ земляной каналъ, то здѣсь образовалась бы вымоина, а затѣмъ началъ бы подрываться наружный откосъ плотины. Въ предупрежденіе этого, у конца трубы помѣщаютъ или успокоительный ящикъ или, еще лучше водобойный колодезь. Первый дѣлается изъ  $1\frac{1}{2}$  вершк.



Фиг. 122.

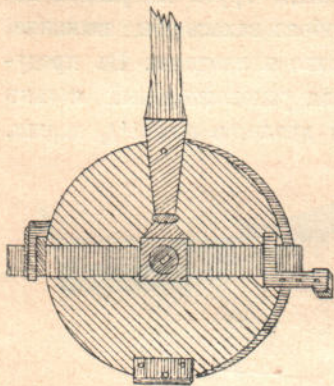
досокъ или изъ пластинъ, длину ему даютъ аршинъ до 3, а глубину въ  $1\frac{1}{2}$ —2 арш. Стѣнка, противоположная трубѣ, дѣлается наклонною. Вытекающая изъ трубы вода ударяется въ эту стѣнку, отбрасывается назадъ и уже съ ослабленною энергіею вытекаетъ въ ирригаціонный каналъ.

При укладкѣ трубъ требуется самая педантичная аккуратность, потому что, какъ бы тщательно не была уложена труба, она все же нарушаетъ однородность, а слѣдовательно, и устойчивость тѣла плотины. При малѣйшей небрежности вода можетъ просочиться и сдѣлать ходъ около стѣнокъ трубы. Кромѣ этого, труба можетъ дать трещину, если на зиму въ ней останется несущенная или просочившаяся черезъ затворъ вода. Эти недостатки трубчатыхъ водоспусковъ, въ томъ случаѣ если расходъ воды не великъ, устраняются примѣненіемъ сифона.

Состоитъ онъ изъ желѣзной трубы, колѣна которой соединаются фланцами, образуя между собою тупые углы (фиг. 122). Между фланцами прокладываются резиновые или кожанья кольца покрытыя сурикомъ. Концы сифона закрываются герметическими крышками слѣдующаго устройства. Берется два желѣзныхъ кружка, одинъ діаметра большаго, чѣмъ діаметръ трубы, другой—діаметра меньшаго. Между этими кружками зажать кожаный пропитанный жиромъ кружокъ діаметра одинаковаго съ большимъ кружкомъ. Въ центрѣ этихъ трехъ сболченныхъ кружковъ, образующихъ крышку сифона укрѣпляется рукоятка со скобкою (фиг. 123), при чемъ рукоятка можетъ поворачиваться на оси въ центрѣ



кружковъ. Крышка соединена съ трубой въ нижней части посредствомъ шарнира. По обѣимъ сторонамъ отверстія трубы находятся прикрѣпленные къ ней крючья, на которые ложится скоба, когда труба заперта. Чтобы открыть отверстіе сифона, сначала рукоятку поворачиваютъ вокругъ оси вправо, отчего скоба сойдетъ съ крючьевъ, затѣмъ рукоятку толкаютъ отъ себя отчего крышка на шарнирѣ откроется; при закрываніи поступаютъ обратно: притягиваютъ рукоятку къ себѣ и поворачиваютъ ея влево. Въ верхнемъ горизонтальномъ колѣнѣ сифона,



Фиг. 123.

продѣлываются два отверстія: одно диаметромъ вершка  $1\frac{1}{2}$ , а другое — значительно уже; это второе отверстіе — воздушникъ. Первое отверстіе имѣетъ трубку съ винтовой нарезкою. Чтобы пустить сифонъ въ работу, закрываются крышки обѣихъ концовъ трубы, къ большой трубкѣ наверху привинчивается рукавъ напр. хоть пожарнаго насоса и накачиваютъ воду до тѣхъ поръ, пока она не брызнетъ изъ воздушника. Тогда отвинчиваютъ рукавъ и на мѣсто его вставляютъ воронку, въ которую льютъ воду, а затѣмъ это отверстіе и воздушникъ быстро забиваютъ деревян-

ными пробками съ намотанными на нихъ тряпками. Послѣ этого сначала открываютъ верхнюю прудовую крышку, а потомъ уже нижній, и сифонъ начинаетъ работу. Для остановки же его достаточно открыть воздушникъ и нагнетательную трубку.

Для успѣшности дѣйствія сифона необходимо: 1) полная герметичность крышекъ и всей его поверхности, чтобы въ сифонъ нигдѣ не могъ пройти воздухъ; 2) чтобы уровень воды въ прудѣ былъ не меньше, какъ на 3 вершка выше мѣста выхода наружнаго конца трубы.

Преимущество сифона, передъ чугунною трубою заключается въ томъ, что плотина остается совершенно не тронутою, сифонъ можетъ быть перенесенъ съ одного мѣста на другое, и наконецъ стоимость его несравненно дешевле стоимости чугунной трубы съ ея установкою.

## § 5. Постоянная оросительная сѣть.

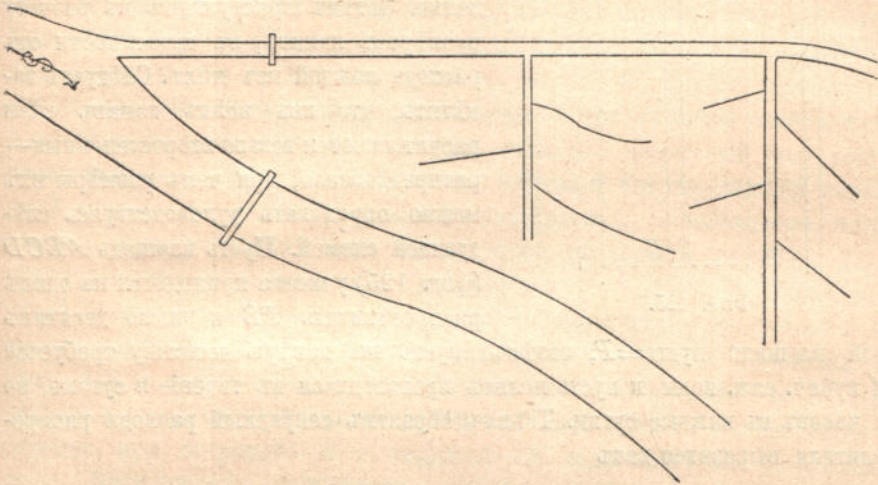
Доставленная ирригаціоннымъ каналомъ вода распредѣляется по площади оросительнаго участка различнымъ способомъ, въ зависимости отъ рельефа и уклона мѣстности, отъ физическихъ свойствъ почвы и отъ требованій культивируемыхъ растений.

Изъ главнаго ирригаціоннаго канала вода поступаетъ въ канавы второго порядка, такъ называемыя распредѣлительныя или просто въ распредѣлители (фиг. 124), а изъ нихъ — въ канавы третьяго порядка —



оросительныя или оросители. Отсюда вода уже поступаетъ или въ особыя борозды, проведенныя по полю или переливается черезъ край и разливается слоємъ по площади участка. Излишняя вода, сбѣгающая съ участка и не впитавшаяся въ землю собирается въ особыя отводныя канавы, и по нимъ направляется въ сторону—въ рѣку, оврагъ и вообще въ низины.

Вся совокупность системы канавъ носитъ названіе постоянной оросительной сѣти и своею схемою напоминаетъ рыбій скелетъ; разница заключается только въ томъ, что кости рыбьяго скелета постепенно (отъ головы къ хвосту) становятся меньше и тоньше, а въ оросительной сѣти



Фиг. 124.

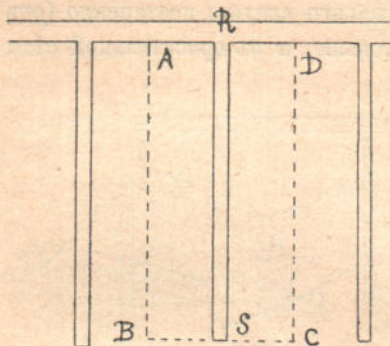
сплошь и рядомъ третъестепенныя канавы имѣютъ протяженіе во много разъ больше, чѣмъ второстепенныя. Главный водопроводный каналъ занимаетъ наивысшее положеніе на орошаемомъ участкѣ; распредѣлители отходятъ отъ канала перпендикулярно къ нему и направляются по скатамъ, а оросители располагаются по горизонталямъ участка.

Главный каналъ, отдавая на своемъ пути каждому распредѣлителю часть несомой имъ воды, постепенно уменьшается въ размѣрахъ и въ концѣ концовъ превращается въ маленькую сточную канаву, по которой стекаетъ лишняя неупотребленная для орошенія вода. Точно также постепенно, послѣ выходовъ оросителей уменьшаются размѣры и распредѣлительныхъ канавъ. Чтоже касается оросителей, то и они въ своей хвостовой части сходятъ «на нѣтъ».

Очень нерѣдко постоянная сѣть состоитъ только изъ главнаго канала и распредѣлителей, а оросительныя канавы составляютъ уже временную сѣть, т. е. запахиваются, а потомъ возстановляются. Дѣлается это въ тѣхъ случаяхъ, когда обрабатываютъ почву тяжелыми плугами въ нѣсколько паръ воловъ, оросители сильно затрудняютъ работу, заставляя поворачиваться въ тѣсныхъ мѣстахъ.



Когда положеніе главнаго ирригаціоннаго канала намѣчено, приступаютъ къ подробной нивелировкѣ пространства, на которомъ проектируется оросительная сѣть. Попутно съ нивелировкой производится развѣдка грунта. По составленному плану въ горизонталяхъ опредѣляется положеніе сѣти каналовъ. При составленіи проекта орошенія необходимо помнить, что расположеніе канавъ должно быть таково, чтобы на каждую часть площади проводилось опредѣленное для нее количество воды, затѣмъ, площадки между канавами должны имѣть поверхность ровную съ надле-



Фиг. 125.

жающимъ уклономъ, чтобы вода повсюду разливалась равномерно и стекала медленно. Затѣмъ приступаютъ къ расчету размѣровъ канавъ, въ зависимости отъ расхода каждой изъ нихъ. Слѣдуетъ замѣтить, что изъ всѣхъ канавъ сѣти рассчитываются только второстепенныя—распредѣлители, при чемъ размѣры ихъ можно опредѣлять руководствуясь слѣдующей схемой. Пусть площадь  $ABCD$  (фиг. 125) участка приходится на одинъ распредѣлитель  $RS$  и число десятиныхъ этой площади пусть  $=P$ ; затѣмъ, пусть на каждую десятину требуется  $M$  кубич. саж. воды, и пусть поливъ производится въ теченіе  $n$  сутокъ, по  $m$  часовъ въ каждые сутки. Такимъ образомъ секундный расходъ распредѣлителя выразится какъ

$$Q = \frac{M \cdot P}{n \cdot m \cdot 60 \cdot 60} \text{ кубич. саж.}$$

Задавшись [затѣмъ скоростью  $v$  и взявъ соотвѣтствующій уклонъ  $i$ , опредѣляютъ по формулѣ

$$v = c\sqrt{Ri}$$

величину подводнаго радіуса  $R$ , а по формулѣ расхода

$$Q = Fv \quad (\text{см. прилож. № 3})$$

подставивъ  $Q$  и  $v$  (см. выше), а также найденное  $R$ , находятъ всѣ размѣры канавы. Причемъ, однако, эти размѣры распредѣлителя будутъ вѣрны только до перваго, отходящаго отъ него оросителя, затѣмъ размѣры сѣченія распредѣлителя должны соотвѣтственно уменьшаться по мѣрѣ раздачи воды въ оросители. Что касается уклона, то кромѣ опасности размыва, большіе уклоны нежелательны и потому, что при нихъ не такъ равномерно и плавно распредѣляется вода; не слѣдуетъ переходить за 0,002; если же скатъ мѣстности больше этой цифры, то распредѣлитель ведется или съ перепадами или же навскось ската. Въ зависимости отъ характера мѣстности распредѣлители размѣщаются въ раз-



стояніи одинъ отъ другого отъ 60 до 400 сажень, чѣмъ мѣсто положе и ровнѣе, тѣмъ дальше.

Оросительныя каналы отводятся отъ распредѣлителей въ обѣ стороны, и, въ зависимости отъ крутизны ската, на разстояніи отъ 30 до 60 саж. одна отъ другой. Чѣмъ больше сближены горизонталы, тѣмъ рѣже оросители, потому что при отлогомъ склонѣ вода движется медленно и постепенно впитывается въ землю, такъ что, если оросители размѣщены далеко одинъ отъ другого, вода дойдетъ не скоро отъ верхней каналы до нижней; при крутомъ же склонѣ движеніе совершается скорѣе и каналы могутъ быть отдалены больше. Длина оросителей находится въ зависимости отъ разстоянія между распредѣлителями, а такъ какъ это разстояніе колеблется отъ 60 до 400 саж., то слѣдовательно и длина оросителей колеблется отъ 30 до 200 саж. Ширина по дну и глубина имъ дается небольшая, обыкновенно около полуаршина, а уклонъ почти равенъ нулю и не долженъ превышать 0,0005. Такъ какъ изъ оросителей вода поступаетъ непосредственно на нижележащую площадку или переливаясь черезъ край каналы или черезъ дѣлаемые въ ней прорывы, то необходимо, чтобы уровень воды въ каналѣ былъ всегда выше орошаемой площади, т. е. чтобы въ каналѣ не было слоя «мертвой воды». Въ тѣхъ же цѣляхъ распредѣлители, напримѣръ, всегда ведутся въ насыпяхъ и сообщаются съ оросителями заставками; одна устанавливается въ головѣ оросителя *М* (фиг. 21), а другая въ соответствующемъ мѣстѣ распредѣлителя *Н*. При закрытой заставкѣ *Н* и при открытой—*М* вода пойдетъ въ ороситель и обратно, при открытой—*Н* и закрытой—*М* вода идетъ по распредѣлителю. Простѣйшими заставками являются—комъ земли, кусокъ дерна, лопата, воткнутая въ землю поперекъ теченія и проч.—Лучшіе переносные досчатые щиты, а въ большой постоянной сѣти устраиваются и постоянные затворы; для чего въ обѣ стороны отъ каналы пробиваются шпунтовые ряды, а въ отверстіи каналы, между маточныхъ свай, перекрытыхъ насадкою, въ пазахъ ихъ или въ четвертяхъ ходитъ щитъ (*n* фиг. 22).

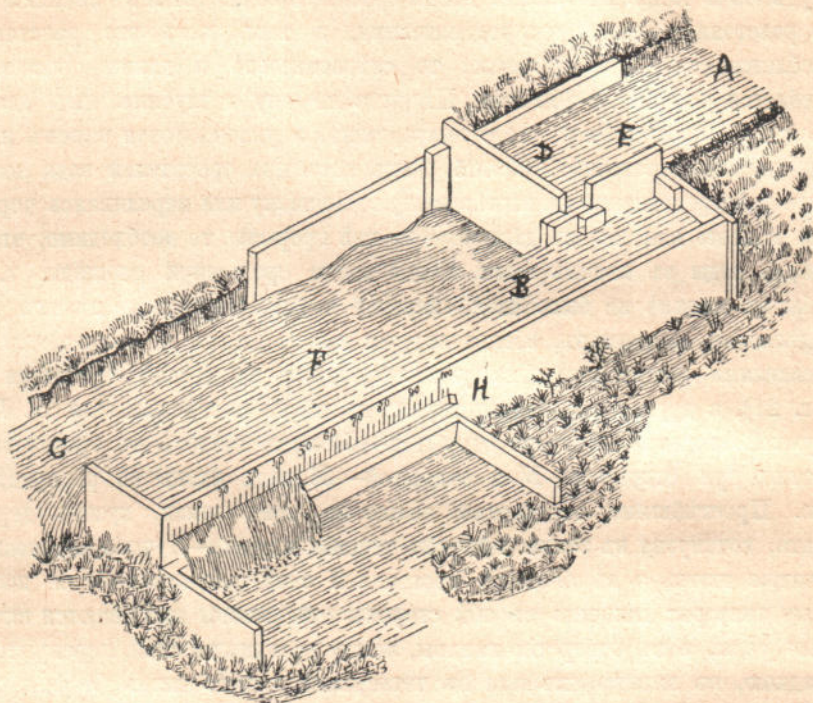
На устройство затворовъ должно быть обращено серьезное вниманіе. Если закрытый щитъ пропускаетъ сквозь себя воду въ каналу, то кромѣ непроизводительной траты ирригаціонной воды, эта вода, наполнивъ ороситель, станетъ выливаться изъ него на нижерасположенную площадь и можетъ произвести ея перемачиваніе (и засолоненіе).

Въ оросительной сѣти, кромѣ оросительныхъ должны быть устроены правильныя сточныя каналы, въ особенности на тяжелыхъ и солончаковыхъ почвахъ для отвода излишка воды съ цѣлью предупредить заболочиваніе и засолоненіе. Эти отводныя каналы проводятся параллельно оросителямъ въ нижнихъ частяхъ поливныхъ площадокъ и имъ дается большой (до 0,01) уклонъ.

Проектируя оросительную сѣть, надо размѣстить и согласовать между собою всѣ ея отдѣльныя части, чтобы получалась полная возможность управлять водою на каждой точкѣ поливного участка. Такъ напр., надо,



чтобы вода изъ главнаго канала попадала прежде всего въ 1-й распре-  
дѣлитель, изъ него сначала въ 1-й ороситель, затѣмъ въ 2-й и т. д.  
послѣ этого вода должна поступать во 2-й распредѣлитель, изъ него  
снова въ 1-ый ороситель, затѣмъ во 2-й и т. д. На пологихъ мѣстахъ  
вода должна идти скорѣе, на скатистыхъ—тише; равно какъ въ мѣстахъ,  
гдѣ поливка заканчивается, вода должна идти тише, чтобы избѣжать  
безполезной потери въ овраги и низины. Въ этомъ заключается главное  
искусство поливки, которымъ долженъ руководиться строитель иррига-  
ціонной сѣти.



Фиг. 126.

Въ томъ случаѣ, когда требуется пропустить опредѣленное количе-  
ство воды, напр., когда водою одного источника пользуются разные лица,  
для учета отпускаемой воды на каналъ устраиваются особия приспособ-  
ленія называемыя *водоизмѣрами*. Одинъ изъ наиболѣе употребительныхъ,  
водоизмѣръ инженера Фуа (фиг. 126). Въ каналъ *A* ставится щитъ *D* и  
щитъ *E*. Вода направляется въ ящикъ *B*, одна изъ стѣнокъ котораго  
имѣетъ прорѣзь *H*, раздѣленный на дюймы; другая противоположная  
стѣнка *F* имѣетъ острую кромку, черезъ которую переливается въ каналъ  
*AC* вода, непрошедшая черезъ отверстіе *H*. Такъ какъ надъ этимъ  
отверстіемъ вода всегда находится подъ одинаковымъ напоромъ, то и  
расходъ черезъ отверстіе постояненъ. Ящикъ *B* дѣлается такой глубины,  
чтобы надъ прорѣзомъ *H* слой былъ всегда въ 4 дюйма, а толщина слоя



переливающейся воды через стѣнку  $F$ —дѣлается въ  $\frac{1}{4}$  дюйма. Помощью задвижки прорѣзь  $H$  можетъ быть увеличенъ или уменьшенъ до требуемой величины.

## § 6. Системы орошенія.

Различаютъ три главныя системы орошенія: 1) орошеніе затопленіемъ, когда вода покрываетъ орошаемый участокъ и стоитъ на немъ неподвижно; 2) орошеніе напускомъ или разливомъ, когда вода тонкимъ слоемъ стекаетъ по поверхности участка и 3) орошеніе подпочвенное—инфильтраціей, когда вода не выступаетъ на поверхность, а пропитываетъ почву въ канавахъ.

Выборъ той или другой системы обуславливается какъ рельефомъ поверхности, такъ и характеромъ почвы (и подпочвы). Если напр., на дугу съ глинистою холодною почвою устроить орошеніе затопленіемъ, когда вода остается на мѣстѣ безъ движенія, то хорошія, сладкія луговые травы пропадутъ и замѣнятся осоками, хвощами и друг. Ясно, что такое орошеніе принесетъ здѣсь только вредъ.

Въ физическомъ отношеніи та почва считается подходящею, которая легко нагрѣвается, хорошо пропускаетъ воздухъ, удерживаетъ необходимое для растеній количество влаги, излишнюю же пропускаетъ; наконецъ, почва не должна быть слишкомъ вязкою, но въ тоже время не должна быть черезъ чуръ рыхлою. Въ химическомъ же отношеніи лучшія почвы тѣ, которыя содержатъ кремнеземъ, глиноземъ, известь, кали и натръ. Наиболѣе подходящи—на которыхъ примѣнимы всѣ системы орошенія, среднія: суглинокъ и супесокъ. Особено большое значеніе имѣетъ ирригація для солончаковъ, такъ какъ поливкой часть соли вымывается изъ почвы и сносится водою, другая же часть растворившись проникаетъ въ глубокіе слои.

*I. Орошеніе затопленіемъ* примѣняется въ мѣстности ровной съ уклономъ не больше 0,002, и состоитъ въ томъ, что разлитая по участку вода остается тамъ въ покоѣ, а затѣмъ частью впитывается въ почву, а частью спускается на сторону.

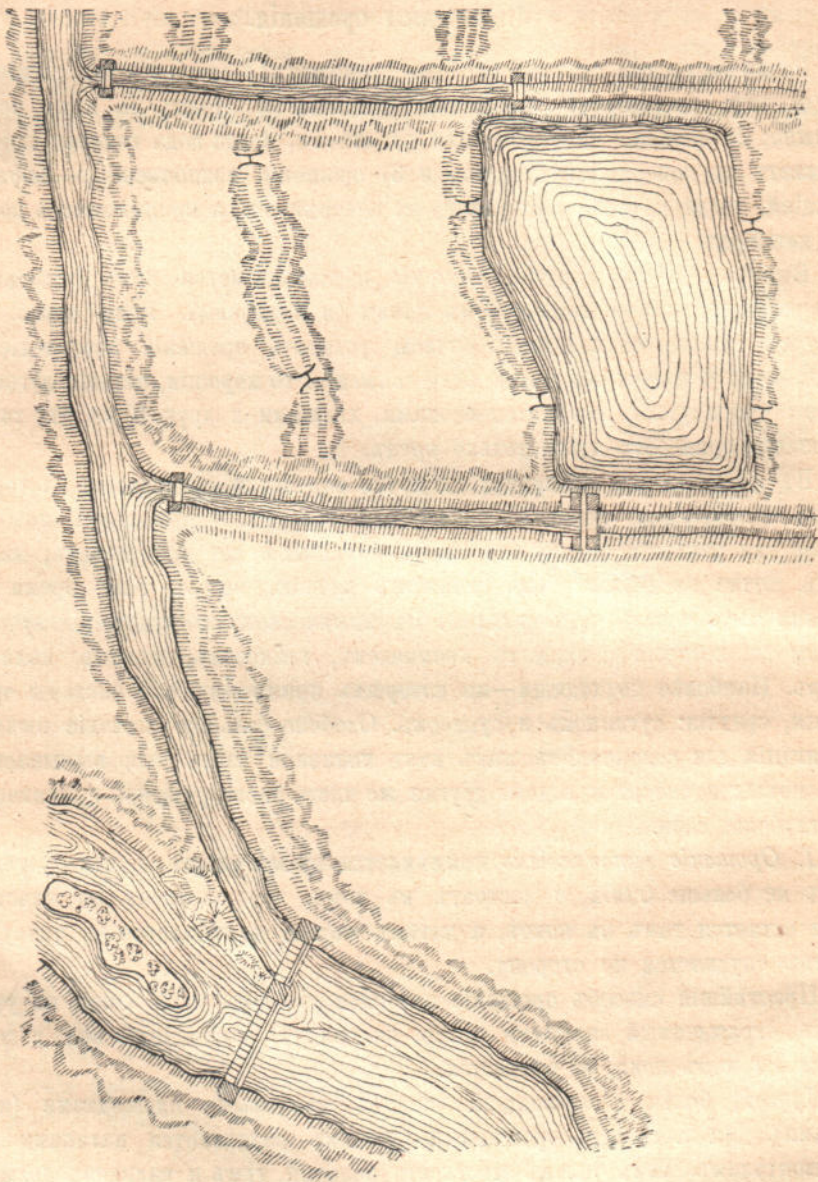
Простѣйшій способъ орошенія затопленіемъ есть тотъ, когда на участокъ, огражденный валиками (напр. на грядку) напускается вода и держится на немъ пока не впитается.

Другой, болѣе совершенный способъ—заливными площадками (или чеками). Для этого весь орошаемый участокъ раздѣляется валиками по горизонталямъ. Чѣмъ уклонъ мѣстности болѣе, тѣмъ и валиковъ должно быть больше. Этимъ обстоятельствомъ объясняется непригодность системы затопленія въ мѣстностяхъ съ уклономъ болѣе 0,002. Гребень валиковъ дѣлается шириною около аршина, а высота имъ дается вершковъ 5—6. Валики при этомъ располагаются такъ, чтобы гребень нижележащаго былъ на одной высотѣ съ подошвою верхняго. Затѣмъ каждая площадка



такими же валиками ограждается съ боковъ. Вода (фиг. 127) напускается въ площадку пока слой у валика не станетъ на вершокъ ниже гребня. На случай переполненія чека (площадки), въ валикѣ прорѣзывается и укрѣпляется широкій (по разсчету) водосливъ въ 1 вершокъ

Фиг. 127.



высоты отверстія. Когда воду надо спустить всю, валикъ прорывается и вода перепускается изъ чека въ чекъ.

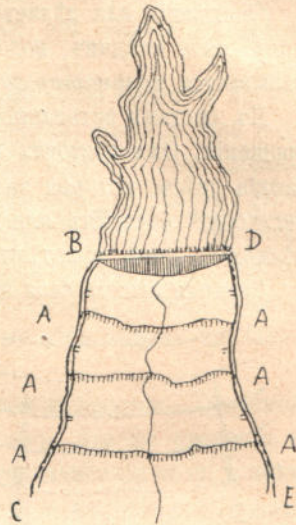
Искусственное затопленіе удобопримѣнимо въ поймахъ небольшихъ рѣчекъ или ручьевъ, для чего поперекъ долины насыпаются дамбы АА (фиг. 128). Въ этомъ случаѣ ручей замѣняетъ собою водоотводную канаву,



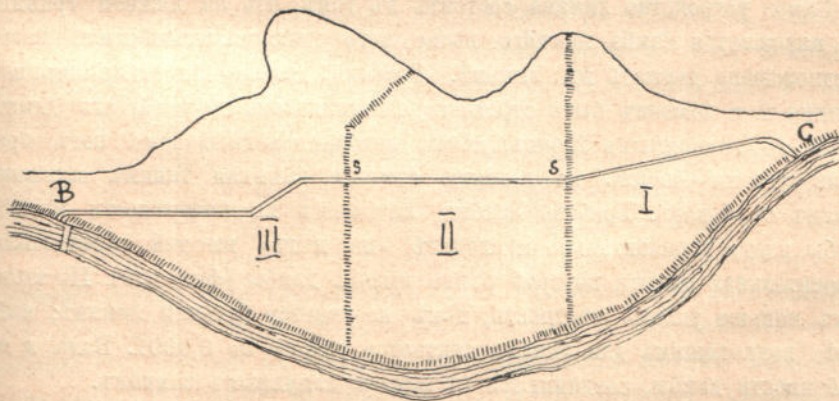
а водопроводныя каналы проводятся по наивысшимъ точкамъ долины *BC* и *DE*. Подобнаго типа пруды у насъ устраиваются въ Курляндіи для цѣлей рыбоводства. Удерживая цѣлый годъ воду въ одномъ или нѣсколькихъ участкахъ, ими пользуются для выращивания рыбы, потомъ вода спускается и участокъ превращается въ лугъ или пахать.

Орошение затопленіемъ пригодно для луговъ съ водопроницаемою почвою. Для этого вдоль рѣки насыпается дамба (фиг. 129), отъ которой отходятъ поперечныя, раздѣляющія лугъ на бассейны. Линія гребня должна идти горизонтально и упираться въ возвышенную часть долины. Самый поливъ производится такъ: водоспускъ *C* закрывается, а водоприемный шлюзъ *B* открывается, тогда вода направляется къ нижнему *I* бассейну и затопляетъ его; послѣ этого запираютъ затворъ *S* и наполняютъ *II* бассейнъ, а затѣмъ и *III*. Вода нѣкоторое время, до достаточнаго увлаженія держится въ бассейнахъ, а потомъ спускается обратно въ рѣку. Такое орошение практикуютъ осенью, послѣ послѣдняго укоса.

Преимущество орошенія затопленіемъ заключается въ простотѣ устройства и въ отсутствіи необходимости наблюденій за равномернымъ распределеніемъ воды по поверхности; недостатокъ же системы въ томъ, что



Фиг. 128.



Фиг. 129.

расходъ воды очень великъ—на  $\frac{1}{3}$  больше нежели въ другихъ системахъ, затѣмъ, растительность при избыткѣ влаги, становится водянистою; валики же затрудняютъ какъ обработку почвы, такъ и уборку растений. Часто затопленіе примѣняется когда является надобность въ искусственномъ увлажненіи почвы рѣчными наносами, для чего напускаютъ мутную воду на орошаемый участокъ и задерживаютъ ее тамъ до тѣхъ поръ, пока иль

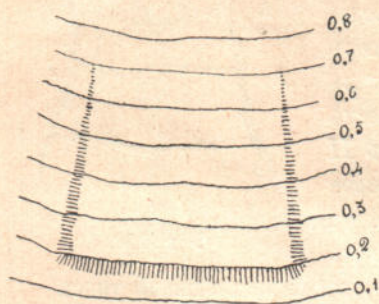


не осадеть; затѣмъ, отстоявшуюся воду осторожно спускаютъ, напускаютъ новой и такъ повторяютъ нѣсколько разъ. При обработкѣ почвы иль перемѣшивается съ землею, улучшая ея качество.

Осажденіе ила дѣлается также съ цѣлью поднятія низкихъ мѣстъ, напр. ямъ, впадинъ, водороннъ, болотъ и проч. Такое заиленіе наносами называется *кольматированіемъ*.

Къ системѣ затопленія относится такъ называемый *лиманный* способъ орошенія. Онъ состоитъ въ томъ, что участокъ затопляется водою отъ таянія снѣга, которая задерживается земляными дамбами, образующими неглубокій бассейнъ или лиманъ. Въ этомъ бассейнѣ вода задерживается нѣсколько дней, а затѣмъ спускается черезъ водоспускъ.

Средняя высота слоя воды въ лиманѣ рекомендуется вершковъ около 12;



Фиг. 130.

тогда на верхней границѣ лимана она равна нулю, а слѣдовательно на нижней— у дамбы будетъ въ  $1\frac{1}{2}$  аршина.

По даннымъ г. Жилинскаго чтобы оросить лиманами одну десятину требуется площадь водосбора въ 40 десятинъ, если уклонъ мѣстности не больше 0,004, а количество зимнихъ осадковъ 50 миллиметровъ, и 25 десятинъ при осадкахъ въ 90 миллим.; если же уклонъ до 0,008, то при осадкахъ въ 50 миллим.

требуется площадь въ 30 дес., а при 90 миллим.—въ 20 дес. и т. д.

Самое устройство лимана состоитъ въ томъ, что на нижней границѣ его насыпается дамба немного выше того максимальнаго слоя, какой предположено держать въ лиманѣ. Гребень дамбы дѣлается шириною аршина 2 и долженъ быть строго горизонтальнымъ по всей его длинѣ. Дойдя до граничныхъ точекъ, дамба поворачиваетъ валами подъ прямыми углами вверхъ по линіямъ скатовъ, замыкая такимъ образомъ лиманъ съ боковъ. Гребень валовъ, начинаясь на поверхности нижней дамбы идетъ горизонтально и сходитъ «на нѣтъ» на той горизонтали, относительная высота которой равна высотѣ дамбы (фиг. 130). По этому чѣмъ меньше уклонъ мѣстности, тѣмъ получается большій лиманъ; наиболѣе подходящимъ для лимана считается уклонъ въ 0,0001. Валы и въ особенности дамбы, соединяются съ землею глинянымъ замкомъ.

Въ дамбѣ устраивается водоспускъ съ затворами; отверстие водоспуска рассчитывается обычнымъ способомъ. Водоспускъ долженъ имѣть прочный флютбетъ и шпунтовую стѣнку подъ порогомъ.

Кромѣ простаго лиманнаго орошенія существуетъ еще ярусное или такъ называемое *орошеніе путемъ дериваціи весеннихъ водъ*. Поверхность участка при этомъ раздѣляется рядами дамбъ на нѣсколько ярусовъ или террасъ такъ, чтобы одна терраса была на  $1\frac{1}{2}$  арш. ниже другой. Въ дамбахъ устраиваются щитовые затворы съ флютбетомъ (или проклады-



ваются трубы). Вода сначала поступаетъ въ верхній лиманъ, изъ него перепускается въ нижележащій; затѣмъ въ третій и т. д., по минованію надобности, вода выпускается въ рѣку или оврагъ. Этотъ способъ напоминаетъ орошеніе чеками, только тамъ вода приводится изъ источника каналомъ, а здѣсь она получается исключительно отъ таянія снѣга на водосборѣ.

При ярусномъ расположеніи лимановъ боковые валы сводятся не «на нѣтъ», а опираются въ дамбу вышележащаго лимана, средней слой воды на площади лимана держится вдвое тоньше чѣмъ при простомъ лиманѣ.

Этотъ способъ хотя и уменьшаетъ площадь лимана, но за то даетъ возможность равномернѣе увлажнить весь участокъ, нежели въ простомъ лиманѣ, гдѣ увлажняется только  $\frac{3}{4}$  всей площади. Къ числу преимуществъ этого способа надо отнести также и то, что вслѣдствіе раздѣленія участка на ярусы, напоръ воды на дамбы слабѣе, почему имъ можно придавать меньшіе размѣры и болѣе простое устройство.

Вообще же лиманное орошеніе самое дешевое и простое. Особенное примѣненіе оно находитъ въ степныхъ сѣнокосахъ. Это же орошеніе съ успѣхомъ примѣняется въ солончакахъ для выщелачиванія соли, а также и для улучшенія песчаныхъ почвъ. Главный же недостатокъ лиманнаго орошенія заключается въ томъ, что почва увлажняется всего одинъ разъ и при чемъ весной, т. е. въ такой періодъ, когда въ почвѣ еще не тронуты запасы зимней влаги.

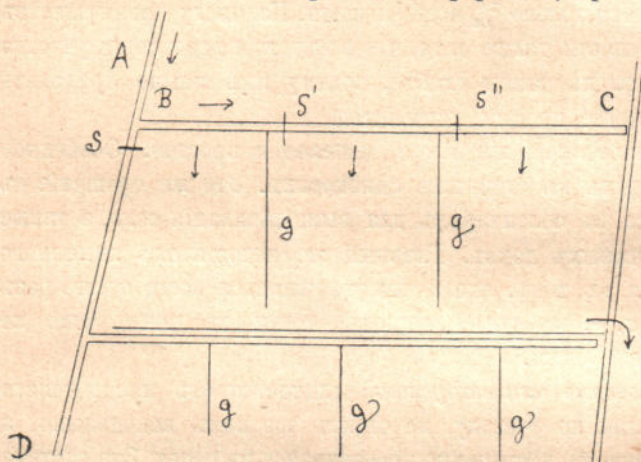
II. *Орошеніе разливомъ или напускомъ* отличается отъ предыдущаго тѣмъ, что вода разлитая по участку, не стоитъ на немъ неподвижно, а медленно течетъ по наклону, постепенно просачиваясь въ почву. Эта система требуетъ вниманія при поливкѣ и тщательности въ устройствѣ. Поливная площадь должна быть спланирована, бугры сръзаны, ямы и впадины засыпаны, каналы и валики должны быть исполнены аккуратно и уклоны должны быть выражены правильно и ясно.

Орошеніе разливомъ можетъ быть примѣнено при большомъ (до 0,02) уклонѣ мѣстности и производится двоякимъ способомъ: 1) когда вода пускается по участку *сплошнымъ* тонкимъ и равномернымъ слоемъ и 2) когда вода протекаетъ отдѣльными струями по бороздкамъ. Въ первомъ случаѣ вода изъ главнаго канала поступаетъ въ распредѣлитель *AD* (фиг. 131) и задержанная здѣсь затворомъ *S*, направляется по оросителю *BC*, который въ точкѣ *S'* перегораживается щитомъ. Изъ оросителя вода выпускается на участокъ или черезъ прорѣзы, дѣлаемые лопатой, или прямо переливается черезъ край канавы, который для этой цѣли скашивается полого по направленію къ участку. Чтобы вода разливалась болѣе равномерно, отъ оросителя вдоль по скату дѣлаютъ валики *g* черезъ 2—5 саж. одинъ отъ другого. Когда часть площади, ограниченной валикомъ полита, тогда щитъ переносятъ на слѣдующую точку *S''*, и такъ постепенно поливаютъ весь участокъ, обслуживаемый оросителемъ *BC*, послѣ чего затворъ *S* переносятъ дальше, воду пропускаютъ



въ нижерасположенный ороситель и т. д. Излишняя, не впитавшаяся въ почву вода стекаетъ въ нижележащій ороситель или же въ особую, расположенную по низовымъ точкамъ отводную канаву. Способъ этотъ съ успѣхомъ примѣняется въ лугахъ или поляхъ, засѣянныхъ травами, корни которыхъ скрѣпляютъ почву и предохраняютъ ее отъ размыва. Для другихъ же растений, при значительномъ уклонѣ, а также при легкой почвѣ этотъ способъ не примѣнимъ \*).

Болѣе совершеннымъ способомъ разлива является орошеніе по бороздкамъ. Участокъ также покрывается сѣтью канавъ распредѣлительныхъ *R* (фиг. 132) и оросительныхъ *O*, отъ которыхъ отходятъ бороздки *b*. Чтобы не дѣлать въ оросителѣ прорѣзовъ, противъ каждой борозды



Фиг. 131.

проводить параллельно съ нимъ вспомогательную канаву *W*, куда и поступаетъ вода изъ оросителя, а изъ этой канавы уже въ борозды. Вспомогательная канава, какъ временная, просто проводится плугомъ, а потомъ бока ея обравниваются лопатою: глубина ей

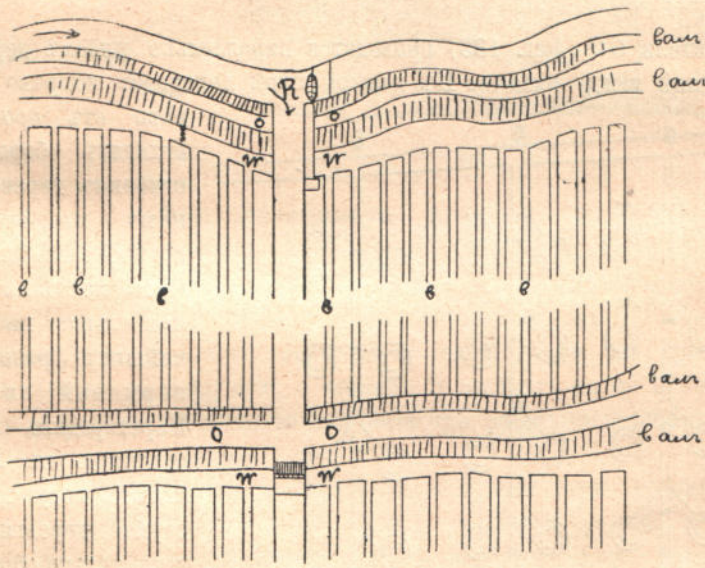
дается вершковъ 5, а ширина по верху вершковъ въ 8. Отъ этой канавы, послѣ того какъ сдѣланъ посѣвъ, проводятъ между рядами окучникомъ бороздки черезъ 8—12 вершковъ. Глубина бороздокъ должна соответствовать глубинѣ корней растений приблизительно вершка  $1\frac{1}{2}$ —2. Ширину имъ даютъ по верху вершка 4, а уклонъ отъ 0,005 до 0,01. Изъ вспомогательной канавы вода попадаетъ въ бороздки постепенно, для чего край канавы разгребаεται, противъ каждой бороздки, ставится лопата и вода идетъ въ бороздку медленно пропитывая гребни; иногда чтобы сильнѣе увлажнить промежутокъ между бороздками, лопатю перегораживаютъ путь водѣ и заставляютъ ее разлиться по верху.

Луга также орошаются разливомъ, для чего какъ и при орошеніи затопленіемъ лугъ раздѣляется поперечными дамбами на бассейны (фиг. 129) и отдѣляется отъ рѣки продольною дамбою. Отличіе отъ затопленія состоитъ въ томъ, что вода протекая по бассейнамъ слоemъ въ 2 вершка, находится въ постоянномъ движеніи, вслѣдствіе чего, луга постоянно

\*) Неудобство этого способа для культуръ съ взрыхленною почвою заключается еще и въ томъ, что послѣ поливки сплошнымъ слоemъ часто образуется корка.



получаютъ свѣжую воду, богатую раствореннымъ въ ней кислородомъ, почему развитіе растений и окисленіе питательныхъ веществъ происходитъ поливѣ чѣмъ при стоячей водѣ. Порядокъ поливки сходенъ съ описаннымъ на стр. 133; сначала заполняется нижній I бассейнъ, затѣмъ—II-й, наконецъ—III-й. Послѣ того, какъ III бассейнъ будетъ достаточно увлажненъ, вода вновь напускается въ тотъ же III бассейнъ, наполняетъ его, поднимается слоемъ въ 2 вершка и тогда переливается во II бассейнъ (для чего въ дамбахъ устраиваются перепады), также наполняетъ его, переливается въ I бассейнъ, а изъ него уже выпускается въ рѣку. Такое движеніе воды совершается по мѣрѣ надобности и въ зависимости отъ видовъ луговыхъ травъ часа 3—4.



Фиг. 132.

III. Система подпочвеннаго орошенія—инфильтраціей. Если вода несетъ много ила, а растенія должны быть политы чистою водою; или же если горизонтъ оросительной воды находится ниже поверхности земли,—мѣстность прорѣзывается рядами канавъ, въ которыя напускается вода. Просачиваясь черезъ дно и стѣнки канавъ и нигдѣ не выступая на поверхность, вода смачиваетъ подпочву и поднимается къ верхнимъ слоямъ силою волосности. Задача подпочвеннаго орошенія заключается въ томъ, чтобы на пространствѣ между канавами не было бы мѣста съ влажностью меньшею 12% (эта влажность является предѣльною для успѣшнаго развитія растительности).

Горизонтъ воды въ канавахъ держится отъ поверхности ниже того слоя почвы, гдѣ развивается главная масса корней. Эта система наиболѣе подходяща для луговъ, гдѣ тѣ же канавы въ сырое дождливое



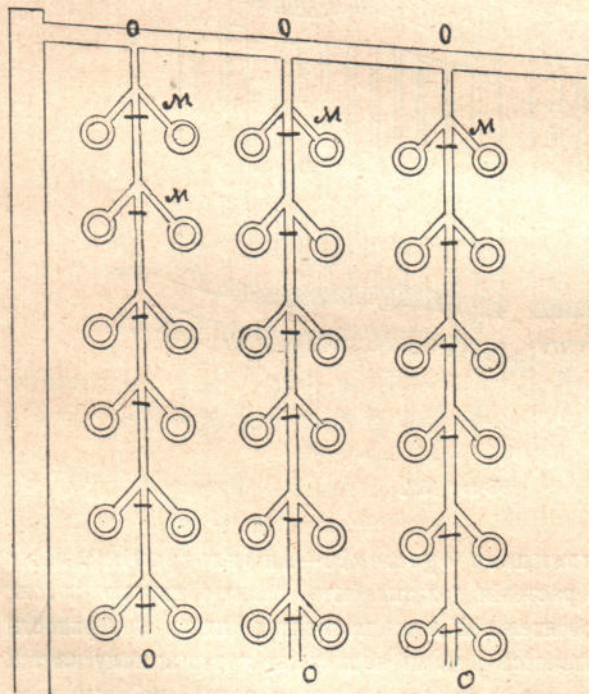
лѣто являются осушительными, при чемъ на лугахъ вода можетъ стоять въ канавахъ почти до самой бровки.

Вода примѣняется или стоячая или проточная. Въ первомъ случаѣ каналы ведутъ по горизонталямъ; вода напускается до опредѣленной глубины и держится сутокъ — двое, а потомъ спускается на сторону. Если же примѣняется вода текучая, то каналы проводятся по скату наискось, чтобы дать водѣ очень медленное движеніе.

Разстояніе между канавами дѣлается въ 1—2 саж. и болѣе, это зависитъ главнымъ образомъ отъ свойствъ почвы и въ каждомъ частномъ случаѣ должно быть опредѣляемо опытнымъ путемъ по содержанію влажности.

### Орошеніе фруктовыхъ садовъ.

Оросители *ОО* (фиг. 133) проводятся параллельно рядамъ деревьевъ по серединѣ между рядами. Къ каждой парѣ деревьевъ направо и на-



Фиг. 133.

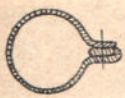
лѣво отъ оросителей отходятъ борозды и огибаютъ дерево кольцомъ по очертанію кроны, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ находится наибольшая масса тончайшихъ развѣтлений корневой системы. Перегородивъ шитомъ ороситель въ *M*, пускаютъ воду сразу къ двумъ деревьямъ, и, какъ только образуется водяное кольцо, боковые борозды заваливаются землею, а шить переносится къ слѣдующей парѣ деревьевъ. Если на поливку употребляютъ холодную колодезную воду, то

прежде чѣмъ пустить къ деревьямъ надо ее сначала выдержать въ какомъ нибудь резервуарѣ.

Способъ этотъ требуетъ подходящаго рельефа и большого количества воды поэтому примѣнимъ не всегда. По большей части сады поливаются изъ трубъ проведенныхъ подъ землею съ кранами въ различныхъ частяхъ сада. Къ кранамъ привинчивается рукавъ, по которому вода поступаетъ къ дереву. Само собою разумѣется, что вода должна нахо-



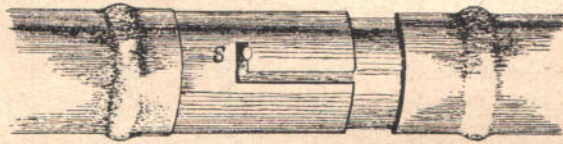
дятся под напоромъ, для чего резервуаръ устанавливается выше самой высокой точки сада. Дорого стоящія желѣзныя трубы съ успѣхомъ замѣняются подвижными брезентными рукавами. Рукава эти инженеръ Сладковъ рекомендуетъ дѣлать такъ. Брезентъ рѣжется на полосы шириною вершковъ въ 5. Крайнія полосы имѣютъ кромку и складываются такъ какъ на фиг. 134, а полосы вырѣзанныя въ серединѣ складываются по фиг. 135 и затѣмъ крѣпко прошиваются дратвою. Части рукава соединяются втулками, для чего изъ плотного листового желѣза дѣлается трубка длиною въ 4 вершка, а діаметромъ одинаковымъ съ діаметромъ рукава; на одномъ концѣ трубки дѣлается утолщеніе, на которое надѣ-



Фиг. 134.



Фиг. 135.



Фиг. 136.

вается рукавъ и крѣпко привязывается шпагатомъ; на другомъ концѣ трубки дѣлается прорѣзъ въ видѣ буквы Г (фиг. 136). Для другого конца рукава дѣлается такая же трубка, только вмѣсто прорѣза имѣется на концѣ шпикъ *S*. Діаметръ этой трубки наружный долженъ соответствовать діаметру внутреннему предыдущей, такъ, чтобы эта трубка свободно вошла въ предыдущую, а шпикъ *S* прошелъ бы по Г—образному прорѣзу. Для герметичности втулка раза три обертывается брезентомъ и туго обматывается бечевою.

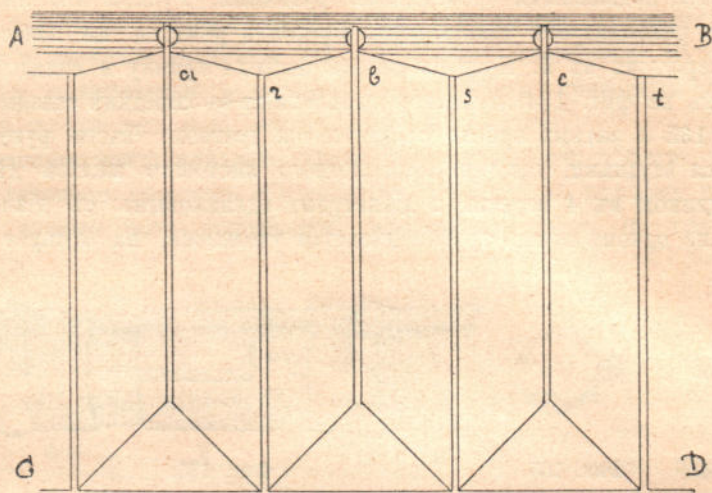
Посредствомъ рукавовъ поливать деревья надо также водяными кольцами расположенными по линіи кроны; нельзя допускать чтобы вода касалась шейки дерева, потому что въ этомъ мѣстѣ кора размягчается, а затѣмъ подѣйствіемъ солнечныхъ лучей быстро высыхаетъ, растрескивается и на ней образуются ранки.

### Орошеніе двускатными гребнями.

Самый совершенный, но и самый дорогой по устройству, а потому и рѣдко примѣняющійся способъ орошенія посредствомъ двускатныхъ гребней встрѣчается изрѣдка въ огородахъ. Для этого поверхность земли обдѣлывается въ формѣ двускатныхъ крышъ (фиг. 137). Оросительныя канавки *a, b, c* проводятся по верху гребней, вода изъ распределителя *AB*, переполнивъ эти канавки, переливается черезъ край и течетъ по наклону плоскостей, а затѣмъ собирается въ водоотводныя канавы *r, s, t* и потомъ стекаетъ въ общій коллекторъ *CD*. Оросители дѣлаются вершковъ



8 шириною и вершка 4 глубины. Поперечный уклон грядь дѣлается тѣмъ большій, чѣмъ рыхлѣе грунтъ, линия же гребня по длинѣ должна



Фиг. 137.

быть совершенно горизонтальною. Длина грядь доходить до 20 сажень, а ширина меньше 2 саж. не дѣлается.

### § 7. Производство орошенія.

Количество воды, потребное для орошенія участка, находится въ зависимости отъ метеорологическихъ факторовъ, отъ характера почвы и подпочвы, отъ времени года, отъ системы орошенія, отъ способа обработки почвы и вида ея поверхности, наконецъ, отъ рода воздѣлываемыхъ растений.

Наиболѣе подходящимъ временемъ года для поливки является лѣто, отъ мая до сентября. Необходимо знать, что орошеніе въ періодъ цвѣтенія и оплодотворенія скорѣе приноситъ вредъ, нежели пользу. Хлѣба лучше всего поливать передъ началомъ кушенія; вторичный поливъ во время колошенія хотя и поднимаетъ урожай, но очень незначительно, и вообще если поле было хорошо полито весною, то оно не только уже не нуждается во второмъ поливѣ, но послѣдній нерѣдко приноситъ вредъ. Объясняется это потребностью растений въ водѣ, главнымъ образомъ, въ первый періодъ роста, — до кушенія, которое къ тому же совпадаетъ съ тѣмъ временемъ года, когда запасы зимней влаги въ почвѣ истощаются. Что касается часовъ дня, то лучшими признаются ранніе утренніе и поздніе вечерніе, причемъ лучшая погода — теплая, тихая, пасмурная, но не ясная и не холодная.

Количество воды, затрачиваемой на одинъ поливъ, принято считать



величиною постоянною. Если бы нужно было усилить орошеніе участка, то увеличиваютъ число поливовъ, но не количество воды въ одномъ поливѣ.

Пусть на орошеніе одной десятины поля употреблено 400 куб. саж. въ два приема, считая при этомъ лѣтній растительный періодъ продолжающимся 3 мѣсяца; тогда секунднй расходъ воды будетъ

$$Q = \frac{400}{60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 3} = 0,00005 \text{ куб. саж.}$$

Слѣдовательно, если бы весь участокъ состоялъ изъ одной десятины и если бы поливка производилась въ теченіе трехъ мѣсяцевъ непрерывно, то главный водопроводный каналъ долженъ былъ бы пропускать только этотъ (0,00005) расходъ, но такъ какъ все количество оросительной воды употребляется за два приема (иногда и за одинъ), то размѣры канала естественно увеличиваются, даже для той же площади въ 1 десятину. Рѣшимъ такой вопросъ: каковы должны быть размѣры водопроводнаго канала, чтобы можно было оросить 42 десятины, считая на одинъ поливъ одной десятины 100 куб. саж.? Всего на 42 десят. потребуется воды:

$$100 \times 42 = 4200 \text{ куб. саж.}$$

Считая рабочій день въ 12 часовъ и предполагая, что вся поливка будетъ продолжаться 10 дней, получаемъ расходъ воды въ часъ

$$4200 : (12 \times 10) = 35 \text{ куб. саж.}$$

а въ секунду.

$$\frac{35}{60 \cdot 60} = \text{около } 0,01 \text{ куб. саж.}$$

Итакъ расходъ водопроводнаго канала долженъ быть около 0,01 куб. саж. Для практическихъ цѣлей расчетъ надо вести съ запасомъ. Взявъ запасъ въ 10% получимъ секунднй расходъ  $Q$  канала 0,011 куб. саж. (около 9 ведеръ).

Задавшись затѣмъ скоростью въ 1 футъ (0,143 саж.), которая соответствуетъ уклону около 0,0002, находимъ живое сѣченіе

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{0,011}{0,143} = 0,077$$

и тогда, пользуясь табличкой (см. прил. № 2), находимъ для полукоренныхъ откосовъ

$$\text{Глубину воды въ каналѣ} = 0,689 \sqrt{F} = 0,19 \text{ саж. (ок. 10 верш.)}$$

$$\text{Ширина по дну} = 0,417 \sqrt{F} = 0,12 \text{ саж. (ок. 6 верш.)}$$

Относительно количества воды для одного полива мнѣнія расходятся. Въ большинствѣ странъ, производящихъ орошеніе, за среднюю норму



принято считать около 100—150 куб. саж. на десятину. Однако же, нѣкоторые агрономы \*) считаютъ достаточною поливку на каждую кв. саж. въ 10 ведеръ, т. е. всего около 30 куб. саж. на десятину. Эта цифра, соотвѣтствующая всего около 30 миллим. осадковъ, должна быть признана слишкомъ малою. Нѣкоторымъ показателемъ количества воды, нужной для орошенія, является величина осадковъ, выпадающихъ въ данной мѣстности въ наиболѣе урожайный годъ. Взявъ разницу въ осадкахъ между урожайнымъ и неурожайнымъ годами, найдемъ то количество, которое надо добавить къ выпадающей водѣ. Къ сожалѣнію, связь между количествомъ осадковъ и высотой урожая до сихъ поръ еще почти совершенно не выяснена. Осадки вліяютъ на растенія не прямо, а черезъ почву; почва же увлажняется дождями въ зависимости отъ ея характера, физическаго ея состоянія, отъ рельефа поверхности, отъ того или иного растительнаго покрова, отъ температуры, отъ продолжительности дождя, отъ времени выпаденія и отъ многихъ другихъ причинъ.

Если орошеніе производятъ изъ пруда, то для опредѣленія его емкости, какъ запаснаго резервуара, надо принимать въ соображеніе испареніе воды съ поверхности, затѣмъ фильтрацію дна и стѣнокъ, какъ пруда, такъ и канавъ и грунта, по которому сбѣгаетъ вода. Величины этихъ потерь, въ большинствѣ прудовъ, выражаются пониженіемъ уровня въ теченіе лѣта на 1 арш. Такимъ образомъ запасъ воды въ прудѣ надо считать не менѣе 400—500 куб. саж. на десятину. Считая же, что 1 десятина площади водосбора дастъ 80—100 куб. саж. воды, для 1 дес. посѣва надо имѣть 4—5 десятинъ стока. А чтобы хозяйство не подвергалось случайности вродѣ того, что снѣговой воды въ прудѣ можетъ не хватить въ засушливое лѣто, слѣдуетъ имѣть въ распоряженіи не менѣе какъ двухлѣтній запасъ воды, т. е. на каждую десятину поливной площади надо строить прудъ съ запасомъ до 1,000 куб. саж. воды.

Изъ практики оросительнаго дѣла въ тѣхъ странахъ, гдѣ уже давно существуетъ ирригація, выведено слѣдующее соотношеніе между различными культурами и поливкой.

1) Зерновые хлѣба принадлежатъ къ числу растеній съ малымъ испареніемъ и требуютъ сравнительно немного воды. Лучше всего ихъ орошать по бороздкамъ или разливомъ. Озимые обыкновенно орошаются 2 раза, рѣдко — 3 \*\*). Первую поливку дѣлаютъ съ осени, если сухая погода, сейчасъ послѣ посѣва, если же погода влажная и всходы появились своевременно безъ поливки, всетаки ихъ надо полить для лучшаго кущенія. Осеннюю поливку надо закончить до начала заморозковъ и, во всякомъ случаѣ, не позже 15 сентября. Второй разъ озимые поливаютъ весною, въ первой половинѣ мая, пока еще растеніе

\*) Д. Бурлюкъ, Земледѣльч. Газета, 1904 г. № 52.

\*\*\*) На Кавказѣ до 5 разъ.



не выкинуло стрѣлки. На поливъ, смотря по мѣстности, расходуется 100—120—150 куб. саж. Для яровыхъ хорошо полить поле съ осени, когда оно вспахано подъ зябь и оставлено въ глыбахъ, а весною полить одинъ разъ, въ сухіе годы — два, но не больше. Лучшее время для поливки — вторая половина мая, когда всходы кустятся, когда они верхка 2—3, не больше 4; и закончить поливку надо до наступленія колошенія. Количество воды на поливъ также около 100—150 куб. саж.

2) Свекла поливается по бороздкамъ, причѣмъ вода не должна подходить къ шейкѣ растенія и гребни должны быть сухи. При сухой погодѣ поливають первый разъ послѣ посѣва, а второй — послѣ прорывки, эта поливка самая важная. Орошеніе надо закончить въ іюнѣ, потому что поливка въ іюлѣ понижаетъ сахаристость. На поливъ расходуется 80—100 куб. саж.

3) Картофель поливается раза 2, по бороздкамъ, оставляя сухими гребни. На поливъ — 80 куб. саж.

4) Кукуруза, конопля и ленъ — по бороздкамъ, разъ 8, на поливъ — 50—60 куб. саж.

5) Травы — клеверъ и люцерна поливаются заливными площадками (чеками). Люцерна поливается въ зависимости отъ числа укусовъ, послѣ каждаго изъ нихъ, но не раньше какъ люцерна отойдетъ, т. е. дасть новые листочки; поливъ раньше можетъ погубить всю траву. Вообще люцерна очень чувствительна къ поливу и держать ее подъ водою больше 3 часовъ нельзя. На каждый поливъ расходуется до 80 куб. саж. Клеверъ поливается столько разъ, сколько онъ косится, и на каждый поливъ расходуется до 100 куб. саж.

Въ огородахъ орошеніе ведется или затопленіемъ, или по бороздкамъ или же двускатными гребнями. Не всѣ огородныя растенія одинаково водолюбивы; есть между ними такія, которыя не выносятъ непосредственнаго соприкосновенія съ водою, напримѣръ, огурцы, дыни, картофель, капуста; такія растенія нельзя и поливать затопленіемъ. Огороды поливаются часто, отъ посѣва и почти до уборки. Въ общей суммѣ расходъ воды доходить до 600 куб. саж. на десятину за весь періодъ.

7) Сады поливаются раза 3 (въ Крыму разъ 7), расходуя на поливъ канавками до 50 куб. саж. за разъ; трубами — значительно меньше. Хорошо хоть разъ полить съ осени, а весеннюю поливку надо прекратить до цвѣтенія.

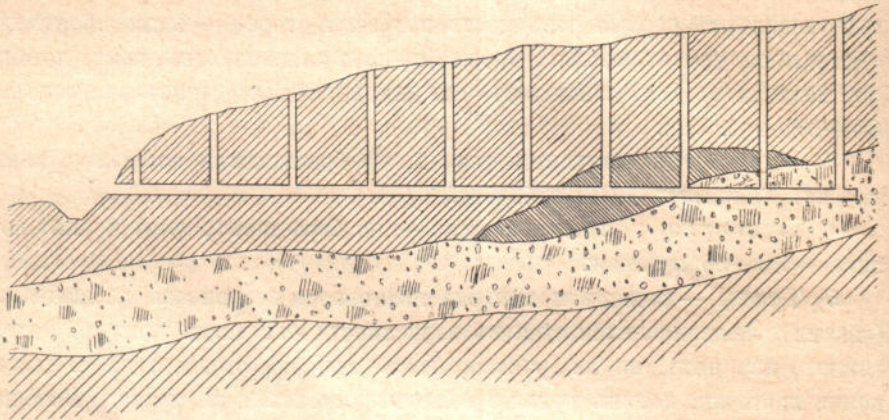
8) Луга создаются орошеніемъ и качество луга находится въ прямой зависимости отъ степени его орошаемости, поэтому для орошенія луговъ требуется гораздо больше воды, чѣмъ для пахатныхъ полей. Слѣдуетъ луга поливать какъ до уборки, такъ и послѣ нея, но какъ прекращать орошеніе надо за недѣлю до сѣнокоса, такъ и возобновлять поливъ — спустя недѣлю послѣ сѣнокоса. На поливъ расходуется около 100 куб. с.



## § 8. Кяризы.

Совершенно въ сторонѣ отъ разсмотрѣнныхъ ирригаціонныхъ устройствъ стоятъ гидротехническія сооруженія, устраивающіяся въ цѣляхъ орошенія и водоснабженія туземцами Средней Азіи и Закавказья и называющіяся кяризами.

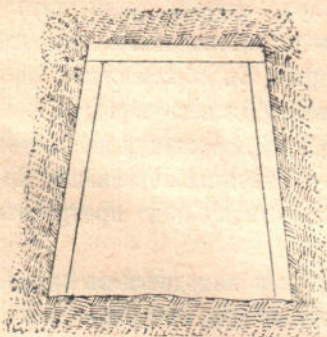
Это рядъ колодцевъ, прорытыхъ по линіи ската и соединенныхъ между собою подземною галлереею. Колодцы роются для вентиляціи и для подъема выбранной изъ галлерей земли, а галлерей служатъ для со-



Фиг. 138.

бирания и проведенія подпочвенной воды, такъ что однимъ концомъ галерея входитъ въ водоносную породу, а другимъ выходитъ на дневную поверхность въ канаву (арыкъ) (фиг. 138).

Колодцы роются на разстояніи отъ 2 до 20 саж., — чѣмъ тверже грунтъ и чѣмъ опытнѣе рабочіе, — тѣмъ рѣже.



Фиг. 139.

Галлерей кяризовъ дѣлаются не выше  $1\frac{1}{2}$  арш. и не шире 9—10 вер. съ уклономъ 0,002 до 0,005.

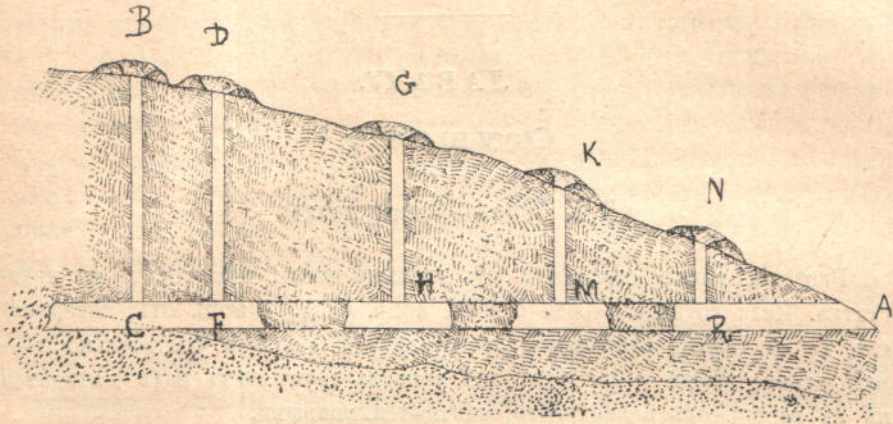
Первый отъ устья колодезь долженъ имѣть глубину не менѣе  $2\frac{1}{2}$  арш., потому что, кромѣ высоты галлерей въ  $1\frac{1}{2}$  арш., надо надъ нею оставить цѣликъ, толщиною не менѣе 1 арш., во избѣжаніе обваловъ.

Если галерея проходитъ въ мягкихъ, не прочныхъ породахъ, то для предохраненія ея отъ обрушенія примѣняется крѣпленіе изъ дверныхъ окладовъ (фиг. 139), которые ставятся одинъ около другого, почти безъ промежутковъ, чтобы получилась сплошная крѣпь.

Работа кяриза, въ общихъ чертахъ, ведется такъ. Въ точкѣ *B* (фиг. 140) роется колодезь *BC* до водоноснаго горизонта, заранѣе опре-



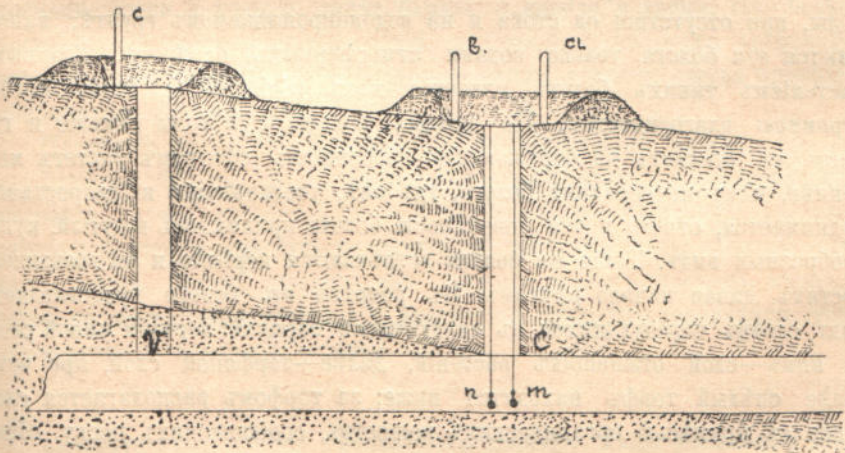
дѣленнаго. Отступивъ отъ перваго колодца вправо сажень на 10—15, роютъ другой *GH*, а въ 2-хъ саженяхъ отъ *B* роютъ третій колодезь *DF*. Какъ второй, такъ и третій колодцы не доводятъ до водоноснаго пласта, а даютъ имъ такую глубину, чтобы дно ихъ соответствовало намѣчен-



Фиг. 140.

ному уклону 0,002 или 0,005. Такъ роются и слѣдующіе колодцы *KM* и *NR*, послѣ чего приступаютъ къ работѣ галлерей въ ея водопроводной части *CA*.

Для опредѣленія направленія галлерей подъ землею, поступаютъ слѣ-



Фиг. 141.

дующимъ образомъ. Ставятъ три вертикальныхъ шеста *a*, *b* и *c* (фиг. 141) въ одну линію. Между шестами *a* и *c* укрѣпляютъ рейку и отъ нея на дно колодца опускаютъ шнуры съ отвѣсами *m* и *n*. Линія *mn* опредѣляетъ рабочему направленіе галлерей. Работа ведется встрѣчными забоями, т. е. одинъ рабочій подвигается со стороны *H* (фиг. 140), а дру-



гой — со стороны *M*, пока оба не встрѣтятся, причемъ, подвигаясь впередъ, рабочій долженъ видѣть позади себя свѣтъ отъ колодезя. Въ водосборной части галереи *VC* работа идетъ однимъ забоемъ, т. е. впередъ, такъ какъ иначе мѣшала бы притокъ воды.

## ГЛАВА IV.

### Осушеніе.

#### § 1. Заболачиваніе почвы.

Растенія также страдаютъ отъ избытка влаги, какъ и отъ ея недостатка. Если грунтовая вода близка, напр. около 1 арш. отъ поверхности, то на поляхъ появляются представители болотной растительности — мхи, осоки, хвощи и др. Луга, гдѣ уровень грунтовыхъ водъ находится на 12 вершк. отъ поверхности, считаются мокрыми.

Заболачиваніе почвы происходитъ отъ загниванія органическихъ остатковъ; въ почву, напитанную водою, не проникаетъ воздухъ, процессы окисленія приостанавливаются, болотныя растенія: верески, мхи, осоки, камыши отмираютъ и разлагающіяся части ихъ, подвергаясь медленному гніенію въ водѣ, образуютъ углеродистую массу — торфъ.

Болота по ихъ происхожденію раздѣляются на надводныя и подводныя. Надводное болото образуется въ низинахъ и впадинахъ, вслѣдствіе застоя воды, при отсутствіи ея стока и на водонепроницаемомъ грунтѣ; наполняются эти болота только водами атмосферныхъ осадковъ. Главнымъ растеніемъ такихъ болотъ является мохъ (*Sphagnum*), отличающійся огромною влагоемкостью. По краямъ болота, гдѣ воды меньше и гдѣ часть ея стекаетъ на окружающую поверхность, сфагнумъ растетъ медленнѣе, чѣмъ по серединѣ болота, гдѣ онъ, увеличиваясь и разрастаясь, поднимается, отчего и вся поверхность болота принимаетъ вздутый, куполообразный видъ. Такія же болота встрѣчаются нерѣдко и на возвышенностяхъ, давая начало рѣчкамъ. Въ разрѣзѣ это болото представляетъ рядъ слоевъ, чередующихся въ слѣдующемъ порядкѣ: верхній живой слой, за нимъ — слой отжившихъ растений, далѣе — торфяной слой, при чемъ болѣе спѣлый торфъ находится ниже; за торфомъ располагается слой песка съ примѣсью органическихъ веществъ, сообщающихъ песку сѣро-свинцовый цвѣтъ; затѣмъ находится ортштейнъ \*) и все подстилается свѣтложелтымъ пескомъ. Иногда песокъ и ортштейнъ отсутствуютъ, и ниже торфа залегаетъ илъ, а подъ нимъ свинцево-сѣрая, вязкая глина.

\*) Ортштейнъ представляетъ изъ себя камень, образовавшійся отъ цементовки перегноемъ и окисью желѣза песчинокъ. Онъ вполне не проницаемъ для воды, бываетъ до того твердъ, что его не беретъ лопата, но на воздухѣ быстро вывѣтривается. Подъ ортштейномъ всегда находится песчаный грунтъ.



Моховые торфяники, обладающіе большою влагоемкостью, очень трудно поддаются осушенію; наиболѣе подходящими для этой работы являются такія, у которыхъ сфагновый слой не больше 1 аршина и если онъ подстилается луговымъ торфомъ или почвою.

Подводныя травяныя болота встрѣчаются вдоль рѣкъ съ излучистымъ тихимъ теченіемъ. Лежатъ они выше уровня рѣки, такъ что вода попадаетъ въ болото только въ половодье, но стечь въ рѣку обратно не можетъ, будучи отдѣлена отъ рѣки какимъ-нибудь незначительнымъ бугромъ. Заболачиваніе начинается съ появленія камышей, осоки, ситника, рогозы и проч.; скорость теченія рѣки уменьшается и еще болѣе способствуетъ развитію болотныхъ растеній, отмершіе остатки которыхъ являются матеріаломъ для образованія торфа. Влагоемкость такихъ луговыхъ или травяныхъ торфяниковъ значительно меньшая, чѣмъ надводныхъ болотъ, поэтому и осушеніе ихъ достигается легче. Заболачиваніе рѣчныхъ поймъ можетъ быть прекращено расчисткою рѣки или спрямленіемъ извилистаго русла. Первоначально же и самую простую мѣрою борьбы съ заболачиваніемъ является скашиваніе водяныхъ растеній, затрудняющихъ теченіе.

Если озеро не имѣетъ стока, то оно также превращается въ болото. Торфообразовательная растительность въ такомъ болотѣ прежде всего появляется у береговъ. Середина обыкновенно бываетъ покрыта листьями бѣлой кувшинки и сюда надвигаются съ береговъ корни водяныхъ сочныхъ растеній, увеличивая постепенно толщину коры. На поверхности такого болота появляется сначала мохъ и трава, затѣмъ, съ теченіемъ времени, осоки и клюква, далѣе береза, а иногда и сосна. По большей части грунтъ такихъ болотъ зыбкій, трясущийся; въ нихъ встрѣчаются очень опасныя оконца, не заросшія вплотную и только слегка прикрытыя обманчивою зеленью.

Подобныя же болота образуются и по заглохшимъ русламъ рѣкъ.

Глубина болотъ, т. е. вертикальное разстояніе отъ поверхности до твердаго грунта доходитъ до 5 и болѣе сажень. О степени глубины и густоты болота можно отчасти судить по растительности; противъ глубокихъ мѣстъ болото обыкновенно покрыто однимъ желтымъ мхомъ, по мѣрѣ же уменьшенія глубины и увеличенія густоты появляются травы, кустарники и наконецъ деревья.

Осушительныя работы преслѣдуютъ двоякую цѣль: увеличеніе полезной площади земли съ одной стороны и улучшеніе санитарныхъ условій—съ другой. Какъ та, такъ и другая цѣль осуществляются двумя способами: 1) осушеніемъ открытыми канавами, собирающими, какъ верховую, такъ и почвенную воду, и 2) осушеніемъ закрытыми канавами (дренажъ), собирающими почвенную и грунтовую воду.



## § 2. Осушение открытыми канавами.

Если по заболоченному пространству провести сѣть канавъ, то онѣ будутъ перехватывать воду, сбѣгающую на поверхность болота и такимъ образомъ въ почву просочится воды уже меньше.

Какъ только канавы прорыты, естественный ходъ жизни болота нарушается: весенняя талая вода отводится канавами въ сторону; на освобожденныхъ отъ воды мѣстахъ идетъ испареніе болѣе быстрое, чѣмъ съ поверхности пропитанной водою, наконецъ, на просохшемъ грунтѣ появляются сладкія травы, содѣйствующія дальнѣйшему осушенію болота.

Основная задача осушительной техники заключается въ томъ, чтобы почва была высушена, но не пересушена; поэтому результатъ считается вполне достигнутымъ, если уровень почвенной воды понизится не больше какъ вершковъ на 12 противъ первоначальнаго горизонта стоянія.

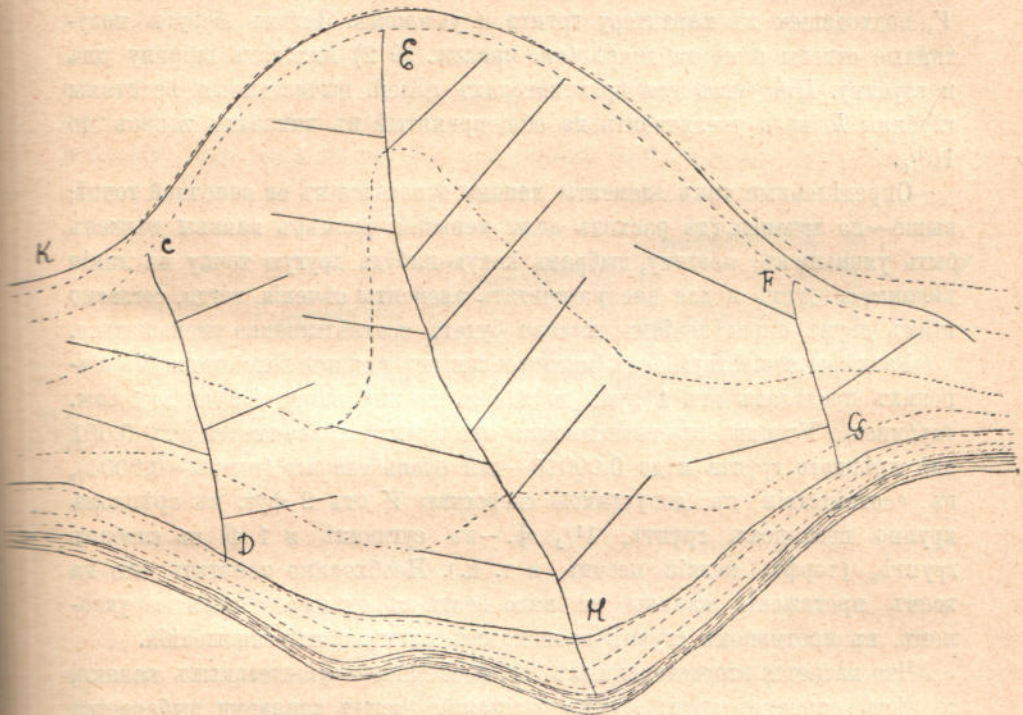
Изысканія предшествующія осушительнымъ работамъ состоятъ въ съемкахъ, нивелировкахъ и геологическихъ развѣдкахъ. Нивелировку ведутъ вокругъ болотъ сомкнутыми многоугольниками, потомъ нивелируются болота по линіямъ наименьшихъ скатовъ, т. е. тамъ, гдѣ предполагается проведеніе канавъ. Глубина залеганія торфяного слоя и свойства подстилающаго грунта опредѣляются зондировкой, а для выясненія горизонта грунтовыхъ водъ производятъ поверхностное буреніе. Если изслѣдуется заболоченность рѣчной поймы, то основная ходовая линія направляется вдоль русла рѣки, къ ней въ поперечномъ направленіи берутся линіи, пересѣкающія пойму, а на встрѣчающіяся болота проводятся вѣтви. По основной линіи опредѣляется уклонъ рѣки, поперечными—рельефъ поймы, а вѣтви даютъ понятіе о характерѣ болотъ и ихъ положеніи относительно рѣки.

Результатомъ изысканій является нивелирный планъ съ изображенною на немъ ситуаціею мѣстности и съ горизонталями какъ поверхности, такъ и дна, а также и горизонта грунтовыхъ водъ. За предѣлами же осушаемой площади бѣглыя изысканія даютъ понятіе о характерѣ рельефа и о величинѣ водосборной площади. По такому плану получается возможность составить проектъ осушенія.

По самому низкому мѣсту проектируется главная или магистральная канава, впадающая своею нижнею частью въ рѣку. Въ нѣкоторыхъ болотахъ остаются слѣды заглохшихъ рѣчекъ, въ этомъ случаѣ линія канавы ведется по ихъ руслу, какъ по линіи наименьшаго ската. Назначеніе магистральной канавы составляетъ наиболѣе трудную задачу проектированія осушительной сѣти; потому что самая незначительная ошибка, самое маленькое упущеніе весьма вредно отражаются на полезномъ дѣйствіи сѣти, способствуя разстройству, заиленію и заростанію канавъ. Трудность еще обуславливается часто недоступностью болотъ, не рѣдко покрытыхъ слоемъ воды до 12-ти вершковъ и зыбучестью ихъ верхняго покрова, затрудняющею правильную установку нивелира.



Въ очень маленькихъ болотахъ можно ограничиться всего одною канавою, но почти всегда съ главною магистралю приходится соединять съѣтъ впадающихъ въ нее второстепенныхъ—собственно осушительныхъ канавъ. При значительной площади заболоченнаго пространства нельзя уже ограничиться только одною магистральною канавою, потому что небольшія осушительныя каналы не могли бы вмѣстить всей воды, поступающей на болото. Въ этомъ случаѣ, кромѣ главной канавы *EH* проводятся вспомогательныя *CD* и *FD* (фиг. 142), или соединяющіяся съ



Фиг. 142.

главною или независимо отъ нея, спускающія воду въ рѣку. Къ этимъ главнымъ канавамъ проводятся осушительныя, (иногда добавляются еще верховыя канавки-стрѣлки, впадающія въ осушители).

Надо помнить, что осушеніе канавами возможно только въ томъ случаѣ, если болото имѣетъ уклонъ не меньшій 0,0001, необходимый для стока воды.

Такъ какъ всею совокупностью осушительныхъ канавъ со всей заболоченной поверхности вода поступаетъ въ главную магистральную канаву, то размѣры ея должны быть таковы, чтобы она въ любомъ сѣченіи пропускала весь расходъ заданной площади. Опредѣленіе расхода дѣлается или по формулѣ Кестлина на ливневые воды (см. прилож. № 6).

$$Q=1,875 PL$$



или, принимая, что 1 десятина поля может доставить въ секунду maximum 0,0001 куб. саж. воды, а 1 десятина луга—0,00006 куб. саж., умножаемъ ту или другую величину на число десятинъ водосбора. Найдя величину секунднаго расхода канавы  $Q$  и, взявъ соответствующую скорость  $V$ , находимъ площадь живого сѣченія  $F$  изъ основной формулы гидравлики

$$Q = FV$$

Самый же расчетъ сѣченія канавы можно вести, задавшись скоростью  $V$ , подходящею къ характеру грунта и уклономъ. Затѣмъ берутъ полукоренные откосы и по табличкѣ (см. прилож. № 2) находятъ ширину дна и глубину. При чемъ для практическихъ цѣлей, вычисленныя величины глубины  $h$ , надо увеличивать на общепринятый въ канавахъ запасъ до 10%.

Опредѣленные такъ элементы канавы относятся къ ея конечной точкѣ; выше—по теченію, гдѣ расходъ воды меньшій, размѣръ канавы долженъ быть уменьшенъ; поэтому, выбравъ какую-нибудь другую точку на линіи канавы, слѣдуетъ и для нее рассчитать элементы сѣченія, тогда, согласно этимъ двумъ опредѣленіямъ, канава будетъ соответственно уменьшаться.

Размѣры существующихъ магистральныхъ канавъ колеблются въ широкихъ предѣлахъ отъ 1 арш. до 2 саж. по дну и отъ 1 арш. до 1 саж. глубиною. Уклоны въ зависимости отъ грунта назначаются отъ 0,001 для крѣпкаго грунта и до 0,00015—для очень слабаго (торфъ—0,0004), въ соответствіи съ допустимою скоростью  $V$  отъ 2 фут. въ крѣпкомъ крупно песчаномъ грунтѣ, 1½ ф. —въ суглинкѣ и 1 ф. въ слабомъ грунтѣ, (торфъ, мелкій песокъ и т. п.). Необходимо замѣтить, что на всемъ протяженіи канавы ее надо вести съ однимъ и тѣмъ же уклономъ, въ противномъ случаѣ происходятъ размывы или заплыванія.

Что касается второстепенныхъ или собственно осушительныхъ канавъ, то чѣмъ пористѣе грунтъ, тѣмъ разстояніе между канавами выбирается большее; такъ напр. разстояніе въ песчаныхъ грунтахъ берется 25 саж. и больше, въ грунтахъ же малопроницаемыхъ, глинистыхъ и торфяныхъ это разстояніе не превышаетъ 10 саж. При назначеніи разстояній слѣдуетъ также сообразоваться съ степенью заболоченности мѣстности, съ желаемою быстротою и степенью осушенія; такъ, на лугахъ и пашняхъ разстояніе (10 саж.) меньше, чѣмъ на болотахъ (до 50 саж.) \*, а въ болотахъ меньше, чѣмъ въ лѣсахъ (до 100 саж.). Затѣмъ канавы стараются проводить такъ, чтобы онѣ захватывали все углубленія и ложбины.

Водосборная площадь осушительной канавы выразится какъ

$$P = lz$$

гдѣ  $l$ —длина канавы,  $z$ —разстояніе между двумя смежными канавами.

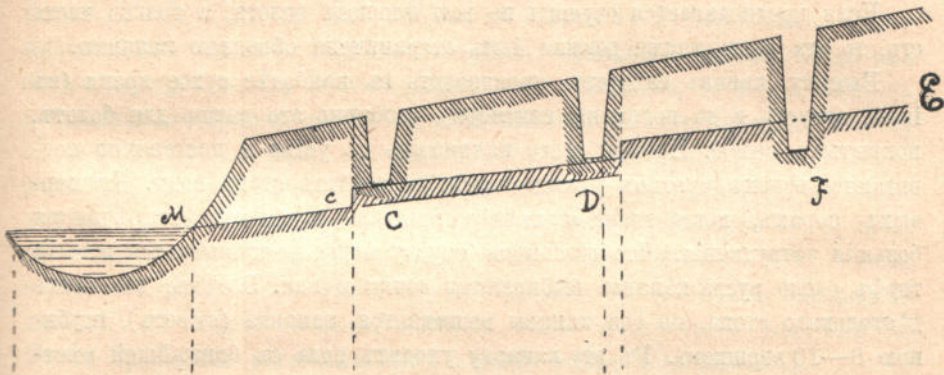
\*) Въ сфагновыхъ болотахъ канавы проводятся на разстояніи 5—10 саж.



Но осушительныя каналы рассчитываются по водосбору только въ томъ случаѣ, когда длина ихъ  $l$  больше 250 саж.; обыкновенно же ихъ стараются расположить такъ, чтобы онѣ имѣли уклонъ отъ 0,0004 до 0,001 и проводили бы около 0,01 куб. саж. воды въ секунду. Ширина по дну и глубина колеблется отъ 6—7 вершковъ до  $1\frac{1}{2}$  арш. Вообще канава должна прорѣзать заболоченный пластъ отъ  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  глубины. Откосы даются или одинарные или  $1:1\frac{1}{4}$ .

Лучшій уголъ впаденія канавы въ магистраль  $60^\circ$ , если бы пришлось вести канаву подъ другимъ угломъ, то передъ впаденіемъ канавы дѣлають плавный переходъ къ  $60^\circ$ .

Когда уклонъ болота круче намѣченнаго проектомъ уклона дна канавы, то приходится прибѣгать къ перепадамъ, укрѣпляя уступы деревомъ, хворостомъ или камнемъ. Затѣмъ, при проектированіи осушительной сѣти надо придерживаться слѣдующихъ соображеній:



Фиг. 143.

1) Проектная линия дна канавы должна идти съ однообразнымъ уклономъ на глубинѣ отъ поверхности  $H = h + 4$  верш. гдѣ  $h$ —расчетная высота слоя воды въ канавѣ.

2) Перепадовъ по мѣрѣ возможности избѣгать, не дѣлать ихъ выше 12 вершк. и приурочивать ихъ къ устьямъ боковыхъ канавъ, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ во всякомъ случаѣ приходится укрѣплять дно и стѣнки канавы.

3) Горизонтъ воды боковой канавы нигдѣ не только въ верховьѣ, но и въ устьѣ не долженъ быть ниже горизонта воды главной канавы.

4) Если бы дно какой либо канавы  $F$  (фиг. 143) оказалось ниже дна канавы магистральной  $EM$ , то надо понизить дно, какъ магистрали, такъ и всѣхъ канавъ, т. е.  $D$  и  $C$  до перепада  $e$ , а если перепадовъ нѣтъ, то пониженіе это распространяется на всю сѣть до устья.

Послѣднее обстоятельство указываетъ на то, съ какою осмотрительностью должно вестись проектированіе осушительной сѣти.

По окончаніи всѣхъ вычисленій и выясненіи всѣхъ данныхъ, проектъ переносится въ натуру. При этомъ ведется очень тщательная нивели-



ровка, съ провѣркою и увязкою погрѣшностей. (Точность нивелированія 0,0001). По даннымъ нивелировки строятся профили линій, которыя служатъ основою для проектированія каналовъ и исчисленія количества земляныхъ работъ. Разбивъ затѣмъ линіи канавъ, начинаютъ ихъ рытье.

Прежде другихъ роятся нагорныя (ловчія) канавы, *К* (фиг. 142) ими осушаемый участокъ обводятъ съ верховой стороны съ цѣлью перехватить притекающія къ участку воды съ сосѣднихъ площадей. При наличности нагорныхъ канавъ становится болѣе опредѣленнымъ расчетъ осушительной сѣти, а главной магистрали можно дать меньшіе размѣры, такъ какъ водосборъ, ея ограничивается этою же канавою. Рассчитывается эта послѣдняя совершенно также, какъ и магистральная. Ось канавы въ предупрежденіе образованія наносовъ при впаденіи въ тальвегъ или въ рѣку должна образовывать съ послѣднею уголъ не меньше  $120^\circ$  и этотъ же уголъ соблюдается во всѣхъ извилинахъ и закругленіяхъ канавы.

Если предполагается осушить не всю площадь болота, а только часть его, то эта часть также должна быть ограничена обводною канавою.

Выемку канавъ слѣдуетъ производить въ наиболѣе сухое время (въ іюлѣ, августѣ и до половины сентября), особенно это важно для болотъ, покрытыхъ водою. Прежде всего начинаютъ съ устья и постепенно подвигаются вверхъ противъ уклона, чтобы обезпечить стокъ воды. На первыхъ порахъ, когда главная канава идетъ по торфянику, встрѣчаются большія затрудненія. Чтобы помочь спуску воды, раскапывается жидкій торфъ около русла канавы, выбираютъ кочки и пни. Затѣмъ, для болѣе дѣятельнаго стока, по оси канавы вынимается канавка (кюветъ), глубиною 8—10 вершковъ. Въ эту канавку уходитъ вода съ ближайшей мѣстности, послѣ чего является возможность копать землю до требуемыхъ размѣровъ.

Если ниже осушаемой мѣстности находится прудъ, который производитъ подпоръ, то его надо спустить.

Когда стѣнки канавы нѣсколько уплотнятся, можно начинать выемку и чѣмъ шире размѣры канавы, тѣмъ больше шансовъ на успѣхъ. Приступая къ рытью, отмѣриваютъ по кювету величину примѣрно дневной работы и кюветъ перепруживаютъ перемычкой впереди; вечеромъ воду спускаютъ, а перемычку ставятъ по кювету выше для работы слѣдующаго дня.

При уклонѣ болота меньшемъ 0,0003 воды обыкновенно бываетъ очень много и борьба съ нею весьма затруднительна. Въ такихъ случаяхъ снимаютъ верхній слой торфа или срѣзаютъ кочки и изъ комьевъ укладываютъ вдоль проектированной канавы валики длиною 30—50 саж., концы этихъ валиковъ замыкаются поперечными перемычками и, такимъ образомъ, получается со всѣхъ сторонъ огражденное пространство, изъ котораго одновременно выкачиваютъ воду и возможно быстрѣе роятъ канаву, при чемъ вынутая земля идетъ на боковыя огражденія.

Ширина канавы дѣлается первоначально вдвое больше противъ про-



екта. Скоро канава засорится, заплыветъ и ее приходится возобновлять. Въ предупрежденіе быстро заплыванія, по бокамъ канавы забиваются колья, а за нихъ закладываютъ хворостъ, фашины, приваливаютъ и при-таптываютъ торфъ, добытый изъ канавъ и проч. Въ большинствѣ случаевъ за одинъ приемъ проходятъ не больше какъ на половину проектированной глубины, затѣмъ работу прерываютъ на мѣсяць, а еще лучше если она откладывается до слѣдующаго года; за это время часть воды обѣжигитъ и работа пойдетъ успѣшнѣе; болото осядетъ и канава уменьшится, тогда ей придаютъ размѣры по проекту. Даже въ плотныхъ маловодныхъ болотахъ нельзя работу вести сразу, потому что въ глубокой канавѣ легко могутъ образоваться трещины и обвалы.

Чѣмъ дальше отъ края канавы будетъ отброшена земля, тѣмъ меньшее давленіе испытываютъ ея стѣнки, поэтому вынутую землю слѣдовало бы разбросать по площади болота, но это возможно только при незначительныхъ выемкахъ; въ большинствѣ же случаевъ дѣлаютъ такъ. Землю выкидываютъ на обѣ стороны за бровку канавы, а затѣмъ, когда она нѣсколько просохнетъ, ее сбрасываютъ въ кавальеры, т. е. въ валы, на разстояніе отъ бровки, равное глубинѣ канавы. Кавальеры складываются съ полукруглыми откосами, и черезъ 10—12 саж. въ нихъ дѣлаются перерывы для прохода воды. Въ этихъ перерывахъ перпендикулярно къ главной канавѣ закладываются воронки—канавки, шириною по дну въ  $\frac{1}{2}$  арш., по верху въ 1 арш., глубиною въ  $\frac{1}{2}$  арш., а длиною—въ 3 раза больше глубины болота и съ уклономъ къ канавѣ. Эти воронки уменьшаютъ давленіе на стѣнки канавы, которыя скоро послѣ этого уплотняются. Послѣ проведенія магистральныхъ канавъ роютъ осушительныя.

Проектируя осушительную сѣть, слѣдуетъ сѣченіе канавъ выбирать съ такимъ расчетомъ, чтобы откосы и дно ихъ не требовали укрѣпленія, такъ какъ это сильно удорожаетъ стоимость устройства; однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ нельзя обойтись безъ укрѣпительныхъ мѣръ; такими мѣстами являются повороты, устья канавъ, пороги, переломы уклоновъ. Укрѣпленіе дѣлается большею частью дерновкой или моchenіемъ булыжникомъ на мху. Бока укрѣпляются также забивкою по откосамъ кольевъ, за которые закладывается хворостъ, тонкія фашины или плетутся плетни.

Въ тѣхъ случаяхъ когда грунтъ болота состоитъ изъ пльвуна или въ особенности когда торфяникъ имѣетъ большую глубину и когда при рытьѣ разжиженная масса выдавливается снизу и съ боковъ, довести канаву до желаемой глубины можно только съ устройствомъ крѣпей (больверковъ). Для этого по обѣимъ сторонамъ канавы на разстояніи 1 саж. забиваютъ до твердаго грунта 3-хъ—4-хъ верхковыя сваи парами (свая противъ сваи), перекрываютъ ихъ насадками и черезъ нѣсколько паръ схватываютъ хомутами. Стѣнки дѣлаютъ изъ досокъ или пластинъ, которыя закладываютъ постепенно одна за другою. При надавливаніи сверху доски опускаются, а въ это же время производятъ выемку жидкаго торфа.



Первое видоизмѣненіе въ характерѣ болота по мѣрѣ его осушки выражается тѣмъ, что вода, стоявшая на поверхности и задерживаемая кочками, стекаетъ; горизонтъ почвенной воды также понижается; торфяной пластъ становится тоньше и происходитъ такъ называемая «посадка» болота. Сначала болото садится вдоль главной канавы, опускаясь къ бровкамъ; съ проведеніемъ же осушительныхъ канавъ посадка распространяется далѣе и черезъ нѣсколько лѣтъ все болото приобретаетъ ровную поверхность. Если спустя нѣкоторое время окажется, что уровень болота около канавы ниже, чѣмъ общая его поверхность, то это будетъ означать что болото осушено не вполнѣ и канавы не достаточно извлекаютъ воду. Если же около канавъ будетъ на поверхности застаиваться вода, то это явный признакъ, что канавы вырыты не въ грунтѣ или проведены неправильно, напр. не по самымъ низкимъ точкамъ болота.

По мѣрѣ посадки мохового болота на его поверхности появляются пни, которые до осушки были закрыты торфомъ. Кочки на болотѣ исчезаютъ совершенно черезъ 2 года. Водяныя растенія: камышъ, ситники, осока и др. исчезаютъ уже на слѣдующій годъ послѣ удаленія воды и уступаютъ мѣсто мягкимъ «сладкимъ» злакамъ (лисохвость, маникъ и др.), за злаками идутъ бобовыя, а черезъ 5—6 лѣтъ происходитъ полное измѣненіе растительности и болото дѣлается пригоднымъ не только какъ покосная или лѣсная площадь, но и для культуры полевыхъ и огородныхъ растеній.

Спустя нѣкоторое время осушительная сѣть можетъ прийти въ разстройство, выражающееся заплываніемъ канавъ. Происходитъ это отъ неправильнаго составленія проекта и неудовлетворительнаго его исполненія, напримѣръ, если слишкомъ малы уклоны, круты повороты, если плохо сдѣланы устья, рѣзкія перемены скоростей, крутые откосы; словомъ, все то, что размываетъ грунтъ, отрываетъ его частицы и отлагаетъ наносы; другою причиною разстройства является небрежное обращеніе съ канавами населенія, допускающаго въ нихъ мочку льна и конопля, устраивающаго перепруды для переѣздовъ и растаптываніе стѣнокъ и откосовъ скотомъ. Кромѣ заплыванія, другимъ важнымъ врагомъ канавъ является растительность на днѣ и откосахъ, уменьшающая свободную площадь живого сѣченія канавы и задерживающая муть. Поэтому, чтобы сѣть всегда исправно работала, надо почаще производить подчистку канавъ и по мѣрѣ усадки болота восстанавливать проектные размѣры канавъ, какъ въ вертикальномъ такъ и въ горизонтальномъ направленіяхъ. Затѣмъ, изъ русла надо удалять падающія вѣтви, а также уничтожать запрудки, растительность же выкашивать. Наносъ снимается кюветомъ на «штыкъ» и такъ, чтобы откосы все время оставались нетронутыми, для чего кюветъ дѣлаютъ съ крутыми стѣнками.



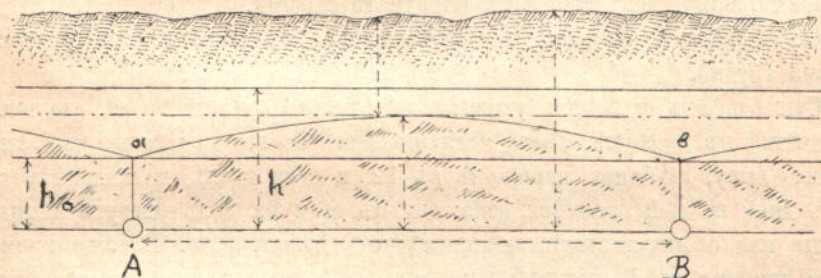
## § 2. Осушеніе закрытыми канавами.

(Дренажъ).

Осушеніе открытыми канавами имѣетъ существенные недостатки: 1) широкія канавы требуютъ большихъ земляныхъ работъ; 2) земля, занятая канавами, пропадаетъ для хозяйства; 3) содержаніе канавъ въ исправности обходится дорого; 4) открытыя канавы дѣйствуютъ только въ теплое время, когда дно и бока ихъ не замерзли. Всѣ эти недостатки не имѣютъ мѣста въ примѣненіи подземныхъ, закрытыхъ канавъ или дренажа.

Слово «дренажъ» происходитъ отъ англійскаго drain, т. е. сточная трубка. Дренажъ состоитъ въ томъ, что на нѣкоторой глубинѣ подъ землю укладываются ряды трубокъ малаго діаметра—дрены, въ нихъ собирается вода, просачивающаяся сквозь землю, и направляется въ трубы большаго діаметра—коллекторы, по которымъ затѣмъ спускается въ канавы, овраги, рѣчки и т. п.

Начало примѣненія дренажа къ земледѣлію относится къ весьма древ-



Фиг. 144.

нему времени. Способъ осушенія земли крытыми ровиками, наполненными мелкимъ камнемъ, существовалъ у римлянъ еще во времена Тиберія, весьма естественно, что римляне этотъ способъ заимствовали у народовъ еще болѣе древнихъ.

Теорія дренажа состоитъ въ слѣдующемъ. Если на нѣкоторой глубинѣ ниже горизонта грунтовыхъ водъ будутъ заложены трубки *A* и *B* (фиг. 144), то онѣ нарушаютъ равновѣсіе горизонта грунтовой воды и картина этого нарушенія будетъ такова. Частицы воды, наполняющія промежутки почвы, стремясь опуститься внизъ, будутъ давить на нижнія частицы у трубокъ и заставятъ ихъ входить туда \*). Какъ только частицы воды попадаютъ въ трубки, такъ въ грунтѣ образуется пустота, которая станетъ замѣщаться вышележащими частицами и, такимъ образомъ, горизонтъ грунтовыхъ водъ *ab* начнетъ понижаться, причемъ частицы воды,

\*) Предполагается, что дренажныя трубки имѣютъ такое устройство, которое дѣлаетъ ихъ доступными для воды.



непосредственно расположенныя надъ трубками, опустятся быстрее, чѣмъ по серединѣ между ними. Если бы промежутки почвы не обладали силою волосности, заставляющею воду подниматься въ нихъ, то линія совпала бы съ линією трубокъ, но эта сила вызываетъ существованіе особаго слоя почвы надъ трубками, пропитаннаго водою. Толщина этого слоя  $h_0$  всецѣло зависитъ отъ качествъ грунта.

Итакъ, дренажъ, помѣщенный ниже горизонта грунтовыхъ водъ, понижаетъ его на глубину  $h-h_0$ , гдѣ  $h$ —первоначальный уровень воды.

Въ болотахъ дренажъ почти не примѣняется, потому что когда болото станетъ осѣдать, то трубки будутъ смѣщаться, перекосятся, не будутъ лежать по прямой линіи, заплывутъ и перестанутъ дѣйствовать; кромѣ этого, и растворенное въ болотной водѣ желѣзо, соприкасаясь съ воздухомъ, засоряетъ трубки; наконецъ, для дренажа необходимъ наклонъ почвы болѣе значительный, чѣмъ онъ обыкновенно встрѣчается въ болотахъ. Дренажъ наиболѣе полезенъ не для мокрыхъ, а для такъ называемыхъ «холодныхъ» земель, т. е. такихъ, которыя находятся въ состояніи избытка влажности. Что же касается тяжелыхъ малопроницаемыхъ почвъ, то дренажъ ихъ примѣняется только въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, напр., въ интересахъ народнаго здравія.

Опредѣлить необходимость дренажа по наружному осмотру мѣста весьма трудно.

Существуютъ признаки, указывающіе только отчасти на то, что земля нуждается въ дренажѣ. Такъ, если позднею осенью сдѣлать въ землѣ палкою дыру, глубиною вершковъ въ 12, и если послѣ нѣсколькихъ сухихъ дней въ ней окажется вода; затѣмъ, если на полѣ растутъ лютики, хвощи или осока, то такія земли слѣдуетъ дренировать. Вообще примѣненіе дренажа въ Россіи умѣстно тамъ, гдѣ величина годовыхъ атмосферныхъ осадковъ не менѣе 600 миллиметровъ. Само собою разумѣется, что для дренажа должна быть наличность такого естественнаго углубленія—рѣки, озера, оврага, которое было бы ниже выходнаго устья, магистральной трубы—коллектора.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда дренажъ устраивается на короткомъ протяженіи, для него берутся матеріалы, имѣющіеся подъ руками, дерево, камень и проч.; при дренированіи же болѣе или менѣе значительныхъ пространствъ примѣняются гончарныя трубки (самый лучший видъ дренажъ).

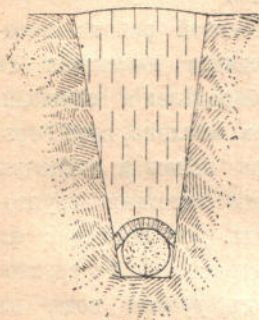
**Фашиновый дренажъ** устраивается такъ. На дно канавы укладывается одна, двѣ или три фашины (фиг. 145, 146) и сверху закрываются соломой или дерномъ травой внизъ, чтобы промежутки между хворостинами не забились землею, а затѣмъ вся канава до верху засыпается. Если въ почвѣ нѣтъ пльвуна, то такой дренажъ долго сохраняется и дѣйствуетъ исправно, но онъ довольно дорогъ.

**Каменный дренажъ.** Въ мѣстностяхъ, изобилующихъ камнемъ, въ ка-

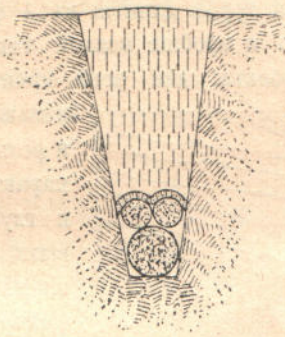


навы насыпается крупный гравій, кругляки и щебень, слоемъ верхковъ въ 8, и трамбуется. Сверху кладется дернъ травойъ внизъ или солома и канава засыпается землею. Этотъ способъ хорошъ тѣмъ, что корни растеній и землеройки не могутъ проникнуть въ утравованный щебень, но зато движеніе воды получается очень медленное, потому что на своемъ пути вода должна постоянно обходить препятствія въ видѣ отдѣльных камешковъ. Этотъ недостатокъ устраняется дренажемъ изъ каменныхъ плитокъ (фиг. 147), который сверху засыпаются мелкимъ камнемъ въ предупрежденіе засоренія.

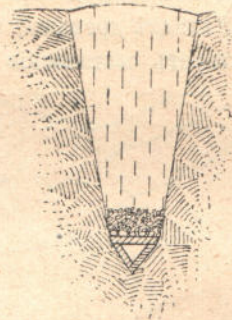
Хорошій, но дорогой дренажъ кирпичный. Кирпичъ желѣзнякъ кладется въ канаву плашмя поперекъ теченія канавы, бока дѣлаются



Фиг. 145.



Фиг. 146.



Фиг. 147.

изъ кирпича на ребро и перекрываются кирпичемъ также поперекъ. Сверху—щебенная засыпка.

Для плавунцовъ особенно подходящій и прочный дренажъ деревянный. Дѣлается онъ различно; такъ, напримѣръ: изъ дюймовыхъ ольховыхъ досокъ сколачивается трубка прямоугольнаго сѣченія. Въ верхней ея части и въ бокахъ просверливаютъ отверстія для входа воды. Трубка осмаливается и укладывается на дно канавы. Въ стыкахъ трубокъ дѣлаютъ каменную обсыпку.

Самымъ совершеннымъ и наиболее распространеннымъ является гоначарный дренажъ изъ неглазурованныхъ глиняныхъ трубокъ. Такія трубки имѣютъ длину около 1 фута, толщину стѣнокъ около  $\frac{3}{4}$  дюйма, а діаметръ ихъ измѣняется въ зависимости отъ назначенія. Такъ, трубки всасывающія, или собственно дрены имѣютъ діаметръ  $1\frac{1}{2}$ —2 дюйма, а діаметръ трубъ отводящихъ или коллекторовъ \*) колеблется отъ 2—4—6 и болѣе дюймовъ.

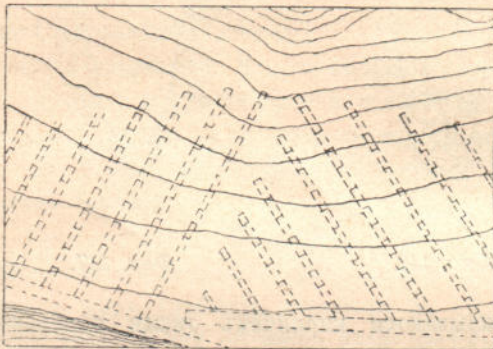
При приѣмкѣ трубъ надо обращать вниманіе, чтобы онѣ были хорошо обожжены и не имѣли бы трещинъ. При ударѣ одна о другую трубы должны издавать чистый, ясный звукъ, указывающій на полный прожогъ и на отсутствіе трещинъ. Такой же ясный звукъ трубы

\*) Коллекторы дѣлаются также и изъ глазурованныхъ трубъ.



должны издавать и послѣ 3—4 дней погруженія ихъ въ воду. Намоченная на сутки труба не должна увеличиваться въ вѣсѣ болѣе чѣмъ на 15%. Каждая труба должна быть надлежащей длины, правильнаго круговаго сѣченія и опредѣленнаго діаметра; разность въ діаметрѣ нельзя допускать больше  $\frac{1}{8}$  дюйма. Обрѣзъ трубы не долженъ имѣть ни шероховатостей, ни пѣнки, долженъ быть чистый и прямой, и плоскость его должна быть перпендикулярна къ оси трубы у ея конца; если это не соблюдено, то укладка трубъ въ одну прямую линію дѣлается невозможною. Далѣе, трубы должны быть цилиндрическія и прямыя, кривизна можетъ быть допущена не больше какъ въ  $\frac{1}{100}$  длины трубки, и планочка толщиной въ  $\frac{1}{8}$  дюйма не должна проходить между кривизною трубы и горизонтальною доскою при трубѣ длиною въ 1 футъ.

Укладкѣ дренажа, какъ и вообще всякой технической работѣ, предшествуетъ составленіе проекта; для чего производятся изысканія съ



Фиг. 148.

цѣлью опредѣленія площади, и рельефа, наклона, водосбора. характера почвы и подпочвы и глубины залеганія грунтовыхъ водъ. Для нанесенія на планѣ горизонталей грунтовыхъ водъ, уровни воды въ скважинахъ соединяются между собою нивелировкой; слѣдуетъ, однако, имѣть въ виду, что уровень грунтовой воды устанавливается до постоян-

ной высоты не сразу, поэтому связывающую скважины нивелировку надо производить не раньше какъ черезъ сутки послѣ буренія.

Составленіе проекта заключается въ разрѣшеніи вопросовъ относительно размѣровъ трубъ, разстоянія между рядами ихъ, глубины заложенія, уклона и способа отведенія воды.

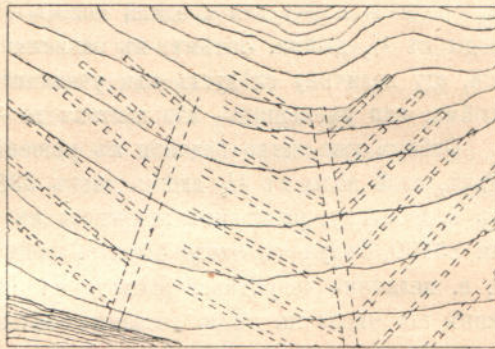
Прежде всего, также какъ и при осушеніи открытыми канавами, по нагорной границѣ дренируемаго участка проектируются ловчія трубы съ цѣлью перехватить воду, стекающую на участокъ.

Существуетъ двѣ системы расположенія сѣти: продольная, или старая—иначе англійская, когда дрены располагаются по линіямъ наибольшихъ скатовъ, поперекъ горизонталей, а коллекторъ наискось къ среднему направленію горизонталей (фиг. 148); другая система поперечная, или новая—иначе нѣмецкая, когда по линіи наибольшаго ската укладывается коллекторъ (фиг. 149), а дрены или параллельно горизонталямъ, или наискось къ нимъ. Въ пользу новой системы говорятъ слѣдующія соображенія. Задача дренажа—отводить воду, какъ можно полнѣе и скорѣе, поэтому, если дрены положить по линіямъ наибольшихъ скатовъ, то волею-неволею коллекторъ придется положить по линіи наименьшаго ската



и, слѣдовательно, вода, которая быстро сойдетъ по дренамъ, встрѣтитъ медленно текущую воду въ коллекторѣ, произведетъ застой, землястыя частицы будутъ отлагаться въ трубахъ и дренажъ станетъ засоряться. Совершенно получается иное, когда коллекторъ заложенъ по наибольшему уклону. Не только не получается застоя, но быстрота движенія воды въ коллекторѣ производитъ на дрены всасывающее дѣйствіе, что еще больше увеличиваетъ скорость опороженія сѣти. Затѣмъ расположеніе дренъ наискось позволяетъ уменьшить ихъ протяженіе. Наконецъ, діагонально расположенныя дрены также пересѣкаютъ воды проницаемыхъ слоевъ, какъ если бы онѣ были заложены по линиямъ наибольшихъ скатовъ.

Дрены всегда располагаются параллельными рядами и прямолинейно, такъ какъ кривыя линіи, увеличивая треніе воды, замедляютъ скорость и вызываютъ отложенія. Во избѣжаніе противотеченія дрены должны впадать въ коллекторъ, такъ же, какъ и открытыя каналы — въ магистраль, подъ угломъ въ  $60^\circ$  и не одна противъ другой, а въ шахматномъ порядкѣ. Въ исключительныхъ случаяхъ дрены помѣщаются и подъ прямымъ угломъ къ коллектору, но этого надо избѣгать.



Фиг. 149.

Что касается коллекторовъ, то они спускаютъ воду или въ открытыя отводящія каналы, или прямо въ низины и рѣки, или въ другіе коллекторы высшаго порядка.

Глубина заложения дренъ, измѣняясь въ широкихъ предѣлахъ, имѣетъ однако же вполне опредѣленныя границы. Такъ, не слѣдуетъ закладывать дренажъ выше линіи промерзанія, потому что отъ дѣйствія мороза дрены приходятъ въ разрушеніе, весной же замерзшія трубки начинаютъ свои дѣйствія поздно, отчего образовывается застой воды на оттаявшихъ участкахъ. Наименьшая глубина заложения дренажа въ средней Россіи  $1\frac{1}{2}$  арш., а наибольшая 3 арш. Уже и на такой глубинѣ дренажъ является дѣломъ очень дорогимъ. Чѣмъ грунтъ плотнѣе, тѣмъ ближе къ поверхности долженъ быть заложенъ дренажъ. Если въ почвѣ встрѣтится водоносный прослоекъ, то трубы должны быть уложены на днѣ его.

Что касается разстоянія между дренами, то это всецѣло зависитъ отъ грунта. Принявъ за среднюю норму для средняго грунта 6 саж., для пористыхъ грунтовъ надо его увеличить до 10 саж.; а для плотныхъ глинистыхъ уменьшить до 3 саж. Необходимо помнить, что слишкомъ близкое разстояніе между трубами вызываетъ быстрый стокъ воды и вредное для растительности пересушиваніе почвы. Предѣльное разстояніе



между рядами дренъ равняется глубинѣ заложения, умноженной на 12. При этомъ, для одного и того же участка разстояніе между рядами всегда дѣлается одинаковымъ.

Для расчета размѣровъ трубъ, т. е. для опредѣленія ихъ діаметра, надо прежде всего знать расходъ, а эта величина находится въ зависимости отъ того количества воды, которое должно быть отведено трубами съ площади въ единицу времени, т. е. въ секунду. Максимальная величина атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ на единицу площади въ секунду, еще недостаточна для полного рѣшенія вопроса; надо еще знать, какое количество изъ выпадающей воды просочится въ грунтъ и во сколько времени эта вода можетъ быть отведена. Изъ различныхъ опредѣленій, сдѣланныхъ для Франціи, Бельгіи и Германіи, можно принять за среднюю норму для средней полосы Россіи отводить въ сутки слой воды въ  $\frac{1}{5}$  дюйма. Затѣмъ, въ зависимости отъ климатическихъ условій, эту величину слѣдуетъ или увеличить для западныхъ губерній до  $\frac{1}{4}$  дюйма, или уменьшить—для востока до  $\frac{1}{6}$  дюйма.

Отсюда уже легко подойти къ рѣшенію вопроса о діаметрѣ трубы. Такъ, слой воды въ  $\frac{1}{5}$  дюйма даетъ 3386880 куб. дюймовъ на площади въ 1 десятину; раздѣливъ это число на число секундъ въ сутки, т. е. на 86400, получимъ около 40 куб. дюймовъ, это и есть величина  $Q$ , т. е. величина секунднаго расхода на площади въ 1 десятину. Помноживъ это число на число десятинъ заданной площади, получимъ тотъ расходъ воды, который долженъ быть пропущенъ въ одну секунду суммою всѣхъ дренъ и, слѣдовательно, коллекторомъ. Такъ какъ расходъ  $Q$  опредѣляется по скорости  $v$  и по площади поперечнаго сѣченія  $F$ , т. е.

$$Q = Fv$$

или для трубъ

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v$$

то, задавшись скоростью не менѣе 1 фута и не болѣе 3 фут., опредѣляютъ діаметръ  $d$ . При этомъ площадь сѣченія коллектора должна быть въ практическомъ примѣненіи взята большею противъ расчетной, потому что нельзя трубу рассчитывать на полное ея наполненіе, а лишь на половину и ни въ какомъ случаѣ не больше  $\frac{3}{4}$  ея емкости.

Только въ исключительныхъ случаяхъ берутся коллекторы въ 6 дюймовъ, такъ какъ такія трубы очень дороги, въ большинствѣ же случаевъ употребляются коллекторы 4-хъ дюймовые. Отсюда величина дренируемой площади опредѣляется и ограничивается діаметромъ коллектора въ 4 дюйма. Если бы для заданной площади этотъ размѣръ оказался недостаточнымъ, то ее разбиваютъ на участки, изъ которыхъ каждый дренируется отдѣльною сѣтью съ самостоятельнымъ коллекторомъ. По большей части на одинъ коллекторъ отводятъ отъ 2 до 4 десятинъ площади, въ зависимости отъ взятой скорости, т. е., въ свою очередь, въ зависимо-



сти отъ уклона. Послѣдній надо задавать параллельно уклону мѣстности, но не менѣе какъ въ 0,004.

Что касается собственно дрена, то діаметръ ихъ для всей площади выбирается одинаковый, причемъ дрена съ діаметромъ меньшимъ 1½ дюйма употреблять не слѣдуетъ въ виду легкости ихъ засоренія; обыкновенный же ходовой діаметръ 2".

Уклонъ дрена выбирается отъ 0,0002 до 0,002; скорость колеблется отъ ½ фута до 3-хъ футовъ; среднюю считается 1 футъ. Если мѣстность имѣетъ очень слабый уклонъ, то вначалѣ дрена ведутся съ уклономъ на сколько возможно большимъ (только не переходя предѣла), а затѣмъ постепенно, по мѣрѣ приближенія къ коллектору, уклонъ уменьшаютъ. Если наоборотъ, уклонъ мѣстности значителенъ и превышаетъ предѣльный для дренажа, то линію трубъ раздѣляютъ на отдѣльныя части съ допустимымъ уклономъ и эти части связываютъ между собою перепадами, состоящими просто изъ трубъ наклоненныхъ подъ угломъ въ 45° или (что гораздо лучше) на перепадахъ ставятъ смотровые колодцы (фиг. 162).

Такъ какъ одна дрена можетъ осушить только ограниченную площадь, взятую пополамъ у сосѣднихъ дрена справа и слѣва, то для длины дрена существуетъ предѣльная величина, зависящая отъ діаметра и уклона. Взявъ діаметръ и уклонъ находятъ секундный расходъ дрена

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} c \sqrt{Ri}$$

а также и ту площадь  $P$ , какая этому расходу соотвѣтствуетъ, т. е.

$$\frac{Q \cdot 86400}{3386880} = P \text{ (см. стр. 160)}$$

раздѣливъ затѣмъ эту площадь на разстояніе между дренами  $b$ , находимъ искомую длину дрена

$$\frac{P}{b} = l$$

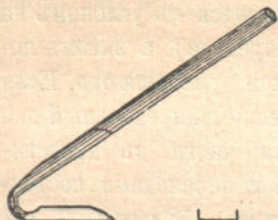
Обыкновенно эта длина измѣняется отъ 25 до 50 саж. Если длина дренаруемаго участка очень велика, то его слѣдуетъ раздѣлить на два, съ отдѣльными самостоятельными коллекторами. Всѣ приведенные расчеты и соображенія относятся къ гончарнымъ дренамъ; въ случаѣ же примѣненія другого типа подземныхъ канавъ, точнаго учета сдѣлать нельзя и только уклонъ для такого дренажа выбирается не больше 0,006.

Вычисленіемъ діаметровъ сѣти, обозначеніемъ ея на планѣ и составленіемъ профилей оканчивается работа проекта, послѣ чего онъ переносится въ натуру.

Лучшее время для производства дренажныхъ работъ—осень, когда рабочія руки дешевы, поле свободно и земля суха, такъ какъ грунтовая вода стоятъ низко.



Разбивка работ состоит въ установкѣ вѣхъ на поворотахъ коллектора и на точкахъ начала и конца дрена. Затѣмъ съ правой стороны (по теченію) каждой дрена въ разстояніи 12 вершковъ отъ ея оси забиваются контрольныя колья черезъ каждые 25 саж. Прямая, проходящая черезъ середины колеевъ должна быть параллельна дну будущей канавы а верхушки колеевъ должны быть на одной высотѣ и соответствовать глубинѣ канавы. Крайніе колья выставляются по нивелиру и связываются съ реперомъ первоначальныхъ изысканій, а промежуточные—забиваются по показанію визирокъ. Колья эти сохраняются на все время производства земляныхъ работъ.



Фиг. 150.

Когда сѣтъ разбита и пронивелирована приступаютъ къ рытью канавъ. Сначала роютъ канаву отводную и канаву для коллектора, а потомъ уже для дрена. При этомъ надо непременно держаться общаго правила: работу начинать съ устья каждой канавы, чтобы обезпечить стокъ дождевой или грунтовой воды.

Такъ какъ дренажныя канавы не долго остаются открытыми, то при рытьѣ ихъ стараются уменьшить земляныя работы, поэтому канавамъ даютъ возможно меньшіе размѣры; такъ, при глубинѣ въ  $1\frac{1}{2}$  арш. достаточно дать ширину по верху 9 вершк. для суглинка и 12 вершк. для супеска. Откосы дѣлаются съ уклономъ отъ  $\frac{1}{7}$ .

Выемку ведутъ слоями по 6 вершк. каждый. Рабочіе дѣлятся на партіи по 3 человѣка. Первый нарѣзаетъ канавы и вынимаетъ первый слой, второй два слѣдующихъ слоя, а третій вынимаетъ послѣдній слой и очищаетъ дно канавы. Обыкновенно первый слой вынимается двумя штыками, при чемъ землю перваго штыка и дернъ откладываютъ въ сторону отъ прочей земли. Для третьяго слоя, гдѣ канавы сильно суживаются, примѣняется особая лопата уже и длиннѣе обыкновенной.



Фиг. 151 и 152.

Послѣ выемки дѣлаютъ подчистку особымъ савкомъ (фиг. 150). Наконецъ послѣдній слой вынимается специальною лопаткою (фиг. 151), ширина которой внизу соответствуетъ диаметру дренажной трубы. Для окончательной очистки ямы употребляется савокъ (фиг. 152) по формѣ одинаковый съ лопаткою. При рытьѣ послѣдняго слоя надо слѣдить, чтобы лопата сразу брала до проектной глубины, такъ какъ при недоборѣ дальнѣйшее углубленіе весьма затруднительно вслѣдствіе тѣсноты рва.

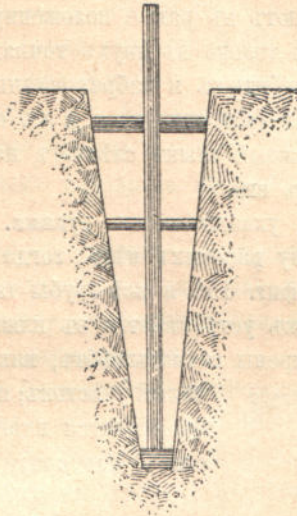
Прежде укладки трубъ производятъ провѣрку канавъ. Для провѣрки ширины употребляется шаблонъ (фиг. 153), состоящій изъ рейки съ



поперечными брусками; глубина же провѣряется визирками и нивелиромъ.

Трубы подвозятъ къ полю и складываютъ въ кучи. Когда рытье канавъ подходитъ къ концу, трубы на носилкахъ подносятъ къ мѣсту работы и укладываютъ одну возлѣ другой на земляномъ валѣ у бровки канавы. Передъ укладкою трубъ надо канаву начисто вымести метлой. Если передъ этимъ прошелъ дождь, то надо выждать пока канава подсохнетъ.

Трубы укладываются двояко: или въ притыкъ одна къ другой, или же въ стыкахъ употребляется особое приспособленіе, муфты, представляющія изъ себя такіе же гончарныя трубы съ діаметромъ немного большимъ чѣмъ наружный діаметръ дрена и длиною въ 3 дюйма. Соединеніе муфтами значительно удорожаетъ стоимость дренажа и употребляется рѣдко, только при трубахъ очень малаго діаметра, гдѣ малѣйшая разность въ осадкѣ двухъ смежныхъ трубокъ вызываетъ нарушеніе непрерывности струи. Муфты употребляются обязательно при слабомъ грунтѣ даже при трубахъ большого діаметра.

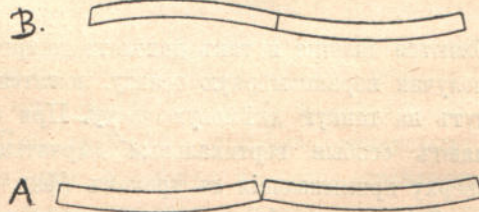


Фиг. 153.



Фиг. 154.

Укладка трубъ начинается съ верхняго конца канавы во избѣжаніе могущаго произойти засоренія. Для этой работы употребляется особый крюкъ или костыль (фиг. 154), укрѣпленный на палкѣ. На костылѣ имѣется заплечикъ *S*, діаметръ котораго немного больше внутренняго діаметра трубы. Рабочій становится надъ канавою одною ногою на одной сторонѣ, другою—на другой; затѣмъ, поддѣваетъ крючкомъ трубку съ земли, опускаетъ ее въ ровъ и плотно прикладываетъ къ смежной, прежде уложенной. Дренажныя трубы всегда болѣе или менѣе изогнуты по оси, поэтому чтобы щели между ними не были велики, надо трубки класть не въ такомъ положеніи какъ въ *A* (фиг. 155), а въ такомъ, какъ въ *B*. Опытный рабочій, надѣвая трубу на крюкъ, старается взять ее такъ, чтобы она сразу возможно плотнѣ легла къ сосѣдней; сотрясеніемъ на стержнѣ онъ поворачиваетъ ее до тѣхъ поръ, пока труба не ляжетъ,



Фиг. 155.

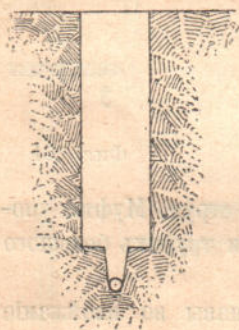


какъ слѣдуетъ, а потомъ легкими поколачиваніями заплечика *S* (фиг. 154) по стѣнкѣ заставляеть ее плотно приблизиться къ сосѣдней. Иногда приходится трубку вынуть и замѣнить другою.

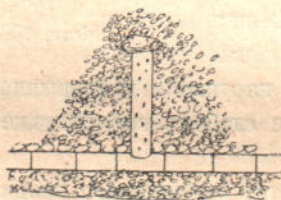
Если укладываютъ трубы съ муфтами, то и труба и муфта надѣваются на костыль сразу, при чемъ трубу держитъ заплечикъ, а муфту рукоятка. Все вмѣстѣ опускають въ ровъ и трубу поколачиваніемъ заплечика вдвигаютъ въ ранѣе положенную муфту. Такъ какъ муфты даютъ опору въ трубѣ только въ двухъ точкахъ, то подъ трубки подкладываютъ черепки отъ разбитыхъ и забракованныхъ дренъ. Затѣмъ, въ предупрежденіе засоренія (это относится и къ случаю, когда муфты не употребляются) на каждый стыкъ слѣдуетъ набросить комъ плотной земли и и притрамбовать его.

Коллекторы укладываются руками. Если опытныхъ привычныхъ къ дренажному дѣлу рабочихъ нѣтъ, тогда канавамъ придаютъ форму изображенную на фиг. 156 и всѣ трубы также укладываются руками.

Если дренажъ устраивается въ пльвунѣ, то канаву роютъ широкую, крѣпятъ ее и дрены закладываютъ, какъ только прокопають хоть самый малый участокъ; при чемъ положеніе дренъ все время провѣряется нивелиромъ. Если грунтъ на столько слабъ, что сразу нельзя пройти до проектной глубины, то углубляются на сколько возможно, закладываютъ трубы, присыпають ихъ и такъ оставляють; когда черезъ нѣкоторое время грунтъ подсохнетъ, канавы разрываютъ, вынимають дрены, углубляются дальше и такъ доходятъ до требуемой глубины. Такъ какъ дрены получая неравномѣрную осадку, ложатся одна выше другой, то ихъ кладутъ на тонкую дюймовую доску. При сильномъ притокѣ воды примѣняютъ особыя вертикальныя дырчатыя трубы, обсыпанныя камнемъ и сверху примыкающія къ дренамъ (фиг. 157).



Фиг. 156.



Фиг. 157.

Слѣдуетъ замѣтить, что несмотря на плотное соединеніе дренъ и на то, что вода въ трубки попадаетъ только черезъ ничтожную щель въ стыкъ, все же трубки совершенно выполняютъ свое назначеніе, нерѣдко дренируя воду полнымъ сѣченіемъ. Это подтверждается весьма простымъ расчетомъ. Предположимъ, что каждый стыкъ имѣетъ зазоръ всего въ  $\frac{1}{100}$  дюйма, тогда при трубкѣ діаметромъ только въ 1 дюймъ площадь этого зазора будетъ:

$$\frac{1}{100} \cdot \pi d = 0,0314 \text{ квадр. дюйм.}$$



трубка же съ діаметромъ въ 1 дюймъ имѣетъ площадь сѣченія

$$\frac{\pi d^2}{4} = 0,78.$$

Раздѣляя второе на первое, находимъ

$$0,78 : 0,0314 = \text{около } 25$$

т. е. площадь трубы въ 25 разъ больше площади стыка и слѣд. 25 стыковъ дадутъ въ суммѣ площадь равную площади отверстія трубы. Такъ какъ 25 стыковъ при длинѣ трубки въ 1 футъ укладываются на протяженіи  $3\frac{1}{2}$  саж., то уже на  $3\frac{1}{2}$  саж. дрены соберутъ такое количество воды, которое можетъ пойти полнымъ сѣченіемъ въ трубѣ, съ діаметромъ въ 1 дюймъ.

Если укладка трубъ какого-либо участка на время приостанавливается, то надо отверстіе трубки заткнуть соломой, закрыть доскою, кирпичемъ и проч., потому что въ трубку легко можетъ проникнуть лягушка, мышь и друг. мелкое животное и закупорить ее.

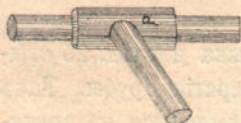
По окончаніи укладки каждаго ряда трубъ—провѣряютъ, составляютъ ли онѣ прямую линію и имѣютъ ли надлежащій уклонъ. Въ это же время слѣдуетъ палкою нажимать на концы каждой сомнительной трубки и если при этомъ другой конецъ поднимается, то для увеличенія опоры подъ трубку подкладываютъ сухіе комочки земли.

Когда провѣрка окончена, надо безотлагательно приступить къ засыпкѣ канавъ. Работу эту надо дѣлать осторожно, чтобы на трубы не падали комья, и чтобы не потревожить дренажную линію. Лучше всего на нижній слой вершка въ 4 употреблять глинистую землю и соскребать ее со стѣнокъ рва, чтобы она не падала, а скатывалась по стѣнкамъ. Ни въ какомъ случаѣ, не слѣдуетъ употреблять для нижняго слоя песокъ, потому что увлекаемый водою онъ проходитъ въ зазоры и засариваетъ трубы. Остальную засыпку можно производить всякою землею, при этомъ она уминается ногами. Сверху надъ канавой образуютъ маленькій земляной валикъ и прикрываютъ его дерномъ, снятымъ и отложеннымъ въ сторону при началѣ рытья. При грунтахъ плотныхъ, глинистыхъ, канаву заполняютъ только на половину, остальную же часть оставляютъ открытою до слѣдующаго лѣта, тогда отъ зноя и мороза почва дастъ трещины и сдѣлается болѣе водопроницаемою.

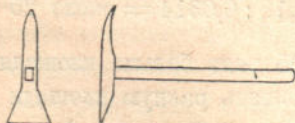
При встрѣчѣ двухъ трубъ одинаковаго діаметра на стыкъ надѣвается длинная муфта (фиг. 158), въ которой пробивается отверстіе *a*, куда и вставляется боковая трубка. Пробиваютъ отверстіе особымъ молоткомъ (фиг. 159) съ острымъ носкомъ. Сопряженіе дрены съ коллекторомъ слѣдуетъ дѣлать, какъ показано на фиг. 160, а не такъ, какъ на фиг. 161, потому что во второмъ случаѣ движеніе воды по коллектору представляетъ сильное сопротивленіе движенію въ дрени. На каждое соединеніе трубъ прежде ихъ засыпки надо набросать нѣсколько черепковъ.



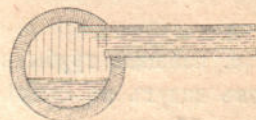
На всѣхъ поворотахъ линий, на мѣстахъ измѣненія уклона, а также и тамъ гдѣ сходятся нѣсколько трубъ ставятся смотровые или контрольные (дивизирные) колодцы. Обыкновенно колодцы состоятъ изъ такихъ же гончарныхъ трубъ діаметромъ въ 14—15 дюймовъ; сверху они перекрываются или плитой или особой крышкой и располагаются подъ зем-



Фиг. 158.

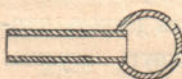


Фиг. 159.



Фиг. 160.

лею не ближе, какъ вершковъ на 10 отъ поверхности (фиг. 162), чтобы не мѣшали обработкѣ почвы плугомъ. Для того чтобы видѣть и слышать

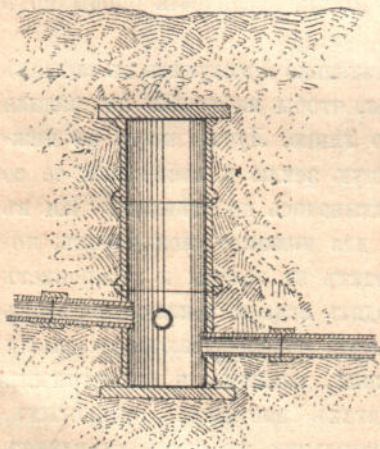


Фиг. 161.

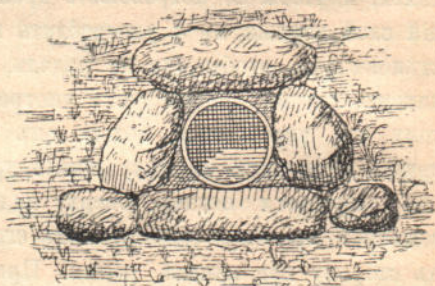
по звуку дѣйствіе дренажа въ колодцѣ, надо трубу приводящую воду располагать выше трубы отводящей. Если въ колодець входитъ нѣсколько трубъ, то его дѣлаютъ такого размѣра, чтобы въ него могъ входить рабочій для очистки отъ осадковъ.

Устья дренажной сѣти часто повреждаются или умышленно или шалостями дѣтей, затѣмъ, въ устья заползаютъ мелкія животныя—мыши, кроты и въ особенности лягушки; эти послѣднія забираются туда въ молодомъ

возрастѣ, пролазятъ въ дрены, вырастаютъ тамъ за зиму, а весной не



Фиг. 162.



Фиг. 163.

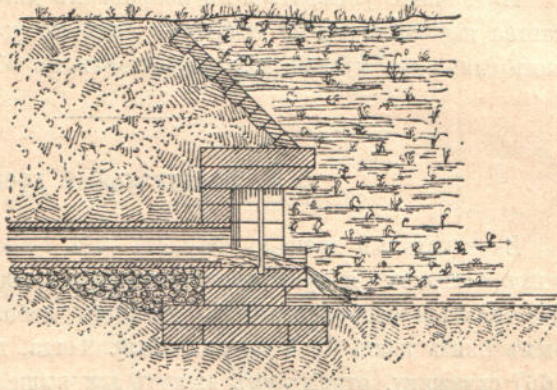
могутъ повернуться, чтобы выбраться и закупориваютъ собою трубку. Обыкновенно коллекторъ оканчивается за полсажени не доходя до устья и конецъ его дѣлается или изъ камня насухо, или изъ досокъ (фиг. 163). Въ большихъ сѣтяхъ устья выполняются изъ кирпичной кладки на цементѣ (фиг. 164).

Противъ проникновенія въ трубку животныхъ рекомендуется въ послѣднемъ стыкѣ трубъ коллектора заложить проволочную рѣшетку.

При хорошо устроенномъ дренажѣ надворъ заключается только въ прочисткѣ отводныхъ канавъ, въ закрытіи устья на зиму и въ открытіи

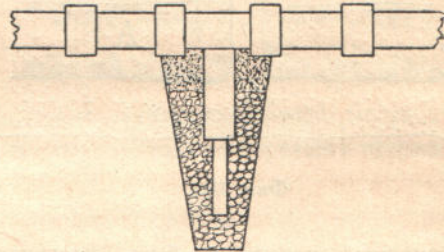


его весной. Но и въ хорошо устроенномъ дренажѣ сплошь и рядомъ происходитъ засореніе дренъ вслѣдствіе отложенія земляныхъ, известковыхъ и желѣзистыхъ наносовъ. Предупредить образованіе осадка невозможно, остается только позаботиться, чтобы осадокъ не скопился въ большомъ количествѣ и чтобы онъ выносился во время сильной воды, бывающей послѣ продолжительныхъ дождей, для чего трубы должны быть уложены правильно, должны имѣть большой уклонъ и не должны быть засорены соломинками, мхомъ, вѣтками и т. п.



Фиг. 164.

Закупорку трубъ также производятъ корни болотныхъ растений, хвощей, осоки, а изъ древесныхъ—корни ивы, ольхи, ясеня, тополя. Попадая въ стыкъ, корешки образуютъ въ дренѣ войлокообразную массу и закупориваютъ отверстіе. Въ предупрежденіе этого рекомендуется нѣсколько способовъ: 1) надо дрены располагать не ближе 10 саж. отъ деревьевъ; 2) параллельно дренажной роется обыкновенная канава и заполняется щебнемъ, въ этой канавѣ останавливаются корешки и не идутъ дальше; 3) въ садахъ, гдѣ приходится дрены проводить близко къ деревьямъ примѣняется хороший, хотя и дорогой способъ Реролля (фиг. 165), заключающійся въ томъ, что муфты заполняютъ



Фиг. 165.

внутри цементомъ и дрены становятся непроницаемыми, а черезъ каждыя 3 саж. подъ дренами роютъ неглубокіе колодцы, и аполняютъ ихъ камнемъ и опускаютъ туда вертикальныя трубки, снизу открытыя и соединяющіяся съ нижнею стороною дренажной линіи. Вода изъ почвы падаетъ въ колодцы, а изъ нихъ поднимаясь по вертикальнымъ трубкамъ, входитъ въ дрены.

Если часть дренажной линіи будетъ повреждена, то это поврежденіе обнаруживается на поверхности земли, именно—часть поля выше поврежденнаго мѣста будетъ влажнѣе, чѣмъ остальное дренированное пространство. Исправляется поврежденіе двояко: промывкой и прочисткой. Въ первомъ случаѣ воду въ дренажной линіи сначала задерживаютъ, а потомъ сразу спускаютъ и вода сильнымъ движеніемъ уноситъ наносъ. Для прочистки же сначала разрываютъ яму вдоль дренажной линіи, вы-

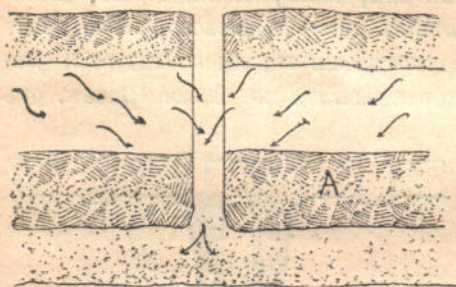


нимають двѣ трубки около закупореннаго мѣста, просовываютъ въ дрены жесткую проволоку или пруть и, двигая впередъ и назадъ, стараются пробить наносъ.

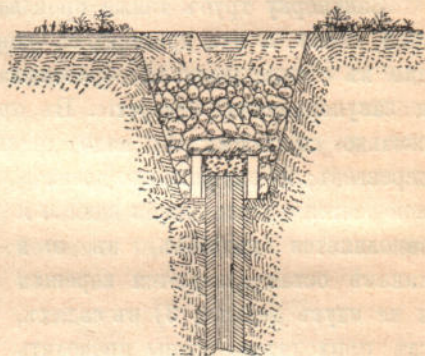
Надо чаще убѣждаться въ исправномъ дѣйствіи дренажа, это достигается наблюденіемъ за теченіемъ воды въ устьѣ и въ колодцахъ, причѣмъ слишкомъ мутная вода указываетъ на образованіе наноса.

#### § 4. Вертикальный дренажъ.

Вертикальный дренажъ состоитъ изъ такъ называемыхъ поглощающихъ колодцевъ и примѣняется въ томъ случаѣ, когда проницаемый слой подстилается непроницаемымъ пластомъ небольшой мощности, за которымъ опять идетъ слой проницаемый. Тогда, пробивъ въ пластъ *A* (фиг. 166) скважину, открываемъ выходъ для вышележащихъ водъ, которыя и стекаютъ во колодезь. Для успѣха дѣла необходимо, чтобы нижній про-



Фиг. 166.



Фиг. 167.

ницаемый пластъ не былъ насыщенъ водою, иначе можетъ произойти обратное явленіе—поднятіе воды. Слѣдовательно, прежде чѣмъ устраивать колодцы, необходимо изслѣдовать расположеніе пластовъ и если подъ проницаемою почвою обнаружится голубой иль, успѣхъ будетъ сомнительнъ; если же подъ слоемъ глины окажется ненасыщенный песокъ, можно навѣрное приступить къ устройству колодцевъ.

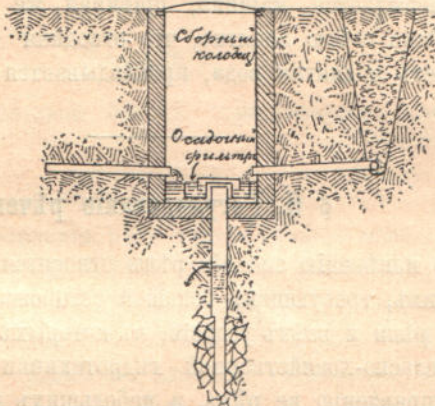
Система вертикальнаго дренажа состоитъ въ томъ, что на десятинѣ, мѣстахъ въ 3—4-хъ роются ямы аршина въ 3 глубину и аршина  $1\frac{1}{2}$  въ діаметръ. На двѣ ямы буравомъ дѣлають скважину (фиг. 167) (буравъ для подобныхъ работъ употребляютъ—діаметромъ верхка въ 4). Чтобы скважина не засорилась дно колодца выстилается хворостомъ или щебнемъ, а въ скважину вставляется труба, верхній край которой долженъ подниматься выше дна колодца, а нижній долженъ быть опущенъ въ проницаемый слой; затѣмъ все-бока и дно слѣдуетъ завалить камнемъ, а надъ трубою устроить покрывку. Если колодезь засыпается землею,



то надъ каменною засыпкою долженъ быть слой земли вершковъ 10—12, чтобы можно было производить обработку почвы плугами. Къ колодцу проводятся сборныя каналы.

(Подобнаго же рода поглощающіе колодцы устраиваются для осушки зданій, сырыхъ мѣстъ и для удаленія жидкихъ отбросовъ (помоевъ). Отводъ дренаруемой воды производится по трубамъ, уложеннымъ съ уклономъ къ сборному колодцу (фиг. 168). Такие колодцы не требуютъ ремонта, лишь изрѣдка приходится очищать осадочный фильтръ. Стѣнки и дно колодца лучше всего дѣлать изъ бетона, трубу, сѣтку на нее и фильтръ— изъ желѣза).

Въ скважину вставляются трубы деревянныя, желѣзныя или гончарныя. Послѣднія вставляются слѣдующимъ образомъ. Въ деревянный башмакъ вколачивается длинный желѣзный стержень (фиг. 169). Сверху на башмакъ опираются 2 трубки разныхъ диаметровъ, составленныя изъ звеньевъ. Около



Фиг. 168.



Фиг. 169.

стыковъ звеньевъ дѣлаются отверстія для облегченія входа вода. Башмакъ устанавливается надъ скважиной и легкими ударами по верхушкѣ стержня заставляютъ трубы опуститься.

Такое устройство поглощающихъ колодцевъ применяется, когда проникаемый пластъ залегаетъ на глубинѣ отъ 3 саж., если же до него не глубже  $2\frac{1}{2}$ —3 арш., скважина дѣлается коломъ съ желѣзнымъ наконечникомъ. Коль этотъ до водопроницаемаго грунта забивается ручною бабою, а потомъ выдергивается. Чтобы образовавшаяся такимъ способомъ скважина не осыпалась въ нее вставляютъ тонкій коль обернутый соломой, въ болѣе же плотныхъ грунтахъ скважина только прикрывается хворостяною пробкой. Конечно, лучше если скважина дѣлается буромъ.

## § 5. Механической водотливъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда по сосѣдству съ болотомъ нѣтъ такихъ пониженныхъ пунктовъ, куда бы можно было отвести воду или когда такіе пункты отдѣлена отъ края болота возвышеніями, а также въ тѣхъ слу-



чаяхъ, когда осушеніе должно быть сдѣлано въ цѣляхъ разработки торфа, прибѣгаютъ къ водоподъемнымъ машинамъ, употребляя изъ нихъ главнымъ образомъ центробѣжный насосъ и архимедовъ винтъ \*).

Обыкновенно выбирается наиболѣе пониженный пунктъ съ краю болота и къ этому пункту подводится вода канавами, при чемъ послѣднія впадаютъ въ колодезь или пріемный резервуаръ. Колодезь состоитъ изъ сруба бревенчатого или изъ пластинъ и имѣетъ отъ 4 до 6 арш. въ сторонѣ. Стѣнки не осаживаются вплотную и сквозь щели попадаетъ вода. Дѣлаются колодцы и проще: забиваютъ 4 угловыя сваи, связываютъ ихъ насадками, а за сваи накладываютъ одна на другую въ лежку пластины и осаживаютъ ихъ колотушками. Сверхъ колодца дѣлаютъ помость, на которомъ утверждается машина, пріемная же часть ея погружается въ колодезь. Само собою понятно, что отводная труба (или канава), по которой стекаетъ поднятая вода, прокладывается гдѣ нибудь въ сторонѣ отъ болота.

## § 6. Регулированіе рѣчекъ.

Работы по измѣненію теченія рѣкъ относятся къ числу весьма серьезныхъ, дорогихъ, требующихъ большой осторожности, тщательнаго изученія режима рѣки и всѣхъ условій, въ которыхъ она находится; поэтому къ области сельско-хозяйственной гидротехники могутъ быть отнесены работы по выправленію не рѣкъ, а небольшихъ рѣчекъ, вѣрнѣе ручьевъ, причемъ работы эти должны предприниматься только въ тѣхъ крайнихъ случаяхъ, когда со стороны рѣки угрожаетъ опасность подмыва усадебныхъ мѣстъ, или когда слишкомъ излучистое теченіе вызываетъ сильную заболоченность дуга. Въ виду этого послѣдняго обстоятельства работы по выправленію рѣкъ отнесены къ осушенію.

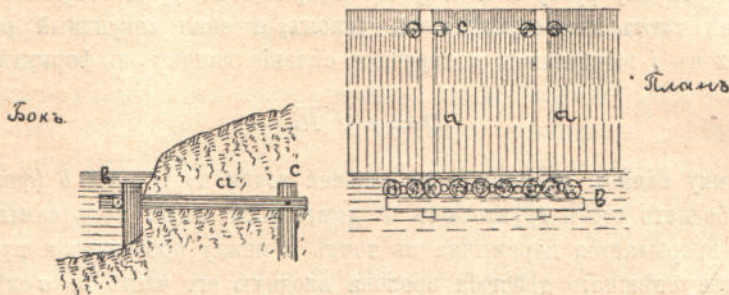
Размываніе берега происходитъ или отъ дѣйствія подземныхъ водъ, вызывающихъ оползни и обсыпаніе откосовъ, или отъ дѣйствія волнъ, отрывающихъ частицы грунта или же отъ попеременнаго замерзанія и оттаиванія, вызывающаго разрыхленіе почвы. Разрушаемые берега укрѣпляются хворостомъ, фашинами, каменнымъ мощеніемъ совершенно также, какъ укрѣпляются водные откосы плотинъ \*\*); при этомъ берегъ надо спланировать не менѣе какъ въ полоторный откосъ. Хорошимъ, но уже болѣе сложнымъ является укрѣпленіе деревянною стѣнкою (фиг. 170). Вдоль берега почти въ плотную забивается рядъ свай, между которыми для образованія сплошной стѣнки загоняются колья. Верхушки колеьевъ и свай спиливаются ниже меженнаго горизонта, чтобы онѣ постоянно на-

\*) Конструкция и работа водоподъемниковъ изложена въ главѣ VI.

\*\*\*) См. стр. 70.



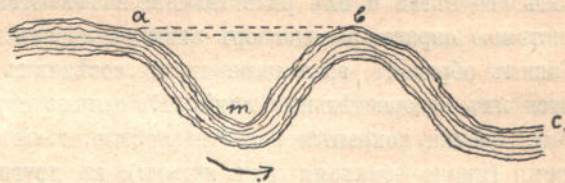
ходились въ водѣ. Черезъ каждыя  $1\frac{1}{2}$ —2 саж. сквозь стѣнку пропускаютъ анкеръ *a*, на конецъ котораго укрѣпляютъ брусъ *b*, а анкерныя сваи *c* забиваются въ берегъ. Пространство между стѣнкою и берегомъ



Фиг. 170.

забиваютъ глиною, а береговой откосъ отмачивается камнемъ на мху или на навозѣ.

Сплошь и рядомъ маленькія рѣчки текутъ такою извилистою линіею, что если взять разстояніе отъ *a* (фиг. 171) до *c* по берегу, т. е. черезъ *m* и *b*, то оно будетъ раза въ два или даже въ 3 большимъ, чѣмъ разстояніе между тѣми же точками *a* и *c* по прямому направленію теченія. Само собою очевидно, что это удлиненіе влечетъ уменьшеніе скорости *v*, но расходъ *Q* равный *Fv* отъ этого не уменьшается, почему при неизмѣнности *Q* должно увеличиться живое сѣченіе *F*, является подъемъ воды, выходъ ее изъ береговъ и заболачиваніе мѣстности. Каждая новыя излучины отнимаютъ культурныя площади, превращая ихъ въ старорѣчья, наполненныя стоячею водою. Въ такомъ случаѣ дѣлаютъ спрямленіе русла перекопами.



Фиг. 171.

Самымъ простымъ перекопомъ является канава начинающаяся въ *a* (фиг. 171) у русла, напримѣръ, на лѣвомъ берегу и примыкающая къ руслу въ *b* на томъ же берегу, причемъ направленіе прорѣза должно быть касательнымъ къ теченію, какъ выше точки *a*, такъ и ниже точки *b*. Если скорость теченія въ рѣчкѣ больше 2 фут. въ секунду и если уклонъ по прорѣзу между *a* и *b* больше двойного уклона русла, то канаву можно вести шириною всего въ  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$  ширины рѣчки. Тогда въ *a* вода пойдетъ преимущественно по канавѣ, постепенно увеличивая ее размѣры до тѣхъ поръ, пока вся масса воды не направится въ нее; прежнее же русло *a m b* будетъ постепенно заноситься. Если же скорость теченія



рѣчки меньше 2 фут. и уклонъ между  $a$  и  $b$  мало разнится отъ уклона русла, то перекопъ дѣлается по расчету на расходъ и живое сѣченіе. Съ этою цѣлью составляется проектъ спрямленія русла, вычерчиваются профили по старому руслу и новому его направленію (фиг. 171), на профиляхъ намѣчаютъ дно, опредѣляютъ уклонъ, а зная секундный расходъ  $Q$  и уклонъ  $i$  вычисляютъ поперечное сѣченіе канавы по формулѣ

$$Q = c \sqrt{Ri}$$

Выемку канавы начинаютъ съ нижней точки по теченію  $b$  (фиг. 171) для свободнаго стока грунтовыхъ и дождевыхъ водъ; подъ самый уже конецъ прорывается перемычка въ точкѣ  $a$  между прокопомъ и русломъ. Для болѣе успѣшнаго дѣйствія прокопа входную его часть въ  $a$  слѣдуетъ сдѣлать съ воронкообразнымъ расширеніемъ.

## ГЛАВА V.

### Укрѣпленіе овраговъ.

Оврагомъ принято называть естественное, рѣзко выраженное углубленіе въ землѣ продолговатой формы, которое при незначительной, сравнительно съ длиною, ширинѣ имѣетъ уклонъ и тянется на большее или меньшее протяженіе отъ водораздѣла къ тальвегу. Какъ главный стержень оврага, такъ его вѣтви и ихъ развѣтвленія называются въ общей совокупности системою оврага, а водосборъ системы носить названіе бассейна оврага. Такимъ образомъ, границами двухъ сосѣднихъ системъ овраговъ являются ихъ водораздѣльныя линіи. Въ однихъ случаяхъ овраги имѣютъ пологія стѣнки, покрытыя растительностью, такіе овраги называются потухшими (иначе—балками или логами); въ другихъ же случаяхъ поверхность оврага совершенно обнажена, бока обрывисты и осыпаются, вершины расползаются въ стороны, травы, скрѣпляющей почву своими корнями, нѣтъ,—такіе овраги называются дѣтельными (иначе ярами или кручами).

Въ оврагахъ принято различать слѣдующія части: вершину, дно, откосы или бока и устье. Вершиною называется начальная часть оврага, черезъ которую попадаетъ наибольшая масса воды, вслѣдствіе чего вершина всегда обрывиста, иногда совершенно отвѣсна; вершиною оврагъ растеть—удлиняется. Въ одномъ оврагѣ вершинъ можетъ быть нѣсколько, при чемъ названіе вершины въ такомъ оврагѣ оставляется за главною, боковыя же или второстепенныя называются отвершками. Дно оврага, начинаясь отъ вершины, оканчивается въ его устьѣ. Оно всегда имѣетъ наклонъ къ устью, при чемъ очень рѣдко наклонъ идетъ подъ однимъ уклономъ; у большинства овраговъ уклоны дна мѣняются. Въ дѣтельныхъ оврагахъ откосы всегда круче полукруглыхъ, нерѣдко они перехо-



дять въ вертикальный обрывъ. Длина оврага отъ вершины до устья, считая по оси доходить до колоссальной цифры — 25 верстъ; ширина, считая отъ бровки до бровки колеблется также въ широкомъ предѣлѣ отъ 2-хъ до 250 саж. \*). Частицы земли, которыя выносятся изъ оврага, отлагаются за устьемъ и образуютъ такъ называемый конусъ выноса или конусъ отложенія.

Оврагоукрѣпительныя работы имѣютъ своею задачею борьбу только съ дѣятельными оврагами, которые увеличиваясь, развѣтляясь, расходясь въ разныя стороны, съ каждымъ годомъ не только уменьшаютъ культурную площадь, но приносятъ вредъ и въ другихъ отношеніяхъ; такъ, они иссушаютъ почву, дренируя грунтовую воду; благодаря оврагамъ весеннія и ливневыя воды уносятъ плодородныя частицы съ полей и засыпаютъ ими источники, рѣки и луга; овраги портятъ дороги, а подбираясь къ усадьбамъ въ деревняхъ заставляютъ жителей уходить съ насиженныхъ мѣстъ.

Главною причиною оврагообразованія является вода; чѣмъ большее количество ея попадаетъ въ оврагъ, чѣмъ меньше стѣсненій и препятствій она на своемъ пути встрѣтитъ, чѣмъ по большому уклону будетъ стекать въ оврагъ, тѣмъ большее разрушеніе она произведетъ тамъ. Слѣдовательно, ростъ дѣятельныхъ овраговъ находится въ зависимости отъ слѣдующихъ факторовъ: отъ площади водосбора, отъ того или иного характера поверхности рельефа и отъ скорости воднаго потока, т. е. отъ уклона; при уклонѣ въ 0,001 размыва не происходитъ, а если уклонъ 0,0003, то начавшійся выше размывъ съ этого мѣста прекращается. Кромѣ естественныхъ условій, человѣкъ, въ его неразумной хозяйственной дѣятельности создаетъ еще искусственныя условія, благопріятствующія не только росту существующихъ овраговъ, но и ведущія къ возникновенію новыхъ. Такими условіями являются: истребленіе лѣсныхъ и кустарниковыхъ породъ въ приовражной полосѣ и по склонамъ, проведеніе канавъ и бороздъ вдоль склоновъ, наконецъ распашка приовражья.

Такъ какъ главную роль въ оврагообразованіи играетъ вода, то и техническіе приемы оврагоукрѣпительныхъ работъ должны быть основаны на мѣрахъ борьбы съ разрушительною ея дѣятельностью, и такъ какъ вся задача укрѣпленія оврага заключается въ прекращеніи его роста въ длину, ширину и глубину, то съ этою цѣлью работы дѣлятся на три категоріи:

- 1) задержаніе воды на пути къ оврагу, чтобы уменьшить ея скорость (укрѣпленіе доовражья);
- 2) ослабленіе разрушительной силы воды, сбѣгающей по оврагу съ его вершины (укрѣпленіе вершины);
- 3) противопоставленіе разрушающему дѣйствію воды искусственно укрѣпленнаго ложа и боковъ въ мѣстахъ размыва (укрѣпленіе дна).

\*) Оврагъ шириною въ 1 саж. считается промоиною.



Потомъ уже, когда размывающее дѣйствіе воды будетъ прекращено, когда оврагъ остановитъ свой ростъ, его превращаютъ въ полезную площадь или устройствомъ въ немъ водохранилища или облѣсеніемъ склоновъ.

Составленію проекта укрѣпленія предшествуютъ изысканія. Состоятъ онѣ въ томъ, что прежде всего снимается планъ мѣстности до границъ водораздѣла, съ выдѣленіемъ въ немъ какъ очертанія самаго оврага такъ и приовражья, т. е. площади уже испорченной оврагомъ. Затѣмъ пробивается ось оврага и черезъ каждые 10 сажень перпендикулярами опредѣляется дно. Далѣе находятъ живое сѣченіе въ головѣ оврага, отмѣчается горизонтъ высокихъ водъ, опредѣляется уклонъ ( $i$ ) на ста саженьяхъ выше оврага, занивелировывается продольная профиль по дну съ пикетами черезъ 10 сажень, на пикетахъ берутъ поперечные профили, наконецъ, съемкой или по трехверстной картѣ опредѣляютъ площадь водосбора оврага и длину бассейна.

Проектъ работъ находится въ зависимости отъ характера и размѣровъ разрушительной дѣятельности оврага, отъ быстроты, съ которою должна вестись работа, отъ средствъ, имѣющихся въ распоряженіи техника, отъ матеріаловъ, имѣющихся подъ руками и пр. Въ однихъ случаяхъ ограничивается частными приѣмами въ видѣ укрѣпленія вершины или постановки на днѣ запруды; въ другихъ же — примѣняются всѣ способы, которыми достигается прекращеніе всѣхъ оврагообразовательныхъ процессовъ, начиная съ задержки потока передъ оврагомъ и кончая планировкой откосовъ и облѣсеніемъ ихъ. Такимъ образомъ каждая работа является совершенно самостоятельною, независящею отъ другихъ и послѣдовательнаго порядка, чередованія работъ при закрѣпленіи овраговъ не наблюдается.

Вопросъ о томъ нужно ли укрѣплять овраги или предоставить имъ развиваться въ природныхъ условіяхъ не можетъ быть рѣшенъ въ общей формѣ. Для каждаго отдѣльнаго случая долженъ быть учтенъ какъ вредъ отъ оврага теперь и въ его будущемъ, такъ и затраты на его укрѣпленіе. Вопросъ рѣшается простымъ подсчетомъ стоимости работы и оцѣнкою площади земли, прибавивъ сюда 4—5% на удлиненіе переѣздовъ, на порчѣ покосовъ, изсушеніе грунта и пр. \*)

### § 1. Задержание воды на пути къ оврагу.

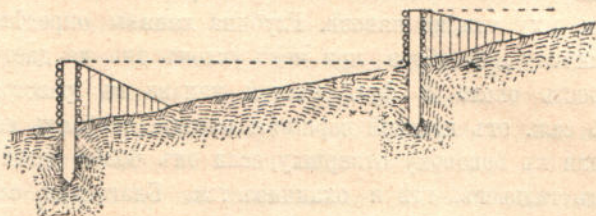
Всякія даже самыя незначительныя борозды, межи, водоройны, проводящія воду къ оврагу являются опасными въ смыслѣ ихъ легкой размываемости и быстрого обращенія въ оврагъ, поэтому всѣ такія промойны должны быть укрѣплены; кромѣ того въ цѣляхъ уменьшенія ско-

\*) Для средней Россіи опредѣляются среднія цѣны такъ: 1 саж. фашины 40 коп.; 1 саж. двѣнадцативершковой плетневой запруды 3 руб.; 1 саж. запруды аршинной 4 р. 50 коп.; 1 саж. каменной двухъ аршинной—40 руб.



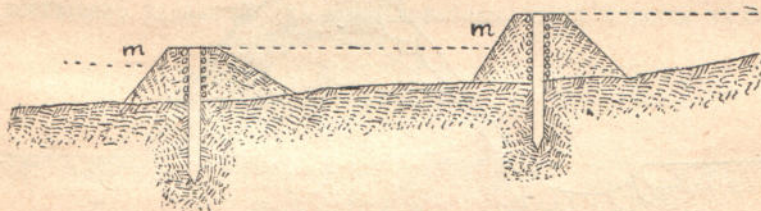
рости течения сбѣгающей по склону воды самымъ первымъ мѣропріятіемъ должно явиться устройство прегражденій поперекъ склона.

На промоинахъ ставятся плетни, поднимающіе воду на 8—10 вершковъ и на разстояніи одинъ отъ другого на величину подпруды (см. № 10), при чемъ для образованія подпруды за плетнемъ (фиг. 172) съ нагорной стороны дѣлается отсыпка съ полоторнымъ откосомъ. Подъ плетнемъ долженъ быть уложенъ слой хво-



Фиг. 172.

роста или соломы, такъ какъ иначе сливающаяся вода можетъ вырыть яму и подмоетъ плетень. Хворостъ долженъ быть сильно осажень чекушею. Концы плетня запускаются въ берега промоины по 1 аршину. Кромѣ плетней промоины укрѣпляются еще лотками хворостяными и дерновыми \*).



Фиг. 173.

Задержаніе воды на склонахъ дѣлается валиками, для чего ставятся по склону въ шахматномъ порядкѣ строго по горизонталямъ плетешки длиною до 3 саж., а высотой вершковъ 8—10 съ присыпкою земли валикомъ для образованія подпруды. Высота валиковъ должна быть такова, чтобы подпруда *m* верхняго изъ нихъ была вершка 2—3 (фиг. 173).

## § 2. Укрѣпленіе вершины оврага.

Оврагъ растетъ своею вершиною, поэтому укрѣпленіе ея является самою важною работою.

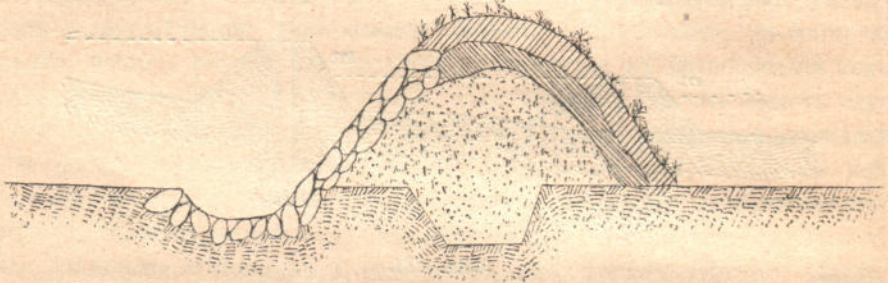
Чтобы остановить ростъ оврага, проектируютъ сооруженія двоякаго рода: А) отводящія воду въ сторону отъ оврага и В) направляющія всю воду къ одной прочно укрѣпленной вершинѣ. Сооруженія первой категоріи выполняются въ видѣ или канавъ, или струеотводныхъ дамбъ, сооруженія же второй категоріи состоятъ или изъ укрѣпленныхъ уступовъ (террасъ) или изъ наклонныхъ лотковъ.

\*) См. лотки стр. 302.



### А. Сооруженіе перваго типа.

Отводная нагорная канава роется отъ  $\frac{3}{4}$  до 1 арш. шириною по дну съ одинарными откосами и укрѣпляется или дерномъ, или камнемъ на мху или на навозѣ. Глубина канавы опредѣляется расчетомъ на величину водосбора, при чемъ уклонъ дна не дается больше 0,01, а скорость около 2 фут. Роется канава въ разстояніи не ближе какъ на 5 саж. отъ главной вершины оврага, огибаетъ ее и уступами подводится или къ боковому отвершку, если онъ болѣе устойчивъ чѣмъ вершина или въ тальвегъ, гдѣ и оканчивается. Благодаря слабому уклону, который дается дну канавы, она обезпечена отъ размыва, но за то быстро заносится иломъ и поэтому ее приходится отъ времени до времени чистить. Кромѣ этого, канава забивается снѣгомъ, который уплотняется и смерзается, и когда весною начинается половодье, вода, стекающая съ полей не задерживается канавою, пробѣгаетъ черезъ нее и попадаетъ въ оврагъ;



Фиг. 174.

такимъ образомъ роль замерзшей канавы сводится къ нулю. Эти обстоятельства заставляютъ отдавать предпочтеніе струеотводнымъ дамбамъ или валамъ.

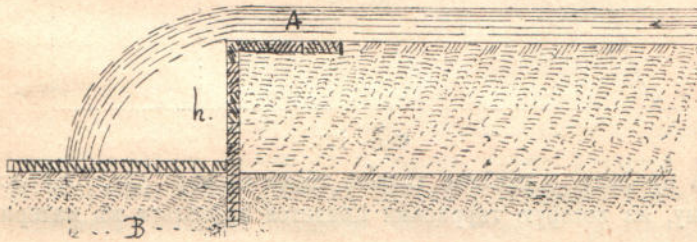
Валь, какъ и канава, огибаетъ очертаніе оврага въ разстояніи отъ него не ближе 5 саж. Прежде всего, когда линия вала намѣчена на мѣстѣ, по этой линіи роется канавка (замокъ) вершковъ 10 ширины и глубины; заполняется глиною и тщательно трамбуется. Затѣмъ основаніе подъ будущимъ валомъ очищается отъ дерна, взрыхляется и на него слоями насыпается глина, которая также плотно трамбуется. По мѣрѣ поднятія, глиняный валь суживается. Далѣе валь покрывается съ боковъ и сверху слоємъ чернозема и дернуется. По верху валамъ даютъ ширину не меньше аршина, высота же опредѣляется по расчету, чтобы самая высокая вода не была выше вала, а тѣмъ болѣе, чтобы черезъ него она не переливалась. Откосъ вала нагорный слѣдуетъ замостить камнемъ на навозѣ (фиг. 174), а впереди надо сдѣлать лотокъ шириною въ 1 арш. Если такой валь пролегаетъ около проѣзжей дороги, то онъ черезъ каждую 1 саж. ограждается тумбами. Если камня подъ рукою нѣтъ, то на переднемъ фасадѣ ставятъ плетень.



## В. Сооруженія второго типа.

### а. Террасы.

Террасированіе оврага состоитъ въ томъ, что главная вершина его искусственно удлиняется, врѣзываясь въ материкъ рядомъ уступовъ-террасъ. Террасы должны быть непременно врѣзанными, материковыми; насыпныхъ террасъ допускать нельзя. Такія терраски, сильно страмбованныя и подкрѣпленныя послѣ осадки, могутъ примѣняться только въ узкихъ и не глубокихъ промоинахъ, хотя для нихъ существуютъ и болѣе простыя и болѣе цѣлесообразныя приемы закрѣпленія. И такъ, при террасированіи вершины, какъ площадки, такъ и уступы, должны быть сдѣланы въ прочномъ, не тронутомъ материкѣ и при этомъ непременно должны быть основательно укрѣплены. Вода, падая съ уступовъ, производитъ рядъ ударовъ и та часть площадки, которая принимаетъ на себя струю, должна быть на столько прочною, чтобы не подвергнуться разрушительному дѣйствию удара. Величина этой части площадки *B* (фиг. 175), куда достигаетъ падающая (въ видѣ параболы) струя, берется не меньше



Фиг. 175.

какъ въ  $1\frac{1}{2}$  высоты порога *h*. Кромѣ части *B*, на площадкѣ должна быть также укрѣплена и часть *A*, непосредственно прилегающая къ уступу, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ скорость скатывающейся съ уступа воды большая, а слѣдовательно и разрушительная сила ея здѣсь больше, нежели въ передней части террасы.

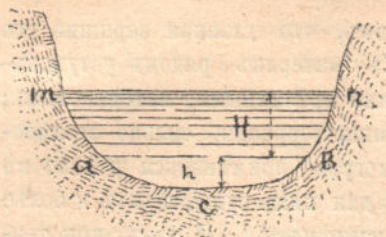
Поверхность террасъ по ихъ длинѣ дѣлается или горизонтальною или понижается къ уступу съ уклономъ въ 0,01; въ поперечной же профили площадкамъ даютъ лоткообразный видъ (фиг. 176) для того, чтобы вода въ частяхъ *та* и *nb* не производила размыва. Стрѣлка *h* дѣлается въ  $\frac{1}{24}$  ширины *ab*, но при выборѣ живого сѣченія сегментъ *асb* въ расчетъ не берется и служитъ для запаса; расчетнымъ же смоченнымъ периметромъ считается *таbn*, съ высотой *H*; на эту высоту, т. е. до *m* и до *n* бока должны быть укрѣплены\*).

Высота пороговъ находится въ зависимости отъ матеріала ихъ укрѣпляющаго и дѣлается отъ 8 вершковъ до 1 арш. При расчетѣ этою высотой задаются, ширина же опредѣляется расходомъ *Q*, какъ и для лот-

\*) См. стр. 185 расчетъ.

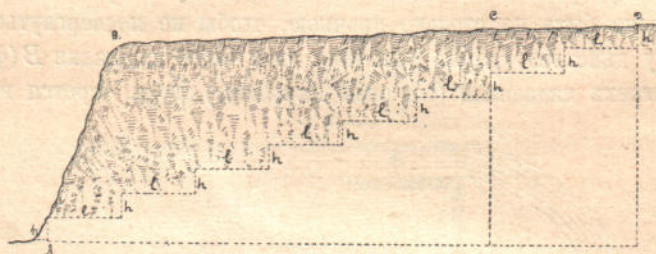


ковъ \*). Шире 3 арш. площадки не дѣлаются, такъ какъ при очень большой стоимости земляныхъ работъ, дешевле вмѣсто террасъ поставить лотокъ. Что же касается длины, то она не должна быть меньше двойной высоты порога и, въ зависимости отъ укрѣпляющаго матеріала, длина дѣлается равною тройной или даже четверной высоты; чѣмъ площадка длиннѣе, тѣмъ протеканіе струи спокойнѣе, но тѣмъ дальше оврагъ врѣзается въ материкъ и тѣмъ дороже стоитъ работа.



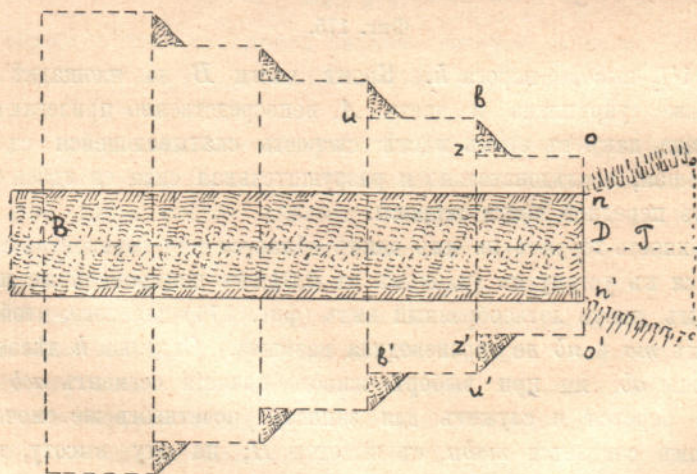
Фиг. 176.

При составленіи проекта террасирования строятъ профиль продольнаго разрѣза оврага  $ABCD$  (фиг. 177) и, задавшись высотой уступа  $h$  и длиной площадки  $l$ , наносятъ тѣ и



Фиг. 177.

другія на профиль, опредѣляя такимъ образомъ какъ число террасъ, такъ и ту длину, на которую террасами придется врѣзаться въ материкъ.



Фиг. 178

Въ натуру проектъ переносится слѣдующимъ образомъ. Провѣшивается ось отъ  $B$  до  $D$  (фиг. 178) Въ  $D$  на перпендикулярѣ къ оси отбивается въ обѣ стороны  $Dn$  и  $Dn'$ , равные половинѣ ширины тер-

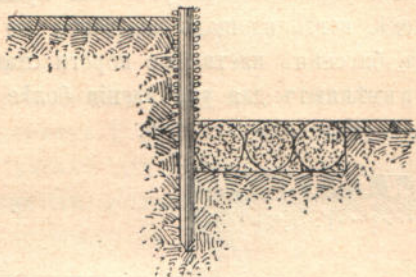
\*) См. стр. 185 расчетъ.



расы, и пробиваются линіи  $nm$  и  $n'm'$ . Затѣмъ на каждомъ уступѣ отбиваютъ бровки полукорныхъ откосовъ  $oz$ ,  $o'z'$ ,  $bu$ ,  $b'u'$  и т. д. Далѣе уже выше намѣчаютъ приѣмникъ  $T$ , длиною въ 1 саж. и шириною воронки въ  $1\frac{1}{2}$ —2 саж. Послѣ этого приступаютъ къ выемкѣ земли.

По окончаніи земляныхъ работъ приступаютъ къ укрѣпленію террасъ,

Простѣйшее укрѣпленіе плетнями и фашинами состоитъ въ слѣдующемъ. У основанія террасы, по линіи уступа, роется узенькій ровикъ и врѣзывается въ бока на  $1\frac{1}{2}$  арш. въ каждую сторону. Въ этотъ ровикъ на  $1\frac{1}{2}$ —2 вершка отъ порога забиваются въ перемежку дубовые и лозовые колья\*), толщиною въ 1— $1\frac{1}{2}$  вершка, полагая на сажень 7 кольевъ. При этомъ они забиваются такъ, чтобы верхушки ихъ возвышались надъ поверхностью террасы вершка на 2. Размѣры кольевъ должны быть таковы, чтобы часть кола надъ землей была равна части его въ землѣ (фиг. 179).



Фиг. 179.

Послѣ забивки кольевъ, заплетается лозовый плетень въ одну хвостину, тщательно осаживается и вплетается въ откосы на  $1\frac{1}{2}$  арш. По мѣрѣ поднятія плетня, промежутки между нимъ и стѣнкою порога тщательно затрамбовываются глиною съ навозомъ (тоже дѣлается и въ бокахъ, куда запущены концы плетня). Затѣмъ у основанія плетня роется канавка, глубиною немного большею, чѣмъ діаметръ двукомельной фашины (6 верш.). На дно канавки кладутъ слой навоза, на который укладывается фашина, причемъ она также заходитъ на  $1\frac{1}{2}$  арш. въ бока. Затѣмъ фашина плотно забивается глиною съ навозомъ; тоже дѣлается и съ концами фашины, запущенными въ откосы, послѣ чего эти части откосовъ дернутся. Рядомъ съ первою фашиною укладывается вторая, третья и т. д.; число всѣхъ фашинъ должно быть таково, чтобы сумма ихъ діаметровъ равнялась полукорной высотѣ уступа. Далѣе, за ударною частью, площадка дернется вплоть до слѣдующаго порога. Откосы, на высоту, равную высотѣ уступа, укрѣпляются или плетнями или дерновкой, какъ это говорилось въ статьѣ объ укрѣпленіи водосливнаго канала\*\*).

Описанное укрѣпленіе является мало прочнымъ: въ особенности при большомъ секундномъ расходѣ, вода проникаетъ внутрь фашины, просачивается къ дну канавокъ, подмываетъ плетни и разрушаетъ откосы. Чтобы уменьшить разрушительную силу воды, уступы не слѣдуетъ дѣлать выше 8 вершковъ.

\*) Лозовыя колья не забиваются, а сажаются въ ямки, которыя пробиваются особымъ сажалнымъ коломъ съ желѣзнымъ наконечникомъ.

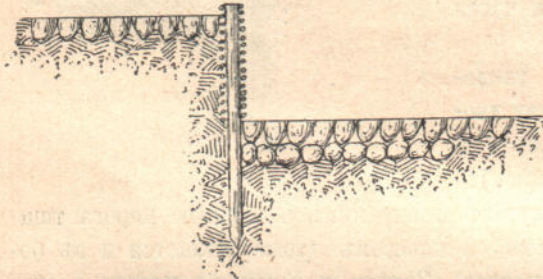
\*\*\*) См. стр. 78.



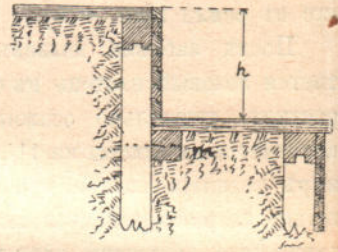
Укрѣпление получается болѣе надежнымъ, если ударную часть, вмѣсто фашинь, укрѣпить мощеніемъ.

Плетни въ этомъ случаѣ ставятся совершенно такъ же, какъ и въ предыдущемъ способѣ, а по площадкамъ дѣлаютъ каменную мостовую въ тычекъ на навозѣ или на мху; при этомъ ударная часть на длину, вдвое большую, чѣмъ высота уступа, дѣлается изъ двойной мостовой (фиг. 180), а остальная часть и откосы — изъ одиночнаго мощенія. Пороги при такомъ укрѣпленіи можно дѣлать высотой въ 12 верш.

Плетневое укрѣпление — самое дешевое, наиболѣе простое и хорошее въ томъ отношеніи, что живые плетни даютъ современемъ поросль, но такія укрѣпленія могутъ быть примѣняемы только при небольшомъ расходѣ, когда площадь водосбора не больше 25 десятинъ, при большемъ же бассейнѣ плетневые пороги становятся недостаточными и тогда или примѣняютъ для укрѣпленія болѣе стойкій матеріалъ, — дерево и камень, или устраиваютъ лотки.



Фиг. 180.



Фиг. 181.

Укрѣпление досками дѣлается совершенно подобно уступчатому деревянному водосливу. По периметру забиваются сваи такой высоты, чтобы перекрытыя насадкой онѣ были выше слоя протекающей воды \*). Къ этимъ сваямъ въ пазъ или четверть прибивается досчатая заборка изъ полоторавершковыхъ досокъ или двухвершковыхъ пластинъ въ закрой. Для образованія уступа къ сваямъ прибалчивается насадка *m* (фиг. 181), съ такимъ расчетомъ, чтобы высота отъ досчатаго пола перваго уступа до досчатаго настила втораго уступа равнялась бы расчетной высотѣ уступа *h*.

Половые вершковыя доски конопатятся и осмаливаются, а на площадкѣ подъ поломъ набивается слой глины съ навозомъ. При этомъ способѣ укрѣпленія пороги дѣлаются вышиною до 1 аршина.

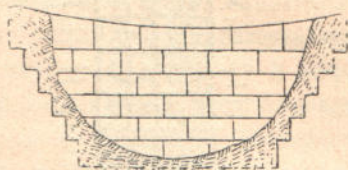
Недостатокъ такого устройства заключается въ томъ, что на уступахъ, не защищенныхъ шпунтовыми (какъ въ водосливѣ) стѣнками, легко можетъ произойти разрушеніе отъ затекающей между досками воды. Примѣненіе же шпунтовъ очень удорожаетъ устройство.

Укрѣпление ударной части камнемъ (и кирпичемъ) производится

\*) См. ниже расчетъ отверстій.



одновременно съ укрѣпленіемъ порога. У основанія террасы роется канава, шириною 1 аршинъ плюсъ  $h$  (высота уступа), а глубиною вершка въ 4. Дно канавы трамбуется и на немъ выводится кладка на цементномъ растворѣ. Упорная стѣнка на порогѣ выводится толщиною въ 12 верш. и запускается въ бока оврага на  $1\frac{1}{2}$  арш. уступами (фиг. 182). Прозоръ между каменной стѣнкой и землянымъ порогомъ плотно забивается глиною съ примѣсью битаго кирпича. Свободная часть площадки и откосы укрѣпляются камнемъ на мху и на навозѣ. Въ этомъ способѣ укрѣпленія порогамъ можно дать высоту въ 1 аршинъ и даже болѣе.



Фиг. 182.

Стѣнки террасъ при деревянныхъ и каменныхъ укрѣпленіяхъ дѣлаются вертикальными, откосы же выемки въ оврагѣ съ одинарными наклономъ. Приемникъ Г (фиг. 178) выполняется совершенно также, какъ и у лотковъ; именно для укрѣпленія плетнями приемникъ дѣлается какъ у хворостяныхъ лотковъ (фиг. 183), при укрѣпленіи деревомъ, какъ у лотковъ деревянныхъ (фиг. 184).

#### в. Лотки.

Укрѣпленіе вершины оврага постановкою въ ней наклоннаго лотка имѣетъ то преимущество передъ террасированіемъ, что во первыхъ, опасность разрушенія лотка значительно меньше, чѣмъ террасъ, а во вторыхъ земляныя работы при устройствѣ лотка въ общемъ незначительны, тогда какъ при террасированіи получается очень много земли, которую зачастую дѣвать некуда и приходится ее отвозить иногда на большое разстояніе, что разумѣется, ложится не малымъ накладнымъ расходомъ на работу.

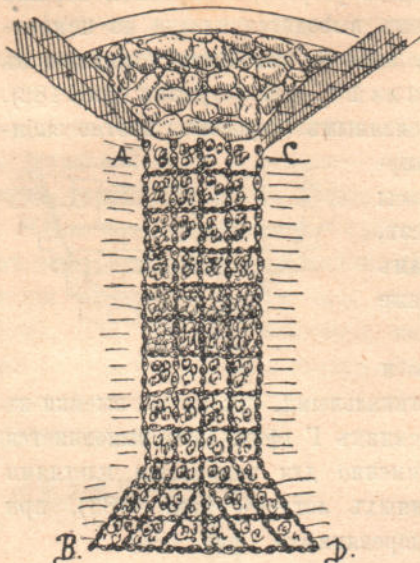
Лотки устраиваютъ изъ разнообразныхъ матеріаловъ изъ плетней, дерева, камня и пр. Въ небольшихъ промоинахъ практикуется выстилка хворостомъ и фашинами, но такого рода лотки быстро портятся, требуютъ постояннаго ремонта и потому совершенно не выполняютъ своего назначенія; значительно лучшими для промоинъ являются дерновые лотки. Въ землѣ дѣлается желобообразная выемка, шириною до  $1\frac{1}{2}$  арш., съ стрѣлкою въ  $\frac{1}{4}$  ширины. Выемка покрывается дернинами, которыя прибиваются вербовыми спицами. Для болѣе плотнаго соединенія дернины срѣзываются наискось. Приемная часть лотка расширяется въ видѣ воронки. Послѣ дерновки по всему лотку дѣлаютъ посадку вербовыхъ кольевъ. Самое лучшее время для устройства лотка—ранняя весна, тогда въ осени и дернъ и посадки успѣютъ вполнѣ приняться.

#### Лотокъ плетневый съ каменнымъ мощеніемъ.

Обрывъ вершины отъ дна оврага къ верху срѣзывается подъ тройной откосъ. На этомъ откосѣ разбивается сѣтъ плетневыхъ квадратовъ въ 1 арш. въ сторонѣ; а высотой надъ землею въ 3 вершка. Колья



при этомъ берутся вербовые въ 12 вершковъ длиною. Крайніе плетни



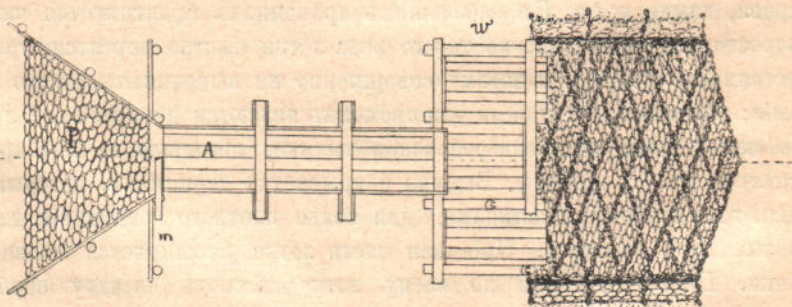
Фиг. 183.

*AB* и *CD* (фиг. 183) ставятся высотой въ  $\frac{3}{4}$  арш. для чего колья берутся въ  $1\frac{1}{2}$ . Клѣтки между плетнями замащаются камнемъ на навозѣ или на мху въ тычекъ и шели плотно защебениваются и забиваются навозомъ. Такимъ лоткамъ дается ширина не больше 2 аршинъ. На днѣ оврага выходная часть лотка оканчивается горизонтальною площадкою, длиною равную высотѣ обрыва, при чемъ эта площадка постепенно расширяется. Приемная площадка также расширяется, плотно замащается камнемъ и заливается цементомъ. Уклонъ площадки не долженъ быть больше 0,03. Очень хорошо въ мѣстѣ перехода площадки въ лотокъ сдѣлать маленькую (около 1 аршина) шпунтовую стѣнку изъ дерева или кирпича (толщиною въ 1 кирпичъ). По бокамъ площадки дѣлаются направляющіе валики, укрѣпленные дерномъ.

По бокамъ площадки дѣлаются направляющіе валики, укрѣпленные дерномъ.

#### Лотокъ деревянный.

Обрывъ вершины скашивается отъ полutorнаго до двойного откоса. По обѣ стороны этого откоса забиваются сваи одна противъ другой черезъ 3 арш. центръ отъ центра. Къ этимъ парамъ свай прирѣзываются дубовыя поперечины, толщиною въ 4 вершка и на высотѣ отъ земли

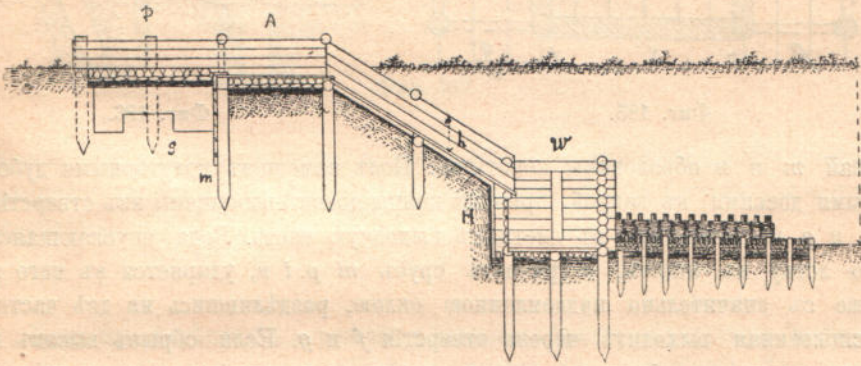


Фиг. 184.

вершка въ 4 (фиг. 184). На поперечины настиляется полъ и прибивается 5 дюймовыми гвоздями. Такимъ образомъ настиль поднятъ надъ землею на 8 вершковъ. Этотъ промежутокъ дѣлается для предохраненія дна лотка отъ загниванія. Если ширина лотка больше 3 арш., то поперечины по срединѣ подпираются еще промежуточнымъ столбомъ. Стѣнки



желоба выполняются изъ досокъ или изъ пластинъ, кромки тѣхъ и другихъ обдѣлываются въ четверть. Доски изнутри лотка прибиваются 6 дюйм. гвоздями. На верху свай нарубаются шипы, на нихъ помѣщаются хомуты сквозными гнѣздами, при чемъ шипы расклиниваются, а сваи и хомуты схватываются скобами. Затѣмъ дѣлаютъ конопатку и (если сухое дерево) осмолку. Верхняя входная горизонтальная площадка *A* (пріемникъ) устраивается такъ, чтобы половию ея настиль приходился на уровнѣ земли. Передъ входомъ въ лотокъ устраивается горизонтальная площадка *P* изъ камня на навозѣ или на мху, расширяющаяся и ограниченная тоже деревянною заборкою. Въ передней части этой площадки дѣлается глиняный замокъ *s*, а у входа для большей непроницаемости устраивается досчатая заборка *m* стѣнкою въ закрой, продолжающаяся вправо и влѣво на длину равную ширинѣ отверстия лотка. Выходной конецъ лотка надо оканчивать или водобойнымъ колодеземъ или такъ называемымъ



Фиг. 184 а.

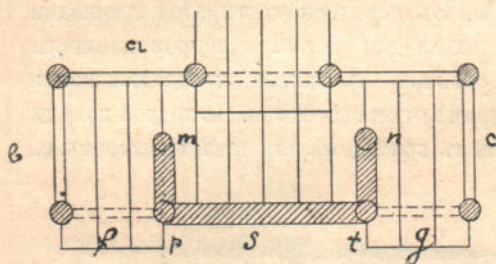
водобойнымъ ящикомъ *w*, но только не водобойнымъ поломъ, потому что въ этомъ случаѣ сбѣгающая по лотку вода къ концу своего движенія, т. е. на днѣ оврага пріобрѣтаетъ такую разрушительную скорость, которая является опасною для дна оврага, подножья скатовъ и ближайшихъ поперечныхъ загражденій.

Водобойный колодезь устраивается такъ: длина не менѣе какъ въ 3 высоты лотка, ширина въ 2, лучше въ 3 ширины лотка, а глубина съ такимъ расчетомъ, чтобы емкость колодца приблизительно равнялась емкости лотка, но не меньше  $1\frac{1}{2}$ —2 арш. Выходная часть колодца помѣщается на уровнѣ дна оврага. За водобойнымъ колодеземъ дно оврага и откосы отмащиваются на разстояніе равное высотѣ обрыва камнемъ на навозѣ и въ плетняхъ.

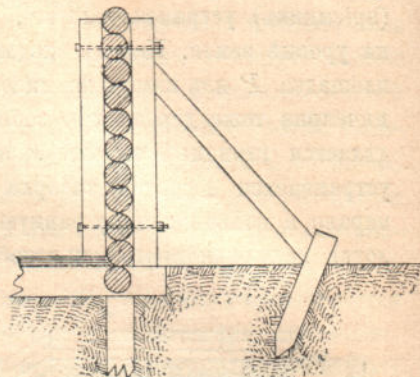
Водобойный ящикъ устраивается слѣдующимъ образомъ. Лотокъ не спускается на самое дно оврага, а оканчивается на уступѣ *H* (фиг. 184а) въ  $1$ — $1\frac{1}{2}$  арш. По стѣнкѣ этого уступа сваями и досчатою заборкою образованъ ящикъ, шириною въ 3 ширины лотка, высотой равной высотѣ лотка *h* плюсъ высота уступа *H*, а длиною не менѣе какъ въ



$1\frac{1}{2}$  высоты уступа  $H$ . Три стороны этого ящика  $a$ ,  $b$  и  $c$  (фиг. 185) забраны крѣпкими дубовыми досками или пластинами, въ четвертой же сторонѣ, обращенной къ оврагу, оставлены боковыя части  $f$  и  $g$  открытыми и только имѣющими полъ, а сверху перекрывающую ихъ насадку; средняя же часть  $s$  сдѣлана изъ дубовыхъ бревенъ съ плотною припазовкою, впущенныхъ торцами въ сваи  $p$  и  $t$ ; такими же бревнами между



Фиг. 185.



Фиг. 186.

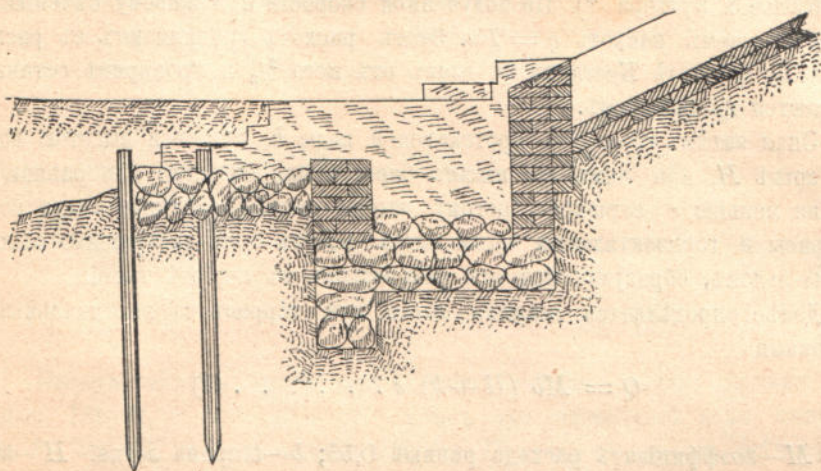
свай  $m$  и  $n$  образованы коротыши. Полъ замощенъ полуторными дубовыми досками въ закрой, причѣмъ концы досокъ выпущены изъ отверстій  $f$  и  $g$  на мощенную въ плетняхъ выходную часть. Вода, спускающаяся по лотку въ ящикъ, встрѣчаетъ срубъ  $m p t n$ , ударяется въ него и уже съ значительно надломленною силою, раздѣлившись на двѣ части, успокоенная выходитъ черезъ отверстія  $f$  и  $g$ . Если обрывъ высокъ и вода проходитъ большою массою, развивая значительную силу, то для большей надежности срубъ  $f g$  подпирается однимъ или двумя контрфорсами (фиг. 186). Вообще же всѣ части ящика должны быть сдѣланы прочно, крѣпко и мѣста врубковъ и соединеній свай съ насадками должны быть усилены скобами и хомутами.

#### Лотокъ каменный.

Вершина обрыва срѣзывается до двойного откоса, при чемъ въ поперечномъ направленіи эта срѣзанная поверхность должна быть строго горизонтальною. Черезъ каждыя  $1\frac{1}{2}$  арш. на поверхности срѣза прокапываютъ поперечныя канавки, шириною въ 9 вершковъ, а глубиною въ 12 вершк. Эти канавки должны быть непременно перпендикулярны къ оси лотка и являясь его звеньями увеличиваютъ прочность и устойчивость сооруженія. Такія же канавки роютъ и по бокамъ для стѣнокъ лотка, при чемъ линіи канавокъ ведутся уступами по 4 вершка. Кладку изъ камня или сильно обожженнаго кирпича начинаютъ снизу на цементномъ растворѣ въ пропорціи 1:4. Толщина дна дѣлается въ 1 кирпичъ, а стѣнокъ въ  $1\frac{1}{2}$ . Приемникъ изъ расходящихся отъ входа стѣнокъ, между которыми пространство замащивается или камнемъ на мху (на



навозѣ) или кирпичемъ на цементѣ. Передъ входомъ закладывается до материка каменная шпунтовая стѣнка. Выходная часть лотка оканчи-



Фиг. 187.

вается водобойнымъ колодцемъ (фиг. 187). За колодцемъ устраивается каменная наброска въ кольяхъ. Поверхность лотка оштукатуривается цементомъ.

Если при укрѣпленіи вершины у подошвы будетъ обнаруженъ выходъ ключей, то ихъ слѣдуетъ собрать и отвести отъ сооруженія. Для этого надо ключъ помѣстить въ срубъ, съ каковою цѣлью всю воду направляютъ въ окошко въ срубъ, а всѣ выходы кромѣ одного плотно забиваются глиною. Въ колодцѣ вода не должна стоять надъ ключемъ выше 6—7 вершковъ.

Для расчета сѣченія лотка или ширины террасы прежде всего по даннымъ изысканій производятъ опредѣленіе расхода воды по Кѣстлину

$$Q = 1,875 NL *).$$

Подбирая живое сѣченіе при показномъ горизонтѣ, находятъ площадь живого сѣченія  $F$  у входа въ лотокъ, подводный периметръ  $P$  и слѣд.

$$\text{радіусъ } R = \frac{F}{P}.$$

\*) См. стр. 75 расчетъ водослива.



Средняя скорость потока будет  $u = c \sqrt{Ri}$ , взявъ величину уклона  $i$  на 100 саж. выше проектируемаго сооруженія и найдя  $c$  по формулѣ Гангюлье и Куттера \*). По полученной скорости  $u$  и живому сѣченію  $F$ , подсчитываемъ расходъ  $q = Fu$ . Этотъ расходъ сравниваютъ съ расходомъ по формулѣ Кестлина  $Q$ , взявъ отъ него  $2/3$  и провѣривъ, останавливаются на большемъ.

Зная затѣмъ горизонтъ протекающей воды  $h$ , задаемъ высоту воды въ лоткѣ  $H$ , при чемъ эта высота берется или большею или равною  $h$ , но не меньше 8 вершковъ, потому что во время весенняго спада вода террасы и горизонтальная части лотка могутъ быть совершенно заполнены льдомъ, образующимся отъ заморозковъ въ періодъ таянія.

Далѣе опредѣляется ширина лотка или террасъ съ вертикальными стѣнками

$$Q = Mb (H + k) v \dots \dots \dots (I)$$

гдѣ  $M$ —коэффициентъ расхода равный 0,55;  $b$ —ширина лотка,  $H$ —высота воды въ лоткѣ,  $K$ —подпоръ, который образуется въ лоткѣ вслѣдствіе разности скоростей воды притекающей къ лотку и протекающей по нему; этотъ подпоръ выражается какъ  $K = \frac{v^2}{2g}$ . Затѣмъ,  $v$ —скорость, которою задаются въ зависимости отъ матеріала лотка, именно:  $v$ —до 2 саж.—если моченіе на растворѣ, или въ кирпичной кладкѣ и до 3 саж.—въ лоткахъ деревянныхъ (лучше брать нѣсколько уменьшенныя цифры). Что касается величины  $g$ , то она равна 4,6 саж. Такимъ образомъ

$$b = \frac{Q}{M (H + k) v}$$

Высота стѣнки лотка  $H_0$  должна быть

$$H_0 = (H + K + 0,10 \text{ саж.}).$$

Если по этимъ расчетамъ размѣры лотка выйдутъ слишкомъ малыми, то ихъ слѣдуетъ увеличить. Вообще же лотокъ не долженъ быть уже 12 вершковъ и мельче 8 вершковъ.

Для террасъ и лотковъ трапециoidalнаго сѣченія формула расхода такова

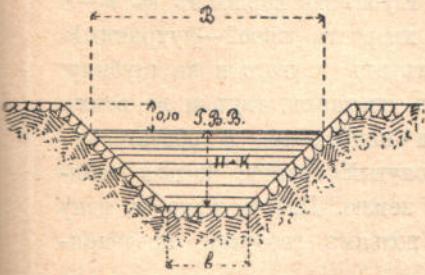
$$Q = M' (2 B + 3 b) (H + k) v$$

гдѣ  $M'$ —коэффициентъ расхода равный 0,11;  $B$ —ширина по верху;  $b$ —ширина по низу (фиг. 188); но расчетъ можно вести и по предыдущей формулѣ (I) какъ для прямоугольных лотковъ, считая  $b$  какъ ширину

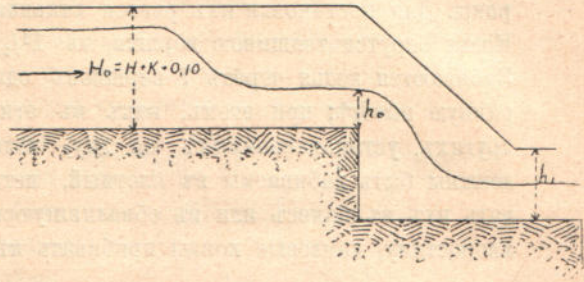
\*) См. прилож. № 4.



по дну; это дастъ нѣкоторый запасъ надежности. Причемъ скорость для земляныхъ террасъ  $v$  нельзя брать больше 0,3 саж., а для мощенія на сухо не больше 0,8 саж.



Фиг. 188.



Фиг. 189.

Высота стѣнокъ опредѣляется такъ: первая входная должна быть (фиг. 189)  $H_0 = H + K + 0,10$ , а такъ какъ дальше слой воды сжимаясь на  $\frac{1}{3}$  отъ  $H_0$  станетъ равнымъ  $h_0 \frac{2}{3} (H + k)$ , то высота стѣнокъ достаточна въ  $h_1 = h_0 + 0,10$ .

### § 3. Укрѣпленіе ложа и боковъ.

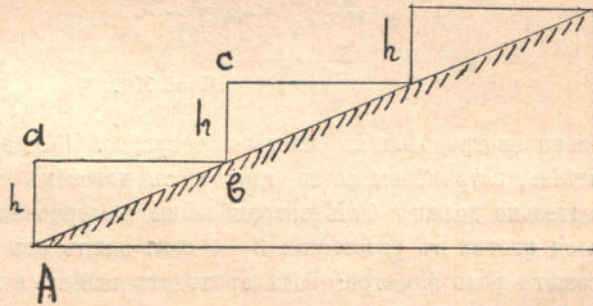
Для прекращенія роста оврага въ глубину, для удержанія несомого водою мула и для устойчивости боковъ дно оврага укрѣпляется постановкою поперечныхъ донныхъ загражденій. Число этихъ загражденій на длинѣ оврага получится по формулѣ

$$x = \frac{h}{i};$$

гдѣ  $h$ —высота загражденія;  $i$ —уклонъ дна оврага. Но такъ какъ

уклонъ дна оврага величина измѣняющаяся, то опредѣленіе лучше дѣлать графическимъ построениемъ по продольному профилю. Для этого на нижней точкѣ профиля чертятъ вертикаль  $Aa$  (фиг. 190), обозначающую высоту загражденія, затѣмъ черезъ верхнюю точку этого загражденія проводятъ горизонтальную  $ab$  до встрѣчи съ линією дна въ точкѣ  $b$ , здѣсь должно быть поставлено второе загражденіе  $bc$  и т. д.

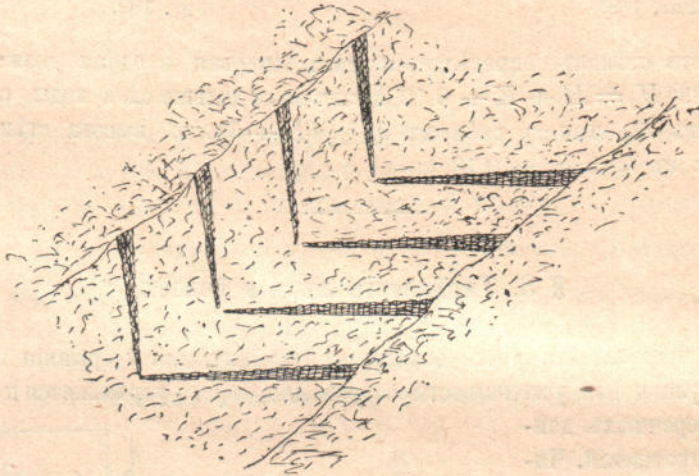
Простѣйшимъ доннымъ загражденіемъ является постановка плетней по способу *Тенпу*. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что по дну оврага подъ угломъ  $45^\circ$  къ оси сходятся отъ противоположныхъ откосовъ плетни



Фиг. 190.



(фиг. 191). У стѣнокъ оврага высота этихъ плетней 12—16 вершковъ (чѣмъ шире дно, тѣмъ выше), а къ оси они сходятъ «на нѣтъ». Въ бока плетни должны быть непременно врѣзаны по  $1\frac{1}{2}$  арш. съ каждой стороны. Для постановки ихъ роется канавка глубиною вершковъ въ 6—8. Коля берутся толщиною вершка въ  $1\frac{1}{2}$ , хворостъ живой—чухрачный. Забиваются колья черезъ 7 вершковъ одинъ отъ другого и на глубину, равную высотѣ; при этомъ, какъ въ этихъ плетняхъ, такъ и во всѣхъ другихъ, устанавливаемыхъ по дну, колья непременно и обязательно должны быть забиваемы въ плотный, нетронутый грунтъ; нельзя забивать ихъ въ наносъ или въ обвалившуюся землю. Плетень надо въ одну хворостину, комлевые концы прибивать къ кольямъ гвоздями, предвари-



Фиг. 191.

тельно плотно осадивъ плетень чекушею. Канавка, въ которой стоитъ плетень, затрамбовывается глиною съ навозомъ и дернуется; особенно тщательно должны быть затрамбованы и одернованы врѣзы въ бока. Ставятся плетни въ разстояніи 3—4 саж. одинъ отъ другого. Въ оврагѣ они играютъ роль фильтра; вода проходитъ сквозь нихъ только надламывая свою скорость и постепенно оставляя наносъ; поэтому въ большихъ оврагахъ они являются только вспомогательными сооружениями; причѣмъ ставить ихъ можно только въ широкихъ частяхъ оврага, гдѣ скорость меньше.

Современемъ, когда пространство между плетнями сплошь занесется мудомъ, можно ставить опять плетни, сверхъ этого наноса и въ промежутки между первыми плетнями. Въ этомъ случаѣ колья все-таки непременно надо бить не въ наносъ, а въ плотное ненарушенное дно.

Лучшими донными загражденіями являются поперечныя запруды, держающія на всю ихъ высоту притекающую къ нимъ воду. Между двумя запрудами живая сила сбѣгающей воды почти совершенно уничто-



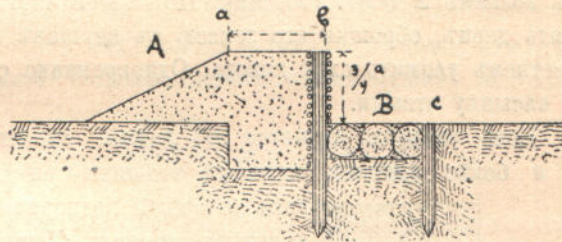
жается, благодаря чему размывъ дна оврага прекращается; иль, который увлекался водою, начинаетъ постепенно осадаться и такимъ образомъ дно оврага поднимается.

Запруды по большей части дѣлаются плетневые и ставятся перпендикулярно къ оси оврага, образуя въ планѣ кривую линію, обращенную выпуклостью въ  $\frac{1}{8}$  пролета къ вершинѣ оврага; въ вертикальной же плоскости онѣ какъ и террасы имѣютъ корытообразную форму въ  $\frac{1}{24}$  пролета. Запруды должны быть непремѣнно по меньшей мѣрѣ на 1 арш. въ каждой сторонѣ врѣзаны въ бока оврага и каждая запруда должна имѣть прочно укрѣпленное водобойное дно, на которое падаетъ переливающаяся вода, причемъ размѣры этого дна должны быть строго согласованы съ высотой запруды, т. е. дно должно быть не менѣе какъ въ  $1\frac{1}{2}$  высоты. Въ верховой же части загражденія долженъ быть сдѣланъ плотно страмбованный изъ суглинка двойной откосъ.



Фиг. 192.

Простѣйшая изъ плетневыхъ запрудъ устраивается слѣдующимъ образомъ. Роется канавка и врѣзается въ бока оврага. Часть канавки (фиг. 192) шириною въ 1 арш. и глубиною въ 8 вершк. назначается для замка насыпи, а часть— шириною въ 18 верш. и глубиною въ 6 верш.—для фашиннаго водобоя. Вербовые колья толщиною около 2 верш., а длиною въ  $2\frac{1}{2}$  арш. забиваются въ прочный грунтъ черезъ 7 вершк. одинъ отъ дру-



Фиг. 193.

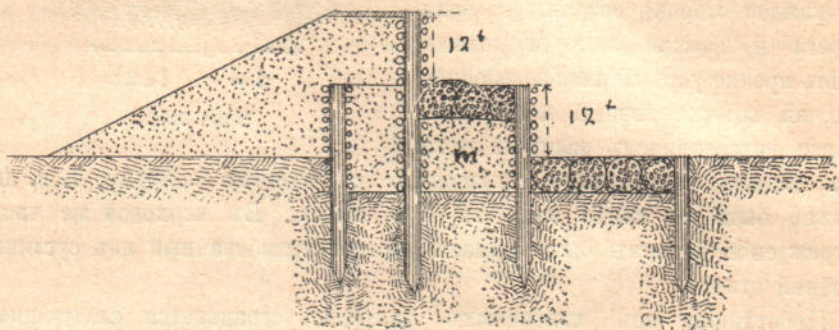
гого. Сначала забивается средній колъ, поднимающійся на 12 вершковъ надъ дномъ оврага, а потомъ, постепенно возвышаясь въ обѣ стороны забиваются боковыя колья. Фашины *B* (фиг. 193) прикрѣпляются къ землѣ крючками и кромѣ того удерживаются кольями *c* впереди. Глинистая отсыпь *A* тщательно трамбуется слоями по 1 вершку, на верху отсыпи дѣлается банкетъ *ab*, шириною въ 1 арш. Вся отсыпь, банкетъ и прорѣзы въ откосахъ дернутся, а фашины тщательно забиваются навозомъ.

Болѣе прочное и солидное сооруженіе, поднимающее воду на высоту  $1\frac{1}{2}$  арш. представляетъ запруда изъ тройнаго плетня (фиг. 194). Средній изъ нихъ дѣлается высотой  $1\frac{1}{2}$  арш. надъ поверхностью дна два крайнихъ *b* и *c* по 12 верш. надъ дномъ, причемъ разстояніе между ними дѣлается въ 12 и 24 верш. Уступчатый флютбетъ по 12 верш. въ пороги укрѣпляется фашинами; причемъ 3 фашины перваго уступа кла-



дутся на слой глины  $m$  толщиной въ 12 вершковъ, а 4 фашины второго уступа кладутся въ канавку и удерживаются аршинными кольями.

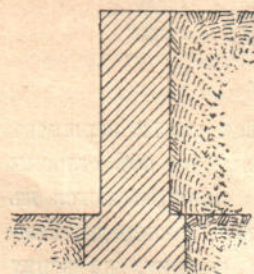
При установкѣ донныхъ загражденій слѣдуетъ держаться такого порядка. Въ устьѣ дѣятельной части оврага ставится тройной плетень, который является основаніемъ всей системы; за нимъ по направленію къ вершинѣ ставятся одиночные. Колья для плетней лучше брать живые, хворостъ-тоже. Плетеніе надо начинать отъ дна канавки и вести по всей длинѣ плетня. Свободные концы хворостинъ не должны выходить наружу; длина хворостинъ должна быть не меньше  $1\frac{1}{2}$  саж. Концы прибиваются



Фиг. 194.

къ кольямъ 2 дюйм. гвоздями. По задней части плетней слѣдуетъ уложить дернъ, обращая его землею къ вершинѣ оврага; хорошо также за плетнемъ уложить слой навоза. Одновременно съ заплетеніемъ надо вести и насыпку отсыпи.

Если запруда дѣлается изъ камня, то она выводится высотой до 3 и болѣе аршинъ, причѣмъ толщина ея должна быть рассчитана,



Фиг. 195.

какъ и всякой подпорной стѣнки, т. е. при вертикальныхъ граняхъ (фиг. 195) она должна быть по верху не меньше  $\frac{1}{3}$  высоты и во всякомъ мѣстѣ не должна быть тоньше 1 арш. Какъ донное загражденіе каменные запруды почти никогда не примѣняются, главное ихъ назначеніе закрѣплять обрывистую вершину оврага, когда напримѣръ оврагъ подходит къ дорогѣ или къ поселенію и когда, слѣдовательно, нельзя врѣзаться въ вершину для террасированія или постановки лотка. Въ этомъ случаѣ каменная стѣнка ставится одна; земляной отсыпки съ банкетомъ тогда уже не дѣлаютъ, а пространство между стѣнкой и оврагомъ тщательно затрамбовывается и сверху отмащивается и заливается цементнымъ растворомъ.

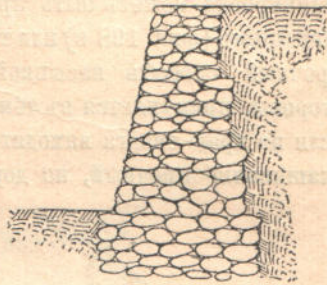
Стѣнка изъ сухой кладки на мху должна имѣть толщину равную половинѣ высоты и не меньше  $1\frac{1}{2}$  арш. вверху, наружный уклонъ 1:6, а сзади она должна имѣть уступы (196 фиг.) въ 1 арш. по высотѣ и по



6 вершковъ въ уступѣ. Никогда не слѣдуетъ дѣлать стѣнку на оборотъ, т. е. съ уступами по наружной части, въ такой стѣнкѣ стекающая вода забирается въ швы между камнями, замерзаетъ тамъ и повреждаетъ кладку.

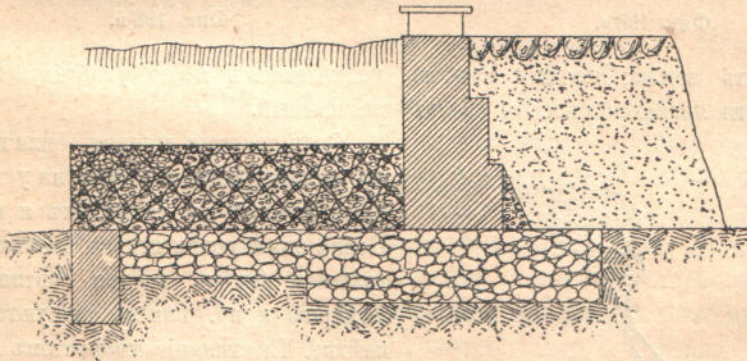
Когда за стѣнкой засыпана и затрамбована земля, то для выпуска скопляющейся воды, надо сзади насыпать гравія или мелкаго щебня слоемъ вершковъ въ 6—8, и въ подошвѣ стѣны черезъ каждый аршинъ оставить сквозныя отверстія вершка по 2.

Фундаментъ въ обѣ стороны долженъ быть такой ширины, какова ширина стѣнки у основанія (фиг. 197), а глубина не должна быть меньше 1 арш. Водобой отмачивается на обычную длину, т. е. въ  $1\frac{1}{2}$  высоты и закладывается на глубину 12 вершковъ. Кладка начинается съ фундамента; бутовый камень заливается цементнымъ растворомъ. Въ одной связи съ фундаментомъ, а не отдѣльно отъ него бутится и водобой, потомъ уже выводится самая стѣнка.



Фиг. 196.

Въ томъ мѣстѣ гдѣ кончается водобойный полъ и переходитъ въ грунтъ, устраивается въ уровень съ поломъ упорная стѣнка, углубляющаяся на 1 арш. Откосы оврага отмачиваются въ тычекъ на мху высотой до половины высоты обрыва. Въ откосы оврага стѣнка запускается уступами; въ самой нижней части на аршинъ съ каждой стороны, потомъ черезъ аршинъ высоты



Фиг. 197.

стѣнка запускается дальше и послѣдній самый высокій аршинъ стѣнки врѣзывается на  $1\frac{1}{2}$  арш. слѣдуетъ принять мѣры, чтобы вода не сливалась по всей длинѣ стѣнки, съ этою цѣлью на стѣнкѣ устраивается парапетъ и середина его выгоняется по дугѣ очень большаго радіуса.

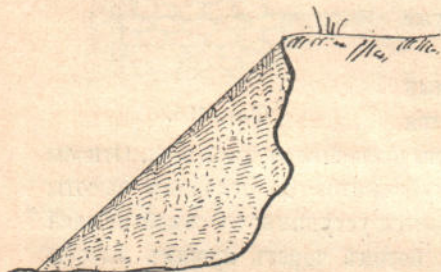
Еще лучшими являются каменные стѣнки на цементѣ, но онѣ очень дороги и потому мало распространены. При каменныхъ стѣнкахъ, особенно высокыхъ, очень полезны водобойные колодцы.



Что касается деревянныхъ запрудъ, то ихъ вообще говоря примѣнять не слѣдуетъ; онѣ дороги, а долговѣчность ихъ не нужна, такъ какъ донныя загражденія имѣютъ кратковременное значеніе.

#### § 4. Укрѣпленіе скатовъ.

Если оврагъ имѣетъ нѣсколько вершинъ, то обыкновенно укрѣпляется одна, главная или стержневая, другія же планируются въ полукруглый откосъ; тоже самое слѣдуетъ дѣлать и съ обрывистыми боками оврага. Планировка можетъ быть произведена или насыпкой (фиг. 198 а) или скашиваніемъ (фиг. 198 в) или тѣмъ и другимъ вмѣстѣ (фиг. 198 с). Наименѣе прочный способъ насыпкой, требующій къ тому же привозки земли со стороны, примѣняется въ томъ случаѣ, когда нельзя сдѣлать срѣзку, напр. если на краю оврага находятся постройки или проходитъ дорога. Способъ скашивания прочный, но дорогой и требуетъ мѣста, куда бы можно было

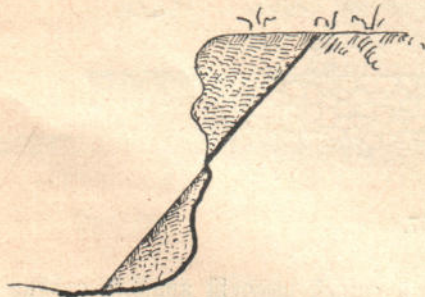


Фиг. 198 а.



Фиг. 198 в.

сваливать землю; поэтому самымъ подходящимъ и по удобству и по стоимости является способъ средній-смѣшанный.



Фиг. 198 с.

Скашиваемая лишняя земля идетъ на засыпку ямъ, обваловъ на устройство отсыпей въ запрудахъ и проч. Послѣ планировки откосы засѣваются травами (смѣсь костра, овсяницы, люцерны и пр.) или же дернутся въ клѣтку. Выстилание хворостомъ и дорого и не цѣлесообразно, потому что вода сбѣгаетъ съ ската не по хворосту, а подъ нимъ и производитъ тамъ вымоины. Укрѣпленіе же откоса мощеніемъ камнемъ въ плетневыхъ

клѣткахъ примѣняется только въ городахъ или большихъ селеніяхъ у проѣзжихъ дорогъ, да и то если откосъ дѣлается большой крутизны.

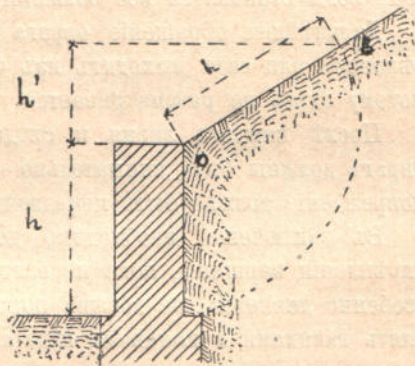
Для закрѣпленія подошвы скатовъ отъ подмыва примѣняются плетни простые и двойные. Простой (одинарный) плетень ставится на разстояніи



1 арш. отъ подошвы ската. Высота плетня 12 вершк., колья берутся двухъ аршинные. Заплетаніе начинаютъ на 4 вершка ниже земли. Для устойчивости хорошо положить у наружнаго края плетня рядъ закопанныхъ въ землю камней. Затѣмъ промежутокъ между плетнемъ и скатомъ заполняется землею и плотно затрамбовывается. Двойной (двурядный) плетень ставится у самой подошвы и дѣлается вышиною въ 1 арш., второй же плетень ставится отъ перваго на 1 арш. параллельно ему и высотой въ 12 вершковъ. Пространство между плетнями и скатомъ тщательно затрамбовывается глиною.

Крутые обрывы укрѣпляются также дерномъ, для чего забиваются у стѣны обрыва сваи, высотой надъ землею до 1 саж., за которыми устраивается заборка изъ пластинъ, а по дну оврага впереди заборки пластинчатый водобойный полъ. Наконецъ скаты могутъ быть укрѣплены каменною подпорною стѣнкою (фиг. 199), для чего откосъ срѣзается вертикально. Стѣнка выкладывается на растворѣ, толщина ея опредѣляется по формулѣ

$$e = 0,285 (h + h')$$



Фиг. 199.

Величина  $h'$  получается построениемъ, если отъ точки  $o$  по откосу отложить величину  $h$  и изъ  $b$  провести горизонтальную линію до встрѣчи съ вертикалью отъ  $h$ .

Последнею работою по укрѣпленію овраговъ является посадка древесной растительности, скрѣпляющей своими корнями вершину, дно и откосы. Работа эта является дѣломъ такой же первостепенной важности, какъ и постановка плетней, запрудъ, лотковъ и проч. Оврагъ съ поставленными въ немъ загражденіями, со скошенными боками, но не облѣсенный, не можетъ считаться укрѣпленнымъ, и безъ облѣсенія значеніе всѣхъ поставленныхъ въ немъ техническихъ сооружений ничтожно. Въ нѣкоторыхъ хозяйствахъ не ставятъ донныхъ запрудъ и главное вниманіе обращаютъ на укрѣпленіе дна посадками.

Облѣсеніе дна должно непосредственно дѣлаться вслѣдъ за постановкою донныхъ загражденій. Для посадки берутся черенки ивы \*) длиною въ 1 арш. и толщиной отъ 1 вершка, нижняя часть черенковъ заостряется; затѣмъ пробиваютъ коломъ отверстіе глубиною въ 10 вершковъ, такъ что черенокъ выставляется надъ землею на 6 вершковъ. Посадка производится рядами черезъ  $1\frac{1}{2}$  арш. рядъ отъ ряда и по 12 вершковъ въ ряду. Лучшее время для посадки или весна или дождливые дни осени.

\*) *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Salix viminalis*, *Salix purpurea* и проч.



Обсаживается все дно, отсыпки въ запрудахъ, лотки, террасы, водобойные колодцы и всѣ насыпныя мѣста. Скаты обсаживаются уже послѣ того, какъ они получаютъ естественный откосъ и будутъ опираться на вполне закрѣпленное дно. Для скатовъ берутъ тополь, осину, дубъ, акацію. Водоотводныя дамбы хорошо обсадить акаціей и боярышникомъ. Колья посаженные по дну представляютъ собою для текущей воды значительно большую поверхность сопротивленія, чѣмъ плетни и такимъ образомъ оберегаютъ донныя загражденія; вода идетъ медленно, оставляя въ оврагѣ весь мулъ; отъ этого дно врага постепенно повышается и дѣлается болѣе широкимъ, при чемъ вода идетъ все менѣе и менѣе толстымъ слоемъ. Разростаясь, посадки утолщаются, сопротивленіе для текущей воды становится все большимъ и размыва уже не происходитъ.

Дальнѣйшее обращеніе оврага въ культурную площадь—въ лѣсъ, въ сѣнокосъ или садъ выходитъ изъ области гидротехническаго искусства и потому здѣсь не разсматривается.

Послѣ каждаго ливня и схода снѣговой воды всѣ сооруженія въ оврагѣ должны быть внимательно осмотрѣны. Всякое самое ничтожное поврежденіе должно быть немедленно и безотлагательно исправлено.

Въ заключеніе, необходимо добавить, что въ первое время послѣ укрѣпленія вершины, пока не осядутъ и не окрѣпнутъ загражденія, вода, особенно ливневая, не должна попадать въ оврагъ и ее слѣдуетъ направлять валиками и канавами куда-либо на сторону.

## ГЛАВА VI.

### Гидравлическіе двигатели.

#### § 1. Механическая работа воды.

Такой важный жизненный элементъ, какъ вода, въ Европейской Россіи использованъ въ значительно меньшей степени, чѣмъ у дикихъ кочевниковъ Азіи, съ ихъ каналами, орошеніемъ и водоподъемниками. Объясняется это малымъ знакомствомъ населенія съ механическою частью и происходящею отсюда боязнью всякихъ механизмовъ, въ особенности гидравлическихъ, несмотря на то, что издержки на ихъ пріобрѣтеніе и содержаніе ничтожны по сравненію съ выгодами, которыя можно изъ нихъ извлечь. Въ настоящее время производство машинъ достигло громадныхъ размѣровъ. Чтобы ориентироваться въ массѣ предлагаемыхъ каждою фирмою издѣлій, чтобы при выборѣ машины не впасть въ грубую ошибку, надо понимать машину, ея конструкцію и надо знать тѣ законы, на основаніи которыхъ машина построена и по которымъ она совершаетъ свою работу. Въ настоящей главѣ приведены основные принципы работы гидравлическихъ двигателей и указаны наиболѣе подходящіе для сельско-хозяйственныхъ цѣлей водоподъемники.

По законамъ механики, если тѣло съ массою (см. № 11)  $M$  сначала находилось въ покоѣ, а затѣмъ подъ дѣйствіемъ какой-нибудь силы  $P$  начало двигаться, то скорость движенія бывшая въ начальный моментъ



равною нулю, въ концѣ движенія увеличится и сдѣлается равною напр.  $v$ . Во время движенія въ тѣлѣ развивается живая сила, которая опредѣляется какъ половина произведенія массы на квадратъ скорости, т. е. она равна  $\frac{Mv^2}{2}$ . Двигаясь, тѣло совершаетъ механическую работу  $T$ , которая измѣряется разностью живыхъ силъ конца и начала движенія; если въ началѣ тѣло не двигалось, то механическая работа будетъ равна живой массѣ конечнаго момента движенія т. е.

$$T = \frac{Mv^2}{2} \dots \dots \dots (I)$$

Живая сила называется иначе кинетическою энергіею, т. е. энергіею обнаруживающеюся только при движеніи тѣла, въ отличіе отъ потенциальной или скрытой энергіи, которая находится въ тѣлѣ, когда оно въ состояніи покоя. Стоитъ только тѣло вывести изъ состоянія покоя и заставить его двигаться, какъ потенциальная энергія преобразуется въ кинетическую.

Совершенно подобно твердому тѣлу и вода въ своей массѣ обладаетъ энергіею двойкаго рода: кинетическою, когда вода течетъ и потенциальною, когда вода остановлена, подперта. Чтобы опредѣлить механическую работу  $T$ , какую можетъ произвести движущаяся вода даннаго источника, надо знать его секунднй расходъ  $Q$  и скорость  $v$ , тогда масса воды  $M$  будетъ  $M = \frac{yQ}{g}$  на томъ основаніи, что масса равна вѣсу, дѣленному на ускореніе отъ силы тяжести  $g$ ; вѣсъ же воды можетъ быть выраженъ объемомъ или расходомъ  $Q$  помноженнымъ на вѣсъ единицы воды  $y$  \*).

Величина  $g$  всегда одинакова ( $g = 32,8$  фута  $= 4,6$  саж.  $= 9,81$  метра). Поэтому, для опредѣленія работы воды формула (I) пріобрѣтаетъ такой видъ

$$T = \frac{yQv^2}{2g} \dots \dots \dots (II)$$

Пусть живое сѣченіе потока равно 100 кв. фут., скорость его  $= 5$  фут. слѣдовательно расходъ  $Q = 1005 \times 5 = 500$  фут., а механическая работа по формулѣ (II)

$$T = \frac{1.73 \times 500 \times 5^2}{2 \times 32.2} = 335,8 \text{ пудофутовъ}$$

или, въ паровыхъ силахъ,

$$N = \frac{335.8}{15} = 22 \text{ паровыхъ лошади.}$$

Если бы въ этомъ мѣстѣ вода была поднята плотиною на высоту напр. въ 10 фунтовъ, и если бы затѣмъ стали выпускать воду въ томъ же

\*)  $y = 1$  куб. футу  $= 1.73$  пуда  
 $y = 1$  куб. саж.  $= 5.93$  пуда  
 $y = 1$  куб. метру  $= 1000$  килограммовъ.



самомъ объемѣ 500 фут. въ секунду, то падая съ высоты 10 фут. вода произведетъ работу равную произведенію изъ вѣса этого объема на высоту паденія, т. е.

$$T = 500 \times 1.73 \times 10 = 8650 \text{ пудофутовъ}$$

или

$N = \frac{8650}{15} = 576$  паровыхъ лошадей т. е. работа этой падающей воды превыситъ работу свободно текущей воды въ

$$576,6 : 22.4 = 26 \text{ разъ.}$$

Такимъ образомъ значеніе запруживанія рѣки заключается въ томъ, что плотина собираетъ впереди себя всю механическую энергію воды, движущейся въ рѣкѣ на всемъ протяженіи подпруды и даетъ возможность воспользоваться этою собранною работою сразу. Какою бы скоростью не обладала текущая въ рѣкѣ вода все же величина живой ея силы оказывается весьма небольшою и для полученія значительной силы необходимо поставить плотину и воду заставить дѣйствовать на гидравлическій пріемникъ силою паденія т. е. тяжести. Исползовать для практики весь запасъ механической работы не представляется возможнымъ; во первыхъ вслѣдствіе несовершенствъ въ устройствѣ пріемника, во вторыхъ, вслѣдствіе потерь на сопротивленія, встрѣчающіяся по пути и въ третьихъ, вслѣдствіе непроизводительно теряющейся на пути воды. Поэтому дѣйствительная работа пріемника будетъ меньше работы теоретической и чтобы по теоретической работѣ  $T'$  получить величину работы дѣйствительной  $T$ , надо взять въ расчетъ всѣ потери. Онѣ могутъ быть выражены, какъ отношеніе второй къ первой работы, т. е.

$$\frac{T}{T'} = Z$$

Эта величина  $Z$  называется коэффициентомъ полезнаго дѣйствія двигателя и всегда меньше единицы. Чѣмъ ближе  $Z$  къ единицѣ, тѣмъ производительнѣе двигатель и тѣмъ больше работы онъ можетъ дать \*).

Гидравлическіе пріемники имѣютъ круговое движеніе; тѣ изъ нихъ, у которыхъ ось горизонтальна называются гидравлическими колесами, а у которыхъ она вертикальна—турбинами \*\*).

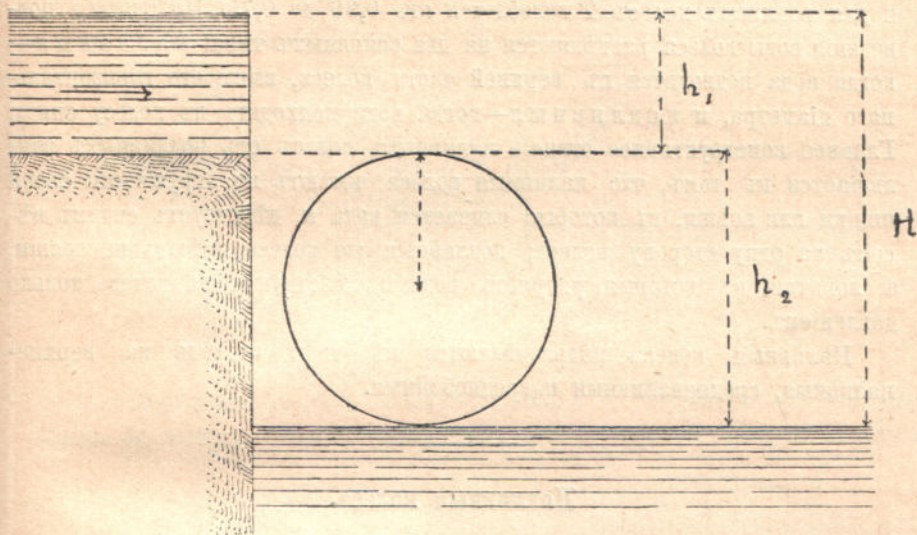
\*) Въ гидравлическихъ пріемникахъ  $Z$  колеблется отъ 0,30 до 0,80.

\*\*\*) Хотя есть турбины, вращающіяся и въ вертикальной плоскости напр. турбина Вейсбаха.



## § 2. Гидравлическія колеса.

Когда текущей водѣ на ея пути встрѣчается сопротивление въ видѣ лопатокъ или ковшей водяного колеса, то на него вода производит или давленіе, или ударъ, или то и другое вмѣстѣ, смотря по тому въ какомъ мѣстѣ колеса вода подведена. Весь напоръ  $H$  (фиг. 200) можетъ быть раздѣленъ на двѣ части: на ударный  $h_1$  и вѣсовой  $h_2$ . Вода входитъ въ колесо и дѣйствуетъ ударомъ, потомъ въ колесѣ она успокаивается и на остальномъ пути, пока не выльется изъ колеса, дѣйствуетъ уже только своимъ вѣсомъ. При ударѣ коэффициентъ полезнаго дѣйствія понижается,



Фиг. 200.

и наоборотъ этотъ же коэффициентъ повышается, если вода выходитъ безъ удара и работа совершается подъ дѣйствіемъ только тяжести

Теоретически работа колеса будетъ

$$T' = \gamma QH$$

для опредѣленія же дѣйствительной работы  $T$  надо подсчитать всѣ потери на пути отъ верхняго горизонта, до нижняго; именно:

- 1) Вода поступаетъ къ колесу по желобу съ плюзовымъ отверстиемъ, при этомъ происходитъ сжатіе струи, треніе о дно и стѣнки желоба.
- 2) При вступленіи въ колесо происходитъ столкновение воды съ нимъ и скорость отъ этого удара уменьшается.
- 3) Когда вода выходитъ изъ колеса, то уноситъ съ собою часть живой силы, не использованной.
- 4) Вода вытекаетъ изъ колеса еще не дойдя до самаго низкаго уровня, не выполнивъ работы до конца.



5) Часть воды протекаетъ черезъ щели и зазоры.

6) Наконецъ часть силы воды теряется непроизводительно на треніе о лопатки и треніе оси вала въ подшипникахъ.

Всѣ эти частичныя величины потерь уменьшаютъ величину теоретической работы  $T$  колеса и для различныхъ пріемниковъ эти потери различны, поэтому величина полезной работы двигателя выражается неодинаковымъ коэффиціентомъ полезнаго дѣйствія ( $Z$ ).

Итакъ, величина дѣйствительной работы въ окончательномъ видѣ

$$T = yQHZ$$

и для водяныхъ колесъ  $T$  колеблется отъ 0,30 до 0,75. По способу подведенія воды колеса раздѣляются на два основныхъ типа: наливныя—когда вода подводится къ верхней части колеса, выше его горизонтальнаго діаметра, и подливныя—когда вода подходитъ къ колесу снизу. Главное конструктивное отличіе наливныхъ колесъ отъ подливныхъ заключается въ томъ, что наливныя колеса имѣютъ на окружности своей ящики или ковши, въ которыхъ вливается вода и, дѣйствуетъ своимъ вѣсомъ на одну сторону колеса; подливныя же колеса имѣютъ не ковши, а лопатки, въ которыхъ ударяетъ вода и дѣйствуютъ на колесо только давленіемъ.

Наливныя колеса подраздѣляются въ свою очередь на верхне-наливныя, средненаливныя и среднебойныя.

### Подливныя колеса.

Самый простой видъ гидравлическаго двигателя—*подливное* или *пошвенное* колесо. Такъ какъ въ этомъ колесѣ вода дѣйствуетъ только ударомъ, то ихъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія не великъ 0,30—0,35; но благодаря дешевизнѣ устройства эти колеса довольно широко распространены (фиг. 201).

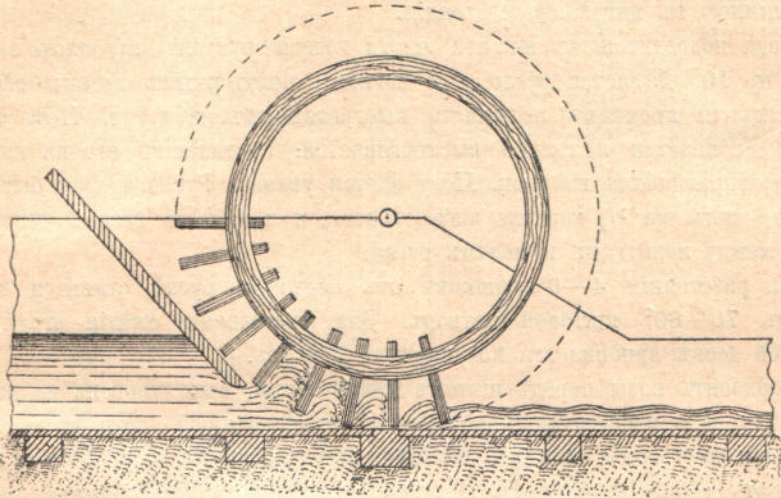
Въ каждомъ колесѣ различаются слѣдующія части: *валъ*—или ось вращенія; *ручки*—замѣняющія собою спицы экипажныхъ колесъ, одними своими концами онѣ укрѣпляются на валу, а другими врѣзаются въ тетивы *обода*. Ручки располагаются попарно параллельно одна другой и крестообразно съ другой парой. Далѣе устраиваются или *ящики* (въ наливныхъ) или *лопатки* (въ подливныхъ).

Валы большею частью дѣлаются составными изъ четырехъ брусевъ, вытесанныхъ изъ 7—8 вершковыхъ бревенъ. Соединеніе частей вала достигается желѣзными хомутами (фиг. 202) состоящими изъ 4 болтовъ, у которыхъ вмѣсто головокъ имѣются ушки, въ которыя входятъ винтовые нарѣзки болтовъ и подтягиваются гайками. Чѣмъ такихъ хомутовъ больше, тѣмъ соединеніе крѣпче.



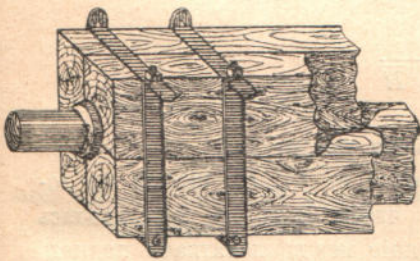
Предварительно до соединений выдалбливаются гнёзда для чугунных шиповъ.

Когда валъ уложенъ на мѣсто и вывѣренъ, собираютъ части колеса. На валъ *A* (фиг. 203) насаживаются ручки *a*, въ точкахъ встрѣчи между собою онѣ врѣзаются въ полдерева и прибалчиваются, а на валу заклиниваются.

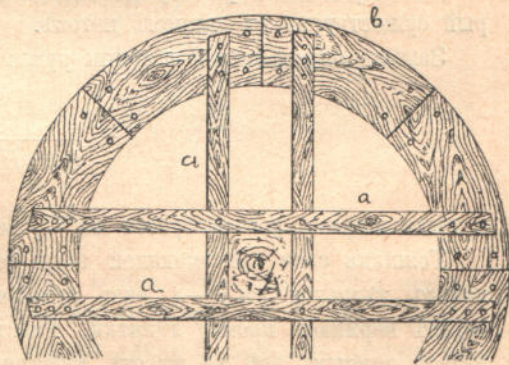


Фиг. 201.

Верхняя часть ручекъ соединяетъ ободъ *b*, состоящій изъ косяковъ. Доски на косяки лучшія дубовыя или еловыя, меньше другихъ намокаю-



Фиг. 202.



Фиг. 203.

щія. По толщинѣ ободъ большею частью составляется изъ двухъ полотенъ: внутренняго изъ верхковой доски и вишняго, въ которое врѣзаются ручки, изъ полуторки. Полотна этихъ косяковъ накладываются одно на другое, непременно соблюдая перевязку швовъ, поверхности ихъ смазываются горячею смолою и затѣмъ скрѣпляются дубовыми нагелями (въ 1 дюймъ діаметромъ). Во внутренней сторонѣ обода вырубается ручьи—мѣста для перьевъ (или лопатокъ въ наливныхъ колесахъ). Для



этого ободъ раздѣляется на определенное число частей и по шаблону радиально очерчивается ручей. Затѣмъ ободъ къ ручкѣ прикрѣпляется двумя болтами, третій же средній проходитъ черезъ весь разность (всю ширину) колеса и скрѣпляетъ два противоположныхъ обода. Наконецъ въ ручки вгоняются перья изъ досокъ и прикрѣпляются къ ободу березовыми клиньями. Ободъ по верху (по кромкѣ) хорошо стянуть желѣзною шиною въ нагрѣтомъ состояніи.

Вода подводится къ нижней части колеса русломъ глубиною вершковъ въ 10. Дѣлается русло изъ еловыхъ полоторныхъ досокъ сфугованныхъ по кромкамъ и начисто выстроганныхъ изнутри. Полъ тоже плотно сбивается и гладко выстрогивается; настилаютъ его на насадкахъ, опирающихся на сваи. Полу дается уклонъ. Русло должно быть не больше какъ на  $\frac{1}{2}$  вершка шире колеса и такой же зазоръ долженъ быть между лопатками и поломъ русла.

На разстояніи 4—6 вершковъ отъ обода въ руслѣ ставится подъ угломъ  $70-80^\circ$  щитовой затворъ. Для уменьшенія сжатія струи къ нижней доскѣ прибавляется полукруглый брусокъ.

Горизонтъ воды передъ щитомъ принимается, какъ уровень верхняго бассейна, а горизонтъ воды за колесомъ въ отводящей части русла принимается за уровень нижняго бассейна и разность этихъ уровней будетъ выражать собою напоръ  $H$ . Полезная работа пошвеннаго колеса выражается такою формулою

$$T = 0,3 H \nu Q.$$

Для определенія размѣровъ колеса надо знать тотъ расходъ  $Q$ , который существуетъ въ данномъ потокѣ.

Затѣмъ опредѣляется ширина русла  $b$  по формулѣ

$$b = \frac{Q}{0,56 H \sqrt{H}}$$

а тогда ширина колеса будетъ на  $\frac{1}{2}$  вершка уже русла.

Толщина слоя притекающей воды берется въ  $\frac{1}{10} H$ ; высота же лопатокъ дѣлается въ 3—4 раза больше, чтобы вода не переливалась черезъ верхнюю кромку лопатки. Разстояніе между лопатками принято дѣлать равнымъ той же высотѣ лопатки, т. е. въ  $\frac{3}{10}$ — $\frac{4}{10}$  напора. Ставятся пошвенныя колеса при напорѣ  $H$  отъ  $\frac{1}{2}$  до 2 арш. и діаметръ имъ дается отъ 2 до 4 напоровъ.

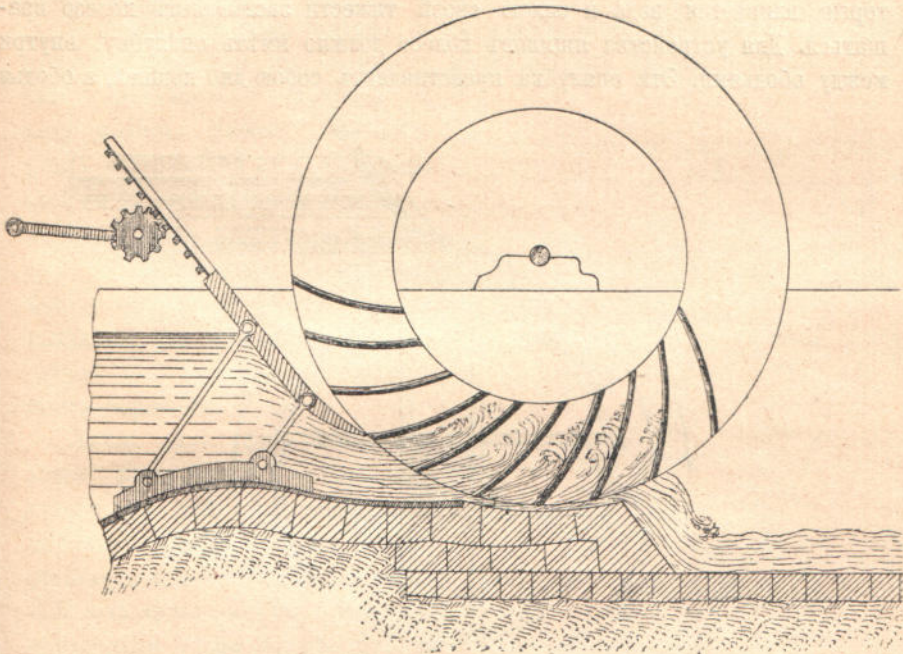
*Колесо Понселе* въ конструктивномъ отношеніи и по характеру дѣйствія на него воды представляетъ собою переходный механизмъ отъ колесъ къ турбинамъ. Колесо это (фиг. 204) подливное съ кривыми, желѣзными перьями. Онѣ гнутся въ формѣ цилиндра и подходятъ къ внутреннему ободу почти подъ прямымъ угломъ, а къ наружному подъ угломъ въ  $30^\circ$ . Такое устройство перьевъ совершенно устра-



няет тот недостатокъ, которому подвержены пошвенныя колеса, состоящій въ томъ, что вода, ударивъ съ силою въ плоское перо, отбрасывается отъ него въ противоположномъ направленіи и бьетъ въ идущее сзади перо, уменьшая ходъ колеса.

Въ колесѣ же Понселе вода вступаетъ въ лопатки безъ удара, поднимается по ихъ изогнутой поверхности и дѣйствуетъ на колесо давленіемъ, отдавая ему большую часть своей живой силы, а затѣмъ выбѣгаетъ изъ колеса, не встрѣчая идущаго сзади пера.

Чтобы вода дѣйствовала на колесо съ наименьшими потерями, зазоры между нимъ и русломъ дѣлаются самыми малыми; чтобы избѣжать тре-



Фиг. 204.

нія, щитовое отверстіе помѣщаютъ какъ можно ближе къ колесу; чтобы уменьшить сжатіе струи, руслу у щита даютъ уклонъ; далѣе русло идетъ желобомъ, концентрически съ ободомъ на длину 2 перьевъ; затѣмъ во избѣжаніе затопленія дѣлаютъ порогъ и уширяютъ отводъ.

Устройство колеса довольно сложно, въ простѣйшемъ же видѣ лопатки дѣлаютъ изъ листового въ  $\frac{1}{8}$  дюйма желѣза. Ихъ врѣзываютъ въ ободья и прикрѣпляютъ тамъ угловымъ желѣзомъ; одна сторона уголка прикрѣпляется къ лопаткѣ, а другая болтами прикрѣпляется къ дереву обода. Лопатки располагаются черезъ 4—5 вершковъ. Диаметръ колеса обыкновенно берется въ 4 напора. Разность колеса долженъ быть больше ширины шлюзового окна, чтобы вода вся падала на перья, а не тѣснилась бы между кожухомъ и ободьями, увеличивая треніе.



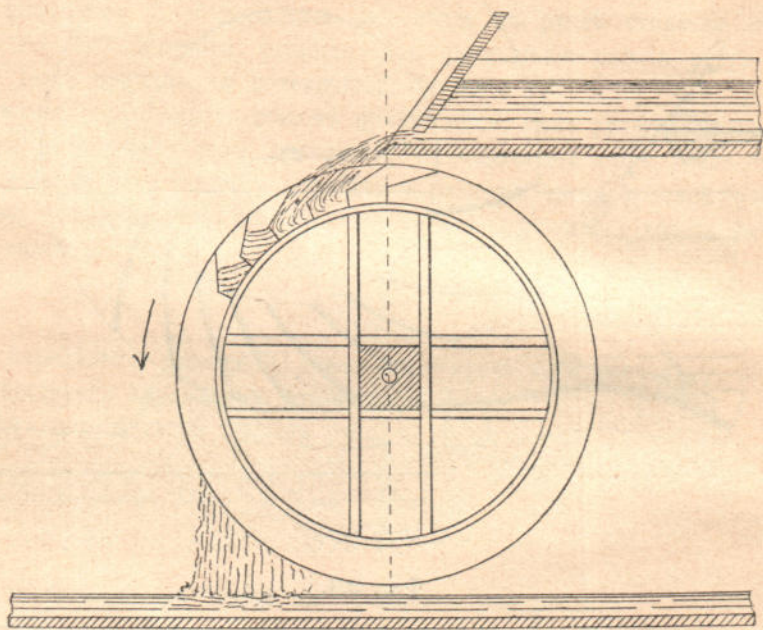
Полезная работа колеса Понселе

$$T = 0,6 yQH.$$

Ставятся эти колеса при напорѣ  $H$  отъ  $1\frac{1}{2}$  до 3 арш.

### Наливныя колеса.

Разница между подливными колесами и наливными заключается въ томъ, что послѣднія вмѣсто лопатокъ имѣютъ ковши или ящики, въ которые вливается вода и силою своей тяжести заставляеть колесо вращаться. Для устройства ящиковъ колесо должно имѣть опалубку, внутри между ободьями. Эта опалубка представляетъ собою дно ковшей, а ободья



Фиг. 205.

и лопатки служатъ для нихъ стѣнками. Наливныя колеса дѣлаются диаметромъ отъ 3 и до 12 аршинъ, но послѣдній размѣръ встрѣчается рѣдко; такія колеса должны быть сдѣланы чрезвычайно прочно; въ нихъ кромѣ обыкновенныхъ ручекъ, добавляются еще вспомогательныя и все колесо укрѣпляется желѣзными частями. Такъ какъ въ наливныхъ колесахъ вода дѣйствуетъ только своимъ вѣсомъ, то лопаткамъ придаютъ такую форму, чтобы при вращеніи колеса, вода удерживалась возможно дольше, т. е. чтобы выливаніе воды начиналось возможно ниже, причемъ ковши не должны наполняться водою больше какъ на  $\frac{1}{3}$  своего объема.

Чѣмъ больше разность между двумя горизонтами воды, т. е. чѣмъ



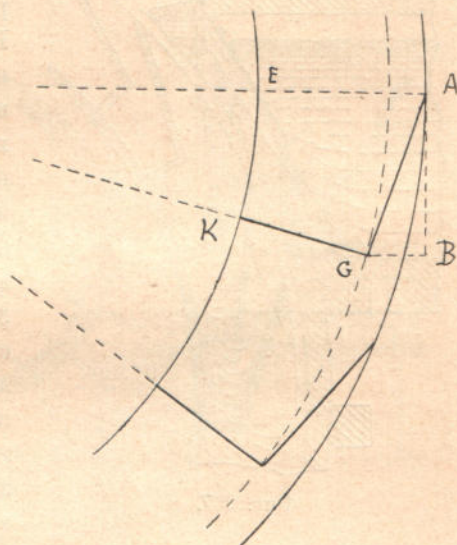
больше напоръ  $H$ , тѣмъ долше одно и тоже количество воды дѣйствуетъ на колесо. Слѣдовательно, колеса большихъ диаметровъ выгоднѣе малыхъ уже и тѣмъ, что для производства одинаковой работы онѣ требуютъ меньше воды.

Совершенно обратное нужно сказать о колесахъ малаго діаметра и напр. при діаметрѣ въ 3 арш. даже выгоднѣе примѣнять пошвенное колесо, чѣмъ наливное.

*Верхне-наливное колесо.*

Вода поступаетъ на колесо изъ ларя, который помѣщается выше колеса (фиг. 205).

Ларь закрывается щитомъ, а къ колесу вода подводится короткимъ русломъ, такъ, что она попадаетъ во второй или въ третій ковшъ, считая отъ вертикальнаго діаметра по ходу колеса. Чтобы уменьшить ударъ вступающей въ колесо воды слой ея въ ларѣ дѣлается вершковъ 5—6, а щитъ поднимается всего на 1 — 1½ вершка. Ковши дѣлаются или кривые изъ желѣза или ломанные изъ дерева. Во второмъ случаѣ они намѣчаются слѣдующимъ образомъ.



Фиг. 206.

Линія  $AE$  (фиг. 206) есть линія радіуса;  $AB$  — перпендикуляръ къ ней.  $AB = AE$ ;  $BG$  параллельно  $AE$ , затѣмъ  $BG$  составляетъ половину  $AB$ ; наконецъ  $GK$  есть линія радіуса внутренней окружности. При этомъ глубина ковшей, т. е. ширина обода не дѣлается больше ширины доски (6 вершковъ).

Разстояніе между ковшами немного больше ихъ высоты и по большей части вершковъ 8 — 10.

Слишкомъ сближенные ковши разбрызгиваютъ воду, а изъ поставленныхъ рѣдко вода скоро выливается. Діаметръ колеса обуславливается высотой напора, причемъ колесо не должно погружаться въ воду нижняго отводнаго русла. Разность колеса опредѣляется величиною расхода  $Q$ .

Опытъ показываетъ, что полезная работа верхне-наливнаго колеса при напорѣ  $H$  до 7 — 8 арш.

$$T = 0,60 \ yQH$$

или

$$N = \frac{0,6 \ yQH}{15} \text{ паровыхъ силъ}$$



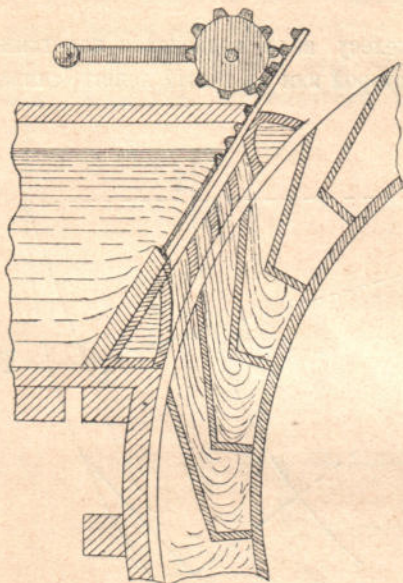
если же напоръ  $H$  больше 7 — 8 арш. то

$$T = 0,75 \gamma QH$$

или

$$N = \frac{0,75 \gamma QH}{15} \text{ паровыхъ силъ.}$$

Колеса дѣлаются тихоходными (4 — 5 оборотовъ въ минуту), такъ какъ тогда ударъ воды слабъ, разбрызгиваніе меньше. Для успѣшности работы верхненаливного колеса надо, чтобы уровень воды не измѣнялся въ большихъ колебаніяхъ; если же колебанія эти доходятъ до 4 вершковъ то вмѣсто верхне-наливного ставятъ—*средне-наливное колесо*, отличаю-



Фиг. 207.

(фиг. 207). Средне-наливныя колеса ставятся при напорѣ отъ 4 до 10 арш. Діаметръ ихъ конечно больше напора именно около  $1\frac{1}{2} H$ . Полезная работа

$$T = 0,65 \gamma QH,$$

при чемъ требуется большой расходъ воды.

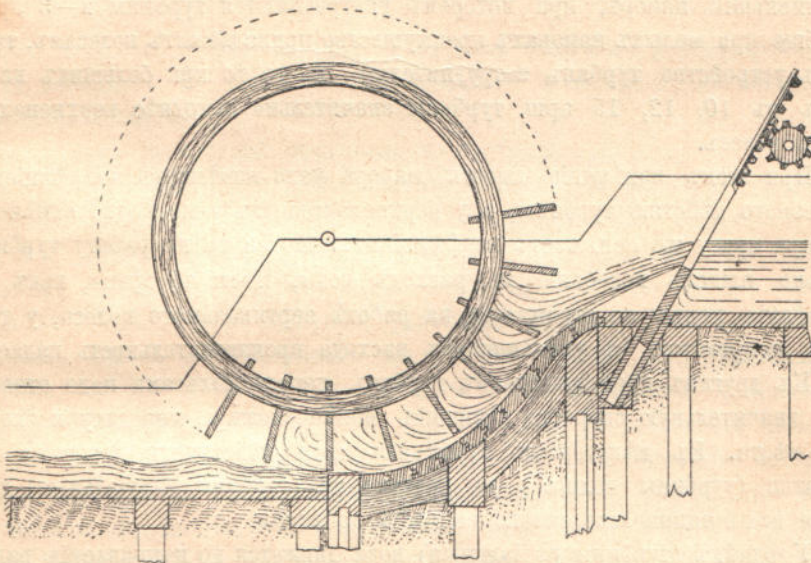
*Среднебойное или боковое колесо* (фиг. 208). Чтобы устранить недостатокъ, присущій наливнымъ колесамъ,—выбрасываніе воды изъ ковшей, примѣняютъ среднебойныя колеса, у которыхъ русло концентрически окружаетъ колесо на всемъ протяженіи дѣйствія воды. Это русло, начинаясь немного ниже оси колеса, гдѣ въ него входитъ вода, спускается къ нижнему вертикальному радіусу. Благодаря такому устройству вода все время держится въ колесѣ, не выливаясь изъ него. Зазоръ между кожухомъ и колесомъ самый незначительный,—до  $\frac{1}{4}$  вершка. Чтобы въ русло не попадали плавающіе посторонніе предметы передъ впускнымъ отверстіемъ ставятъ металлическую сѣтку, а для задержанія тѣлъ тяжелѣе



воды, на днѣ ларя дѣлають углубленіе. Вступая въ колесо вода сначала дѣйствуетъ ударомъ, а потомъ уже вѣсомъ; такимъ образомъ, боковыя колеса занимають среднее мѣсто между подливными и наливными. Ставятся онѣ при напорахъ отъ  $1\frac{1}{2}$  арш. до  $1\frac{1}{2}$  саж. Радиусъ ихъ равенъ  $3H$ . Полезная работа

$$T = 0,6 yQH.$$

При выборѣ того или другого колеса прежде всего надо считаться съ имѣющимся напоромъ и расходомъ воды, затѣмъ обращаютъ вниманіе на коэффициентъ полезнаго дѣйствія и сообразуются со стоимостью (см. ниже таблицу). Лучшимъ напоромъ считается отъ  $1\frac{1}{2}$  до 3 саж.; такъ какъ при большомъ напорѣ надо строить большое тихоходное колесо со сложною передачею, а при маломъ напорѣ требуется много воды и коэффициентъ полезнаго дѣйствія падаетъ.



Фиг. 208.

КОЛЕСА.	Средній напоръ въ саж.	Расходъ воды въ куб. саж.	Кoeffициентъ полезнаго дѣйствія.	Относительная стоимость.	Примѣчаніе.
Пошвенное . . .	$\frac{1}{2}$	0,5	0,3	1	Ставятся при избыткѣ воды.
Верхне-наливное .	3	0,04	0,7	2	При постоянномъ уровнѣ.
Средне-наливное .	2	0,05	0,6	3	При измѣняющемъ уровнѣ.
Колесо Понселе .	$\frac{3}{4}$	0,2	0,6	4	
Средне-бойное . .	1	0,15	0,6	5	



### § 3. Турбины.

Турбиною называется быстроходное водяное колесо, вращающееся въ горизонтальной плоскости на вертикальной оси. Главную часть турбины составляют лопатки, въ которыя вступаетъ вода и не задерживаясь (какъ это мы видѣли въ колесахъ) непрерывно между ними протекаетъ. Вслѣдствіе особаго очертанія лопатокъ вода входитъ въ нихъ безъ удара и дѣйствуетъ на нихъ только живою силою, поэтому коэффициентъ полезнаго дѣйствія турбинъ выше чѣмъ колесъ.

Дальнѣйшая разница заключается въ томъ, что турбина находится подъ дѣйствіемъ полнаго напора, тогда какъ въ колесахъ расходуется только часть его, поэтому турбины для работы даже въ нѣсколько десятковъ лошадиныхъ силъ имѣютъ діаметръ всего въ нѣсколько футовъ. Наименьшій напоръ, при которомъ употребляются турбины 2—3 арш.; вообще при малыхъ напорахъ преимущество принадлежитъ колесамъ, такъ какъ устройство турбинъ затруднительно, но за то при большихъ напорахъ въ 10, 12, 15 арш. турбины значительно выгоднѣе верхненаливныхъ колесъ.

При этомъ измѣненіе высоты напора мало измѣняетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія турбины, а у верхненаливныхъ колесъ это измѣненіе напора сразу же понижаетъ коэффициентъ. Но за то на работу турбины сильно вліяетъ колебаніе въ расходѣ воды, и въ то время, какъ это колебаніе почти не отражается на работѣ вертикальнаго колеса, у турбинъ непремѣнно съ уменьшеніемъ расхода производительность падаетъ.

Къ другимъ преимуществамъ турбинъ передъ колесами надо отнести ихъ значительную скорость вращенія, менѣе сложную передачу и экономію мѣста. Въ нѣкоторыхъ турбинахъ вода дѣйствуетъ сразу на всѣ лопатки (турбины полныя), въ другихъ же (турбины партіальныя) дѣйствіе воды направлено только на часть лопатокъ.

У однѣхъ (турбины радіальныя) вода движется по направленію радіусовъ; въ другихъ (турбины осевыя) вода идетъ параллельно оси. Наконецъ еще разница въ турбинахъ обуславливается формою лопатокъ: однѣ изъ турбинъ (реактивныя) работаютъ живою силою и давленіемъ воды, другія (активныя) только живою силою.

Если воды много и турбина можетъ работать полнымъ притокомъ, то при малыхъ и среднихъ напорахъ ставятся реактивныя турбины, которыя при большомъ числѣ оборотовъ имѣютъ меньшіе размѣры и слѣдовательно болѣе дешевы. Если количество воды непостоянно и его приходится регулировать, то употребляются активныя турбины, и при большихъ напорахъ партіальныя.

Чтобы вода входила между лопатками турбиннаго колеса безъ удара необходимо подводить ее подъ опредѣленнымъ угломъ помощью особаго направляющаго аппарата. Этотъ аппаратъ состоитъ изъ ряда направляющихъ каналовъ также изогнутыхъ, какъ лопатки турбиннаго колеса, но



только въ противоположную сторону. Турбины должны быть предохранены отъ замерзанія. Чтобы въ турбины не попадали плаваюція тѣла, у входа въ турбинное русло становятся металлическія сѣтки. При малыхъ и среднихъ напорахъ (до 7 арш.) турбина устанавливается обыкновенно въ открытомъ ларѣ; при болѣе высокомъ напорѣ ларь замѣняется желѣзною или чугуною коробкою съ подводящею трубою.

Наиболѣе распространены осевыя турбины, хотя въ нихъ рабочее колесо трудно доступно для осмотра.

Существуетъ очень много турбинъ различнаго наименованія, описаніе ихъ всѣхъ выходитъ за рамки настоящаго курса, въ которомъ разсматриваются только основные, особенно типичные гидравлическіе двигатели.

### Турбина Фурнейрона.

Изъ верхняго канала *a* (фиг. 209) вода течетъ въ резервуаръ *b*, а оттуда попадаетъ въ открытое направляющее колесо *c c'*, въ которомъ укрѣплены лопатки.

Это колесо неподвижно заклинено на трубѣ *d d'*.

Концентрически съ направляющимъ колесомъ и въ одной съ нимъ плоскости находится рабочее колесо *e e'*, закрѣпленное поддономъ, на валу *g g'*, проходящемъ внутри трубы — *d* — и вращающемся вмѣстѣ съ рабочимъ колесомъ *e*. Рабочее колесо представляетъ изъ себя два параллельныхъ обода, между которыми укрѣплены лопатки. Вода изъ направляющаго колеса *c c'* вступаетъ въ рабочее колесо *e e'*, производитъ давленіе на его лопатки, и заставляетъ колесо вращаться. Турбинный валъ *g* вращается на подводной пятѣ *h*. Для регулированія работы имѣется кольцеобразный щитъ съ деревянными вкладышами *k*, которые плотно помѣщаются между направляющими лопатками. Этотъ щитъ поднимается и опускается помощью стержней *m* и этимъ увеличивается или уменьшается отверстіе для впуска воды между перегородками, а слѣдовательно, увеличивается или уменьшается работа турбины.

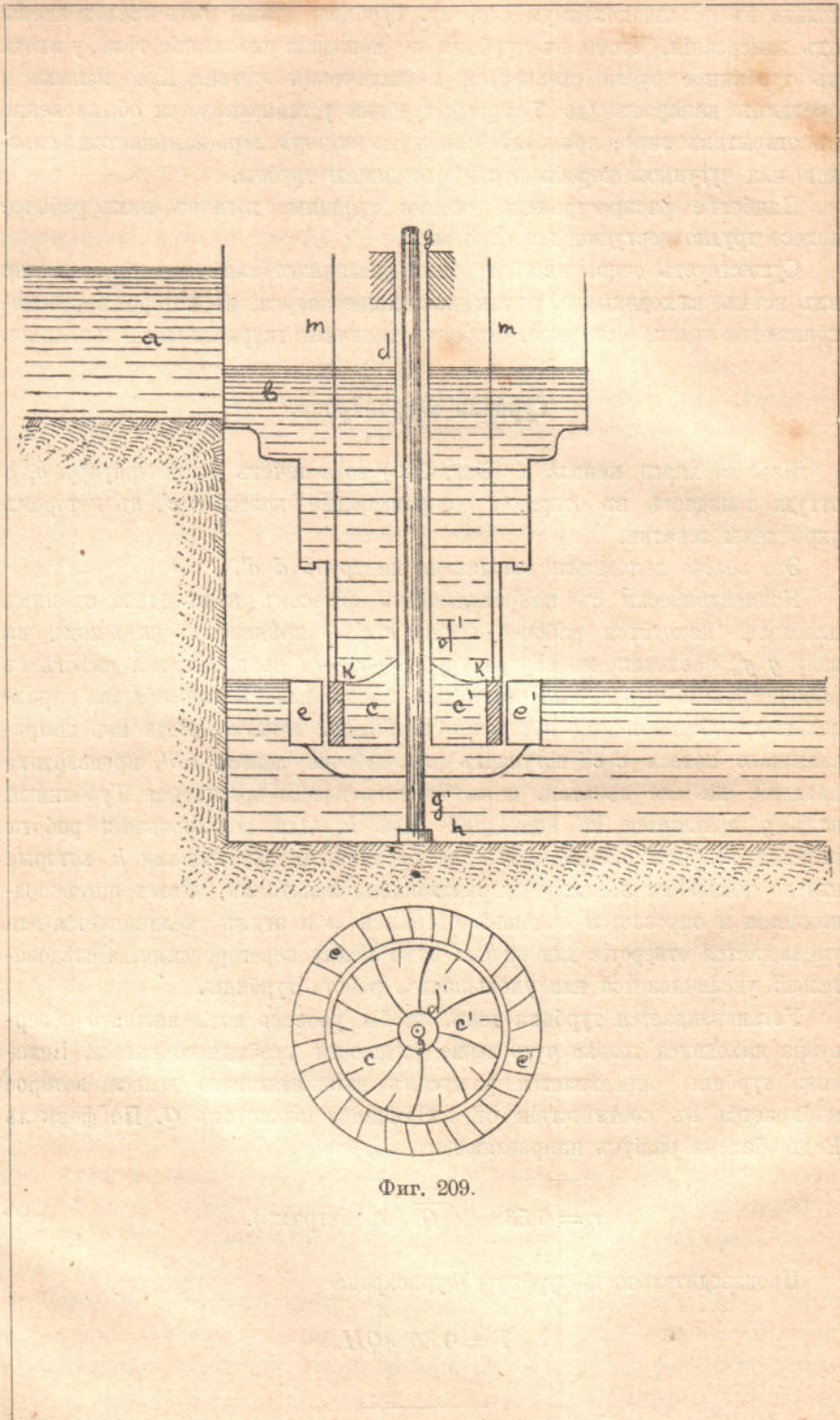
Устанавливается турбина такъ, чтобы уровень воды нижняго резервуара находился только чуть выше плоскости турбиннаго колеса. Величина турбины опредѣляется радіусомъ направляющаго колеса, которое выбирается въ соотвѣтствіи съ имѣющимся расходомъ *Q*. По формулѣ Редтенбахера радіусъ направляющаго колеса

$$r = 0,538 \sqrt{Q} \text{ (въ метрахъ).}$$

Производительность турбины Фурнейрона

$$T = 0,65 yQH.$$



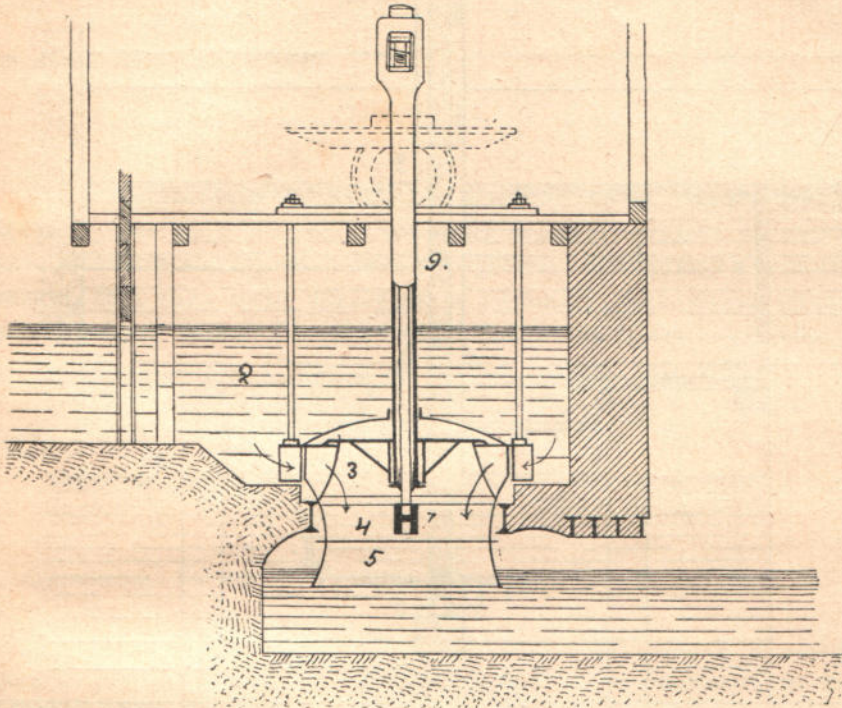


Фиг. 209.



## Турбина Френсиса.

Принята за основной типъ для американскихъ турбинъ. Она отличается отъ фурнейроновской тѣмъ, что направляющее колесо у нее устраивается снаружи турбины, вслѣдствіе чего скорость воды между лопатками уменьшается. Вода изъ желоба 1 (фиг. 210) вступаетъ въ камеру 2 и изъ нее въ направляющее колесо 3, затѣмъ въ рабочее колесо 4. Къ



Фиг. 210.

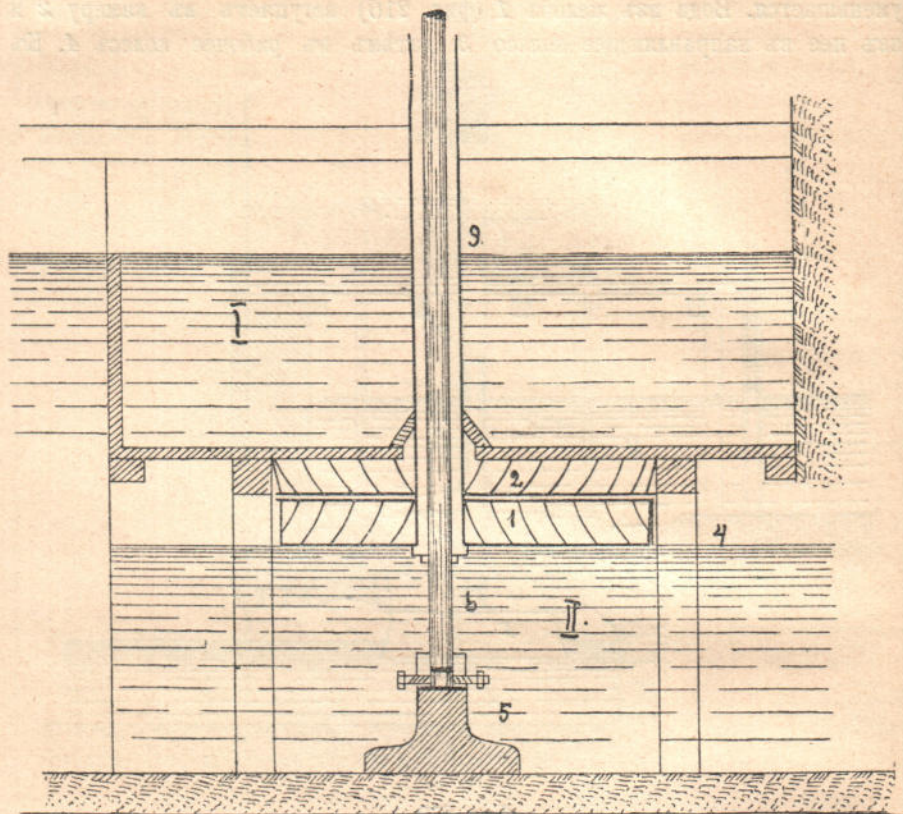
этому колесу внизу прикрѣплена отводная труба 5, опущенная своимъ концомъ подъ нижній уровень воды. Благодаря тому что въ этой трубѣ нѣтъ воздуха, и вся она наполнена водой, облегчается выходъ воды изъ рабочаго колеса. Внутри этой трубы проходитъ желѣзный валъ 7, верхнимъ концомъ поддерживающій пустотѣлый валъ турбинный 9, на которомъ укрѣплено рабочее колесо. Производительность этой турбины больше нежели предыдущей, но устройство ея сложнѣе.

## Турбина Геншеля-Жонваля.

Преимущество этой турбины передъ турбиной Фурнейрона заключается въ томъ, что вода вступаетъ въ рабочее колесо сверху и слѣдовательно направление ея не измѣняется; поэтому при сравнительно меньшихъ размѣрахъ турбины скорость входа воды получается больше чѣмъ у Фурнейрона.



Вода из турбинной камеры (I) (фиг. 211) через неподвижное направляющее колесо (2) течет въ рабочее (I), а из него въ нижній отводный каналъ (II). Направляющее колесо помѣщено въ чугунномъ кольцѣ, поддерживаемомъ стойками (4); по срединѣ между стойками укрѣпляется массивная подкладка (5), поддерживающая желѣзный массивный



Фиг. 211.

валъ (6), который проходитъ внутри полога чугуннаго турбиннаго вала (9). На этотъ валъ посредствомъ ручекъ и ступицы насажено турбинное рабочее колесо (1).

Къ числу особенностей турбины Жонваля относится надводная пята, изобрѣтенная Фонтенемъ. Устроена она такъ, что опорная точка вращения механизма находится не внизу турбины, а выше ея.

Пускъ въ ходъ турбины начинается съ поднятія щита въ каналѣ. Работа Жонвалевской турбины выражается такъ

$$T = 0,70 \gamma QH.$$

Турбина выбирается по діаметру, который находится въ зависимости отъ расхода  $Q$ , скорости  $v$  и напора  $H$ . При чемъ скорость  $v = 0,7 \sqrt{2 gH}$



(въ метрахъ). Чѣмъ больше напоръ, тѣмъ меньшій требуется діаметръ. Такъ, при  $H$  отъ 0,5 до 1,5 метра діаметръ:

$$D = 2 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

при  $H$  отъ 1,5 до 8 метровъ

$$D = 2,5 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

при  $H$  отъ 8 до 12 метровъ

$$D = 3 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Для напоровъ большихъ чѣмъ 12 метровъ нельзя ставить турбину Жонваля, такъ какъ получается слишкомъ большая нагрузка на подпятникъ. Жонвалевская трубина отличается простотою конструкции и легкостью ремонта, такъ какъ легко приподнять и выгащить какъ направляющее, такъ и рабочее колесо. Въ этой турбинѣ (какъ и въ турбинѣ Фурнейрона) при напорѣ большемъ 4 метр. устраивается подводъ воды снизу.

Въ этомъ случаѣ направляющее колесо находится подъ рабочимъ колесомъ и вода къ нему подводится закрытою трубою.

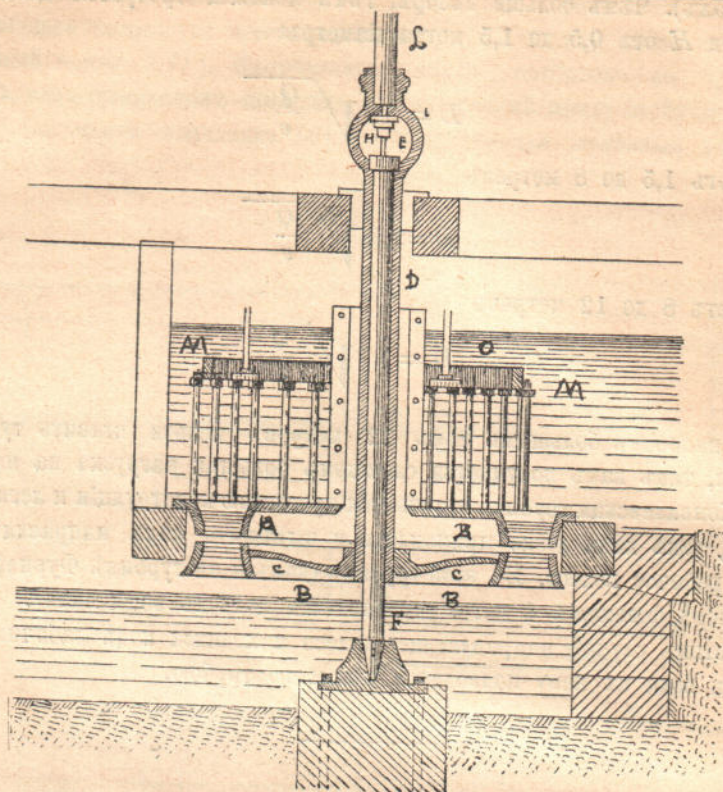
### Турбина Жирара.

Эти турбины, благодаря высокой ихъ производительности и способности регулироваться при переменномъ расходѣ воды, обращаютъ на себя вполне заслуженное вниманіе. Расположеніе колесъ направляющаго и рабочаго такое же какъ и въ турбинѣ Жонваля; самое же главное отличіе Жираровской турбины отъ другихъ заключается въ очертаніи лопатокъ и въ расширеніи каналовъ рабочаго колеса книзу. Благодаря этому вода проходитъ по вогнутой сторонѣ каналовъ, не прикасаясь къ другимъ стѣнкамъ и такимъ образомъ, встрѣчая меньше сопротивленій, она отдаетъ турбинѣ почти всю живую силу. Турбина эта не можетъ быть погружена въ нижнюю воду, поэтому она примѣняется лишь тамъ гдѣ напоръ постояненъ и гдѣ уровень нижней воды никогда не поднимается.

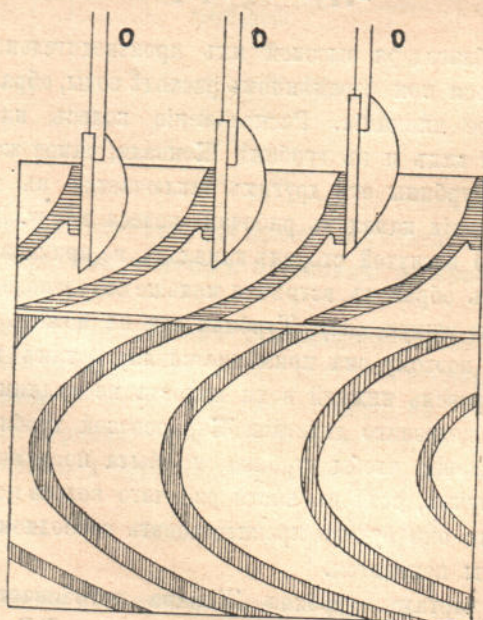
Коэффициентъ полезнаго дѣйствія Жираровской турбины доходитъ до 80 %, но при условіи, чтобы турбина не была погружена въ воду. Въ противномъ же случаѣ, если въ части рабочаго колеса попадетъ низовая «мертвая» вода, то она будетъ препятствовать свободному прохождению воды и величина работы понизится.

Въ общихъ чертахъ турбина Жирара устраивается слѣдующимъ образомъ (фиг. 212)  $AA$  направляющій аппаратъ,  $BB$ —рабочее колесо,





Фиг. 212.



Фиг. 213.



посредством поддона  $C$  укрѣпленное на пустотѣломъ валу  $D$ , внутри котораго проходитъ неподвижная массивная ось  $EF$ . Посредствомъ головки  $Hi$  валъ  $D$  соединенъ съ валомъ  $L$ ; въ головкѣ пята и подпятникъ сходны съ такимъ же устройствомъ турбины Жонваля. Кожухъ  $MM$  преграждаетъ доступъ воды во внутреннюю часть колеса. Притокъ воды регулируется задвижками  $O$  (фиг. 213) въ направляющемъ колесѣ, при чемъ одновременно закрываютъ пару диаметрально противоположныхъ каналовъ для сохраненія равновѣсія рабочаго колеса. Турбины Жирара особенно пригодны въ тѣхъ случаяхъ, когда расходъ воды подверженъ сильнымъ колебаніямъ. Для опредѣленія размѣровъ турбины задаются требуемымъ числомъ лошадиныхъ силъ  $N$  взявъ за средній коэффициентъ полезнаго дѣйствія 0,70 и тогда.

$$T = 0.70 yQH \quad \text{и}$$

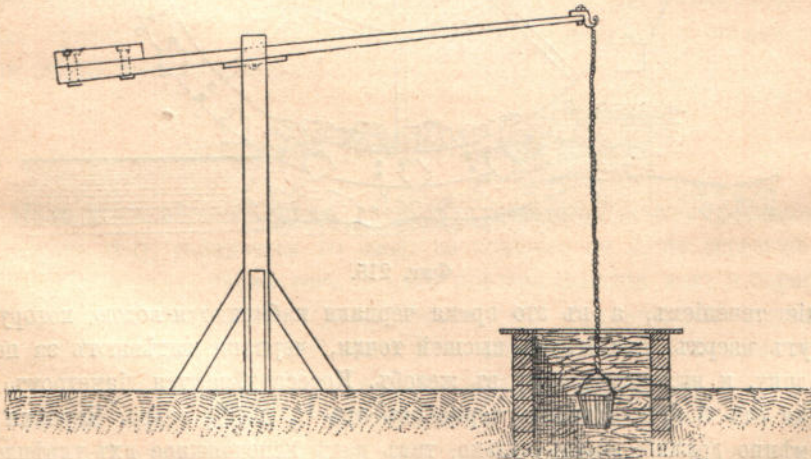
$$N = \frac{0.70 yQH}{75} \quad (\text{въ метрахъ}).$$

Затѣмъ по расходу  $Q$  и напору  $H$  выбираютъ радіусъ, руководствуясь формулою Мейснера

$$r = \text{отъ } 1,5 \text{ до } 2 \sqrt{\frac{Q}{0.85 \sqrt{2gH}}} \quad (\text{въ метр.}).$$

#### § 4. Водоподъемныя машины.

Механизмы, имѣющіе своимъ назначеніемъ передвиженіе воды изъ нижележащаго бассейна въ другой—вышележащій, называются *водоподъемными машинами* или *водоподъемниками*.



Фиг. 214.

Водоподъемники раздѣляются на двѣ категоріи: 1) тѣ въ которыхъ нѣтъ трубъ и давленіе воздуха въ подъемѣ воды не участвуетъ и 2) тѣ,

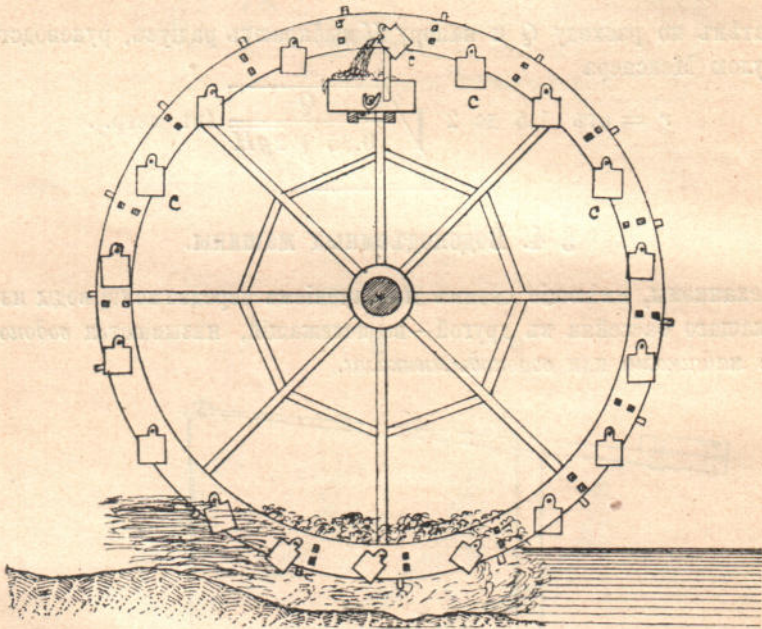


въ которыхъ вода поднимается по трубамъ при участіи атмосфернаго давления. Къ первой категоріи относятся ведро или бадья, самодѣйствующее колесо, чигирь, норія, цѣпной насосъ и архимедовъ винтъ. Ко второй категоріи—поршневые и центробѣжные насосы и таранъ.

Простѣйшимъ водоподъемникомъ является *ведро* въ рукахъ человѣка. При высотѣ въ  $1\frac{1}{2}$  аршина рабочій въ 8-мичасовой день поднимаетъ около 3000 ведеръ. Если же ведро подвѣшивается къ коромыслу на стойкѣ журавля (фиг. 214) то двумя рабочими—одинъ у колодца, другой на высотѣ подъема, можно поднять воду до высоты въ 3 сажени и въ количествѣ въ  $1\frac{1}{2}$  раза больше, чѣмъ просто ведромъ.

### Самодѣйствующее водяное колесо.

Дѣлается подобно пошвенному, только между его ободьями подвѣшиваются на желѣзныхъ болтахъ черпаки *с. с* (фиг. 215). Колесо ставится или въ каналѣ или въ рѣкѣ съ большою скоростью и приводится въ дви-



Фиг. 215.

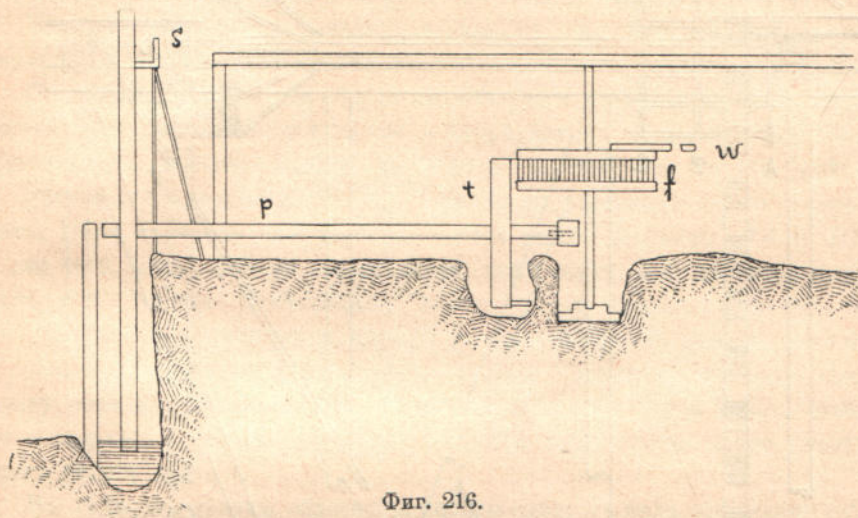
женіе теченіемъ, а въ это время черпаки набираются водою, которую и несутъ вверхъ. Достигнувъ высшей точки, черпаки задѣваютъ за перекладину, и выливаютъ воду въ желобъ. Колеса дѣлаются діаметромъ начиная отъ 3 арш. Емкость черпаковъ отъ  $\frac{1}{8}$  до  $\frac{1}{2}$  ведра. Черпаки непременно должны висѣть вольно, такъ какъ неподвижное ихъ укрѣпленіе вызываетъ выливаніе воды ниже желоба.

Вращаются колеса медленно; 3—4 оборота въ минуту и поднимаютъ въ часъ около 1000 ведеръ.



### Болгарскій (или Египетскій) чигирь.

Деревянное колесо діаметромъ 6—9 арш. укрѣплено на валу *p* (фиг. 216). Нижній конецъ колеса опущенъ въ воду. Два обода расположены на разстояніи 6 вершковъ одинъ отъ другого и раздѣлены перегородками на рядъ ящиковъ длиною около 8 вершковъ. Пространство между ободьями покрыто жестью. Каждый ящикъ въ ободѣ обращенномъ къ берегу имѣеть отверстіе черезъ которыя вода набирается и изъ которыхъ выливается въ



Фиг. 216.

желобъ *s*. На противоположномъ концѣ вала насажено зубчатое колесо *t* деревянное съ 40 кулаками, сѣпленные съ цѣвочнымъ фонаремъ *f*, къ вертикальной оси котораго прикрѣпляется водило съ вальками *w*. Машина приводится въ движеніе парю смѣнныхъ лошадей и поливаетъ въ день до 10 десятинъ огорода.

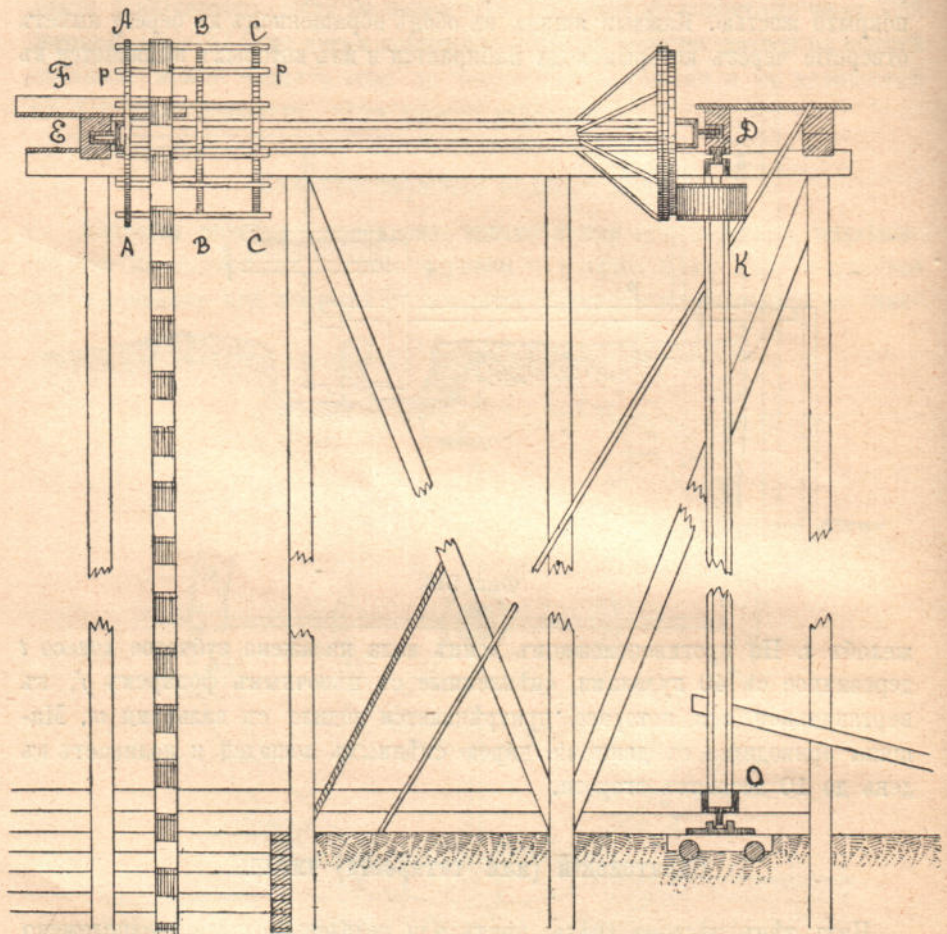
### Саратовскій (или татарскій) чигирь.

Надъ тѣмъ мѣстомъ (рѣка, прудъ или колодезь), откуда предположено поднимать воду, забивается 10 свай: по концамъ по 2, по серединѣ два ряда по 2 сваи и, кромѣ того, 2 сваи поддерживающія валъ и барабанъ съ черпаками. Для большей устойчивости сваи подпираются подкосами.

Горизонтальный валъ *DE* (фиг. 217) длиною въ 10—11 арш. и толщиною до 9 вершковъ лежитъ на свайныхъ насадкахъ въ такомъ разстояніи отъ земли, на какое предполагается поднять воду, не выше однако 10 арш. На одномъ концѣ вала укрѣпленъ барабанъ *AC* діаметромъ въ 3 арш., черезъ который перекинута цѣпь съ желѣзными черпаками. На другомъ концѣ укрѣплено кулачное колесо тоже въ 3 арш. діаметромъ съ кулаками въ 1 вершокъ. Колесо это составляется изъ двухъ рядовъ дос-



чатыхъ косяковъ березоваго и сосноваго, такъ что общая толщина достигаетъ 4 вершковъ. Кулачное колесо сцѣплено съ цѣвочною шестернею, діаметромъ въ  $1\frac{1}{4}$  арш. и высоту въ 10 вершковъ сидящую на стоякѣ *OK*. Стоякъ *OK*, какъ и горизонтальный валъ дѣлается толщиною до 8—9 вершковъ. На нижнюю часть стояка нагоняется желѣзный шипъ съ наваренною на немъ стальною пятою и этою пятою стоякъ упирается въ



Фиг. 217.

стальной четырехугольный подпятникъ, заключенный въ чугунной коробкѣ, вдолбленной въ деревянную подушку.

Верхній конецъ стояка также имѣетъ шипъ, вращающійся въ особой желѣзной обоймѣ. На высоту  $1\frac{1}{2}$  арш. отъ земли въ стоякъ вдалбливается водило съ упряжнымъ валькомъ для лошади. Горизонтальный валъ *DE* въ центрахъ на концахъ снабженъ шипами толщиною въ 3 дюйма, которыми онъ помѣщается на подшипникахъ, укрѣпленныхъ на насадкахъ. Барабанъ *AC* состоитъ изъ трехъ параллельныхъ между собою ободьевъ связанныхъ изъ вершковыхъ сосновыхъ досокъ; ободья расположены на



разстояніи 1 арш. одно отъ другого и скрѣпляются двѣнадцатью поперечными дубовыми скалками *pp* шириною въ 4 вершка, а толщиною въ 2 вершка, которыя вдавливаются въ ободья. Два обода *BB* и *CC* скрѣпляются съ валомъ *DE* ручками, расположенными накрестъ, ободъ же *AA* ручекъ не имѣетъ и съ валомъ не соединенъ; такимъ образомъ барабанъ получается полымъ и внутри его, вокругъ вала образуется свободное пространство куда и вставляется желобъ *F* для воды, сливающейся изъ черпаковъ. Черпаки четырехугольные, изъ толстой жести (ширина черпака 4 вершка, глубина спереди 7 вершковъ сзади 8 вершковъ).

Каждый черпакъ охватывается желѣзными обручами на вершокъ отъ верхняго и отъ нижняго краевъ.

Съ задней стороны эти обручи имѣютъ ушки, сквозь которыя и сквозь звеня цѣпи просовываются винты и закрѣпляются гайками. Двѣ цѣпи состоятъ изъ звеньевъ, длиною въ 1 футъ, а толщиною въ  $1\frac{1}{4}$  дюйма.

Звенья соединяются кольцами. Черпаки размѣщаются черезъ 8 вершковъ. Цѣпи съ черпаками перекидываются между ободьями *AA* и *BB*, а для того, чтобы онѣ не соскользнули, край обода *AA* дѣлается выше чѣмъ *BB*. Иногда употребляютъ вмѣсто цѣпей пеньковые канаты въ  $1\frac{1}{2}$  дюйма, но это не рекомендуется въ виду того, что канатъ, хотя бы и сильно просмоленный, не выдержитъ долгаго пребыванія въ водѣ. Площадку подъ водиломъ слѣдуетъ поднять и сдѣлать отъ нея скатъ, чтобы не скоплялась грязь отъ расплескивающейся воды; грязь сильно затрудняетъ работу лошади.

Въ тѣхъ же цѣляхъ облегченія работы слѣдуетъ надъ площадкою сдѣлать навѣсъ отъ солнца, а водило должно быть не короче 5—6 аршинъ. Чигирь съ барабаномъ въ 3 арш., дѣлающимъ одинъ оборотъ въ минуту, поднимаетъ въ часъ около 400 ведеръ воды.

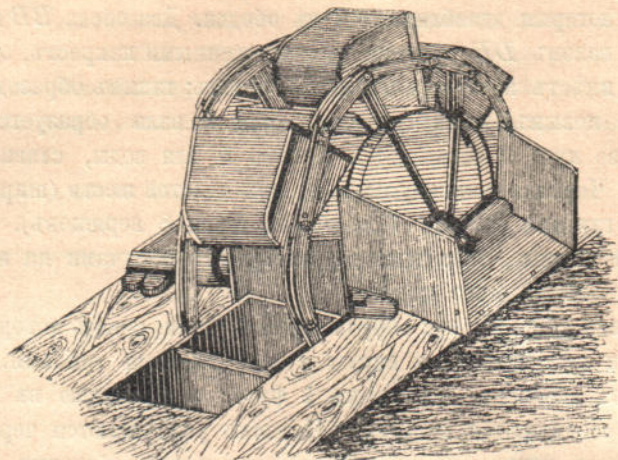
### Норія.

Если воду надо поднять не на высоту, а только на поверхность земли, то въ этомъ случаѣ наиболѣе подходящимъ водоподъемникомъ является норія.

Она состоитъ (фиг. 218) изъ многоугольнаго чугунаго пустого внутри барабана черезъ который перекинута парная безконечная цѣпь съ закрѣпленными на ней черпаками. На одномъ концѣ барабаннаго вала укрѣплена чугунная коническая зубчатка, сѣпляющаяся съ коническою шестернею, закрѣпленною на стоякѣ, въ верхней части котораго устроивается водило. Поднимающаяся норією вода вытекаетъ изъ черпаковъ въ пріемникъ, находящійся внутри барабана, а оттуда течетъ въ желобъ. Норія поднимаютъ воду на высоту до 11 сажень. Когда пустой черпакъ движется къ низу, то въ немъ находится воздухъ, который препятствуетъ наполненію черпака; для устраненія этого неудобства въ днѣ черпака дѣлается захлопный клапанъ. При опоражниваніи черпака клапанъ отъ собственнаго вѣса откидывается и открываетъ отверстіе, когда же черпакъ



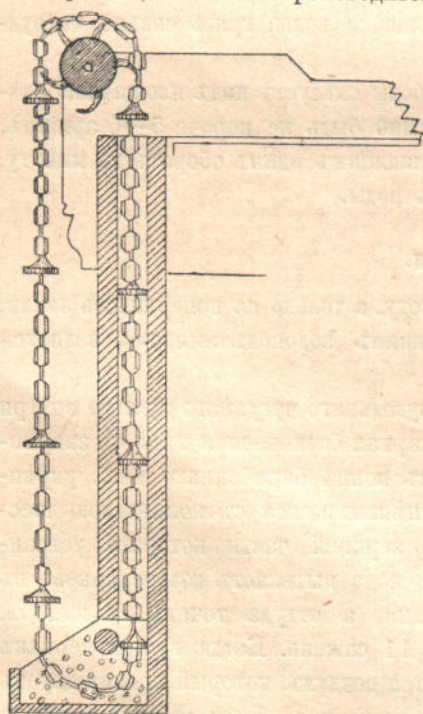
погружается въ воду, то она прижимаетъ клапанъ къ дну и закрываетъ отверстіе.



Фиг. 218.

### Четочникъ или цѣпной насосъ.

Простой, но очень производительный четочникъ (фиг. 219) состоитъ



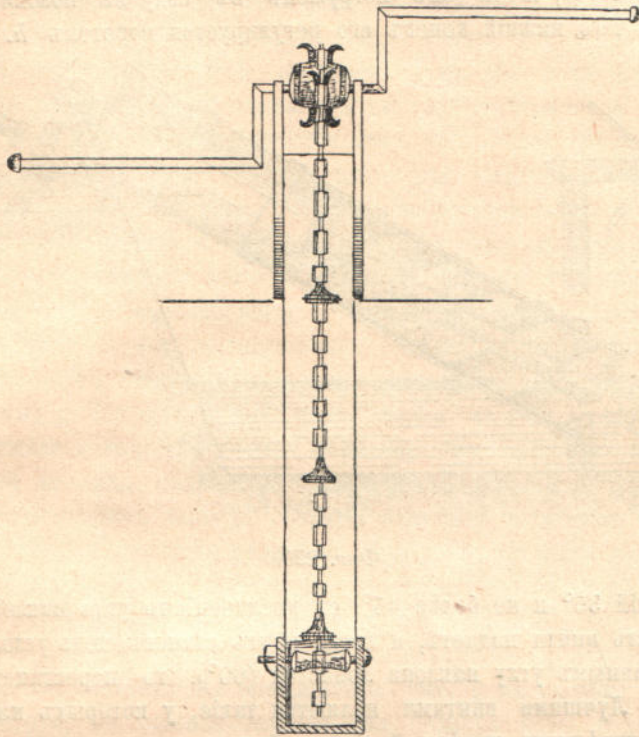
Фиг. 219 а.

изъ вертикальной деревянной трубы діаметромъ въ 5 дюймовъ и длиною въ 4 арш. Внизу одна сторона трубы на 8 вершковъ открывается, здѣсь помѣщена деревянная коробка, а въ ней укрѣпленъ деревянный же шкивъ, направляющій въ трубу безконечную цѣпь. Наверху на толстой въ  $1\frac{1}{2}$  дюйма желѣзной оси вращается второй шкивъ, въ 8 вершковъ діаметромъ. Посрединѣ шкива по направленію радіусовъ укрѣплено 6 желѣзныхъ вилокъ для прохода цѣпи. Шкивъ приводится въ движеніе 2-мя рукоятками по два рабочихъ на каждой. На цѣпи черезъ каждый аршинъ укрѣплены диски или тарелки, состоящіе изъ деревянныхъ кружковъ, діаметромъ чуть меньше (въ 4,8 дюйма) діаметра трубы; на эти деревянные кружки накладывается по 2 кожаныхъ, діаметромъ точно соответствующихъ (5 дюйм.) діаметру трубы; сверху накладывается еще

соответствующихъ (5 дюйм.) діаметру трубы; сверху накладывается еще



желѣзный кружокъ и все вмѣстѣ скрѣпляется заклепками. При движеніи эти диски захватываютъ воду, поднимаютъ ее вверхъ по трубѣ и сливаютъ



Фиг. 219 б.

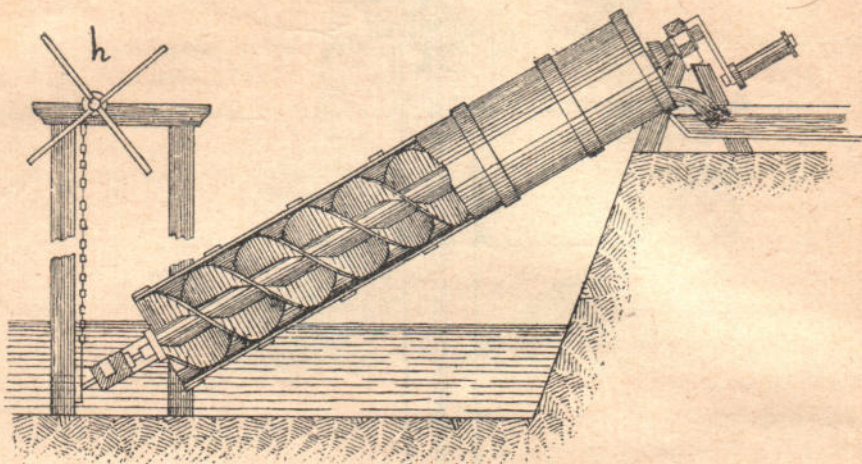
въ желобъ. Въ теченіи часа четверо рабочихъ при 30 оборотахъ шкива въ минуту поднимаютъ на высоту 4 арш. около 1,000 ведеръ.

### Архимедовъ винтъ.

Внутри досчатого барабана (фиг. 220) длиною въ 9 арш. и діаметромъ въ 1 арш. помѣщается деревянный 5-вершковый валъ съ желѣзными шипами. Между валомъ и барабаномъ устроены винтовые поверхности, сдѣланныя изъ тонкихъ кленокъ, укрѣпленныхъ въ пазъ, глубиною въ  $1\frac{1}{2}$  вершка, вырѣзанный по винтовой линіи на поверхности вала, а другимъ концомъ входятъ въ пазъ, глубиною въ  $\frac{1}{4}$  вершка, вырѣзанный по винтовой линіи на внутренней поверхности барабана. Винтовые поверхности наклонены къ производящей вала на  $60^\circ$ , а разстояніе между ними дѣлается въ 4 вершка. При погруженіи механизма нижнимъ концомъ въ воду и при вращеніи вала вода поднимается по винтовымъ поверхностямъ и вытекаетъ черезъ верхнее отверстіе барабана. Двигателемъ винта чаще бываетъ мускульная сила рабочихъ на рукояткѣ. Винтъ указаннаго размѣра при 60 оборотахъ въ минуту и девяти рабочихъ,



смѣняемыхъ черезъ каждыя 2 часа, поднимаетъ въ часъ около 2000 ведеръ на высоту до 4 аршинъ. Наибольшая производительность винта получается тогда, когда онъ погруженъ въ воду на половину и даже болѣе, для чего нижній конецъ его регулируется воротомъ *h*. Наклонъ

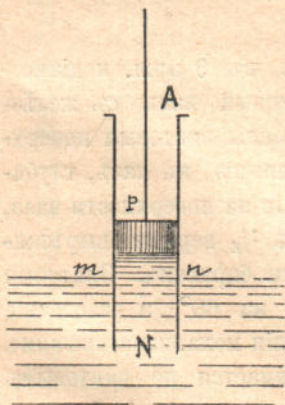


Фиг. 220.

винта лучшій  $35^\circ$  и не болѣе  $45^\circ$ ; съ увеличеніемъ угла наклона производительность винта падаетъ, и когда винтъ станетъ подъ угломъ къ горизонту, равнымъ углу наклона лопастей ( $60^\circ$ ), то перестанетъ поднимать воду. Лучшими винтами являются такіе, у которыхъ на деревянномъ валу укрѣпленъ желѣзный винтовой ходъ.

### Поршневые насосы.

Дѣйствіе насосовъ объясняется давленіемъ атмосферы. Пусть въ открытый съ обѣихъ сторонъ цилиндръ *A* (фиг. 221) плотно входитъ поршень *p*. Продвинемъ поршень въ самую нижнюю часть *N* цилиндра и погрузимъ эту часть въ воду; если не вынимая цилиндра изъ воды будемъ тянуть вверхъ поршень, то замѣтимъ, что, поднимаясь, поршень станетъ увлекать за собою воду, т. е. будетъ происходить такъ называемое присасываніе воды. Если бы поршень не былъ совершенно плотно приточенъ къ цилиндру, то при подъемѣ въ нижнюю часть его проникалъ бы воздухъ и вода не пошла бы за поршнемъ. Атмосферный воздухъ давитъ на всю поверхность воды, окружающей цилиндръ, за исключеніемъ только площадки *mn*, и когда поршень поднимается вверхъ, то это давленіе атмосферы



Фиг. 221.

поднимаетъ воду.



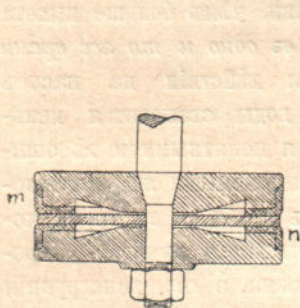
заставляетъ воду войти въ свободное безвоздушное пространство, образующееся подъ поршнемъ, и подниматься вмѣстѣ съ нимъ. Атмосферное давленіе принимается какъ величина постоянная и равная 16 фунт. на квадратный дюймъ поверхности; подъ этимъ давленіемъ въ безвоздушномъ пространствѣ вода поднимается на 34 фута, причеиъ эта высота поднятiя совершенно одинакова для любого діаметра цилиндра, т. е. на эту высоту вода поднимается какъ въ самомъ узкомъ, такъ и въ самомъ широкомъ безвоздушномъ цилиндрѣ. Слѣдовательно, какъ бы хорошо не былъ устроенъ насосъ, онъ однимъ *всасываніемъ* не можетъ поднять воду выше чѣмъ на 34 фута. Между тѣмъ извѣстно, что насосами вода поднимается на высоту десятковъ сажень. Это поднятiе осуществляется уже не всасываніемъ, а *нагнетаніемъ*, примѣненіемъ двигателя, толкающаго воду и заставляющаго ее идти на любую высоту. При этомъ, согласно съ основными законами механики, чѣмъ больше высота подъема, тѣмъ и большая нужна сила, чтобы *въ одно и то же время* поднять нужное количество воды и обратно, при дѣйствіи на насосъ одной и той же силы, количество поднимаемой воды становится меньшимъ съ увеличеніемъ высоты. Отсюда являются понятными и тѣ ошибочныя заключенія, которыя дѣлаются мало компетентными людьми относительно несовершенствъ, напримѣръ, пожарныхъ трубъ, и та труба, которая при одинаковомъ усилии беретъ выше, считается лучшею. Происходитъ это вовсе не отъ несовершенствъ механизма, а отъ конструкціи его, оттого, что отверстіе ея брандспойта уже, и на сколько *выше* поднимается струя, на столько *меньше* она подаетъ воды. Вслѣдствіе несовершенствъ конструкціи, а также вслѣдствіе различныхъ побочных причинъ, подъ поршень насоса проникаетъ воздухъ, образующій такъ называемое *вредное пространство* и такимъ образомъ предѣльная практическая высота всасыванія принимается не 34, а не болѣе 24 футовъ (10 арш.) для металлическихъ трубъ и 21 футъ (9 арш.) для деревянныхъ, т. е. на такую высоту можетъ подниматься поршень насоса въ самомъ верхнемъ его положеніи. При этомъ съ повышеніемъ температуры воды высота всасыванія уменьшается и горячая кипящая вода (въ 100° С.) къ поршню не присасывается, такъ какъ этому мѣшаетъ паръ между поверхностью воды и поршнемъ. Если требуется горячую воду поднять нагнетаніемъ, то къ насосу она подводится самотекомъ.

По характеру работы поршневые насосы дѣлятся на *всасывающіе* и *нагнетательные* или же одновременно на *всасывающіе* и *нагнетательные*. Всякій поршневой насосъ состоитъ изъ стакана или цилиндра, поршня, клапановъ и трубъ. Цилиндры дѣлаются по большей части чугуныи; въ тѣхъ же насосахъ, которые употребляются не постоянно и поэтому подвержены ржавчинѣ (наприм. пожарные) стаканъ дѣлается или мѣдный или въ чугунный цилиндръ вгоняется мѣдная втулка. Верхняя крышка цилиндра или совершенно отсутствуетъ или она закрыта и снабжена сальникомъ (см. прил. № 13), сквозь который проходитъ штокъ поршня.

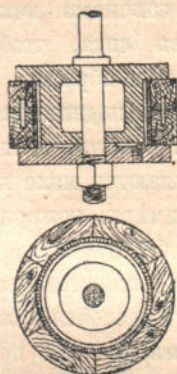


Набивку сальника лучше дѣлать кожаную, такъ какъ пенъковая недостаточно упруга и скоро перетирается.

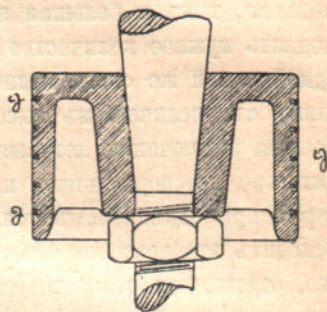
Поршни насосовъ изготовляются изъ чугуна, рѣдко изъ мѣди. Дѣлаются поршни или въ видѣ дисковой перегородки или въ видѣ цилиндра. Эти послѣдніе называются скалками или нырялами. Дисковые поршни требуютъ тщательной, хорошей проточки стакановъ, при скалкахъ же это большого значенія не имѣетъ, но за то между скалкою и цилиндромъ всегда образуется вредное пространство; поэтому скалка употребляется въ насосахъ съ большимъ давленіемъ при маломъ подъемѣ. Затѣмъ поршни раздѣляются на сплошные и съ набивкой. Сплошные, безъ набивки, годятся только для совершенно чистой жидкости и для невысокаго давленія. Изготовленіе ихъ очень затруднительно, по большей части они употребляются въ пожарныхъ насосахъ.



Фиг. 222.



Фиг. 223.



Фиг. 224.

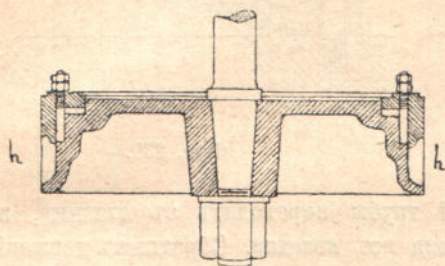
Здѣсь кольцообразное углубленіе посрединѣ поршня служитъ только для собиранія грязи и смазки.

Чаще употребляются поршни съ набивкою: кожанною, деревянною, пенъковою, холщевою, резиновою или металлическою. Кожанная набивка (фиг. 222) состоитъ изъ двухъ кожаныхъ кружковъ *m* и *n*, загнутыхъ въ обѣ стороны. Она скоро изнашивается въ грязной водѣ, содержащей песокъ; для такой воды лучшею набивкою являются резиновые кольца, обхватывающія поршень и прижатые къ нему винтами. Деревянная набивка дѣлается изъ колецъ (фиг. 223) твердаго дерева (дуба или ясеня), которыми поршень прижимается къ поверхности стакана. Металлическая набивка (фиг. 224) состоитъ или изъ металлическихъ колецъ или изъ проволоки *b* укрѣпленной въ канавкахъ на поверхности поршня. Наконецъ пенъковая набивка (фиг. 225) изъ просмоленныхъ пенъковыхъ жгутовъ *h*.

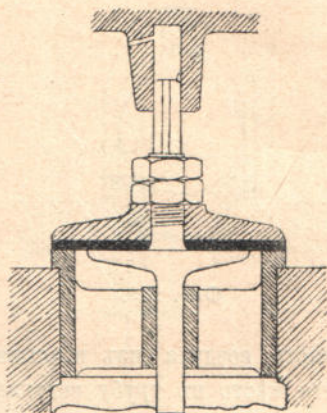
Клапаны служатъ для открыванія и закрыванія отверстій попеременно соединяющихъ стаканъ насоса съ пріемной и отводной трубой. Клапаны должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) плотно прикрывать отверстіе, чтобы не было обратнаго протеканія воды; 2) быстро



подниматься и садиться на сѣдла безъ удара, не защемляясь и не перекашиваясь и 3) открывать достаточное отверстие для прохода воды. Дѣлаются клапаны металлическіе, кожаные и резиновые. Для чистой воды лучшіе металлическіе; для мутной же, илистой, кожаные, но кожа не примѣняется, когда температура воды выше  $30^{\circ}$  С. или если работа ведется съ перерывами, во время которыхъ кожа, высыхая, трескается. Резиновые клапаны пригодны при небольшомъ давленіи. Клапаны имѣютъ различную форму; наиболѣе распространены: грибовый (фиг. 226) тарелочный (фиг. 225) откидной или

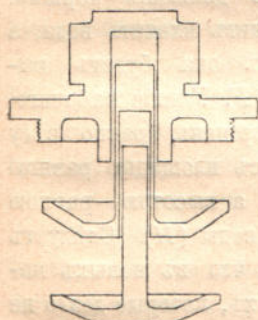


Фиг. 225.

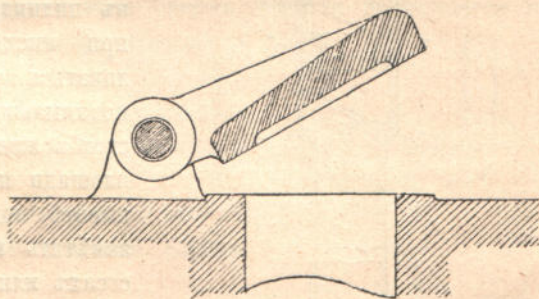


Фиг. 226.

захлопный (фиг. 228) и шаровой (фиг. 229). Простѣйшій изъ клапановъ захлопный (фиг. 230) изъ двухъ пластинокъ кожи, къ которымъ снизу и сверху приклепаны желѣзные кружки. Лучшій клапанъ—шаровой; садясь



Фиг. 227.



Фиг. 228.

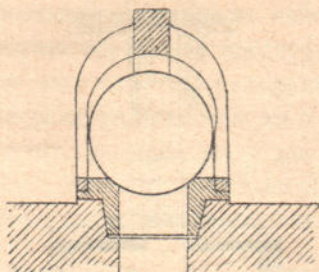
на сѣдло различными своими точками онъ меньше избивается, не защемляется въ гнѣздѣ, не обвѣшивается иломъ, годится для очень грязныхъ жидкостей, но зато не допускаетъ ни ремонта, ни притирки.

Трубы употребляются чугуныя въ особенности для подземной прокладки и желѣзныя. Резиновые рукава дѣлаются изъ каучука съ пеньковыми прокладками. Пеньковые рукава должны быть безъ шва и внутри прорезинены. Если они назначены для всасывающихъ трубъ, то внутри ихъ должна быть проволочная спираль, а снаружи они обтягиваются бичевою.

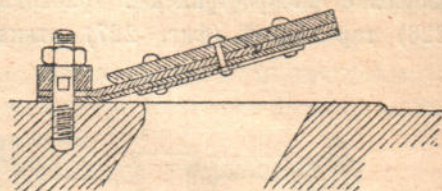


1) **Всасывающій насосъ** (фиг. 231) состоитъ изъ стакана съ всасывающей трубой *СК*, всасывающаго клапана *BC* и поршня *DE*, въ которомъ имѣется проходной клапанъ. Какъ всасывающій, такъ и проходной клапаны открываются вверхъ.

При поднятіи поршня проходной клапанъ закрытъ, подь поршнемъ образуется свободное пространство и клапанъ *BC* открывается; тогда



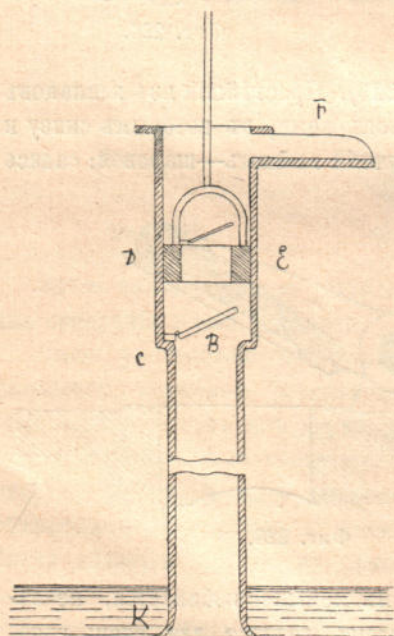
Фиг. 229.



Фиг. 230.

часть воздуха изъ всасывающей трубы переходитъ въ стаканъ, а на его мѣсто въ трубу вступаетъ вода изъ колодца. Обратнымъ движеніемъ поршня закроеся клапанъ *BC*, от-

кроется клапанъ *DE* и воздухъ выйдетъ изъ цилиндра наружу. Когда послѣ нѣсколькихъ качаній поршня изъ трубы удалится весь воздухъ, то при восходящемъ движеніи поршня, въ цилиндръ станеть входить вода, а при нисходящемъ она будетъ выливаться черезъ *F*. Усиліе рабочаго, поднимающаго поршень, равно вѣсу столба жидкости съ площадью равною площади поршня, а высотой—равною высотѣ подъема воды (*H*). Слѣдуетъ замѣтить кстати, что въ новыхъ насосахъ или въ тѣхъ, которые долго не употреблялись, часто вода не поднимается по всасывающей трубы; происходитъ это отъ высыханія набивки поршня и отъ неплотнаго прилегания клапановъ.



Фиг. 231.

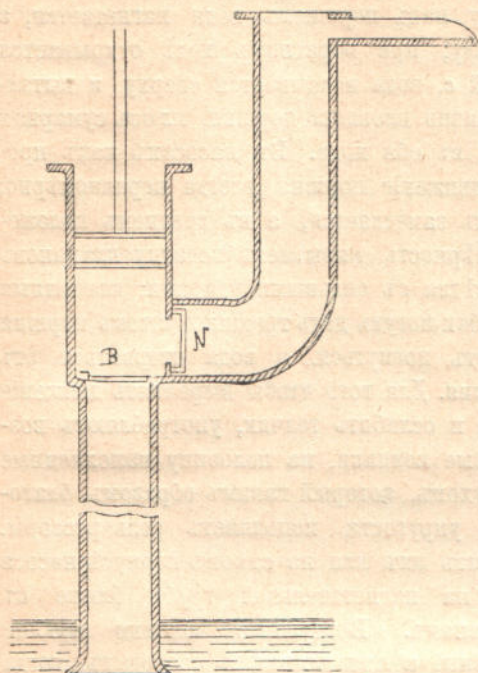
Въ такомъ случаѣ надо налить воды въ стаканъ и во всасывающую трубу и насосъ будетъ работать.

2) **Всасывающій и нагнетательный насосъ** (фиг. 232) состоитъ изъ стакана, всасывающей и подъемной трубы. При подъемѣ поршня открывается всасывающій клапанъ *B* и вода поднимается за поршнемъ; при опусканіи же поршня всасывающій клапанъ закрывается, а открывается

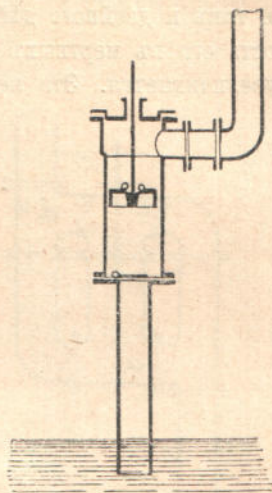


нагнетательный *N* и вода входит въ подъемную трубу. Иногда устраивают насосъ съ сквознымъ поршнемъ и проходными клапанами (фиг. 233).

Дѣйствіе этого насоса отличается отъ предыдущаго тѣмъ, что при опусканіи поршня вода переливается снизу вверхъ, а



Фиг. 232.

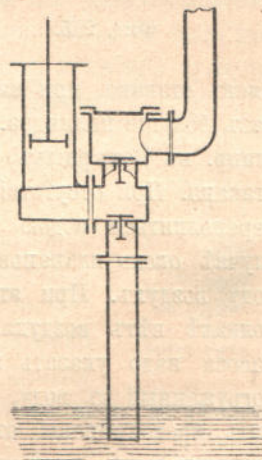


Фиг. 233.

при движеніи поршня вверхъ, вода сверхъ поршня поднимается въ нагнетательную трубу, а внизу набирается новая порція воды. Рабочее усиліе равно вѣсу столба жидкости, съ площадью равною площади поршня, а высотой равною суммѣ высотъ всасыванія и нагнетанія.

Если высота подъема превосходитъ 5 сажень, то примѣняется насосъ схематически изображенный на (фиг. 234).

Въ рассмотрѣнныхъ насосахъ вода движется въ трубахъ только при одномъ ходѣ поршня, во время же обратнаго хода движеніе воды останавливается. Это насосы простаго дѣйствія; въ насосахъ же двойнаго дѣйствія вода не останавливается и оба хода поршня являются рабочими.

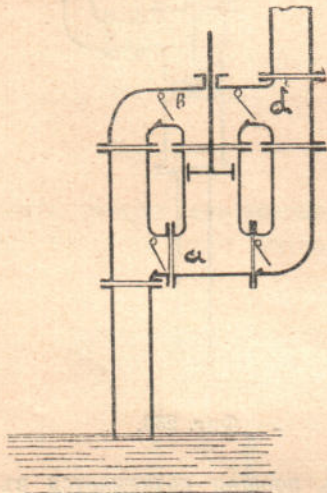


Фиг. 234.

Насосъ всасывающій и нагнетательный двойнаго дѣйствія (фиг. 235) имѣетъ два всасывающихъ клапана (слѣва) и два нагнетательныхъ (справа). Дисковый поршень насоса ходитъ въ стаканѣ, къ которому примыкають отверстія съ четырьмя клапанами. При движеніи поршня



вверхъ открывається всасывающій *a* и нагнетательный *d*, снизу подъ поршнемъ происходитъ всасываніе, отчего клапанъ *c* еще плотнѣе прикрываетъ свое гнѣздо, а сверху надъ поршнемъ вода нагнетается, а клапанъ *b* прижимается къ гнѣзду; при обратномъ ходѣ открывається всасывающій *b* и нагнетательный *c*, вода всасывается сверху и выталкивается снизу. Рабочее усиліе равно площади поршня, плюсь сумарная высота всасыванія и нагнетанія въ оба хода. Въ насосахъ какъ простого, такъ и двойного дѣйствія движеніе поршня всегда неравномѣрно; скорость его въ мертвыхъ точкахъ замедляется, а въ среднемъ положеніи увеличивается. Эта неравномѣрность вызываетъ посадку клапановъ



Фиг. 235.

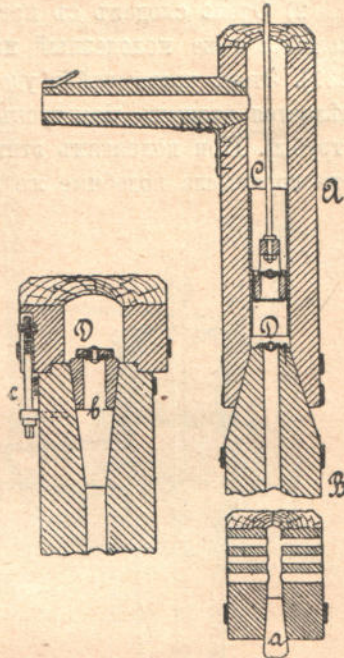
на сѣдла съ сильными ударами; клапанныя коробки могутъ дать трещины, штокъ поршня можетъ погнуться, а вода оторваться отъ поршня. Для того чтобы выравнивать движеніе воды и ослабить толчки, употребляютъ воздушные колпаки, на половину наполненные воздухомъ, который такимъ образомъ, благодаря упругости, исполняетъ роль рессоры. Ставятъ ихъ или на самомъ корпусѣ насоса или на нагнетательной трубѣ ближе къ клапанамъ. Воздушные колпаки вообще полезны, а при длинныхъ проводахъ, когда нагнетаніе больше 3 саж. они обязательны. Размѣры колпаковъ находятся въ прямой зависимости отъ величины напора; такъ напр. при напорѣ въ 10 саж. объемъ колпака долженъ быть не менѣе четырехъ объ-

емовъ стакана, при напорѣ же въ 100 саж. колпакъ долженъ быть въ 16 разъ больше цилиндра. Въ насосахъ работающих перемѣннымъ напоромъ (напр. въ пожарныхъ) объемъ колпака отъ 18 до 30 разъ больше объема стакана. При отсутствіи всасывающаго колпака нагнетательный можетъ переполниться водою и движеніе потеряетъ равномѣрность, въ этомъ случаѣ около клапановъ устраиваютъ краникъ, которымъ впускаютъ въ воду воздухъ. При этомъ стукъ клапановъ указываетъ на то, что въ колпакѣ нѣтъ воздуха. Какъ на необходимое приспособленіе каждого насоса надо указать на то, чтобы нижній конецъ всасывающей трубы, погруженный въ воду, былъ снабженъ клапаномъ. Зимой насосы должны быть предохранены отъ замерзанія въ нихъ воды, т. е. должны быть опоражниваемы, потому что вода, замерзая, увеличивается въ объемѣ и служитъ причиною поврежденій въ частяхъ.

Простѣйшій изъ насосовъ — колодезный, всасывающій деревянный (фиг. 236). Онъ состоитъ изъ дубоваго обрубка *A* съ высверленнымъ

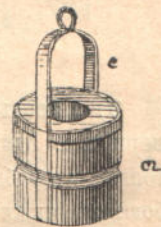


отверстіемъ. Диаметръ въ 5 дюйм. является очень удобнымъ, такъ какъ тогда легко достать рукою клапанъ *D* въ случаѣ ремонта или очистки. Всаывающая труба *B* соединена съ насосною трубою и скрѣплена желѣзными обручами. Для предохраненія отъ изнашиванія въ насосную трубу вставляется металлическая втулка. Клапанъ дѣлается изъ куска подошвенной кожи, вырѣзанной кружкомъ съ діаметромъ на 1 дюймъ большимъ діаметра отверстія трубы *B*. Кружокъ пропитываютъ теплымъ саломъ, а сверху и снизу его перекрываютъ двумя желѣзными кружками и всѣ они сбалчиваются посрединѣ; лапку кожаннаго кружка прибиваютъ къ торцу трубы. Наиболѣ труднымъ является устройство поршня. Для этого изъ молодого дуба вытачивается полый цилиндръ (фиг. 237) и посрединѣ его на поверхности протачиваютъ желобокъ *a*, затѣмъ прилаживаютъ оковку за подлицо съ деревомъ.



Фиг. 236.

Въ верхней части поршня помѣщается клапанъ такой же, какъ и всаывающий; послѣ чего на поршень надѣвается кожаный манжетъ, вполне отвѣчающій діаметру насоса. Кожа пропитывается теплымъ саломъ, ею два раза обертываютъ цилиндръ поршня, при чемъ концы срѣзаютъ такъ, чтобы не было утолщешій. Этотъ стыкъ и оба края манжета верхній и нижній туго прошиваютъ дратвою; затѣмъ прибиваютъ его къ поршню гвоздиками по желобку *a* (чтобы головки гвоздей не царапали металлической втулки). Къ дужкѣ *c* прикрѣпляется поршневая тяга. Изъ этого описанія видно, что домашнее устройство даже самаго простаго насоса очень хлопотливо и далеко не дешево, въ особенности если подъ рукою нѣтъ мастерской съ токарнымъ станкомъ, горномъ и проч., поэтому почти всегда несравненно выгоднѣе купить готовый металлическій насосъ, нежели дѣлать его дома. Наиболѣ употребительны и чаще всего встрѣчаются слѣдующіе типы насосовъ.



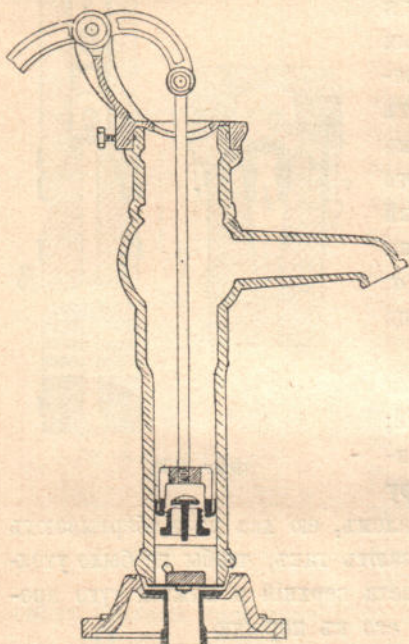
Фиг. 237.

1) **Всаывающий колодезный насосъ** (фиг. 238) состоитъ изъ чугуннаго корпуса съ сквознымъ поршнемъ имѣющимъ кожанную набивку и плоскій подъемный клапанъ. Стаканъ сверху открытъ и отверстіе это настолько широко, что свободно можно вынуть поршень для осмотра. Чтобы вынуть нижній всаывающий клапанъ достаточно только отвинтить нижніе винты корпуса. Этотъ насосъ прикрѣпляется болтами къ крышкѣ ко-

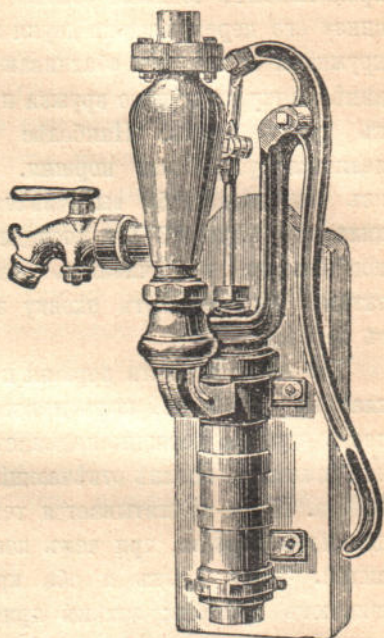


лодца. Иногда къ нему приливаются проушины посредствомъ которыхъ онъ прикрѣпляется къ столбу или стѣнѣ. Диаметръ стакана (внутри) такихъ насосовъ 2—4 дюйм., а диаметръ всасывающей трубы 1—2 дюйма.

2) Очень сходенъ съ предыдущимъ и отличается только примѣненіемъ колпака тоже колодезный насосъ всасывающій и нагнетательный (фиг. 239). Этотъ чрезвычайно удобный, уютный и легкій въ работѣ насосъ дѣлается разныхъ диаметровъ, начиная отъ 2 дюйм. (поршень) и 1 дюйма (трубы). При колпакахъ этихъ насосовъ имѣется разборный кранъ. Въ-сто коромысла подобные же насосы устриваются съ маховиками.



Фиг. 238.



Фиг. 239.

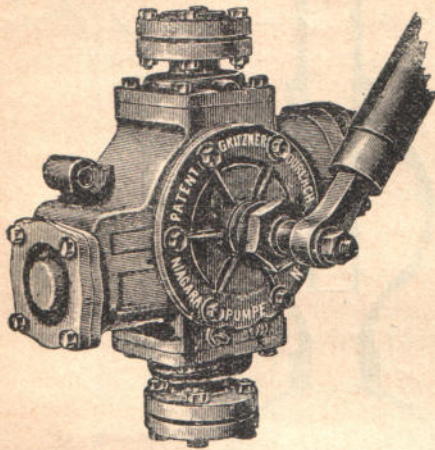
3) Насосы для абиссинскихъ (нортоновскихъ) колодезь (фиг. 64) совершенно одинаковы съ колодезными (фиг. 238) и отличаются отъ нихъ только способомъ установки, т. е. нижняя часть корпуса свинчена съ трубою, въ нижней части которой помѣщается шаровой клапанъ.

4) Насосъ *Ниагара* (фиг. 240)—двойного дѣйствія. Вода просасывается то между поршнями, то въ боковыя камеры, которыя сообщаются между собою каналами. Такъ какъ вода всасывается и нагнетается сразу двумя поршнями, то въ трубахъ получаютъ толчки и неравномѣрныя движенія. Поршни приводятся въ движеніе посредствомъ рукоятки заклиненной на оси. Они довольно простой конструкціи, и въ случаѣ изнашиванія поршней ихъ легко уплотнить просаленнымъ шнуркомъ, пеньковой паквой и проч. Производительность ихъ—до 2000 ведеръ въ часъ.

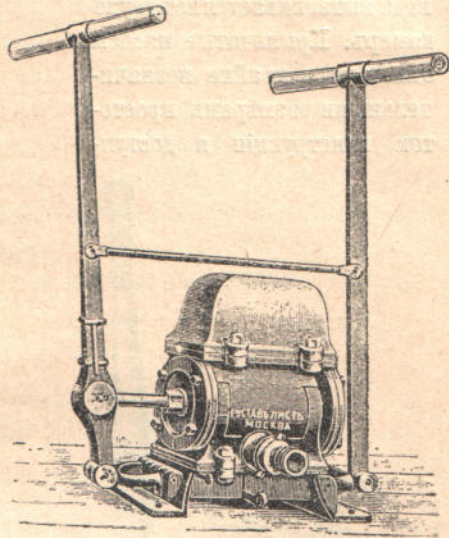
5) Американскій насосъ «Челенжъ» (или «Челенсъ») (фиг. 241) всасывающій и нагнетательный, двойного дѣйствія. Представляетъ собою



горизонтальный цилиндр съ поршнемъ отъ 4 до 6 дюйм. Цилиндръ покрытъ большою воздушною камерою въ видѣ шлема. Штокъ поршня соединенъ съ вертикальнымъ рычагомъ для качательнаго движенія. Иногда устраиваютъ два рычага соединенныхъ между собою тягою. Достоинства насоса: малый вѣсъ, уютность, прочность конструкціи и легкость въ ра-



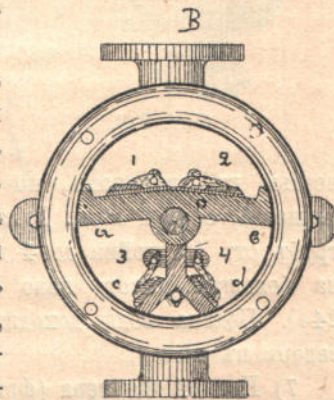
Фиг. 240.



Фиг. 241.

ботѣ. Подача въ часъ до 600 ведеръ. Благодаря устройству большого воздушнаго колпака, этотъ насосъ примѣняется и какъ пожарный.

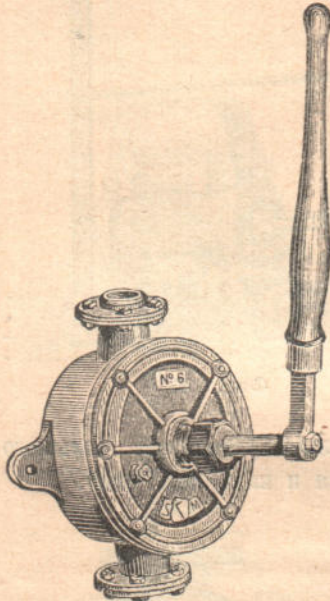
6) Крыльчатый насосъ Альвейлера всасывающій и подъемный, при чемъ ни цилиндра, ни поршня въ немъ нѣтъ. Корпусъ состоитъ изъ чугуннаго барабана съ двумя неподвижными перегородками *c* и *d* (фиг. 242), въ которыхъ помѣщены всасывающіе клапаны *3* и *4*. Роль поршня играетъ качающаяся на оси перегородка *ab*, въ которой имѣются также два клапана *1* и *2*—проходные или подъемные. Черезъ *o* центръ коробки и середину перегородки проходитъ ось, снабженная рукояткою. Если перегородку качнуть вправо, то клапанъ *4* закрывается и открывается клапанъ *2*, а вода проходитъ вверхъ къ трубѣ *B*; въ это же время съ лѣвой стороны клапанъ *1* остается закрытымъ, а открывается клапанъ *3* и вода проходитъ въ нижнюю часть подъ перегородку *a*. При качаніи влѣво происходитъ обратное явленіе. Такимъ образомъ этотъ насосъ двойнаго дѣйствія. Существуютъ крыльчатые насосы четвернаго дѣйствія, подающіе воду въ количествѣ въ четыре раза большемъ нежели предыдущіе. Коробка



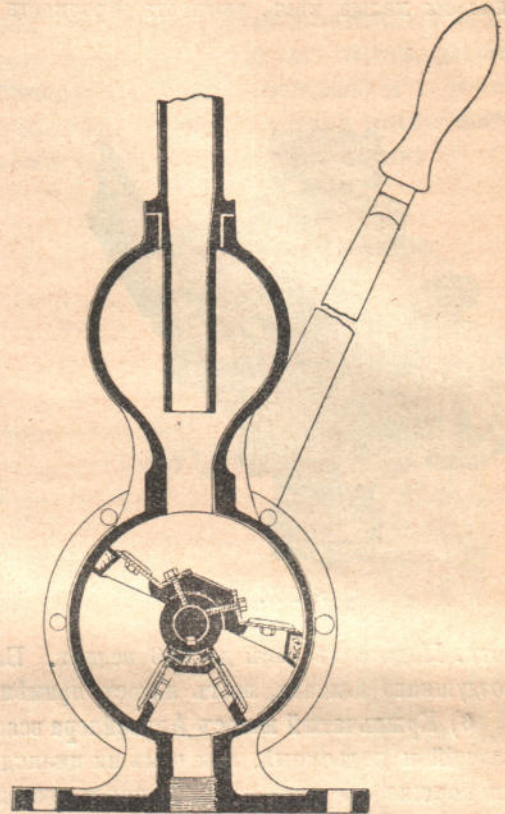
Фиг. 242.



(фиг. 243) раздѣлена крыльчатымъ поршнемъ и стѣнками на 4 части, поршень тоже раздѣленъ на двѣ части съ проходами въ діагональномъ направленіи; въ то время когда поршень открываетъ всасывающій клапанъ одной половины и вода вступаетъ въ двѣ камеры, открывается нагнетательный клапанъ другой половины и вода выталкивается изъ двухъ камеръ. Крыльчатые насосы отличаются крайне незначительными размѣрами, простотою конструкціи и доступ-



Фиг. 243.



Фиг. 244.

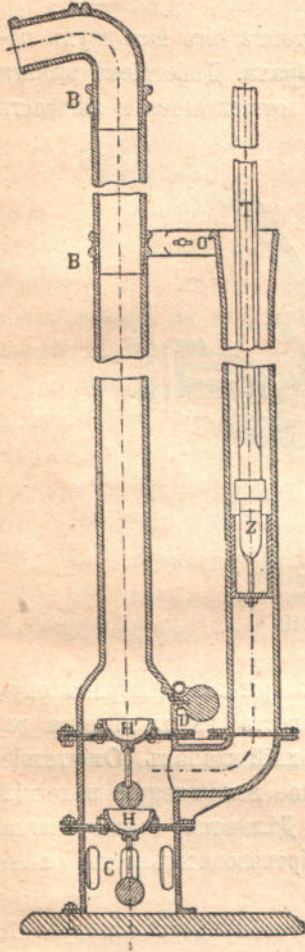
ностью къ клапанамъ, но за то приходятъ въ полную негодность при нечистой, сорной водѣ. Дѣлаются они различной величины съ діаметромъ трубъ отъ  $\frac{1}{2}$  дюйма до 4 дюйм. Для успѣшности работы при нагнетаніи на большую высоту надо сверхъ коробки помѣстить воздушникъ (фиг. 244). Подача воды доходитъ (въ большихъ конечно насосахъ) до 1200 ведеръ въ часъ.

7) **Насосъ Фаулера** (фиг. 245)—подъемный для навозной жижи и вообще для густыхъ жидкостей. Нижнюю часть насосъ прикрѣпляется къ деревянной рамѣ и погружается въ жидкость. Въ чугунномъ открытомъ сверху стаканѣ движется поршень, штокъ котораго представляетъ изъ себя простую деревянную палку и ею двигаютъ вверхъ и внизъ на подобіе того, какъ сбиваютъ масло. Въ пріемной коробкѣ помѣщены два полушаровидныхъ клапана: всасывающій *N* и нагнетательный *H*, снизу къ нимъ прикрѣплены чугунныя шарообразныя гири, для того, чтобы

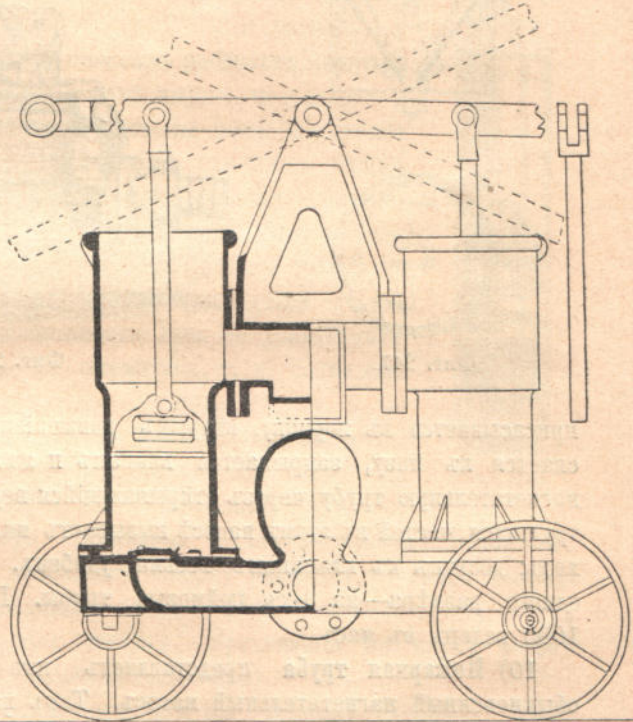


клапаны правильно сѣдѣли на гнѣзда. Эти послѣднія выложены кожаными кольцами. Въ нижней части нагнетательной трубы *B* имѣется клапанъ для ея опоражниванія. Производительность насоса около 600 ведеръ въ часъ.

8) **Насосъ Летестю** (фиг. 246) всасывающій двухцилиндровый, употребляется для выкачиванія очень грязной воды съ муломъ, щепками, мусоромъ и пр., специально для строительныхъ работъ, въ тѣхъ случаяхъ когда ручною силою требуется отлить большую массу воды въ короткое время и съ небольшой глубины (до 10 арш.). Состоитъ онъ изъ двухъ мѣдныхъ или желѣзныхъ цилиндровъ, соединенныхъ внизу общемою трубою, къ которой прикрѣпляется всасывающій рукавъ. Диаметръ



Фиг. 245.



Фиг. 246.

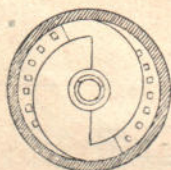
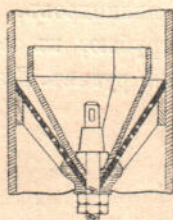
стакановъ очень большой—до 16 дюйм., они открыты и соединены между собою вверху общимъ изливающимъ лоткомъ. Конусообразные рѣшетчатые поршни съ крупными отверстиями (фиг. 247). Внутри поршней находятся клапаны, представляющіе изъ себя два кожаные конуса, прикрѣпленные къ металлической части только въ центрѣ посредствомъ штанги. При подъемѣ кожаный клапанъ прижатъ къ конической поверхности,



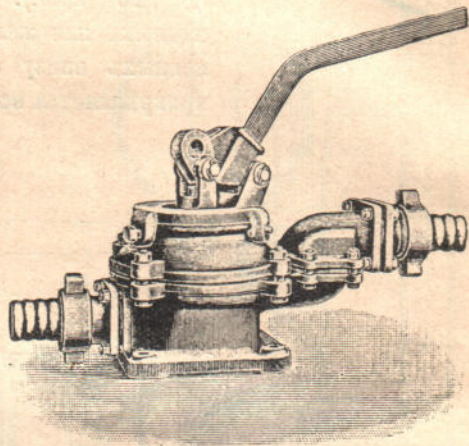
при опусканіи же кожа приподнимается. Въ нижней части стакановъ прикрѣплены всасывающіе обыкновенные захлопные клапаны. Штоки поршней соединены вверху коромысломъ. Производительность до 9000 ведеръ въ часъ.

9) Для перекачиванія ѣдкой зловонной и очень грязной жидкости примѣняется **мембранный или діафрагмовый насосъ** (фиг. 248), всасы ваяющій и нагнетательный.

Ни поршня, ни стакана въ немъ нѣтъ; состоитъ онъ изъ двухъ коробокъ, между которыми зажата резиновая мембрана. Дѣйствіемъ рычага мембрана прогибается вверхъ, клапанъ внизу открывается и жидкость



Фиг. 247.



Фиг. 248.

присасывается въ коробку, вторымъ движеніемъ рычага мембрана опускается къ низу, закрывается клапанъ и жидкость выталкивается въ нагнетательную трубу черезъ открывающійся верхній клапанъ. Отсутствие трущихся частей въ этомъ насосѣ вызываетъ малое изнашиваніе и легкой ходъ; доступъ къ клапанамъ весьма удобенъ. Дѣлаются почти всегда одного размѣра—на 3-хъ дюймовыя трубы. Производительность около 1000 ведеръ въ часъ.

10) **Пожарная труба** представляетъ изъ себя двухцилиндровый обыкновенный нагнетательный насосъ. Такъ какъ назначеніе пожарной трубы заключается въ томъ, чтобы выбросить на большое разстояніе непрерывную струю воды, подъ сильнымъ напоромъ, то посредствомъ двухъ насосовъ вода нагнетается въ колоколь, а оттуда подъ дѣйствіемъ упругости сжатого воздуха выбрасывается съ большою скоростью черезъ суженное отверстіе отводящаго рукава. Дѣйствіе насосовъ попеременно, и когда одинъ насосъ накачиваетъ воду, другой—ее нагнетаетъ въ колоколь. Этимъ постояннымъ притокомъ обуславливается непрерывность струи. Отводящій рукавъ снабжается на концѣ мѣднымъ мундштукомъ—коническою насадкою. Рукавъ не долженъ быть слишкомъ длиннымъ, а діаметръ его долженъ



приближаться къ 2 дюймамъ, диаметръ же выбрасывающаго отверстія около  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$  диаметра цилиндра. Выбрасывающій рукавъ долженъ имѣть правильную цилиндрическую форму, безъ сжатій и неровностей, а насадка должна быть совершенно гладкою тщательно отполированной и хорошо пригнанною къ рукаву. Чтобы струя прошла возможно большее растояніе по горизонтальному направленію, ее надо направить подъ угломъ въ  $45^\circ$ . Пожарныя трубы дѣлаются разныхъ диаметровъ цилиндра, начиная отъ  $2\frac{3}{4}$  и до 5 дюймовъ, первыя выбрасываютъ 7 ведеръ въ минуту на растояніе въ 25 арш., а вторыя—25 ведеръ въ минуту при длинѣ струи въ 45 арш.

11) **Насосы для буровыхъ скважинъ** \*) имѣютъ различный рабочій механизмъ: качалку, лебедку, зубчатая передачи, маховики и проч. въ зависимости глубины скважины. Лучшею системою рабочаго механизма является качалка съ рычагомъ и противовѣсомъ. Главное преимущество ее заключается въ примѣненіи разнообразныхъ усилій; на ней взрослый человѣкъ работаетъ полными размахами, но меньшимъ количествомъ ходовъ, подростокъ—мелкими, но частыми ходами. Какъ бы низко не стоялъ уровень воды и какъ бы не была тѣсна скважина, насосъ приходится устанавливать внутри ее такъ, чтобы поршень въ своей верхней точкѣ размаха былъ ниже уровня воды въ скважинѣ. Такъ какъ головная часть насоса находится наверху скважины, то штангу иногда приходится дѣлать очень длинною, а при невозможности дать ей достаточную толщину нельзя заставить ее сжиматься, т. е. поднимать воду при нисходящемъ движеніи поршня, почему такіе насосы поднимаютъ воду только за одинъ восходящій ходъ. Насосъ состоитъ изъ рабочаго цилиндра (фиг. 249) къ которому снизу навинчивается присасывающая труба диаметромъ меньшимъ диаметра цилиндра, оканчивающаяся дырчатымъ стаканомъ съ шаровымъ клапаномъ. Сверху рабочаго цилиндра посредствомъ газовой нарѣзки соединена съ нимъ нагнетательная труба, внутри которой движутся поршневые штанги, проходящія на верху черезъ коробку съ сальникомъ къ рабочему механизму.



Фиг. 249.

Такъ какъ сплошныя штанговые тяги на большихъ глубинахъ часто гнутся и ломаются, то лучше для этой цѣли брать толстостѣнные  $\frac{5}{8}$ " трубки съ длинными 4" муфтами. Поршень ставится сквозной съ клапанными манжетами \*\*) за каждый ходъ онъ толкаетъ воду, которая постепенно поднимается вверхъ. Такіе насосы просты по устройству и прочной конструкціи; почка ихъ сводится главнымъ образомъ къ частой

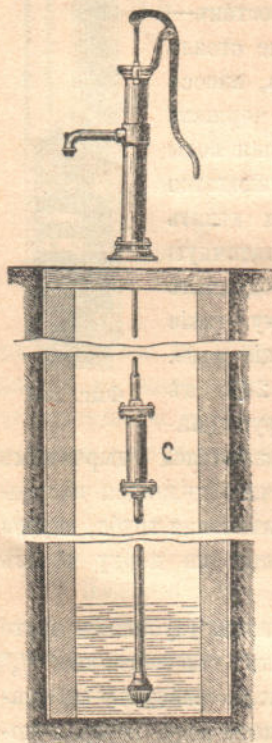
\*) Описываемый типъ насоса всесторонне испытанъ инженеромъ  $\Theta. \Theta.$  Пржесмичимъ, признанъ имъ наиболѣе подходящимъ и устанавливается на его многочисленныхъ артезианскихъ колодцахъ.

\*\*) Какъ въ насосѣ Петестю.

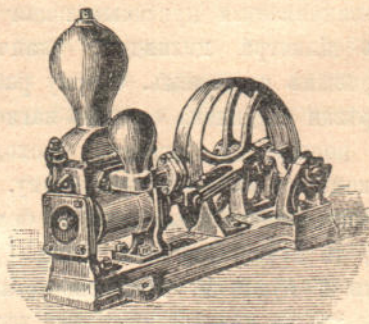


подбивкѣ сальника и къ перемѣнѣ кожаныхъ манжетовъ на поршнѣ. Въ виду этой необходимости ремонта поршня, нѣкоторыми заводами такъ построены артезианскіе насосы, что можно легко вынуть поршень не разбирая трубопровода и не вынимая цилиндра; въ нихъ внутренній діаметръ подъемныхъ трубъ больше наружнаго діаметра поршня. Это даетъ возможность, снявъ только крышку насоснаго корпуса, черезъ отверстіе вынуть тяги и поршень. На верху скважины въ шахтѣ помѣщенъ колапакъ съ нагнетательною трубою насоса. Въ предупрежденіе замерзанія въ подающей трубѣ на верху у сальниковой коробки дѣлается маленькое отверстіе для стока воды изъ нагнетательной трубы въ скважину, когда насосъ не работаетъ; на лѣто это отверстіе забивается. Производительность насоса находится въ зависимости отъ діаметра, длины размаха (хода) качалки и числа качаній. Въ среднемъ насосъ съ діаметромъ цилиндра въ  $2\frac{1}{2}$ " даетъ около 120 ведеръ въ часъ, при діаметрѣ въ 3"—около 200 ведеръ.

12) Въ насосахъ для обыкновенныхъ не трубчатыхъ но глубокихъ колодезѣ до 5 саж. (фиг. 250) рабочій цилиндръ с помѣщаютъ надъ поверхностью воды не дальше 3 саж. Нагнетательная труба оканчивается въ тумбѣ. Производительность насоса съ діаметромъ цилиндра въ  $2\frac{1}{2}$ "—60 ведеръ въ часъ; съ діаметромъ въ 3 дюйма—120 ведеръ.



Фиг. 250.



Фиг. 251.

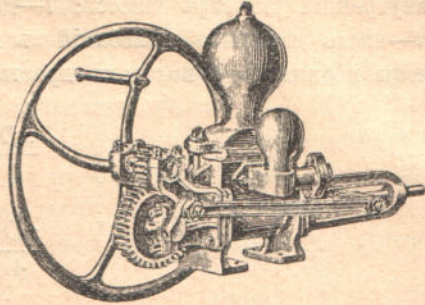
13) Приводными насосами называются такіе, рабочій механизмъ которыхъ приводится въ движеніе какимъ либо механическимъ двигателемъ (паровымъ, керосиновымъ или водянымъ). Отличаются они отъ ручныхъ во первыхъ большими размѣрами, а во вторыхъ болѣе сложнымъ механизмомъ рабочей

части, въ которую вводится или лишняя зубчатая передача, или ставится двашкива—холостой и рабочей для ременной передачи съ механическаго двигателя. Приводные насосы строятся

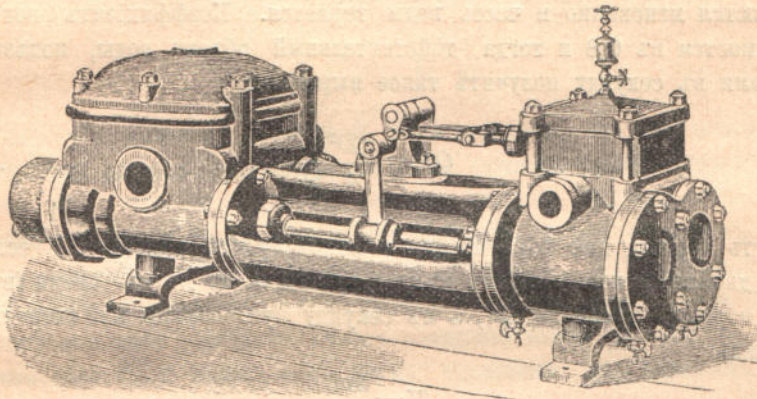
крайне разнообразной конструкціи. Хорошимъ типомъ являются Калифорнскіе насосы (фиг. 251) всасывающіе и нагнетательные (есть ручные (фиг. 252) двойного дѣйствія. Они отличаются простотою и прочностью своего устройства, но дороже другихъ. Съ виѣшней стороны легко узнаются по



горизонтальности цилиндра, компактности формы, прочности деталей и двумъ воздушникамъ, изъ которыхъ нагнетательный (типичной грушевидной формы) помѣщенъ надъ клапанной коробкой. Захлопные клапаны расположены попарно одинъ надъ другимъ въ общей клапанной коробкѣ. По снятіи крышки этой коробки получается вполне свободный доступъ къ нагнетательнымъ клапанамъ, сидящимъ на одной плитѣ, по удаленіи же послѣдней легко могутъ быть вынуты и всасывающіе клапаны. Изъ паровыхъ



Фиг. 252.



Фиг. 253.

особеннаго вниманія заслуживаетъ насосъ Вортингтона (фиг. 253) простаго устройства и спокойнаго плавнаго хода. \*).

Разсмотримъ теперь зависимость между размѣрами насоса, количествомъ поднимаемой имъ воды и усиліемъ необходимымъ для работы.

При двойномъ размахѣ поршня, т. е. при движеніи одинъ разъ вверхъ и одинъ разъ внизъ, въ нагнетательную трубу поступитъ количество воды, равное объему стакана, т. е. площади его сѣченія на длину хода поршня. Для опредѣленія объема воды, притекающей въ единицу времени, въ секунду, надо знать скорость движенія поршня. Эта величина легко можетъ быть опредѣлена, если сосчитать число двойныхъ колебаній поршня въ минуту, раздѣлить это число на 60 и умножить на

\*). Описаніе паровыхъ насосовъ выходитъ за рамки настоящаго курса.



длину хода поршня. Пусть  $D$ —диаметръ поршня или (что все равно) внутренній диаметръ насоса;  $l$ —длина хода поршня въ стаканѣ насоса  $n$ —число двойныхъ колебаній въ минуту; тогда теоретическій объемъ воды поднимаемой насосомъ простого дѣйствія въ минуту

$$\frac{\pi D^2}{4} l n,$$

а въ секунду

$$\frac{\pi D^2}{4} l \frac{n}{60}$$

Но дѣйствительный объемъ воды поднимаемой насосомъ всегда меньше теоретическаго, потому что часть воды утекаетъ черезъ отверстіе всасывающихъ клапановъ, которые при опусканіи поршня не закрываются мгновенно и часть воды теряется. Коэффициентъ потери  $f$  принимается въ 0,8 и тогда дѣйствительный объемъ воды, подаваемой насосами въ секунду получить такое выраженіе

$$Q = f \frac{\pi D^2 l n}{4 \cdot 60} \dots \dots \dots (1)$$

Путь поршня при ходѣ вверхъ и внизъ будетъ равенъ  $2l$ , если же число двойныхъ колебаній въ минуту будетъ  $n$ , то въ это время (въ минуту) поршень пройдетъ  $2ln$ , а въ секунду путь поршня или скорость его  $V$  будетъ

$$V = \frac{2nl}{60}$$

или

$$\frac{V}{2} = \frac{ln}{60}$$

подставляя въ выраженіи объема  $W$  вмѣсто  $\frac{ln}{60}$ , получимъ формулу секунднаго расхода насоса одиночнаго дѣйствія

$$Q = f \frac{\pi D^2 V}{4 \cdot 2} = f \frac{\pi D^2 V}{8} \dots \dots \dots (2)$$

Для насосовъ же двойного дѣйствія, когда за каждый свой ходъ поршень поднимаетъ одинаковый объемъ воды, секундная подача воды будетъ вдвое большею, т. е.

$$Q^2 = f \frac{\pi D^2}{4} V \dots \dots \dots (3)$$

Расчетъ насоса находится въ зависимости отъ двухъ вопросовъ: 1 — когда требуется узнать, какова производительность уже имѣющагося



насоса и 2 — когда насоса нѣтъ и нужно опредѣлить какихъ размѣровъ онъ долженъ быть для подачи нужнаго количества воды.

Въ первомъ случаѣ задача сводится только къ опредѣленію  $Q$ , поэтому измѣривъ внутренній діаметръ насоса ( $D$ ), длину поршневого хода ( $l$ ) и сосчитавъ число двойныхъ его размаховъ въ минуту ( $n$ ), вычисляютъ  $Q$  по формулѣ (1). Для второго случая, когда данъ секундный объемъ воды  $Q$ , но ни длина хода, ни діаметръ неизвѣстны, когда требуется выбрать типъ насоса и его размѣры, пользуются формулою (2) (или для насоса двойного дѣйствія формулою (3)). Прежде всего подсчитывается діаметръ  $D$ . Изъ формулы (2)

$$D = \sqrt{\frac{2.4. Q'}{f. \pi. V}}$$

или принявъ  $f = 0,8$  и, сдѣлавъ подстановку, получимъ примѣрно

$$D = 2 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

Скоростью движенія поршня  $V$  надо задаться; она не должна быть меньше той скорости, съ которою подъ поршень присасывается вода, потому что, если бы поршень ходилъ быстрѣе притока воды, то при подъемѣ поршня вода оторвалась бы отъ него, а при обратномъ движеніи произошелъ бы ударъ и вредныя сотрясенія. Слѣдовательно, чѣмъ меньше высота всасыванія, тѣмъ скорость поршня можетъ быть больше. Поэтому выгоднѣе помѣщать насосъ возможно ближе къ колодцу или поставить сдвоенный насосъ — съ двумя поршнями, изъ которыхъ одинъ, помѣщенный въ цилиндрѣ какъ можно ниже, всасывалъ бы воду и подавалъ бы ее другому цилиндру—главному. Обыкновенно за среднюю скорость поршня  $V$  принимаютъ 1 футъ для ручныхъ и до 4 футовъ для приводныхъ. Діаметръ же ручныхъ насосовъ дѣлается отъ 2 до 5 дюймовъ, очень рѣдко 6 дюймовъ, а 16 дюймовъ (въ насосѣ Летестю) — исключеніе. Что касается длины хода  $l$  то обыкновенно  $l$  не дѣлается меньше  $2D$  и по большей части длина хода немногимъ больше двойного діаметра насоса; а число качаній однимъ человѣкомъ не принято считать большимъ 40 въ минуту. Высота подъема воды при выборѣ типа насоса значенія не имѣетъ; она необходима для опредѣленія величины дѣйствующей силы двигателя т. е. величины работы нужной для подъема воды.

Если общая высота поднятія  $H = h_1 \pm h_2$  ( $h_1$  — высота присасыванія,  $h_2$  — высота нагнетанія), то работа, которая должна быть затрачена на подачу на эту высоту нѣкотораго объема воды  $Q$ , теоретически будетъ

$$N_1 = \frac{YQH}{15} \text{ въ пудофутахъ} . . . . . (4)$$



Въ дѣйствительности же работа  $N$  должна быть больше теоретической, такъ какъ, кромѣ усилія, затрачиваемаго на поднятіе и опусканіе поршня, часть работы приходится употребить на преодоленіе вредныхъ сопротивленій въ видѣ тренія въ трубахъ, толчковъ при изгибахъ и пр. Отношеніе  $N_1 : N = Z$  или коэффициентъ полезнаго дѣйствія принимается для обыкновенныхъ насосовъ въ 0,7. Такъ что дѣйствительная работа для дѣйствія насоса должна быть

$$N = \frac{N_1}{Z}$$

или, подставивъ вмѣсто  $N_1$  его величину (4), имѣемъ

$$N = \frac{YQH}{Z \cdot 15} \dots \dots \dots (5)$$

а взявъ  $Y = 1,73$  пуда (вѣсъ одного кубич. фута воды) и принявъ  $Z = 0,70$  имѣемъ величину работъ на насосѣ

$$N = 0,16 QH \text{ въ пудофутахъ} \dots \dots \dots (6)$$

Секундная работа взрослого человѣка (при 8-часовомъ днѣ) считается на рычагѣ въ  $\frac{1}{15} N$ , а на рукояткѣ съ маховикомъ въ  $\frac{1}{10} N$ . Примѣняя лебедку съ радіусомъ въ 15 дюймовъ и передаточнымъ числомъ (см. № 14) = 3, усиліе выигрывается въ  $1\frac{1}{2}$  раза. Слѣдовательно, взявъ величину секунднаго объема цилиндра и умноживъ на высоту поднятія и на 0,16 найдемъ нужную величину работы  $N$ ; если по формулѣ (6) получится  $N$  равное  $\frac{1}{15}$  или меньше, то насосъ можетъ быть приведенъ въ дѣйствіе однимъ человѣкомъ на качалкѣ (или рычагѣ); при  $N$  въ  $\frac{1}{10}$  надо брать уже маховикъ; при  $N$  въ  $\frac{1}{5}$  надо ставить двухъ человѣкъ; при  $N$  въ  $\frac{3}{10}$  требуется два человѣка и лебедка; когда же число людей по расчету окажется большимъ, то надо ставить къ насосу конный приводъ, а если  $N$  будетъ большимъ  $\frac{1}{2}$ , то къ насосу потребуется уже механическій двигатель.

Изъ предыдущихъ расчетовъ легко придти къ слѣдующимъ выводамъ. Одна паровая сила поднимаетъ въ секунду 15 пудовъ на высоту 1 фута, это составляетъ 20 ведеръ воды, слѣдовательно рабочій на рычагѣ, поднимающій  $\frac{1}{15}$  этого количества, поднимаетъ *въ минуту* 80 ведеръ, а на рукояткѣ маховика 120 ведеръ. Если бы эти 120 ведеръ надо было поднять не на 1 футъ, а, напримѣръ, на 40, то рабочій въ минуту поднялъ бы только 3 ведра. Или, напримѣръ, если бы нужно было въ минуту подать 10 ведеръ на высоту 48 футовъ, то для этого потребовалось бы рабочихъ  $10 \times 48 = 480$ ;  $480 : 120 = 4$  человѣка. Чѣмъ продолжительнѣе работа, тѣмъ она менѣе производительна, а, наприм., на пожарѣ усиліе рабочаго можетъ быть доведено до 4 и болѣе разъ про-

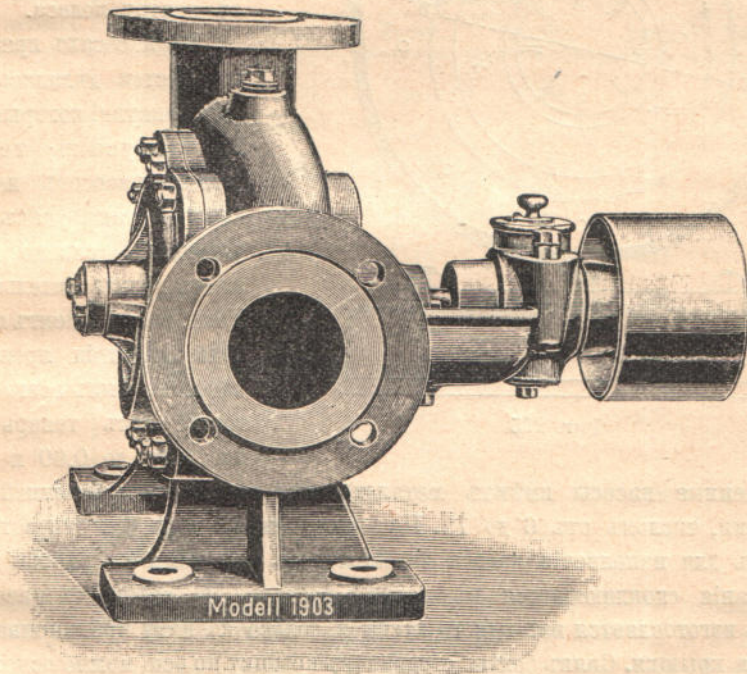


тивъ обыкновеннаго. Слѣдуетъ замѣтить, что при выборѣ діаметра ручнаго насоса самый ходовой 3 дюйма; діаметръ большій уже является труднымъ для работы.

Площадь клапановъ дѣлается въ  $\frac{1}{2}$  и не меньше  $\frac{1}{4}$  площади поршня. Деаіметръ всасывающихъ трубъ берется въ  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  діаметра поршня. Діаметръ нагнетательныхъ трубъ можетъ быть взятъ на  $\frac{1}{4}$  дюйма меньше (при скорости  $V$  въ 4 фута), но лучше ихъ ставить діаметромъ не менѣе всасывающихъ, тогда насосъ работаетъ и правильнѣе, и легче.

### Центровѣжные насосы.

Для подъема большого количества воды въ короткій промежутокъ времени и на сравнительно небольшую высоту примѣняются приводные центровѣжные насосы (фиг. 254). На горизонтальномъ желѣзномъ валу посажено



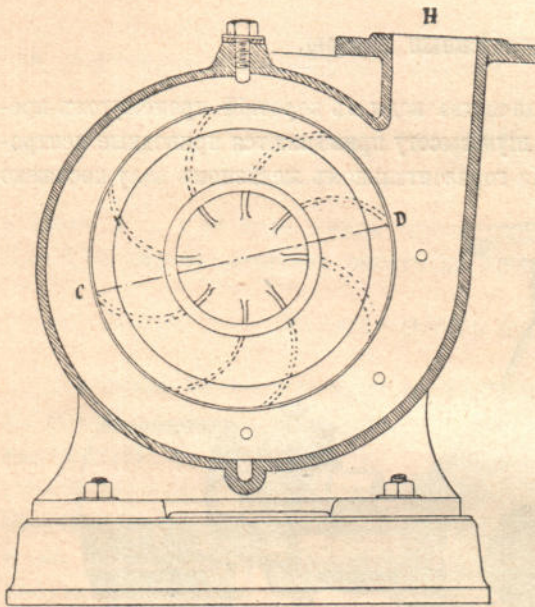
Фиг. 254.

крыльчатое колесо *CD* (фиг. 255), помѣщаемое внутри чугунной коробки или кожуха. Въ этотъ кожухъ проведена труба изъ водоема и изъ него же выходитъ нагнетательная труба *H*. Валъ лежитъ въ подшипникахъ на двухъ стойкахъ, между которыми находится шкивъ для ременной передачи, иногда же (фиг. 254) этотъ шкивъ лежитъ за стойкой на концѣ вала.

Если кожухъ наполнить водою и затѣмъ привести валъ въ быстрое



вращательное движеніе, то вода будетъ отбрасываться лопатками колеса къ стѣнкамъ кожуха, а затѣмъ, вслѣдствіе пріобрѣтенной живой силы будетъ подниматься по нагнетательной трубѣ тѣмъ энергичнѣе, чѣмъ больше центробѣжная сила, чѣмъ, слѣдовательно, быстрѣе вращается крыльчатое колесо. Въ это же время близъ оси колеса уменьшается давленіе воздуха, вслѣдствіе чего будетъ происходить присасываніе воды по подъемной трубѣ. Центробѣжный насосъ хорошо поднимаетъ воду до 7 саж., но по большей части эти насосы устанавливають на подъемъ отъ 3 до 6 саж., при этомъ высота всасыванія не должна превосходить  $2\frac{1}{2}$  саж. Всасы-



Фиг. 255.

вающая труба подводится къ кожуху или съ одной стороны или (что лучше) съ двухъ и оканчивается около оси, чтобы всасываемая вода направлялась къ центру колеса.

Въ насосахъ прежняго устройства дѣлались плоскія лопатки, которыя шли по радіусамъ; теперь такихъ насосовъ не дѣлають, такъ какъ это устройство сильно понижаетъ производительность. Такъ, коэффициентъ полезнаго дѣйствія прежнихъ насосовъ былъ всего 0,32; тогда какъ теперь онъ доведенъ до 0,60 и 0,70.

Современные насосы имѣють металлическое колесо съ криволинейными крыльями, числомъ отъ 6 до 12. На верху кожуха дѣлается отверстіе съ краномъ для наполненія насоса водою передъ началомъ его работы и для выпусканія скопляющагося въ кожухѣ воздуха. Въ хорошихъ насосахъ кожухъ изготовляется изъ одного куска и только къ нему привинчиваются боковыя крышки. Снявъ болты, отодвинувъ крышку по оси, можно осмотрѣть крыльчатое колесо. Это устройство позволяетъ сдѣлать осмотръ крыльевъ, не отдѣляя всасывающей трубы. Для правильности работы необходимо, чтобы наружный воздухъ не могъ проникать ни во всасывающую трубу, ни въ насосъ, поэтому необходимо позаботиться о полной герметичности въ соединеніи частей. Въ нижней части всасывающей трубы помѣщается пріемный клапанъ, а труба должна имѣть къ насосу одинъ подъемъ безъ изгибовъ, въ которыхъ могъ бы задерживаться поднимающійся съ водою воздухъ. Насосы приводятся въ движеніе паровыми машинами, керосиновыми двигателями и турбинами; вообще такими двигателями, которые сообщаютъ



равномѣрное движеніе, поэтому ни конные приводы, ни вѣтряные двигатели для этой цѣли не годятся. Передача совершается посредствомъ ремней. Число оборотовъ насоса доходить до 2000 въ минуту. Правильность хода зависитъ отъ вѣрности установокъ его точекъ опоры; подшипники снабжаются винтами для ихъ передвиженія при вивѣркѣ вала, а чтобы уменьшить его треніе, шейка вала дѣлается такихъ размѣровъ, чтобы давленіе на подшипникъ было возможно меньшимъ и отношеніе діаметра вала (въ шейкѣ) къ его длинѣ дѣлается какъ 1:4 и 1:6.

Лучшими насосами являются насосы Листа (въ Москвѣ) и J. A. H. Gwynne (въ Лондонѣ).

Нижеслѣдующая сравнительная таблица можетъ служить какъ руководство при выборѣ того или другого насоса по опредѣленному діаметру.

Діаметръ всасывающей трубы въ дюймахъ.	Производительность насоса въ часъ въ ведрахъ.		Количество требующихся лошадиныхъ силъ паровой машины на 1 футъ высоты подъема.		Цѣна въ рубляхъ*).	
	Листъ.	Гвиннъ.	Листъ.	Гвиннъ.	Листъ.	Гвиннъ.
1	нѣтъ	350	нѣтъ	0,006	нѣтъ	90
1 $\frac{1}{2}$	720	нѣтъ	0,02	нѣтъ	100	нѣтъ
2	1.440	1.450	0,04	0,02	135	180
3	2.880	3.330	0,08	0,05	180	290
4	5.700	5.500	0,16	0,08	220	380
5	8.400	9.400	0,2	0,14	270	490
6	13.800	13.800	0,3	0,22	355	560
7	18.900	18.900	0,43	0,30	435	740
8	24.000	24.400	0,57	0,34	518	800
9	—	30.500	—	0,41	—	890
10	39.000	42.100	0,87	0,64	670	990
12	54.000	55.500	1,25	0,88	935	1.570

Насосы Гвинна по производительности выше, требуютъ меньше силы для работы, но дороже Листовскихъ. Зная высоту подъема и количество воды, которую нужно поднять, по таблицѣ выбирается нужный насосъ и та механическая сила двигателя, которая способна развить въ насосѣ его производительность.

Главное назначеніе центробѣжныхъ насосовъ—поднятіе большого количества воды въ короткій промежутокъ времени на небольшую высоту; именно до 4 саж. Достоинства этихъ насосовъ: равномѣрность хода, быстрота, простота устройства, небольшой объемъ, отсутствіе легко изнашивающихся частей, напр. клапановъ. Затѣмъ также эти насосы можно

\*) Цѣны поставлены приблизительно.



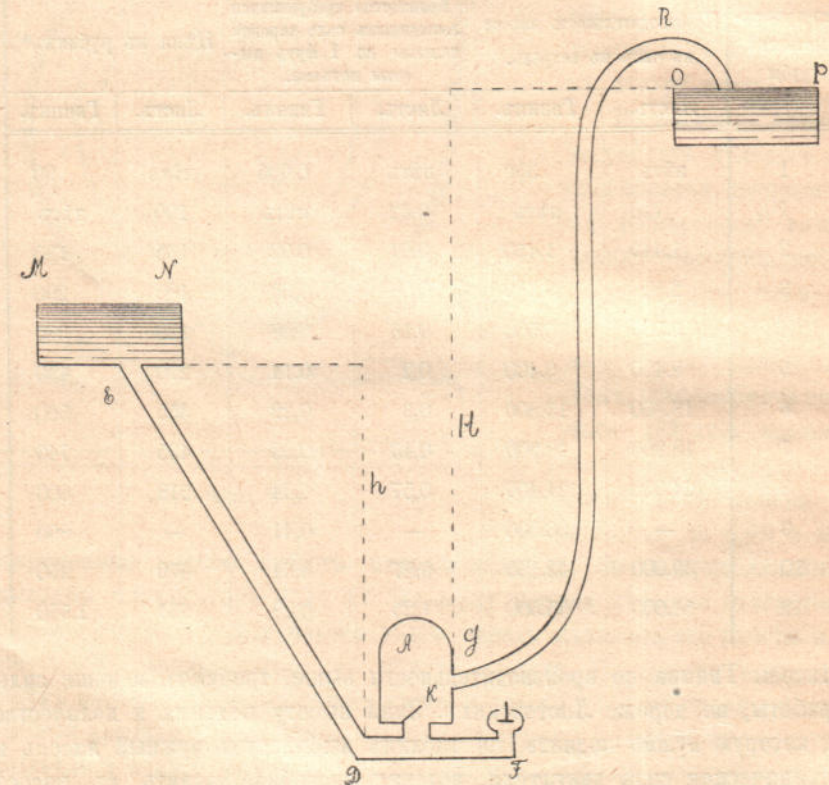
примѣнять безъ боязни засоренія и въ грязноватой водѣ—съ пескомъ и иломъ.

Для оросительныхъ цѣлей наиболѣе подходящимъ считается 10—12-ти дюймовый насосъ, поднимающій воду до 4 саж.

### Гидравлическій таранъ.

Одинъ изъ дешевыхъ способовъ поднятія воды осуществляется посредствомъ чрезвычайно остроумнаго аппарата, изобрѣтеннаго Монгольфьеромъ въ концѣ XVIII вѣка и называемаго гидравлическимъ тараномъ.

Если воду, движущуюся въ трубѣ внезапно и сразу остановить, то это вызоветъ сильное сотрясеніе трубы и скачекъ воды вверхъ. Основы-



Фиг. 256.

ваясь на этомъ явленіи живой силы, развивающейся отъ удара, Монгольфьеръ изобрѣлъ гидравлическій подъемникъ-таранъ.

Пусть *MN* (фиг. 256) бассейнъ, изъ котораго воду желательно передать въ другой бассейнъ *OP*. Проведемъ изъ бассейна *MN* питательную трубу *ED* и соединимъ ее съ горизонтальною камерою *DF*, въ концѣ которой отверстіе *F* закрывается захлопкою, такъ называемаго стопор-



наго клапана снизу вверхъ. Также камера  $DF$  сообщается съ воздушнымъ колоколомъ  $A$  посредствомъ клапана  $K$ , закрывающагося сверху внизъ. Изъ колокола же  $A$  выходитъ и нагнетательная труба  $GR$ . Такъ какъ приборъ помѣщается ниже бассейна  $MN$ , то вода изъ послѣдняго будетъ течь по трубѣ  $ED$  въ камеру  $DF$  и къ отверстию  $F$ . Здѣсь часть воды вылетѣтъ, а затѣмъ захлопка стопорнаго клапана поднимается и закроетъ собою отверстіе  $F$ ; въ этотъ моментъ и произойдетъ та внезапная остановка воды, которая вызоветъ въ ней живую силу; вода отбросится назадъ и будетъ искать выхода въ сторонѣ наименьшаго сопротивленія—такимъ является подъемный клапанъ  $K$ , и, открывъ его, вода войдетъ подъ колоколъ  $A$ . Какъ только давленіе въ колоколѣ и въ питательной трубѣ уравнивается, клапанъ  $K$  закроется и вода успокоится. Если теперь ударить по захлопкѣ стопорнаго клапана, то она опустится, открывъ отверстіе  $F$ ; вода снова придетъ въ движеніе, снова поднимется захлопка  $F$ , обратный таранный ударъ откроетъ клапанъ  $K$  и опять вода войдетъ въ колоколъ  $A$ ; при этомъ уже воздухъ въ немъ сожмется, давленіе его станетъ большимъ, чѣмъ высота  $h_1$ , и часть воды имъ выжмется въ нагнетательную трубу  $GR$ . Послѣ этого живая сила, поднимающая клапанъ  $K$ , уничтожится и клапанъ закроется. Повторяя это опусканіе захлопки нѣсколько разъ, мы вгонимъ въ трубу  $GR$  воду на такую высоту, когда давленіе въ колоколѣ станетъ на столько сильнымъ, что обратный таранный ударъ всю свою энергію долженъ будетъ израсходовать только на поднятіе клапана  $K$ , а какъ только живая сила водной массы уничтожится и клапанъ  $K$ , закроется, то давленіе на захлопку  $F$  на одинъ моментъ прекратится и послѣдняя упадетъ уже сама собою отъ тяжести своего вѣса. Послѣ этого таранъ приходитъ въ непрерывное дѣйствіе: стопорный клапанъ работаетъ самостоятельно, вода вгоняется въ колоколъ, а изъ него по нагнетательной трубѣ въ водоемъ  $OP$ . Процессъ этотъ совершается очень быстро и число ударовъ захлопки доходить до 60 и болѣе въ минуту.

Такимъ образомъ (теоретическі) таранъ поднимаетъ воду до того предѣла, пока вѣсъ столба воды въ нагнетательной трубѣ не станетъ большимъ чѣмъ давленіе въ камерѣ  $DF$ . Это же давленіе составляется изъ двухъ силъ: 1) изъ силы тяжести притекающей воды и 2) изъ живой силы движенія. Совокупность этихъ двухъ силъ вызываетъ поднятіе клапана  $K$ , потому что при отсутствіи живой силы вода въ трубѣ  $GR$ , по законамъ физики, стояла бы на той же высотѣ, какъ и въ бассейнѣ  $MN$  и никакого поднятія воды не происходило бы.

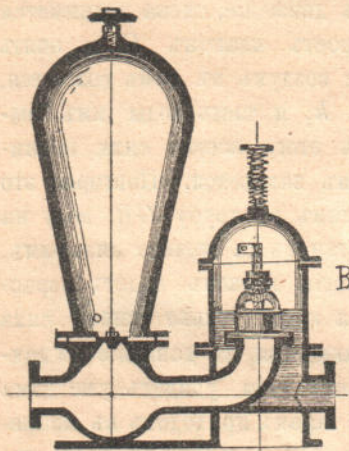
Хорошими таранами по ихъ производительности, прочности и компактности являются тараны подъ названіемъ «Эврика».

Стопорный клапанъ  $B$  (фиг. 257), состоитъ изъ мѣдной точеной захлопки, помѣщенной въ круглой коробкѣ съ обточенной извнутри крышкой, къ которой поднятая вверхъ захлопка прилегаетъ вплотную своимъ верхнимъ краемъ. Въ захлопкѣ имѣются окошечки, черезъ которыя про-



текаетъ вода, когда захлопка опущена. Въ центрѣ захлопки укрѣпленъ стержень, имѣющій на верху гайку, ниже которой навинчена муфта съ контргайкой. Въ нѣкоторыхъ таранахъ клапанъ открытъ, въ другихъ же онъ помѣщается внутри чугуннаго колпака, при этомъ, для дѣйствія на захлопку рукою имѣется сверху пружина, а отработанная вода отводится въ сторону особою трубкою. Ходъ тарана регулируется муфтою на захлопкѣ, и чѣмъ больше будетъ размахъ захлопки, тѣмъ тише будетъ работать таранъ, но тѣмъ больше воды онъ подастъ. Чтобы остановить дѣйствіе тарана, достаточно притянуть захлопку къ закрываемому ею отверстию.

Разъ таранъ пущенъ въ ходъ, онъ работаетъ до тѣхъ поръ, пока въ колоколѣ находится воздухъ. Но такъ какъ воздухъ постепенно поглощается водою и разрѣжается, то отъ времени до времени онъ долженъ быть пополняемъ; достигается это различными способами. Именно 1) въ камерѣ подъ стопорнымъ клапаномъ просверливается дырочка, черезъ которую понемногу просачивается вода, а при переходѣ воды изъ трубы въ колоколъ присасывается небольшое количество воздуха; 2) внизу колокола устраивается трубка съ клапаномъ, отрывающимся внутрь, и по этой трубкѣ всасывается воздухъ; 3) стопорный клапанъ располагается горизонтально съ пружиною; 4) на верху колокола имѣется особый кранъ. Остановивъ таранъ и закрывъ краны питательной и нагнетательной трубъ, открываютъ этотъ воздушный (вверху колокола) кранъ и спускной кранъ (внизу колокола). Тогда въ колоколъ войдетъ воздухъ, а вода изъ него вытечетъ. Послѣ этого, закрывъ воздушникъ и спускной краны открываютъ краны въ трубахъ и таранъ пускаютъ въ работу.



Фиг. 257.

Вертикальное разстояніе  $h_1$ , на которомъ устанавливается таранъ по отношенію къ питательному водоему должно быть не меньше 1 аршина и не болѣе 15 арш.; чѣмъ эта величина  $h_1$  больше (не переходя за 8—9 арш.), тѣмъ лучше (см. ниже), тѣмъ и производительность тарана больше.

Если черезъ  $H$  обозначимъ вертикальное разстояніе отъ тарана до мѣста подачи имъ воды (фиг. 255), то собственно высота работы тарана, или его нагнетаніе будетъ выражено, какъ

$$h_2 = H - h_1$$

потому что до высоты  $h_1$  вода поднялась бы сама по закону сообщающихся сосудовъ.

Пусть секундннй притокъ въ таранъ будетъ  $Q$ , часть этой воды  $q_1$



потеряется через стопорный клапанъ, а другая часть  $q_2$  будетъ поднята тараномъ, слѣдовательно

$$Q = q_1 + q_2$$

И такъ, вода въ количествѣ  $Q$ , падая съ высоты  $h_1$  поднимаетъ воду въ количествѣ  $q_2$  на высоту  $H$ , а слѣдовательно работа тарана выразится какъ  $q_2 H$ , т. е.

$$Q h_1 = q_2 H^*)$$

но еслибы изъ этого выраженія мы захотѣли опредѣлить  $q_2$ , то получили бы ошибочный выводъ потому что изъ всего количества воды  $Q$  часть ея именно  $q_1$  теряется проходя черезъ стопорный клапанъ и чтобы опредѣлить  $q_2$  сколько дѣйствительно поднимается воды, надо принять эту потерю во вниманіе, введя въ предыдущее выраженіе коэффициентъ полезнаго дѣйствія  $z$ , зависящій также отъ потерь на сопротивленія; тогда

$$Q h_1 z = q_2 H$$

откуда

$$q_2 = z \frac{Q h_1}{H}$$

Величина  $z$  находится въ зависимости отъ величины отношенія между высотой паденія  $h_1$  и высотой подъема  $H$ . Чѣмъ это отношеніе больше, тѣмъ и коэффициентъ больше; такъ, (по Эйтельвейну)

при отношеніи	$\frac{h_1}{H} = 1$	коэффициентъ	$z = 0,92$
	$\frac{h_1}{H} = \frac{1}{8}$	»	$z = 0,56$
	$\frac{h_1}{H} = \frac{1}{20}$	»	$z = 0,23$

Слѣдовательно, чѣмъ выше нагнетаніе, тѣмъ меньшая величина отъ  $Q$  будетъ эксплуатироваться тараномъ, съ другой стороны, чѣмъ больше высота паденія ( $h_1$ ) тѣмъ большее количество воды пройдетъ черезъ таранъ и тѣмъ ее больше будетъ поднято. Въ среднемъ принимается, что приблизительно  $\frac{1}{10}$  воды, падающей въ таранъ можетъ быть нагнетаема на высоту въ 7 разъ большую высоты  $h_1$ ; т. е. что таранъ эксплуатируетъ 0,7 притекающей къ нему воды, и тогда количество воды, которую поднимаетъ таранъ будетъ

$$q_2 = \frac{0,7 Q h_1}{H}$$

\*) Въ каталогахъ нѣкоторыхъ фирмъ показанъ такой неправильный выводъ  $Q h_1 = q_2 h_2$ . По этому расчету производительность тарана получается преувеличенною.



Формула эта однакоже вѣрна когда отношеніе  $\frac{h_2}{H}$  не больше  $\frac{1}{7}$ ; вообще же можно считать, что если высота подъема въ 5 разъ больше паденія, то воды поднимется  $\frac{1}{7} Q$ , при высотѣ подъема въ 7 разъ больше  $h_1$  воды поднимется  $\frac{1}{10} Q$ ; при высотѣ въ 10 разъ больше  $h_1$  поднимется  $\frac{1}{20} Q$  и при подъемѣ въ 20 разъ больше паденія поднимается всего  $\frac{1}{100}$  того количества, которое поступитъ въ таранъ.

Максимальную высоту подъема не слѣдуетъ дѣлать больше чѣмъ 20 саж., такъ какъ въ этомъ случаѣ трубы будутъ подъ очень большимъ давленіемъ (большимъ 4 атмосферъ).

Для развитія удара масса воды должна быть достаточною, поэтому, діаметръ питательной трубы, и длина ея должны быть соответствующихъ размѣровъ. Такъ, длина трубы

$$l = h_2 + 0,3 \frac{h_2}{h_1}$$

не должна быть короче 2 саж. Чѣмъ меньше паденіе  $h_1$  и чѣмъ больше высота подъема, тѣмъ питательная труба выходитъ длиннѣе.

Діаметръ этой трубы зависитъ не только отъ величины расхода  $Q$ , но и отъ скорости протеканія почему и опредѣленіе этого размѣра затруднительно; приблизительно можно считать на каждые 3 ведра протекающей воды достаточнымъ 2" діаметра питательной трубы а діаметръ нагнетательной трубы берется вдвое меньшимъ. Площадь отверстія нагнетательнаго клапана въ колпакѣ не должна быть меньше площади питательной трубы. Питательная труба должна итти отъ бассейна прямо, безъ поворотовъ и колѣнъ, и только если мѣсто не позволяетъ провести длинную трубу опредѣленную расчетомъ, то ее ведутъ спирально; нагнетательная же труба можетъ итти съ плавными закругленіями и поворотами.

Такъ какъ стопорный клапанъ всегда садится на сѣдло съ сильнымъ ударомъ, то чѣмъ больше воды будетъ входить въ таранъ, тѣмъ скорѣе изнашивается клапанъ. Когда количество поднимаемой воды не велико и когда высота подъема не превышаетъ 8 высотъ паденія, тогда таранъ по своей производительности представляетъ преимущества предъ всѣми водоподъемниками.

Въ виду того, что производительность тарана зависитъ отъ величины напора  $h_1$ , въ тѣхъ случаяхъ, когда вблизи водоема нѣтъ низкихъ мѣстъ, таранъ ставятъ въ углубленіе или въ колодезь, который для этой цѣли вырываютъ, но при этомъ необходимо, чтобы вода, прошедшая черезъ стопорный клапанъ, имѣла постоянный стокъ, чтобы таранъ не былъ затопленъ, иначе дѣйствіе его прекратится. Въ предупрежденіе сотрясеній таранъ долженъ быть хорошо укрѣпленъ на фундаментѣ, и если предполагается пользоваться тараномъ зимою, его надо помѣстить въ каменную или деревянную камеру, которую слѣдуетъ обсыпать землю; трубы тоже



должны быть уложены ниже линіи промерзанія. Когда таранъ не дѣйствуетъ, питательная труба должна быть заперта краномъ.

Строятся тараны различныхъ величинъ отъ игрушечнаго, принимающаго около  $\frac{1}{2}$  ведра въ минуту и кончая двадцати пудовою машиною на объемъ притекающей воды до 20 ведеръ въ минуту. Таранъ требуетъ совершенно чистой воды и если прудъ, озеро и вообще водоемъ сильно загрязненъ, то между нимъ и таранною камерою слѣдуетъ поставить пріемную цистерну, въ которой бы осаждалась грязь, а питательную трубу вывести изъ цистерны повыше. Кромѣ этого, конецъ питательной трубы долженъ быть снабженъ хралкомъ, не пропускающимъ мусора; если же всетаки въ таранъ будутъ проникать песчинки и будутъ приставать къ стопорному клапану, вызывая этимъ неплотное его прилеганіе къ гнѣзду и остановку, то эти песчинки надо снять тонкою тряпочною или пальцемъ.

Изъ сказаннаго видно, что гидравлическій таранъ по его, такъ сказать, добросовѣстности въ работѣ, по простотѣ конструкціи, потому что онъ не требуетъ никакого надзора и никакихъ расходовъ на свое содержаніе, является незамѣнимымъ приборомъ въ деревнѣ, для снабженія водою домовъ, бань, казармъ, скотныхъ дворовъ, для поливки садовъ, огородовъ и для другихъ хозяйственныхъ надобностей.





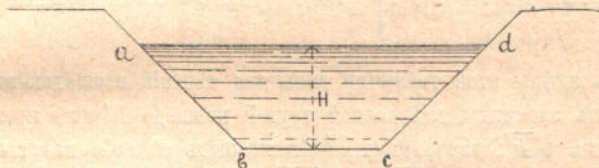


## Приложеніе.

№ 1. Поперечный разрѣзъ рѣки, канала или трубы, сдѣланный перпендикулярно къ направленію теченія, называется *живымъ сѣченіемъ*. Такъ, живымъ сѣченіемъ канавы будетъ трапеція  $a b c d$ , (фиг. 258) занятая водою и слѣдовательно площадь  $F$  живого сѣченія этой канавы будетъ

$$F = \frac{ad + bc}{2} H$$

Сумма линій  $ab + bc + cd = p$  называется *смоченнымъ* или *подводнымъ периметромъ*, слѣдовательно, въ канавѣ смоченный периметръ составляется изъ дна и боковъ до той точки ( $a$  и  $d$ ) куда доходитъ уровень воды  $H$ —не выше.



Фиг. 258.

Въ трубахъ подводный периметръ равенъ окружности сѣченія  $\pi d$ . Если площадь живого сѣченія  $F$  раздѣлить на смоченный периметръ  $p$ , то полученное частное называется *подводнымъ* или *гидравлическимъ радиусомъ* (обозначается  $R$  или  $r$ ). Слѣдовательно

$$R = \frac{F}{p}$$

Для трубъ гидравлическій радиусъ опредѣляется весьма просто

$$R = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{d}{4} = \frac{r}{2}$$

т. е. въ трубахъ гидравлическій радиусъ равенъ половинѣ радиуса трубы. Въ сѣченіяхъ прямоугольнаго очертанія  $R$  находится въ зависимости какъ отъ глубины, такъ и отъ ширины, и въ тѣхъ прямоугольникахъ, у которыхъ ширина вдвое больше глубины, гидравлическій радиусъ равенъ половинѣ глубины.



Что касается канавъ трапецидальнаго профиля, то на основаніи одной только элементарной алгебры величина  $R$  не можетъ быть опредѣлена, графически же способъ нахождения  $R$  не точенъ, поэтому для  $R$  слѣдуетъ придерживаться выведенной зависимости отъ  $F$ ; такъ, при одинарныхъ откосахъ  $R = 0,370\sqrt{F}$  и при полуторныхъ:  $R = 0,345\sqrt{F}$ . Приблизительно можно считать  $R$  въ половину  $H$ , такъ что при глубинѣ воды въ 1 саж.  $R = 0,5$  саж., при глубинѣ въ 0,5 саж.  $R = 0,26$  саж. и т. д.

## № 2.

## ТА Б Л И Ц А

элементовъ канавъ съ площадью сѣченія  $F = 1$ .

О Т К О С Ъ.	Глубина.	Ш и р и н а.		Подводный	Гидравличе-
		По дну.	По верху.	периметръ	скій радіусъ
				$p$	$R$
Нулевой (1 : 0) . . . . .	0,707	1,414	1,414	2,828	0,353
Половинный (1 : 1/2) . . . . .	0,579	0,938	1,696	2,634	0,380
Одинарный (1 : 1) . . . . .	0,740	0,613	2,092	2,704	0,370
Полуторный (1 : 1 1/2) . . . . .	0,689	0,417	2,485	2,900	0,345
Двойной (1 : 2) . . . . .	0,636	0,300	2,844	3,144	0,318

Такъ какъ цифры этой таблички даны для сѣченій площадью въ единицу, то чтобы получить элементы для всякой другой площади  $F'$  надо произвести умноженіе цифры на  $\sqrt{F'}$ ; такъ, напр., если площадь сѣченія канавы должна быть 144 квадр. вершка, тогда  $\sqrt{F'} = \sqrt{144} = 12$ ; глубина такой канавы съ полуторными откосами  $= 0,689 \times 12 = 8,268$  или около  $8\frac{1}{4}$  вершковъ; ширина по дну  $0,417 \times 12 = 5,004 = 5$  вершкамъ.

№ 3. Основная формула гидравлики, такъ называемый законъ постоянства расхода  $Q = FV$  обозначаетъ, что количество жидкости (объемъ ея или расходъ) протекающей въ единицу времени (въ 1 секунду) всегда равенъ произведенію площади живого сѣченія  $F$  на скорость  $V$ . Разумѣя подъ скоростью  $V$  длину пути, проходимаго въ секунду частицею воды въ опредѣляемомъ потокѣ.

№ 4. Между скоростью  $V$ , гидравлическимъ радіусомъ  $R$  и уклономъ  $i$  существуетъ зависимость, которая, между прочимъ, выражается эмпирическою формулою Чези

$$V = c\sqrt{Ri}$$



причем  $c$  есть нѣкоторый коэффициентъ, для опредѣленія котораго Гангюиллье и Куттеръ дали такую формулу:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00156}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00156}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \text{ въ метрической мѣрѣ}$$

гдѣ  $i$ —уклонъ,  $R$ —гидравлическій радіусъ, а  $n$ —коэффициентъ шероховатости русла, измѣняющійся въ предѣлахъ отъ 0,01 до 0,03 (см. ниже). Та же формула Куттера для англійскихъ футовъ.

$$C = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n} + \frac{0,00281}{i}}{1 + \left(41,6 + \frac{0,00281}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

и для русскихъ сажень

$$C = \frac{15,73 + \frac{0,684}{n} + \frac{0,00095}{i}}{1 + \left(15,73 + \frac{0,00095}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

Въ тѣхъ случаяхъ, когда уклонъ  $i$  не менѣе 0,0003 можно пренебречь членами, содержащими  $i$  (принявъ  $i = \infty$ ) безъ чувствительнаго вліянія на результатъ и тогда

$$C = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n}}{1 + \frac{41,6 n}{\sqrt{R}}} \text{ для футовъ}$$

и

$$C = \frac{15,73 + \frac{0,684}{n}}{1 + \frac{15,73 n}{\sqrt{R}}} \text{ для сажень}$$

Коэффициентъ  $n$ , зависящій отъ степени шероховатости дна и стѣнокъ, имѣетъ слѣдующее значеніе для всякой мѣры:

- а) Каналы и трубы глазурованные и изъ струганнаго дерева .  $n = 0,010$
- б) Каналы и трубы штукатуренныя цементомъ съ пескомъ и изъ неоструганнаго дерева . . . . .  $n = 0,012$
- в) Каналы, лотки и трубы изъ каменной и кирпичной кладки, говчарныя, цементныя и желѣзныя . . . . .  $n = 0,015$
- д) Лотки изъ бутовой кладки . . . . .  $n = 0,020$
- е) Канавы въ землѣ съ правильнымъ сѣченіемъ . . . . .  $n = 0,025$



- f) Ручьи, рѣки и каналы (старыя) . . . . .  $n = 0,030$   
 г) Сильно засоренныя и заросшія рѣки . . . . .  $n = 0,035$

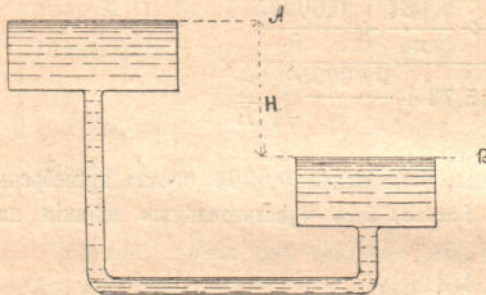
По этимъ формуламъ для практическихъ расчетовъ можно принять  $C$  въ саженной мѣрѣ слѣдующимъ:

Когда канава вырыта въ грунтѣ (и слѣд.  $n = 0,025$ )

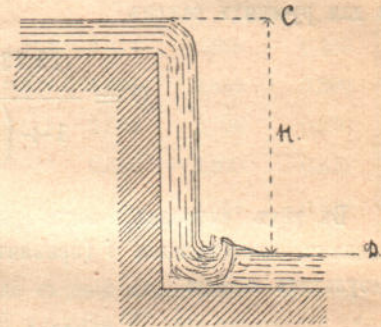
- при  $R = 0,5$  саж.  $C = 1,85$  въ канавахъ глубиною въ 1 саж.  
 >  $R = 0,26$  »  $C = 1,35$  » » » > >  $1\frac{1}{2}$  арш.  
 »  $R = 0,17$  »  $C = 1,10$  » » » > 1 арш.  
 »  $R = 0,05$  »  $C = 0,60$  » » » > » 6 верш.

(Само собою разумѣется, что  $C$  есть величина отвлеченная).

№ 5. Напоромъ называется вертикальное разстояніе между однимъ горизонтомъ воды и другимъ. Такъ напоръ  $H$  есть  $AB$  (фиг. 259) и напоръ  $H$  есть  $CD$ . (фиг. 260).



Фиг. 259.



Фиг. 260.

№ 6. Для опредѣленія расхода  $Q$  съ площади водосбора  $N$  французскій инженеръ Кѣстлингъ принялъ ливень, бывшій въ Парижѣ, во время котораго въ теченіе 10 минутъ выпало 9,6 миллиметра. Формула, выведенная Кѣстлингомъ, передѣланная въ русскихъ саженныхъ мѣрахъ для водосборовъ менѣе 50 кв. верстъ, имѣетъ такой видъ

$$Q = 1,875 NL$$

при чемъ  $L$  — коэффициентъ, зависящій отъ длины водосборнаго бассейна, такъ

- при длинѣ до  $3\frac{1}{2}$  верстъ  $L = \frac{1}{2}$   
 » » » 7 »  $L = \frac{1}{4}$   
 » » »  $10\frac{1}{2}$  »  $L = \frac{3}{16}$   
 » » » 14 »  $L = \frac{1}{8}$   
 » » »  $17\frac{1}{2}$  »  $L = \frac{1}{16}$

а если уклонъ водосбора меньшій чѣмъ 0,005, то величина  $L$  уменьшается вдвое.



Формула эта, выведенная по западно-европейскимъ нормамъ, страдаетъ большими несовершенствами и можетъ быть принимаема только для приблизительныхъ опредѣленій. По провѣркѣ отверстій въ существующихъ сооруженияхъ оказалось возможнымъ эти отверстия уменьшить вдвое, а иногда и втрое; Tieffenbacher видоизмѣняя формулу Köstlin'a, далъ такую таблицу для опредѣленія расхода:

При длинѣ бассейна	Съ одной версты притекаетъ къ сооруженію въ 1 секунду:
до 4 версты	0,824 куб. саж.
отъ 4 » 8 »	0,608 — 0,412 » »
» 8 » 12 »	0,304 » » »
» 12 » 16 »	0,206 » » »
болѣе 16 »	0,103 » » »

при уклонѣ меньшемъ 0,005 цифры уменьшаютъ вдвое.

Нѣкоторые гидротехники считаютъ такъ: принимаютъ силу ливня 40 миллиметровъ въ часъ и продолжительность его  $\frac{1}{2}$  часа, а районъ дѣйствія 4 версты, тогда принявъ коэффициентъ стока въ  $\frac{2}{3}$  вычисляютъ, что секундный расходъ ливня даетъ 3,66 куб. саж.

Всѣ эти опредѣленія весьма неточны и гадательны. Расчетъ будетъ вѣрнымъ тогда, когда для каждаго мѣста будетъ извѣстно количество выпадающей ливневой воды, площадь захватываемая ливнемъ и коэффициентъ стока.

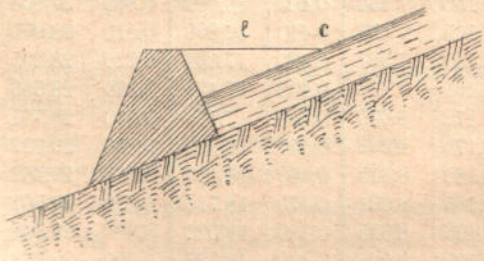
Руководствуясь же формулою Кёстлина, вполне свободно безъ риска можно брать  $\frac{2}{3}$  отъ опредѣленнаго по этой формулѣ расхода  $Q$ . На желѣзныхъ дорогахъ Инженерный Совѣтъ (въ 1896 г.) нашелъ возможнымъ при расчетѣ отверстій мостовъ уменьшить  $Q$  еще больше, именно въ формулѣ Kestlin'a коэффициентъ  $L$  уменьшается вдвое.

№ 8. Для опредѣленія скорости  $V$  въ трубахъ Вейсбахъ даетъ такую формулу

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{1 + f_1 + f_2 \frac{e}{d}}} \text{ въ метрахъ,}$$

гдѣ  $f_1$ —коэффициентъ сопротивленія при входѣ воды въ трубу, равный по Вейсбаху 0,505 метра;  $f_2$ —коэффициентъ сопротивленія стѣнокъ трубы, по опредѣленію Вейсбаха равный 0,019 метра;  $l$ —длина трубы и  $d$ —ея діаметръ, а  $h$  напоръ—отъ поверхности воды до трубы.

№ 9. Всякая преграда въ живомъ потокѣ образуетъ подпоръ воды, который выражается поднятіемъ горизонта воды. Все протяженіе рѣки, на которомъ поднять ея уровень называется подпрудой, и длиною подпруды  $l$  (фиг. 261)



Фиг. 261.



№ 7.

## Т А Б Л И Ц А

величинъ, коэффициента  $C$ , въ формулѣ Дарси Базена  $u = c \cdot \sqrt{i}$  гдѣ

$$C = \frac{R}{\sqrt{\alpha \times R + \beta}} \quad \begin{matrix} \alpha = 0.00059738 \\ \beta = 0.00035 \end{matrix} \quad \text{для саженныхъ мѣръ при земляномъ руслѣ.}$$

$R$	$C$	$R$	$C$	$R$	$C$	$R$	$C$	$R$	$C$
0,000	0,000	0,200	9,230	0,500	19,631	0,900	30,208	1,30	38,731
0,005	0,266	0,205	9,481	0,510	19,932	0,910	30,141	1,31	38,926
0,010	0,530	0,210	9,681	0,520	20,231	0,920	30,674	1,32	39,120
0,015	0,792	0,215	9,829	0,530	20,528	0,930	30,905	1,33	39,313
0,020	1,051	0,220	10,027	0,540	20,822	0,940	31,134	1,34	39,506
0,025	1,309	0,225	10,223	0,550	21,114	0,950	31,363	1,35	39,698
0,030	1,564	0,230	10,418	0,560	21,404	0,960	31,590	1,36	39,889
0,035	1,817	0,235	10,612	0,570	21,692	0,970	31,817	1,37	40,079
0,040	2,069	0,240	10,805	0,580	21,977	0,980	32,042	1,38	40,269
0,045	2,318	0,245	10,997	0,590	22,260	0,990	32,266	1,39	40,458
0,050	2,565	0,250	11,187	0,600	22,543	1,000	32,489	1,40	40,647
0,055	2,811	0,255	11,377	0,610	22,822	1,01	32,711	1,41	40,834
0,060	3,055	0,260	11,566	0,620	23,100	1,02	32,932	1,42	41,021
0,065	3,296	0,265	11,753	0,630	23,376	1,03	33,152	1,43	41,208
0,070	3,536	0,270	11,940	0,640	23,650	1,04	33,370	1,44	41,393
0,075	3,775	0,275	12,125	0,650	23,922	1,05	33,588	1,45	41,578
0,080	4,011	0,280	12,310	0,660	24,192	1,06	33,805	1,46	41,762
0,085	4,246	0,285	12,494	0,670	24,461	1,07	34,021	1,47	41,946
0,090	4,479	0,290	12,677	0,680	24,723	1,08	34,235	1,48	42,129
0,095	4,710	0,295	12,860	0,690	24,993	1,09	34,449	1,49	42,311
0,100	4,940	0,300	13,041	0,700	25,256	1,10	34,662	1,50	42,493
0,105	5,168	0,310	13,400	0,710	25,518	1,11	34,874	1,52	42,855
0,110	5,395	0,320	13,756	0,720	25,778	1,12	35,085	1,54	43,214
0,115	5,620	0,330	14,108	0,730	26,037	1,13	35,295	1,56	43,571
0,120	5,844	0,340	14,457	0,740	26,294	1,14	35,504	1,58	43,925
0,125	6,066	0,350	14,802	0,750	26,549	1,15	35,712	1,60	44,277
0,130	6,286	0,360	15,145	0,760	26,803	1,16	35,919	1,65	45,147
0,135	6,505	0,370	15,484	0,770	27,055	1,17	36,125	1,70	46,004
0,140	6,723	0,380	15,819	0,780	27,306	1,18	36,331	1,75	46,847
0,145	6,939	0,390	16,152	0,790	27,556	1,19	36,535	1,80	47,678
0,150	7,154	0,400	16,482	0,800	27,804	1,20	36,739	1,85	48,497
0,155	7,368	0,410	16,809	0,810	28,050	1,21	36,942	1,90	49,304
0,160	7,581	0,420	17,134	0,820	28,295	1,22	37,144	1,95	50,101
0,165	7,791	0,430	17,455	0,830	28,539	1,23	37,345	2,00	50,886
0,170	8,000	0,440	17,774	0,840	28,781	1,24	37,545	2,10	52,426
0,175	8,208	0,450	18,090	0,850	29,022	1,25	37,745	2,20	53,928
0,180	8,415	0,460	18,403	0,860	29,262	1,26	37,944	2,30	55,394
0,185	8,621	0,470	18,714	0,870	29,501	1,27	38,142	2,40	56,826
0,190	8,825	0,480	19,022	0,880	29,738	1,28	38,339	2,50	58,227
0,195	9,028	0,490	19,328	0,890	29,973	1,29	38,535		
0,200	9,230	0,500	19,631	0,900	30,208	1,30	38,731		



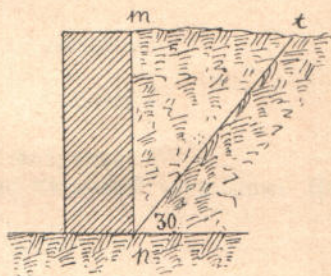
называется разстояніе отъ мѣста плотины до той точки, гдѣ нѣтъ вліянія подпора, т. е. до того сѣченія *c*, гдѣ незамѣтно повышенія горизонта воды.

№ 10. Массою тѣла называется его вещество, сумма всѣхъ частицъ его составляющихъ. Чѣмъ больше масса, тѣмъ больше его вѣсъ, хотя масса тѣла не одно и то же, что его вѣсъ; напримѣръ, если бы притяженіе земли уничтожилось, то тѣло потеряло бы вѣсъ, но масса его осталась бы.

№ 11. Въ цилиндровыхъ крышкахъ паровыхъ машинъ и въ нѣкоторыхъ насосахъ имѣется сальникъ, сквозь который проходитъ штокъ поршня. Сальникъ состоитъ изъ цилиндрической коробки, въ которой помѣщена набивка изъ пеньковой плетенки, пропитанной саломъ; иногда плетенка замѣняется металлическимъ кольцомъ. Набивка прижата шпильками. Сальникъ сжимаетъ набивку настолько, что между нею и штокомъ не можетъ просочиться ни паръ ни вода.

№ 12. Годность воды для питья опредѣляется наиболѣе вѣрно только лабораторнымъ путемъ. Такъ на 1 литръ питевой воды въ ней должно быть:

- 1) *Органическихъ веществъ*—не болѣе 50 (въ миллиграмахъ)
- 2) *Азотистой кислоты*—0;
- 3) *Амміака*—0; (слѣды, только при отсутствіи азотной и азотистой кислотъ)
- 4) *Сѣроводорода*—0;
- 5) *Азотной кислоты*—5 въ присутствіи амміака и азотистой кислоты, и 15 при отсутствіи ихъ;
- 6) *Хлора*—не больше 8, если онъ является продуктомъ распада органическихъ веществъ, и до 100 mlgr. если хлоръ несомнѣнно минеральнаго происхожденія;
- 7) *Сѣрной кислоты*—5 при органическомъ происхожденіи, а въ противномъ случаѣ до 112;
- 8) *Плотнаго остатка* допускается до 860 mlgr., если 1) органическихъ летучихъ веществъ менѣе 50 mlgr., 2) окиси магнезіи менѣе 40 mlgr. и 3) сѣрнокислыхъ солей менѣе 167 mlgr. При отсутствіи 1-го условія норма понижается до 500 mlgr., а при отсутствіи всѣхъ трехъ—до 400;
- 9) *Жесткость общая*  $CaO=180$  mlgr., перечисленная на  $CoCo_3$  соотвѣтствуетъ 32 французскимъ или 18 нѣмецкимъ градусамъ;
- 10) *Жесткость постоянная*—214 mlgr.  $CaO$ , т. е. 12 нѣмецкихъ градусовъ.



Фиг. 262.

Производство анализовъ изложено въ книгѣ М. Ohlmüller'a—«Анализъ воды».

№ 13. Уголъ естественнаго откоса земли равенъ въ среднемъ  $30^\circ$ . Если этотъ уголъ построить у нижней точки подпорной стѣнки *mn* (фиг. 262), то плоскость по *nl* называется плоскостью обрушенія.

№ 14. Уклономъ линіи называется пониженіе (или повышеніе) одного изъ концовъ ея, отнесенное къ единицѣ ея длины. Причемъ величина уклона получается отъ арифметическаго раздѣленія величины пониженія (или повышенія) на длину. Пусть линія длиною напр. въ 10 саж., понижается



на  $\frac{4}{10}$  саж., тогда уклонъ ея будетъ  $\frac{4}{10} : 10 = 0,04$ . Такимъ образомъ, уклонъ всегда число отвлеченное и наприм. уклонъ въ 0,02 означаетъ, что на каждую единицу длины приходится пониженіе линіи, равное 0,02; т. е. на каждую сажень—0,02 саж., на каждый аршинъ—0,02 арш. и т. д., и если линія съ такимъ уклономъ имѣетъ общую длину положимъ въ 3 версты, то слѣдовательно одинъ конецъ этой линіи выше (или ниже) другого на  $0,02 \times 3 = 0,06$  версты, или  $0,6 \times 500 = 30$  саж.



**Источники, послужившіе руководствомъ при составленіи этой книги:**

- 1) Бернуали—Спутникъ механики.
- 2) Быстржинскій—Устройство каменныхъ колодцевъ.
- 3) Воейковъ—Человѣкъ и вода.
- 4) Воиславъ—Исслѣдованіе грунта.
- 5) Головъ—Двигатели.
- 6) Горячкинъ—Насосы.
- 7) Гуржеевъ—Прикладная механика.
- 8) Hütte—Справочная книга.
- 9) Дингельштедтъ—Сельско-хозяйственная гидравлика.
- 10) Жилинскій—Очеркъ работъ по орошенію на югѣ Россіи и Кавказѣ.
- 11) Жилинскій—Очеркъ гидротехническихъ работъ въ районѣ Сибирской жел. дороги.
- 12) Житомирскій—Абиссинскіе и трубные колодцы.
- 13) Кернъ—Овраги.
- 14) Кизенковъ—Объ орошеніи полей снѣговою водою.
- 15) Костяевъ—Борьба съ оврагами.
- 16) Котельниковъ—Курсъ практической механики.
- 17) Кн. Кугушевъ—Курсъ гидротехники, читанный студентамъ Ново-Александрійскаго Института.
- 18) Ланге—Діаграммы для расчета каналовъ.
- 19) Люгеръ—Водоснабженіе городовъ.
- 20) Массальскій кн.—Овраги.
- 21) Муриновъ—Выводы изъ работъ Костычевскій оп. станціи.
- 22) Нееловъ—Устройство плотинъ.
- 23) Николаи—Мосты.
- 24) Новгородскій—Колодцы.
- 25) Остафьевъ—Осушеніе и культура болотъ.
- 26) Очеркъ оросительнаго дѣла въ Россіи.
- 27) Оппоковъ и Усовъ—Осушеніе.
- 28) Подаревъ—Инженерное искусство. Лекціи, читанныя на инженерномъ отдѣленіи Московскаго С.-Х. института.
- 29) Пошовъ—Дренажъ.
- 30) Правдзикъ—Курсъ водоснабженія.
- 31) Пржевиорскій—Очеркъ орошенія садовъ.
- 32) Пржемыцкій—Гидротехническія работы Курской губерніи.
- 33) Рабцевичъ—Укрѣпленіе дѣйствующихъ овраговъ.
- 34) Раунеръ—Искусственное орошеніе земельныхъ угодій.
- 35) Розень Бар.—Руководство при устройствѣ и содержаніи земскихъ дорогъ.
- 36) Рухловъ—Водное хозяйство въ Россіи.
- 37) Графъ де-Рошефоръ—Иллюстрированное урочное положеніе.
- 38) Рудинскій—Курсъ ирригаціи.



- 39) Рытель—Приспособленія для подъема воды.
- 40) Сладковъ—Орошеніе фруктовыхъ садовъ.
- 41) Соловьевъ—Разработка торфа.
- 42) Спарро—О бетонъ и его примѣненіи.
- 43) Справочная книга русскаго сельскаго хозяина подъ редакціей В. Г. Котельникова.
- 44) Тиме—Курсъ гидравлики.
- 45) Тихоновъ—Укрѣпленіе овраговъ.
- 46) Трёмбовельскій—Таранъ.
- 47) Усовъ—Культура болотъ.
- 48) Фишеръ—Плотины въ сельскомъ хозяйствѣ.
- 49) Флинъ—Ирригаціонные каналы.
- 50) Хедеръ—Насосы и компрессоры.
- 51) Цимбаленко—Кяризы Закаспійской области.
- 52) Чернопяттовъ—Руководство къ орошенію.
- 53) Шарпантье де-Косиньи—Земледѣльческая гидравлика.
- 54) Штукенбергъ—Производство изысканій.
- 55) A. Friedrich—Kultur technicher Wasserbau
- 56) Vogler—Grundlehren der Kulturtechnik..



## Списокъ замѣченныхъ опечатокъ.

Стр.	Строка.	Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
5	17 сверху	надежость	надежность
14	11 снизу	вертикальной и тогда	вертскальной рейки и тогда
22	11 сверху	(3 фунта)	(3 фута)
55	6 сверху	на фиг. 69	на фиг. 64
57	1 сверху	бросить	бросать
60	12 снизу	установки	установкѣ
78	1 снизу	стр. 299	стр. 180
82	6 снизу	стѣнными	стѣнными
104	23 снизу	сыпется	сыплется
120	1 снизу	стр. 187	стр. 87
128	12 снизу	по формуль	по формулѣ
159	7 сверху	опороженіе	опороженіе
168	13 сверху	во колодезь	въ колодезь
169	8 сверху	ремента	ремонта
175	1 снизу	стр. 302	стр. 181
193	10 сверху	дерномъ	деревомъ



Стр.	Строка.	Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
195	4 снизу	10 фунтовъ	10 футовъ
207	14 снизу	пять <i>h</i>	пять <i>h</i>
220	3 снизу	окружающей	окружающую
227	5 сверху	наносную	наосную
238	13 сверху	работъ	работы
239	5 сверху	Деаіметръ	Диаметръ







