

Р-128122

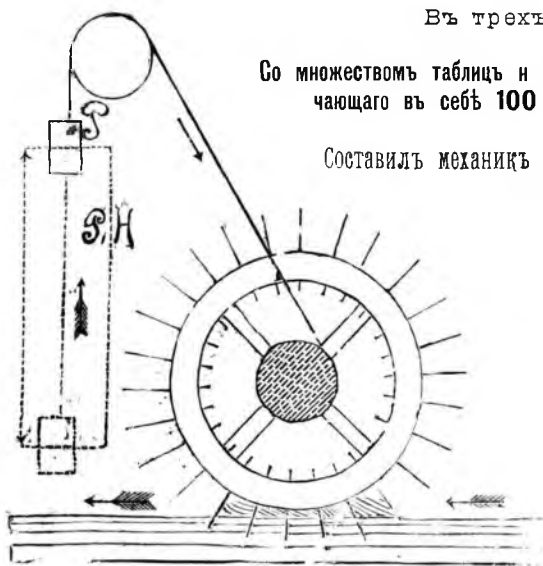
ПОЛНОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
КЪ УСТРОЙСТВУ
**ПЛОТИНЪ И ВОДЯНЫХЪ
ЗАПРУДЪ**

ВОДА КАКЪ ДВИГАТЕЛЬ
МЕЛЬНИЦЪ, ВОДОКАЧЕКЪ, ЛѢСОПИЛОКЪ, СУКНОВАЛЕНЪ
И
ДРУГИХЪ ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКИХЪ ПРОИЗВОДСТВЪ,
ПОСТРОЙКА ВСѢХЪ ОЗНАЧЕННЫХЪ СООРУЖЕНІЙ ПО НОВѢЙШИМЪ
И
УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМЪ СПОСОБАМЪ.

Въ трехъ частяхъ,

Со множествомъ таблицъ и приложеніемъ альбома заключающаго въ себѣ 100 рисунковъ и чертежей.

Составилъ механикъ *Н. А. Нугофъ.*



МОСКВА.

1898.

Ар. Тино. Литографія Яковлевой А. П. Поплавскій, Покровка, д. № 4.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ Россіи нѣтъ недостатка въ рѣкахъ; одною изъ самыхъ большихъ и многоводныхъ считается Волга, но и она лѣтомъ доходитъ до обмелѣнія и для того, чтобы сдѣлать ее судоходной, въ верховьяхъ устраиваютъ плотины, которыя задерживаютъ воду до времени, когда Волга начнетъ спадать. При обмелѣніи изъ водохранилищъ, образуемыхъ этими плотинами, спускаютъ воду и поднимаютъ уровень рѣки такъ, что даже громадныя пароходы и баржи безъ задержки переходятъ самыя опасныя мѣста, называемыя перекатами.

Изъ этого видно, насколько важно значеніе плотинъ, какую громадную пользу приносятъ онѣ даже на такихъ могучихъ, тянущихся на нѣсколько тысячъ верстъ, рѣкахъ, какъ Волга.

Польза же плотинъ на незначительныхъ рѣчкахъ и ручьяхъ очевидна.

Онѣ даютъ огромную двигательную силу. Запрудивъ рѣку, мы имѣемъ возможность пользоваться этою силою и, поставивъ водяное колесо или турбину, можемъ устроить мельницу, лѣсопилку, водокачку, фабрику, электрическое освѣщеніе и т. п.

Такимъ образомъ рѣки, на которыхъ устроены плотины, являются природнымъ двигателемъ, могущимъ принести по всѣмъ отраслямъ существенную пользу; но, къ сожалѣнію, съ устройствомъ плотинъ знакомы не многіе, и трудно найти мастера, который взялся бы соорудить ее скоро, прочно и дешево.

Цѣль нашего труда прійти на помощь тѣмъ, кто желалъ бы, имѣя подъ рукою рѣку, сдѣлать изъ нея до-

ходную статью, построивъ плотину, и въ нашемъ трудѣ читатель найдетъ всѣ необходимыя указанія къ устройству плотинъ безъ помощи мастера.

Трудъ нашъ мы предприняли въ полной увѣренности, что принесемъ пользу соотечественникамъ. Долголѣтняя практика и указанія русскихъ и иностранныхъ строителей, на которыхъ мы здѣсь и ссылаемся, облегчаютъ нашу задачу.

Къ числу наиболѣе дѣятельныхъ силъ природы, вліяющихъ на видоизмѣненіе земной поверхности, слѣдуетъ отнести способность рѣкъ переносить твердыя вещества, какъ песокъ, гравій, иль и другія твердыя массы, которыя онѣ въ своемъ верхнемъ теченіи отрываютъ отъ горъ, и нагромождаютъ книзу у истока. Трудно повѣрить, напримѣръ, стоя на берегу горнаго ручья или широкой рѣки, какую массу твердыхъ веществъ несетъ первый, несмотря на незначительное количество воды, и вторая—несмотря на свое медленное теченіе. Но геологіей сдѣланы въ этой области точныя измѣренія и вычисления, на основаніи которыхъ работа рѣкъ причисляется нынѣ къ сильнѣйшимъ факторамъ (т. е. причинамъ), видоизмѣняющимъ земную кору. Здѣсь мы приводимъ нѣсколько интересныхъ примѣровъ. Съ точки зрѣнія обычныхъ человѣческихъ понятій, происшедшій 11-го сентября 1881-го года въ Ельмѣ, въ Швейцаріи, обвалъ, представляетъ собою страшное естественное явленіе. Десять милліоновъ кубическихъ метровъ земли оторвано отъ первозданной горной породы, 450 метровъ сброшено внизъ, при чемъ на противоположномъ склонѣ 100 метровъ нагрождено вновь, частью же отнесено на четверть часа разстоянія, но съ геологической точки это весьма незначительное измѣненіе земной поверхности.

Рейнъ каждыя 66 лѣтъ собираетъ такую-же массу камня въ измельченномъ видѣ на одномъ только верхнемъ своемъ теченіи, имѣющемъ всего нѣсколько миль, и незамѣтнымъ образомъ, выбрасываетъ эту массу въ Урнское озеро. Черезъ 20,000 лѣтъ рѣка засыплетъ его совсѣмъ. Ронъ достаточно пяти лѣтъ, чтобы собрать такое же ко-

личество подобного же матеріала, въ своемъ верхнемъ теченіи и отнести его въ Женевское озеро, которое также могло бы быть засыпано въ 45,000 лѣтъ. Такъ работаютъ всѣ альпійскія рѣки, стремясь заполнить свои бассейны, лежащія большею частью у подошвы горъ, тѣми милліонами кубическихъ метровъ каменныхъ породъ, которыя онѣ отрываютъ отъ горъ.

Тотчасъ по оставленіи альпійскихъ озеръ и выходѣ въ равнину, рѣки снова обременяютъ себя огромными массами песку, ила и гравія, и текутъ дальше съ этой новой ношей. Такъ, напримѣръ, воспѣтый поэтами Рейнь, въ своемъ теченіи по Перольцу, столь сильно переполненъ твердыми веществами, что на каждый километръ приходится милліонъ кубическихъ метровъ или 50 милліоновъ центеровъ одного гравія безъ ила. Эти огромныя массы движутся, понятно, не такъ быстро, какъ самая вода, но тѣмъ не менѣе передвигаются на 275 метровъ въ годъ и, при постоянномъ передвиженіи и перетираниі, превращаются въ песокъ. Одного ила Рейнь, за тридцать дней половодья, выбрасываетъ въ море 2 милліона кубическихъ метровъ.

Чѣмъ меньше рѣка и чѣмъ низменнѣе мѣстность, тѣмъ незначительнѣе сила теченія.

Темза препровождаетъ ежегодно 60,000 кубическихъ метровъ въ море и Гейки вычислилъ, принимая во вниманіе и другія рѣки британскихъ острововъ, что при работѣ рѣчной сѣти, ровной настоящей, потребуется нѣсколько милліоновъ лѣтъ, чтобы сравнять Великобританію съ уровнемъ моря.

Надо однако принять въ соображеніе, что въ Европѣ, за исключеніемъ Дуная и Волги, въ сущности нѣтъ большихъ рѣкъ. Оба эти исполина уносятъ въ море поразительныя количества твердыхъ веществъ и способствуютъ обмелѣнію обоихъ восточныхъ придатковъ Средиземнаго моря—Чернаго и Каспійскаго морей. Очень измѣнчивый, по количеству ила, Дунай выбрасываетъ ежегодно своими пятью рукавами въ Черное море то 23 милліона кубическихъ метровъ, то вдвое болѣе; работа же Волги

безъ сомнѣнія еще значительнѣе. 23 милліона кубическихъ метровъ или милліардъ центровъ, какъ результатъ работы одной рѣки въ одинъ годъ, перенесенные къ тому же на сотни, а иногда болѣе чѣмъ на тысячу километровъ, — это-ли не поразительно, это-ли не достойно удивленія!? Трудно найти подходящее сравненіе, чтобы выразить эту странную работоспособность теченія рѣкъ.

Если бы, напримѣръ, весь Австро-Венгерскій торговый флотъ былъ нагруженъ до крайней возможности и пущенъ въ ходъ, то онъ не перевезъ бы въ теченіи года и половины того количества песку и ила, которое переноситъ Дунай.

А между тѣмъ работа и этихъ величайшихъ Европейскихъ рѣкъ ничтожна въ сравненіи съ работою рѣкъ Азіи, Африки и Америки. Такъ, напримѣръ, Миссисипи, по сдѣланнымъ вычисленіямъ, несетъ ежегодно 100 милліоновъ кубическихъ метровъ твердыхъ веществъ въ Мексиканскій заливъ. Эти вещества—милліарды центнеровъ ежегодно—къ которымъ надо причислить и переносимыя могучимъ Рио-Гранде, такъ сильно обременяютъ сѣверный берегъ Мексиканскаго залива, что онъ постоянно опускается. Другая исполинская рѣка Колорадо, въ теченіи тысячелѣтій, вырыла цѣлую систему ущелій и овраговъ въ скалистой западно-американской возвышенности, имѣющую 1,000—2,000 метровъ глубины, до 10-ти километровъ ширины и сотни километровъ въ длину. Массы, которыя несетъ Колорадо въ Калифорнскій заливъ, считаются тысячами кубическихъ километровъ и могли бы составить нѣсколько новыхъ горъ, величиною въ Горцы или Тюрименскій лѣсъ, точно также вычислено, что три крупныя сибирскія рѣки, Обь, Енисей и Лена, уносятъ за каждыя 500 лѣтъ 7,4 кубическихъ миль земли въ Сѣверное Ледовитое море. Относительно же священной рѣки индусовъ, Гонга, Лайель говоритъ, что почти невозможно составить себѣ вѣрное понятіе о страшной массѣ переносимаго имъ ила. Если распределить то, что онъ несетъ на всѣ дни года, то окажется, что онъ ежедневно

выбрасываетъ въ море невѣроятную массу веществъ въ количествѣ 550,000 кубическихъ метровъ. Это могло-бы ежедневно образовывать отмель при устьѣ рѣки въ одинъ километръ длины, 50 метровъ ширины и 11 метровъ высоты. Однимъ только количествомъ веществъ, которое рѣка выбрасываетъ въ каждый часъ, можно было бы нагрузить 10 исполинскихъ грузовыхъ судовъ. Каковы же видоизмѣненія, которыя должны производить такія рѣки въ геологическія (т. е. тысячелѣтнія) эпохи (времена)! Относительно Гонга можно вычислить, что онъ въ каждой 7,000 лѣтъ отнимаетъ у Гималайскаго хребта массу, равную Этнѣ, а между тѣмъ хребетъ этотъ даетъ начало не одной, а нѣсколькимъ подобнымъ рѣкамъ.

Куда-же дѣваютъ рѣки эти исполинскія, сначала измельченныя и затѣмъ перенесенныя къ устью массы? Отвѣтъ на этотъ вопросъ даютъ такъ называемыя дельты, то-есть новыя образованія большихъ рѣкъ въ области ихъ устья. Дельты Дуная и Волги—огромныя, болотистыя, поросшія тростникомъ низменности, занимаютъ 2400—4000 квадратныхъ километровъ; эти низменности очень значительны, если принять въ соображеніе, что онѣ возникли изъ ничего, и въ то же время—ничтожны по сравненію съ дельтами большихъ, внѣ европейскихъ рѣкъ. Такъ, напримѣръ, Ниль имѣетъ дельту въ 22,000, Миссисипи—въ 32,000, Гонгъ—въ цѣлыхъ 83,000 квадратныхъ километровъ, то-есть его дельта занимаетъ пространство, въ три раза большее чѣмъ вся Бельгія.

Лежащая между семью рукавами дельта Иравади, равняющаяся по величинѣ дельтѣ Миссисипи образуетъ непроницаемое лѣсное болото, а дельта Меконга, имѣющая 70,000 квадратныхъ километровъ, приближается по величинѣ къ дельтѣ Гонга. Тѣмъ не менѣе и Гонгъ занимаетъ въ этомъ отношеніи еще не первое мѣсто. Китайская желтая рѣка, Гоангъ—говорятъ, переноситъ втрое больше ила. Такой работоспособности должны соответствовать и чрезвычайныя результаты и дѣйствительно геологическія изслѣдованія указываютъ на дѣятельность гораздо болѣе обширную, чѣмъ та, которая выражается дельтою рѣкъ.

Миссисипи, рядомъ со своей дельтой, создалъ огромную плоскость всего своего нижняго теченія, а Амазонской рѣкѣ, которая вовсе не имѣетъ видимой дельты, приписываютъ созданія области величиною въ цѣлыя европейскія государства. Вся Сибирь въ сѣверныхъ, плоскихъ частяхъ, есть созданіе Оби, Енисея и Лены, точно такъ же какъ нижній Египетъ отвоеванъ у моря Ниломъ, а Голландія—Рейномъ.

Тигръ и Евфратъ текутъ въ огромномъ, ими самими отложенномъ, пластѣ ила, въ которомъ погребены уже древнеисторическіе исполинскіе города, а рѣка По, отнимая ежегодно 70 метровъ у моря, отодвигаетъ старые торговые города отъ берега въ глубь страны. Такова дѣятельность рѣкъ относительно видоизмѣненія земной поверхности.

Излагая, по возможности, понятно и доступно каждому, даже незнакому съ строительнымъ искусствомъ, какъ строить плотины мы избѣгали специальныхъ выраженій, старались сдѣлать указанія короче и яснѣе, уменьшая тѣмъ объемъ, а слѣдовательно и цѣну настоящей книги.

Авторъ.

ГЛАВА I

Для чего строятся плотины.

Всякій видаль и знаетъ, конечно, что такое плотина. Она преграждаетъ теченіе рѣки и тѣмъ поднимаетъ воду выше, пропуская ее въ особыя отверстія — *желоба* или *лотки*, откуда падая приподнятая вода приводитъ въ движеніе устроенныя для этой цѣли водяныя колеса или турбины.

Иногда устраиваются плотины для запаса воды въ верховьѣ рѣки; лѣтомъ, когда рѣка мелѣетъ, плотина открывается и запасъ воды поднимаетъ уровень настолько, что представляется возможность прохода судовъ и баржъ, а въ незначительныхъ рѣчкахъ идетъ на различныя хозяйственныя потребности.

Такимъ образомъ, плотина поднимаетъ за собою воду, иначе *подпираетъ* ее. Вода, лежащая выше и ниже плотины, находится на разной высотѣ, а потому разница этихъ уровней называется *высотой подпора*.

Вода, стоящая передъ плотиною, конечно, ищетъ выхода, а потому плотины устраиваются такъ, чтобы въ случаѣ необходимости могли бы дать спускъ водѣ.

Поэтому плотины строятся различнымъ образомъ, и каждая носить особое названіе.

Разновидности плотинъ бываютъ слѣдующія:

1) Построенная для того, чтобы обезопасить какую нибудь мѣстность отъ возможнаго наводненія. Мимо плотины данъ истокъ напирющей водѣ, т. е. устроенъ каналъ или отводный рукавъ, по которому излишне накопившаяся вода, минуя данную мѣстность, уходитъ, впадая вновь въ ту же рѣку на нѣкоторомъ разстояніи. Въ такомъ случаѣ плотина строится безъ пропуска воды; въ ней нѣтъ никакихъ отверстій, желобовъ или лотковъ. Цѣль ее *запереть* воду, не пустить ее въ томъ направленіи, въ которомъ она шла, т. е. по руслу. Это первый родъ плотины, называемой *глухой*.

2) Бываютъ случаи, что весною и лѣтомъ во время паводковъ вода переходитъ черезъ гребень плотины, рассчитанной именно на время повышенія уровня воды. Означенная плотина отъ напора не должна быть размита, а излишняя вода переливается черезъ, безъ порчи ея.

Эта плотина *глухая-водосливная* или *водосливная*.

3) Для стока излишней воды, во время таянія снѣга весной или во время дождей. дѣлаются въ плотинахъ проходы съ затворами (щитами), которые и открываются смотря по надобности. Такія плотины называются *водоспускными* или *створчатыми*.

4) Нѣкоторыя рѣки при сильныхъ дождяхъ или при весеннемъ половодѣ затопляютъ мѣстность, образуя наводненіе. Напоръ воды бываетъ настолько силенъ, что три первые рода плотинъ не въ состояніи выдержать ея давленія и неминуемо прорываются. Во избѣжаніе этого устраиваются плотины *разборчатые-самодѣйствующія*. Онѣ открываются при повышеніи уровня воды, пропускаютъ излишекъ и затѣмъ сами собою закрываются.

Извѣстный техникъ по водянымъ сооруженіямъ *Ф. Майеръ* говоритъ относительно постройки плотинъ слѣдующее: „Постройка плотины—работа совсѣмъ простая, такъ что мало-

мальски опытный человекъ съ ней вполне справится. Главныя правила не нужно упускать изъ виду; плотина, будь она и крѣпка какъ камень, все-таки должна имѣть въ себѣ отверстія для пропуска воды, которая рвется сверху; мало воды, не нужно забывать ледъ: онъ еще губительнѣе для плотины. Стало быть, нужно пропустить излишекъ воды, и при случаѣ ледъ. Какъ же это сдѣлать? На это отвѣтять вамъ опытъ и главнымъ образомъ, при недостаткѣ, по обыкновенію средствъ, возможное напряженіе ума, чтобы хорошо изучить условія данной мѣстности, тогда мы и построимъ хорошую плотину⁴.

Вообще, каждая плотина, какъ бы она ни была устроена, т. е. будетъ она каменная, деревянная, земляная, какого-либо вида изъ вышеописанныхъ, она, во первыхъ, должна быть прочна, дабы могла противостоять напорамъ воды, идущей сверху, а во вторыхъ, она должна поднять воду и держать ее, не пропуская сквозь себя и не поддаваясь напору подпертой воды. Затѣмъ если она устроена съ цѣлью полученія водяной силы, то она должна исправно пропускать на водяныя колеса или турбины воду, въ томъ самомъ количествѣ, сколько именно требуется, не понижая уровня воды и не приходя въ состояніе, требующее немедленныхъ и дорого стоящихъ поправокъ. Плотина должна быть такъ построена, чтобы ни ледоходъ, ни ливни, бывающіе весной и осенью, не могли прорвать ее. Кромѣ того, она должна, въ случаѣ судоходства или сплава по рѣкѣ лѣса, пропускать безпрепятственно суда и дрова.

Какъ мы увидимъ ниже, самый существенный вопросъ при устройствѣ плотинъ заключается въ томъ, чтобы сквозь плотину не просачивалась вода ни между соединеній плотины съ берегами, ни сквозь самую плотину, и, главнымъ образомъ, ни подъ какимъ видомъ не шла *подъ основаніе*

ся. На это и должно прежде всего обратить вниманіе строителей.

Само собою разумѣется, что въ природѣ существуютъ естественныя плотины, т.-е. сооруженныя самою природою; эти-то послѣднія и подали мысль устроить таковыя же искусственныя.

Въ южной Америкѣ рѣка Санъ-Франциско, одна изъ самыхъ крупныхъ рѣкъ земного шара, представляетъ прекрасный примѣръ природной плотины. Ударяясь своимъ теченіемъ о три громадныя камня, лежащіе на краю пропасти, она раздѣляется на четыре водяные столба, которые падаютъ въ пучину, почти на 35 сажень внизъ. Другіе не менѣе знаменитыя водопады, какъ Ніагарскій и у насъ въ Россіи Кивачъ, даютъ такую громадную двигательную силу, что она могла бы приводить въ движеніе всѣ фабрики, заводы и всевозможныя машины нѣсколькихъ городовъ сразу. Въ настоящее время Ніагарскимъ водопадомъ уже пользуются. Въ недалекомъ будущемъ, есть основаніе полагать, что естественныя плотины, кромѣ великолѣпнаго по своей величественности зрѣлища, окажутъ громадную службу человѣчеству.

Устройство искусственныхъ плотинъ въ большинствѣ случаевъ обходится довольно дорого, но и польза, приносимая ими очевидна. Ранѣе чѣмъ строить плотину, мы должны уяснить себѣ ея назначеніе, т.-е. приблизительно вычислить ту пользу, которую она будетъ приносить въ сравненіи съ затратами, идущими на постройку. Всякая плотина даетъ *механическую работу*, способную преодолевать различныя сопротивленія: выстругать доску, молотъ хлѣбъ, поднимать тяжести, привести въ движеніе машину, все это ничто иное какъ преодоленіе сопротивленій. Работа самая простая и которая сама указываетъ на способъ ея измѣренія—это поднятіе тяжестей вверхъ. Ясное дѣло, чѣмъ больше будетъ тяжесть или чѣмъ выше будетъ она поднята, тѣмъ больше

надо употребить механической силы. Такимъ образомъ, если мы возьмемъ одинъ пудъ и подыдемъ его на высоту десяти футовъ ($\frac{1}{7}$ часть сажени), или 10 пудовъ на высоту одного фута, то количество затраченной силы одинаково. Одинъ пудъ, поднимаемый на высоту одного фута, въ теченіи одной секунды времени, есть *единица работы*, принятая у насъ въ Россіи.

Для измѣренія большихъ работъ, за единицу ея принимается работа въ 15 пудо-футовъ, которую называютъ *паровою лошадью*. Для малыхъ же механическихъ работъ у насъ принимаютъ за единицу мѣры одинъ *фунто-футъ*, т.-е. вѣсъ одного фунта, поднимаемаго въ теченіи секунды на высоту одного фута. Слѣдовательно 1 пудофутъ равняется 40 фунтофутамъ; 1 паровая лошадь — 15 пудофутамъ или 600 фунтофутамъ.

Весьма понятно, что сила, затраченная на поднятіе какого-либо груза на извѣстную высоту, можетъ быть возвращена обратнo паденіемъ того же груза съ той же высоты. Такимъ образомъ приводятся въ движеніе часы съ гириями, такимъ же паденіемъ вода приводитъ въ движеніе колеса мельницъ, но для того, чтобы при паденіи груза затраченная на его поднятіе сила возвращалась полностью, необходимо сдѣлать нѣкоторыя приспособленія. Изъ этого ясно, что и вода, поднятая на нѣкоторую высоту, своимъ паденіемъ, какъ и всякое тѣло, производитъ механическую работу, величина которой выразится вѣсомъ пудовъ воды падающей въ секунду, помноженной на высоту, съ которой происходитъ паденіе. Напримѣръ, если въ рѣкѣ въ обыкновенномъ ея состояніи протекаетъ въ каждую секунду объемъ воды въ 200 кубическихъ футовъ и если съ помощью плотины мы заставимъ падать ее съ высоты 15 футовъ, то такъ какъ вѣсъ одного кубическаго фута воды равенъ приблизительно $1\frac{7}{10}$ пуда, слѣдовательно 200 кубическихъ футовъ вѣсятъ 340 пудовъ, помноженные на 15 футовъ даютъ 5100 пудофутовъ или

340 паровыхъ лошадей. Но надо замѣтить, что всей этой работы, даже съ самыми усовершенствованными приспособленіями, передано быть не можетъ, такъ какъ принимаются во вниманіе треніе различныхъ частей механизмовъ, приводимыхъ въ движеніе паденіемъ.

При этомъ не лишнимъ будетъ сказать, что всякое тѣло въ первую секунду паденія въ *безвоздушно́мъ пространствѣ* проходитъ разстояніе $16\frac{1}{10}$ фута. Для тѣлъ тяжелыхъ, каковы вода, камни, металлы эта цифра можетъ быть принята и при паденіи въ воздухѣ.

Съ каждой секундой скорость увеличивается. Искусственные водопады, образуемые плотинами, очень рѣдко заставляютъ падать воду на 35 футовъ и также рѣдко на 3 фута, слѣдовательно мы имѣемъ право взять приблизительно среднее между этими двумя числами, хотя 15 или 16 футовъ, а такъ какъ, падающая вода не недвижима и имѣетъ свою собственную скорость теченія, то сила паденія, увеличиваясь силою теченія, даетъ возможность вычислить работу водопада въ одну секунду времени. Что вода приводитъ въ движеніе колеса, мы можемъ убѣдиться изъ весьма понятнаго опыта *) чер. № 1. Допустимъ, что надъ водою довольно быстро текущей рѣки устанавливается колесо, снабженное лопатками, т. е. такое, которое намъ извѣстно по пароходамъ старыхъ системъ, такъ что однѣ лопатки находятся въ водѣ. Теченіе, для котораго эта лопатка составляетъ преграду, устраняетъ оную, но въ то же самое время получаетъ таковую же другую, которая также удаляется изъ воды, слѣдовательно, происходитъ вращательное движеніе колеса. Если къ валу этого колеса мы прикрѣпимъ веревку, къ концу которой будетъ привязана тяжесть, то веревка, наматываясь, данную тяжесть постепенно подниметъ на извѣстную высоту и такимъ образомъ совершится механическая

*) Все чертежи и рисунки помѣщены въ концѣ книги, въ видѣ атласа.

работа. На многихъ большихъ рѣкахъ заграницей, можно видѣть такія колеса, повѣшенныя между двумя барками и приводящіяся въ движеніе водою. Эти колеса вращаютъ жернова мельницъ или вообще приводятъ въ движеніе какой-нибудь механизмъ.

Такъ какъ вода въ рѣкахъ или каналахъ движется, или течетъ по причинѣ наклонности русла и вслѣдствіе дѣйствія тяжести и, такъ сказать, скатывается съ наклонной плоскости, то, другими словами, можно выразиться, что вода текущая въ рѣкахъ, въ каждое мгновеніе падаетъ съ нѣкоторой высоты и поэтому самому она и должна производить нѣкоторое количество механической работы. Вопросъ въ томъ, какимъ образомъ опредѣлить количество механической работы, которое можетъ дать вода, свободно текущая въ рѣкѣ? Для этого намъ нужно разсмотрѣть общіе законы движенія тѣлъ.

Какъ мы указывали выше, на колесо, приводящееся въ движеніе водою, такъ и наблюденія, испытанныя каждымъ интересующимся этимъ вопросомъ, приводятъ насъ къ заключенію, что всякое тѣло, имѣющее вѣсь и движущееся извѣстною скоростью, встрѣчая другое тѣло, можетъ сообщить ему часть своего движенія и, слѣдовательно, совершить нѣкоторое количество механической работы.

Не приводя недоступныхъ до пониманія большинства научныхъ вычисленій, мы хотимъ указать упрощенный способъ, для полученія величины механической работы, которую можетъ произвести всякое движущееся тѣло, и выразить ее такъ: *вѣсъ этого тѣла умножить на скорость движенія, въ свою очередь помноженную на себя (квадратъ скорости) и раздѣлить на удвоенную (взятую два раза) величину ускоренія вслѣдствіе дѣйствія тяжести *)*.

*) Д. Д. Нееловъ. Устройство плотинъ.

Усвоивъ означенное вычисленіе, намъ не трудно будетъ опредѣлить величину той механической работы, которую дастъ свободно движущаяся въ рѣкѣ вода. Представимъ себѣ, что въ томъ мѣстѣ рѣки, гдѣ желаемъ опредѣлить количество даваемой ею механической работы, мы поставимъ преграду. Пересѣченіе этой воображаемой плоскости съ водою образуетъ площадь, которую называютъ *площадью живого сѣченія рѣки*; если намъ будетъ извѣстна средняя скорость, съ которой вода рѣки протекаетъ сквозь площадь *живого сѣченія*, то, умножая величину этой скорости, выраженную въ футахъ, на величину площади живого сѣченія, выраженную въ *квадратныхъ* футахъ, мы получимъ въ *кубическихъ* футахъ объемъ воды, который протекаетъ въ рѣкѣ въ каждую секунду сквозь эту площадь живого сѣченія. Умножая этотъ объемъ на вѣсъ кубическаго фута воды, который составляетъ $1\frac{7}{10}$ пуда, мы получимъ вѣсъ воды, протекающей въ каждую секунду сквозь живое сѣченіе рѣки; далѣе, умноживъ этотъ вѣсъ на квадратъ средней скорости теченія и раздѣливъ произведеніе на удвоенное ускореніе, получимъ количество механической работы, которое можетъ дать вода свободно текущей рѣки въ этомъ мѣстѣ.

Впослѣдствіи мы подробно укажемъ, какъ измѣрить и опредѣлить площадь живого сѣченія рѣки, а равно способы измѣренія и опредѣленія *средней* скорости теченія воды въ данномъ живомъ сѣченіи.

Всякое тѣло, скатывающееся съ наклонной плоскости и подверженное только дѣйствію постоянной силы тяжести движется съ постоянно и одинаково увеличивающеюся скоростью, т. е. пріобрѣтаетъ движеніе, называемое *равномерно ускореннымъ*. Но подобное движеніе въ рѣкахъ не можетъ быть, во-первыхъ, потому, что дно рѣкъ не ровно, бываютъ мели и омуты, а во-вторыхъ, теченіе замедляютъ плеса, т. е. извилины, безъ которыхъ рѣки почти не

бываютъ, но въ то-же время это теченіе получается *постояннымъ* или *однообразнымъ*.

Конечно, всякій замѣчалъ, что въ маленькихъ рѣчкахъ вода идетъ по узкому плесу быстрѣе, вливаясь же въ широкое, она замедляетъ ходъ и течетъ тихо и плавно, также на мелкихъ мѣстахъ вода движется быстрѣе, а на глубокихъ тише. То-же явленіе замѣчается при быстромъ измѣненіи наклона русла, и мѣста, съ увеличеннымъ наклономъ русла, называютъ *порогами*, если они близко и часто повторяются.

Очевидно, что вслѣдствіи уменьшенія скорости теченія, площадь сѣченія русла должна была значительно увеличиться, чтобы пропустить въ единицу времени тотъ же объемъ воды, который въ быстро текущемъ ручьѣ можетъ пройти сквозь площадь съ меньшимъ сѣченіемъ.

Теперь, когда мы составили себѣ нѣкоторое понятіе о механической работѣ и способъ ея измѣренія въ текущей и падающей водѣ, мы можемъ выяснитъ механическое значеніе запруживанія рѣкъ, или значеніе плотинъ. Представимъ себѣ, что рѣка будетъ преграждена плотиною. Для большей наглядности предположимъ, что эта рѣка имѣетъ совершенно прямое теченіе, съ одинаковымъ вездѣ уклономъ русла. Какъ только теченіе рѣки будетъ остановлено плотиною, условія ея теченія измѣнятся. Выше плотины вода будетъ подниматься, скорость ея уменьшаться, ниже плотины вода станетъ уходить и совершенно изсякнетъ. Если порогъ въ водоспускѣ или гребень въ водосливной плотинѣ, чрезъ которые вода можетъ свободно переливаться, будутъ расположены, напримѣръ, на 10 футовъ выше прежняго уровня рѣки до ея запруды, то вода, поднимаясь выше, достигнетъ до порога или гребня и начнетъ переливаться. Когда, наконецъ, вода за плотиною перестанетъ подниматься и уровень ея тамъ сдѣлается постояннымъ, тогда возстановится опять прежнее теченіе рѣки и ниже плотины, слѣдова-

тельно, сквозь гребень или водоспускъ будетъ проходить то же количество воды, которое шло въ рѣкѣ до ея запруды. Но это количество воды будетъ падать уже съ высоты 10 футовъ, слѣдовательно, приобрететъ какое-нибудь количество пудофутовъ или число механическихъ лошадей.

По вычисленіямъ, которыя здѣсь мы не будемъ приводить, устройство плотины, поднявшей воду на высоту 10 футовъ, увеличить силу ея при паденіи въ $25^{\frac{3}{4}}$ раза, противъ работы свободно текущей рѣки. Но бывають плотины, поднимающія воду на 30 и даже на 40 футовъ, слѣдовательно увеличивающія механическую силу теченія почти въ 10 разъ.

Итакъ, говоритъ специалистъ въ данномъ дѣлѣ Нелловъ, механическое значеніе запруживанія рѣки, или значеніе плотины заключается въ томъ, что она собираетъ за собою всю механическую работу воды, движущейся въ рѣкѣ на извѣстномъ протяженіи, и даетъ возможность пользоваться этой собранной механической работой разомъ.

„Величина живыхъ силъ текучей въ рѣкахъ воды, говоритъ другой специалистъ, при самыхъ большихъ скоростяхъ, оказывается весьма недостаточною для исполненія какой-либо механической работы. Не говоря о затрудненіяхъ прямого, непосредственнаго употребленія въ нашу пользу силы текучей воды, она можетъ приводить въ движеніе только самыя легкія машины, представляющія весьма малые сопротивленія. И потому, чтобы поставить текучую воду въ возможность развертывать значительныя силы и преодолевать большія пренятствія, необходимо запрудить рѣку, т. е. поставить препятствіе всему ея теченію, поднять горизонтъ воды и заставить ее дѣйствовать посредствомъ поднятаго столба силою тяжести“ *).

Можно собрать всю механическую работу воды, движущейся въ рѣкѣ на извѣстномъ протяженіи, въ одномъ мѣ-

*) Плотины. Рожкова Горный журналъ. 1856 г. № 1, стр. 1.

стѣ и безъ помощи плотины, посредствомъ такъ называемаго *приводнаго канала*.

Чтобы составить себѣ наглядную идею такого канала. замѣтимъ прежде всего, что вода въ запрудѣ дѣлится на два слоя: тотъ слой, который стоитъ на ровнѣ съ гребнемъ плотины и который, слѣдовательно, не переливается черезъ нея и не производитъ работы, называется *мертвою водою* и другой слой, который переливается и приводитъ въ движеніе колесо, носить названіе *нагона, скопа* или *рабочей воды*.

Такимъ образомъ слой мертвой воды можно разсматривать какъ ложе или дно, по которому идетъ рабочая вода. Такъ что, еслибы въ запрудѣ мы всю мертвую воду замѣнили землею, то слой рабочей воды, идя по этой землѣ, производилъ бы работу равносильную той, которую производитъ идя и по мертвой водѣ. „Теперь, вмѣсто того, чтобы замѣнить всю мертвую воду землею, если бы мы отъ начала подпора, или подпруды, провели бы узкую земляную насыпь до порога рабочаго става и по верху этой насыпи въ искусственно устроенномъ въ ней руслѣ, или каналѣ, пустили бы всю воду рѣчки прямо къ рабочему прорѣзу, то эта вода могла бы произвести ту же самую механическую работу, такъ какъ тотъ же ея объемъ, или вѣсъ падалъ бы съ той же высоты. Очевидно, что въ этомъ случаѣ намъ не было бы надобности и въ самой плотинѣ и этотъ искусственный каналъ могъ бы замѣнить собою плотину. • Вмѣсто того, чтобы вести подобный каналъ по земляной насыпи, его можно устроить изъ досокъ или изъ другихъ матеріаловъ, въ видѣ водопровода, на деревянныхъ, каменныхъ или чугунныхъ столбахъ *).

Приводный каналъ, вмѣсто плотины, можно устраивать на рѣчкахъ, имѣющихъ хотя небольшой притокъ воды, не

*) Д. Д. Несловъ. Устройство плотинъ.

быстрыхъ, т. е. въ которыхъ средняя скорость теченія достигаетъ 7 и болѣе футовъ въ секунду. Отсюда видно, что приводный каналъ можетъ быть выгоденъ въ мѣстностяхъ гористыхъ.

Спрашивается, откуда же беретъ природа силу, которой мы пользуемся?

Бенлеръ сказалъ: „что всѣ явленія природы должны быть относимы къ началу или источнику свѣта“. „Вода, которая падаетъ изъ запруды на мельничное колесо, заставляя его своимъ вѣсомъ вращаться и производить механическую работу, говорить *Конселе*, была сначала приведена въ запруду дѣйствіемъ тяжести, которая заставила эту воду спуститься изъ верхнихъ долинъ, въ которыхъ она образовалась въ видѣ естественныхъ ключей и источниковъ, эти ключи и источники, въ свою очередь, образовались отъ дождей, падающихъ на вершины горъ и медленно проникавшихъ въ почву. Дожди, въ свою очередь, образуются изъ облаковъ, а облака отъ дѣйствія солнечной теплоты, которая испаряетъ воду на поверхности океановъ и морей и заставляетъ ее, въ видѣ паровъ, подниматься вверхъ, не смотря на дѣйствіе тяжести. Такъ что механическая работа, получаемая нашими мельницами и всѣми заведеніями, дѣйствующими водою, есть только малая часть той, которая первоначально была израсходована движущей силой солнечной теплоты“. *Секки* говоритъ: „Если текучія воды приводятъ въ движеніе фабрики и заводы, то онѣ обязаны этому лучамъ солнца, которое посредствомъ испаренія уносятъ въ воздухъ водяные пары океановъ; а пары сгущаются въ верхнихъ слояхъ атмосферы, и, падая ввидѣ дождя, даютъ начало источникамъ и рѣкамъ“. Превращая воду въ пары, говоритъ *Гиндаль*, солнце производитъ всю влажность нашего воздуха, которая сгущается въ облака и падаетъ ввидѣ дождя, а замерзши—ввидѣ снѣга. Въ этомъ твердомъ

состоянии она скопляется на Альпійскихъ высотахъ и доставляетъ матеріаль для образованія ледниковъ на этихъ горахъ. Но то-же солнце превращаетъ ихъ снова въ воду, которая вслѣдствіе тяжести низвергается въ море. Сила паденія каждой рѣки, стремящейся въ море, происходитъ вслѣдствіе солнечной теплоты. Нѣтъ спускающагося съ горы въ долину ручейка, который бы не былъ сперва поднять силою солнца на высоту, съ которой онъ течетъ.

Солнце не только составляетъ источникъ механической работы воды, вѣтра, пара, но и живыхъ двигателей; однимъ словомъ, оно есть источникъ проявленія всякой физической силы на земной поверхности“.

Всякое механическое производство требуетъ извѣстное количество механической работы, каковую могутъ давать различные двигатели: животныя, паровыя машины, вѣтеръ, вода и т. п. Во всѣхъ этихъ случаяхъ для каждой мѣстности можно вычислить стоимость пудофута или паровой лошади и затѣмъ высчитать какой двигатель обойдется дешевле. Если расчетъ укажетъ намъ, что механическая работа, даваемая водой, обходится дешевле, то будетъ выгодно устроить плотину.

Часто остальные двигатели непримѣнимы или обходятся слишкомъ дорого, а главное не могутъ давать непрерывную работу. Такъ, вѣтеръ иногда стихаетъ, животныя утомляются, паровыя машины требуютъ за собой тщательнаго ухода и много топлива, вода же даетъ постоянную работу и ни однимъ изъ вышепоименованныхъ недостатковъ не обладаетъ, давая въ то же время крупную механическую работу. Какъ мы увидимъ ниже, иногда одно колесо способно передавать своимъ валомъ механическую работу слишкомъ въ 150 паровыхъ лошадей въ каждую секунду.

Когда мы пользуемся естественнымъ паденіемъ воды, или устраиваемъ плотину, чтобы получить паденіе воды съ боль-

шей или меньшей высоты, мы не создаемъ механическую работу, а пользуемся частью той, которую намъ дала природа.

Сила людей, работающихъ механически, напримѣръ, вертящихъ ручку вѣялки, или же сила животныхъ, производящихъ работу, обходится среднимъ числомъ въ 60 коп. за рабочій день, т. е. 8 часовъ. При чемъ человѣкъ получаетъ приблизительно 75 коп., лошадь же обходится дешевле на 25 коп., слѣдовательно и то и другое стоятъ довольно дорого, въ то время какъ вода есть одинъ изъ самыхъ дешевыхъ источниковъ полученія работы. Нельзя не согласиться, что постройка плотины, сопряженная съ извѣстными расходами, окупить ихъ во много разъ, давая непрерывно бесплатную рабочую силу.

Для наглядности возьмемъ слѣдующій примѣръ: существуетъ одна очень незначительная рѣчка, тянущаяся всего на протяженіи какихъ-нибудь 12 верстъ и на этой рѣчкѣ устроены 4 плотины, приводящія въ движеніе 4 мельницы и стоящія каждая по 2 или 3 тысячи рублей. Владѣльцы означенныхъ мельницъ отдаютъ ихъ въ аренду. Допустимъ, что всѣ мельницы стоятъ среднимъ числомъ 10,000 рублей. Арендной платы получается опять-таки среднимъ числомъ, со всѣхъ 4 мельницъ около 1,650 руб. въ годъ. На ремонтъ и погашеніе затраченнаго капитала положимъ 10% въ годъ, и тогда владѣльцамъ мельницъ останется чистаго дохода 650 руб., т. е. 6 $\frac{1}{2}$ %. Но мы не должны забывать, что и арендаторы также несутъ расходы, каковыми являются содержаніе рабочихъ и мельниковъ. Но по имѣющимся у насъ свѣдѣніямъ эти арендаторы получаютъ въ годъ чистаго барыша 800 руб. Такимъ образомъ мы видимъ, что мельницы даютъ доходъ и владѣльцамъ ихъ и даже арендаторамъ. слѣдовательно затраченный капиталъ приноситъ неисчерпаемый источникъ доходности, которой не было-бы, если этотъ капиталъ по-

ложить въ Государственный Банкъ, такъ какъ послѣдній даетъ только 5%, конечно, мы вовсе не хотимъ этимъ сказать, что устройство мельницы есть наивыгоднѣйшее предпріятіе, но мы не должно забывать, что вода, какъ нами говорено выше, можетъ приводить въ движеніе фабрики и заводы. Но и въ промышленности иногда царить мода; въ послѣднее время, напримѣръ, сельскіе хозяева приобрѣтаютъ въ большомъ количествѣ локомобили, которые требуютъ массу топлива. Не говоря уже о трудностяхъ ухода за ними, локомобили представляютъ нѣкоторую опасность въ смыслѣ взрыва, въ то-же время водяныя колеса рѣшительно никакой опасности не представляютъ и топлива, т. е. истребленія лѣсовъ, не требуютъ. У насъ почему-то очень туго прививается устройство плотинъ, за-границей же, особенно въ Тиролѣ, даже самыя незначительныя ручейки заставляютъ работать: сбивать масло, вертѣть камень для точенія инструментовъ, иногда даже качать колыбель ребенка.

Многіе не довѣряютъ водѣ, какъ двигателю завода, указывая на частые прорывы плотинъ, а слѣдовательно на постоянный ремонтъ ихъ, но это зависитъ въ большинствѣ случаевъ отъ неопытности ихъ строителей, такъ какъ плотины строятъ у насъ преимущественно мельники, которымъ дѣйствительно нельзя отказать въ практическомъ навыкѣ, но, къ сожалѣнію, имъ недоступны теоретическія правила, а потому они принимаются за постройку почти на угадъ, имѣя въ виду способъ и систему ими же удачно построенныхъ платинъ, иногда при совершенно иныхъ мѣстныхъ условіяхъ и другихъ свойствахъ рѣки.

Необходимо подробное изученіе данной мѣстности, опредѣленіе количества воды и измѣненія свойствъ запруживаемой рѣчки и тогда съ увѣренностью можно сказать, что многіе бы предпочли плотину всевозможнымъ паровымъ двигателямъ.

Весьма вѣроятно, что при неблагопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ первоначальное устройство плотины обойдется дороже, нежели, напримѣръ, примѣненіе живого двигателя или силы пара. Но въ обоихъ случаяхъ потребуется болыпій или меньшій ежедневный расходъ, который современемъ превыситъ стоимость сооруженія и готовой ремонтъ плотины.

Г Л А В А II.

Нами было говорено раньше, что, устроивъ плотину, мы поднимемъ на извѣстную высоту уровень воды, и когда этотъ уровень установится, то черезъ плотину будетъ переливаться *приблизительно* то-же количество воды, которое шло до ея запруды. Нелишнимъ будетъ пояснить, что мы не должны рассчитывать на всю массу идущей по рѣкѣ воды по слѣдующимъ причинамъ: во первыхъ, увеличивъ запрудой площадь воды, мы тѣмъ увеличимъ всасываніе ея землею, во вторыхъ, увеличимъ испареніе ея подъ влияніемъ вѣтровъ и солнца, особенно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ плотина построена на открытомъ мѣстѣ, въ третьихъ, увеличимъ просачиваніе воды сквозь плотину и, въ четвертыхъ, самыя колеса не передаютъ полностью всей механической работы даваемой водою. Конечно высчитать потерю механической силы отъ этихъ причинъ очень трудно, но все-таки надо имѣть въ виду грунтъ и матерьялы, изъ которыхъ устроена плотина. Обо всемъ этомъ мы скажемъ въ послѣдствіи.

При первоначальныхъ соображеніяхъ относительно устройства плотинъ, мы должны прежде всего опредѣлить, посредствомъ какихъ именно гидравлическихъ приѣмниковъ предполагаемъ передавать механическую работу воды исполнительнымъ механизмамъ.

Гидравлическіе приѣмники раздѣляются собственно на водяныя колеса и турбины. Первые вращаются въ вертикальныхъ плоскостяхъ на горизонтальныхъ осяхъ, или ва-

лахъ, а вторыя вращаются въ горизонтальныхъ плоскостяхъ на вертикальныхъ валахъ. Колесо перваго рода раздѣляютъ: 1) на *наливные* или *верховыя*, 2) *средобойныя* или *боковыя* и 3) *пошвенныя* или *подливныя*.

Въ наливныхъ колесахъ вода приводится русломъ на самую вершину колеса или нѣсколько ниже вершины назадъ, противъ теченія воды. Она падаетъ въ ящики или *ковши*, расположенные по окружности колеса, наполняетъ эти ковши и своею тяжестью нарушаетъ равновѣсіе и заставляетъ колесо вращаться по направленію теченія воды. Во второмъ случаѣ колесо получаетъ воду въ ковши посредствомъ *подводящихъ рѣшетокъ* и вращается въ сторону обратную движенію воды въ рѣкѣ. Эти колеса называются *колесами съ подводящими рѣшетками*.

Средобойныя и *пошвенныя* колеса, вмѣсто ковшей, имѣютъ лопатки плоскія или кривыя. Вода для такихъ колесъ идетъ по кривому желобу и, обхватывая его нѣсколько ниже центра, приводитъ въ движеніе давленіемъ и ударомъ.

Всѣ эти колеса дѣлаются въ большинствѣ случаевъ деревянными, особенно если они небольшихъ размѣровъ, впрочемъ при имѣніи средствъ всѣ части ихъ можно замѣнить металлическими. Турбины же обыкновенно дѣлаются металлическими.

Относительно выбора того или другого гидравлическаго пріемника мы позволимъ себѣ привести нижеслѣдующую таблицу, составленную *Редтенбахеромъ*: „Если въ расчетъ входятъ, говоритъ онъ, только величина капитала, назначаемого на устройство механизма, величина и свойство водяного двигателя, то въ большей части случаевъ при выборѣ пріемника, можно руководиться слѣдующими правилами:

Если K —капиталъ назначенный на устройство пріемника;

„ H —высота паденія воды у плотины;

„ Q —притокъ воды въ рѣкѣ въ секунду;

Если P —вѣсъ этого объема воды;

$PН$ —количество механической работы воды при плотинѣ,

и A —количество механической работы, потребной для предполагаемыхъ нами механическихъ производствъ, то:

Если высота паденія и притоковъ воды		То должно устраивать.		
Q	П	Деревянное гидравлическое колесо.	Желѣзное гидравлическое колесо.	Турбину.
Не болѣе 6,5 фут.	При всякомъ	Когда К малъ.	1) Когда К великъ П и Q постоянны РН больше А. 2) Когда К великъ П и Q переменны.	Когда К великъ П и Q постоянны $P=HQ$.
Между 6,5 ф. и 20 ф.	Не болѣе 7 куб. фут.	Когда К малъ.	Когда К великъ.	Никогда.
Между 6,5 и 20 фут	Не болѣе 10,5 куб. фут.	Когда К малъ	Когда К великъ	Когда К великъ
или между 20 и 40 фут.	при всякомъ.	и $РН=A$	и $РН=A$.	и $РН$ больше А.
Болѣе 40 фут.	При всякомъ.	Никогда.	Никогда	Непремѣнно.

Большія колеса, считая стоимость ихъ на каждую паровую лошадь, даваемого ими полезнаго дѣйствія, сравнительно обходятся дороже малыхъ колесъ того же рода. Очень часто случается, что выгоднѣе поставить два маленькихъ колеса, чѣмъ одно большое. Конечно металлическія колеса всегда дороже деревянныхъ, но за то они прочнѣе и менѣе подвержены порчѣ.

Въ турбинахъ вода дѣйствуетъ одновременно на всѣ точки колеса, вслѣдствіе этого діаметръ ихъ можетъ быть гораздо меньше, а скорость вращенія гораздо больше, нежели обыкновенныхъ водяныхъ колесъ. Турбины могутъ быть особенно

выгодными при большей высотѣ паденія, т. е. болѣе 40 фут. или при паденіи меньше 6,5 футовъ, когда нужно сберечь воду. Одно изъ удобствъ турбинъ, это малое количество мѣста, которое онѣ занимаютъ, а слѣдовательно ихъ можно установить въ любой части фабрики или завода.

Для того, чтобы опредѣлить количество механической работы, потребное для различныхъ производствъ, мы приведемъ вкратцѣ таблицу, составленную *Мореномъ*.

По его опытамъ потребно количество механической работы въ секунду:

1) Мельничный поставъ съ камнями около 5 фут. въ діаметрѣ	отъ 3 до 4
2) Рама въ пильнѣ съ одной пилой, дѣлающая 88 прорѣзовъ въ минуту въ дубовомъ деревѣ	„ 3,3
3) Круглая пила, діаметромъ въ 27 ^{1/2} дюймовъ, дѣлающая 266 оборотовъ въ минуту и прорѣзывающая 232 кв. дюйма въ дубѣ	3,4
4) Фанерная пила	0,7
5) Деревострогальная машина, дѣлающая 600 оборотовъ въ минуту.	1,5
6) Фабрика для ворсованія суконъ въ 50 машинъ	20 „
7) Точильный камень въ 6 ^{1/2} фут. въ діаметрѣ при 80 оборотахъ въ минуту	отъ 2,5 до 3,5
8) Шерстопрядильня о 2,720 веретенахъ	9,8
9) Бумагопрядильня о 26,000 веретенахъ, пряжа № 30—40.	110 „
10) Механическая ткацкая о 60 станкахъ для миткаля въ 3,9 фута ширины.	8 „
11) Толчея съ 16 пестами на писчебумажной фабрикт.	2,7

- | | |
|--|--------------|
| 12) Вертикальный жерновъ для выжиманія
масла вѣсомъ 183 пуда, дѣлающій 6
оборотовъ въ минуту. | 2,7 |
| 13) Молотъ въ $2\frac{1}{2}$ пуда вѣсомъ, при 120
ударахъ въ минуту. | 5,9 |
| 14) Катальные станы (для прокатки желѣза)
6 паръ валковъ для толстаго желѣза
съ 60 оборотами въ минуту и 8 паръ
валиковъ для мелкаго желѣза съ 140
обор. въ минуту | отъ 50 до 60 |
| 15) Катальный станъ для листоваго желѣза
съ 2 парами валковъ и 50 оборотами
въ минуту | отъ 25 до 30 |

Для бльшинства совершенно достаточно этихъ данныхъ, хотя таблица названнаго автора много полнѣе.

Теперь же вернемся снова къ плотинамъ и рассмотримъ вопросъ о высотѣ подъема воды помощью ихъ. Прежде всего надо замѣтить, что плотины устраиваются на рѣкахъ средней и малой величины. Если притокъ воды значителенъ, т. е. рѣка несетъ воду въ большомъ количествѣ, то намъ незачѣмъ поднимать ее высоко. Отсюда слѣдуетъ, что чѣмъ производство будетъ обширнѣе, тѣмъ съ большимъ притокомъ мы должны выбирать рѣку, съ высокимъ подъемомъ давленіе воды на всѣ части плотины будетъ сильнѣе, а потому и самая плотина должна быть устроена прочнѣе, водоспуски тщательнѣе, а потому и размѣры увеличиваются. Вообще надо избѣгать поднимать воду высоко, для того, чтобы уменьшить размѣры плотины, тогда уменьшится и стоимость ея постройки.

Только очень точный расчетъ можетъ намъ указать слѣдуетъ или не слѣдуетъ на данной рѣкѣ устраивать плотины. Для примѣра возьмемъ тѣ соображенія, которыми надо руководиться при устройствѣ самага обыкновеннаго и чаще

всего встрѣчающагося производства, а именно мукомольнаго. Допустимъ, что на нашей рѣкѣ мы желаемъ устроить плотину и при ней мукомольную мельницу о двухъ поставахъ, т. е. самага обыкновеннаго у насъ въ Россіи устройства. Ранѣе чѣмъ приступить къ дѣлу, мы должны, во-первыхъ, узнать, существуютъ ли въ данной мѣстности мельницы и если существуютъ, то удовлетворяютъ ли вполнѣ спросу на помолъ. Только при отрицательномъ отвѣтѣ на послѣдній вопросъ, задуманное предпріятіе будетъ выгоднымъ. Затѣмъ, когда мы убѣдимся, что работы хватитъ и для нашей мельницы, мы должны повѣрить, достаточно ли будетъ воды для приведенія въ дѣйствіе двухъ поставовъ, не придется ли поднимать воду слишкомъ высоко, и тѣмъ увеличить стоимость сооруженія плотины, а кромѣ того, поднятою водою затопить нѣкоторую часть земли, которая съ своей стороны можетъ давать доходъ хотя бы ввидѣ покоса,—кромѣ того, принять во вниманіе расходъ на ежегодный ремонтъ плотины и наконецъ исчислить приблизительно чистый доходъ, который мы можемъ получать на затраченный капиталъ.

Только при такихъ соображеніяхъ, мы можемъ приступить къ устройству обыкновенной мельницы. Ясно, что другое производство, болѣе сложное, требуетъ и болѣе сложныхъ вычисленій.

Самымъ выгоднымъ является устройство плотинъ на небольшихъ рѣкахъ или верховьяхъ большихъ рѣкъ, представляющихъ еще малыя рѣчки именно тамъ, гдѣ ледоходъ незначителенъ. Весеннее половодіе въ данномъ случаѣ не грозитъ раззореніемъ плотины, а идущій ледъ свободно будетъ задерживаться сваями, вколотыми передъ самою плотиною. Небольшія же льдины, встрѣтивъ препятствіе, силою теченія будутъ вытѣснены на берегъ, гдѣ и растаютъ.

Если плотина строится на какой-нибудь значительной рѣкѣ съ большимъ притокомъ воды, то, во избѣжаніе разрыва плотины ледоходомъ, послѣднія дѣлаются *разборчатыми*, или же вода поднимается очень невысоко, для дѣйствія *пошвенными* колесами.

Утворчатые плотины никогда не покрываются водою, даже во время половодья. Излишняя вода пропускается черезъ водоспуски, а потому плотины съ водоспускомъ могутъ быть устраиваемы на рѣкахъ, въ которыхъ притокъ воды подвергается частымъ измѣненіямъ.

Водосливныя плотины, большею частью, устраиваются на такихъ рѣкахъ, которыя не подвержены ни большому скопленію воды, ни сильному истощенію во время засухъ, т. е. на рѣкахъ, которыя выходятъ изъ озеръ, или другихъ питающихъ ее водныхъ вмѣстелищъ.

„Главное отличіе между водоспускомъ и водосливомъ состоитъ въ томъ, что черезъ водосливъ вода свободно стекаетъ при накопленіи ея выше опредѣленнаго уровня, между тѣмъ какъ при водоспускѣ, вода переливается черезъ порогъ только при открытіи отверстія. Которому изъ этихъ двухъ родовъ плотинъ слѣдуетъ отдать преимущество, рѣшить могутъ однѣ только мѣстные обстоятельства. Но мы того мнѣнія, что водосливъ можетъ быть примѣненъ съ выгодною только тамъ, гдѣ притокъ воды бываетъ равномерный, какъ въ меженное, такъ и во всякое другое время; при этомъ еще необходимо, чтобы количество притока было больше расхода воды на вододѣйствіе. Если эти условія не существуютъ, то мы безусловно предпочитаемъ водоспускъ, не смотря на то, что при водосливахъ мы освобождаемся отъ всякаго надзора за управленіемъ водою“.

„Говоря о преимуществахъ одной постройки передъ другою, мы должны указать на то, что при правильно устроенномъ водоспускѣ, подпертая вода находится въ полномъ

нашемъ распоряженіи; съ открытіемъ выпускнаго отверстія, мы можемъ понизить уровень, а съ закрытіемъ этого отверстія выдержать большій или меньшій слой воды надъ порогомъ. При перепадѣ же или водосливѣ, этого сдѣлать нельзя, между тѣмъ бываетъ полезно имѣть возможность держать запасную воду, какъ на случай засухи, такъ и на случай усиленія вододѣйствій**.

„Порогъ водоспуска лежитъ всегда ниже гребня водослива; а чѣмъ меньше поднята подошва отверстія отъ дна, тѣмъ менѣе разрушительно дѣйствуетъ истекающая струя воды на искусственно укрѣпленное дно отверстія и на дно отводнаго канала. Слѣдовательно и въ этомъ отношеніи выгода остается на сторонѣ водоспуска. Наконецъ, при опредѣленіи размѣровъ отверстія для пропуска воды, одно изъ главнѣйшихъ условій состоитъ въ томъ, чтобы черезъ меньшее отверстие пропустить большее количество воды (съ цѣлью по возможности уменьшить размѣры водоспуска, какъ сооруженія, устройство котораго стоитъ дорого). Для уменьшенія же размѣровъ отверстія, полезно положить подошву его на большую глубину, считая отъ верхняго уровня воды (ибо чрезъ это скорость истеченія увеличивается). Всѣ эти преимущества водоспуска предъ водосливомъ составляютъ причину того, что первый родъ плотинъ болѣе употребителенъ при мельничныхъ прудахъ *).

Къ этому мы должны добавить, что устройство водосливныхъ плотинъ вообще обходится дороже створчатыхъ, хотя у насъ въ Россіи въ нѣкоторыхъ губерніяхъ предпочитаютъ устраивать первыя. Въ Кіевской, Подольской и Волынской губерніяхъ онѣ болѣею частью дѣлаются изъ мѣстнаго камня, въ иныхъ же мѣстахъ частью каменные, частью деревянные.

*) Лекція профессора К. Гаусмана СПб. 1876 г.

Вообще же большинство створчатыхъ плотинъ земляныя съ водоспусками деревянными, водосливныя плотины принято за нѣкоторыми исключеніями дѣлать деревянными и наконецъ земляныя створчатыя плотины съ каменными водоспусками встрѣчаются очень рѣдко.

Вообще же плотины, какъ водоподпорныя сооруженія, чрезвычайно важны въ дѣлѣ устройства искусственныхъ водяныхъ путей и служатъ питаніемъ каналовъ и рѣкъ, на которыхъ развито судоходство.

Плотины имѣютъ назначеніе задерживать текущія воды, скоплять ихъ въ массу и послѣдовательно спускать ихъ для пополненія каналовъ или для повышенія уровня рѣкъ, или же для прохода судовъ черезъ пороги и т. п.

Каменные матеріалы.

Всѣмъ, конечно, извѣстно, что камень при всякихъ сооруженіяхъ гораздо прочнѣе дерева; несомнѣнно, что онъ оказывается прочнѣе дерева, въ особенности при сооруженіяхъ водяныхъ, т. е. главнымъ образомъ при сооруженіи плотинъ.

Поэтому, гдѣ только есть возможность построить плотину каменную, и слѣдуетъ ее строить. Не бойтесь, что такая плотина будетъ стоить дороже (хотя и не на много) деревянной, и постройка ея представить болѣе трудностей: и излишніе расходы и большее напряженіе силы и ума стоицею окупятся впоследствии.

На самомъ дѣлѣ, какъ доказалъ многолѣтній опытъ, плотины, построенныя изъ дуба, желтой, старой сосны или

лиственницы не могутъ стоять дольше 20—25 лѣтъ, а построенныя изъ ели стоять не долѣе 15.

Хотя нѣкоторые техники и говорятъ, что на рѣкахъ съ сильнымъ разливомъ и ледоходомъ постройка каменныхъ плотинъ рискованна, но это совершенно невѣрный взглядъ: если плотина построена изъ плотнаго камня и при этомъ обращено особенное вниманіе на тщательную кладку, при которой вода не должна проникать въ швы и внутрь плотины почему замерзая, не можетъ разрушать её.

Понятно, что въ мѣстностяхъ, изобилующихъ лѣсомъ, гдѣ, кромѣ того, нѣтъ каменныхъ ломокъ, въ силу необходимости приходится строить деревянные плотины.

Перейдемъ теперь къ описанію тѣхъ каменныхъ породъ, изъ которыхъ строятся плотины.

Камень считается хорошимъ строительнымъ матеріаломъ, если онъ плотенъ, твердъ и въ немъ нѣтъ пустотъ или, какъ говорится, раковинъ, трещинъ: если онъ достаточно великъ; если, наконецъ, онъ не вывѣтривается, не растворяется въ водѣ, не трескается отъ дѣйствія воздуха, воды, жара или мороза.

Камень *твердый*, когда онъ при треніи объ него другихъ камней мало измѣняетъ видъ своей поверхности; онъ *крѣпкій*, если не раскалывается или не рассыпается при давленіи на него; *прочнымъ* называютъ камень, который не разрушается или, вообще, не портится отъ дѣйствія воздуха, воды, жара и мороза.

Въ Россіи очень мало можно добыть правильныхъ и достаточно большаго объема камней изъ каменоломень и приходится пользоваться, въ случаѣ надобности, *полевымъ камнемъ*.

Полевымъ камнемъ называется камень, лежащій на поверхности земли, иногда на небольшой глубинѣ; камень этотъ большею частію небольшихъ размѣровъ, но иногда

попадаютъ камни и значительной величины. По большей части полевой камень вполне примѣнимъ для всякаго рода построекъ.

Камни самые тяжелые или зерно у которыхъ мелкое обыкновенно и самые твердые и крѣпкіе: также замѣчено, что камни болѣе темные или синеватые, тверже сѣрыхъ, а сѣрые тверже бѣлыхъ и красноватыхъ.

Чтобы опредѣлить, насколько велика сила сопротивленія камня по отношенію ко вліянію на него воздуха, воды и мороза, мы совѣтуемъ осматривать старинныя каменные постройки: тутъ сразу видно будетъ, какой камень прочнѣе, устойчивѣе, а слѣдовательно—пригоднѣе для предполагаемаго сооруженія.

Между прочимъ приводимъ здѣсь вѣсъ одного кубическаго фута каменной кладки:

Изъ гранита и бута—4,15 пуд.; изъ песчаника—отъ 3,54 до 3,66 пуд.; изъ известняка—отъ 2,94 до 3,98 пуд.; изъ кирпича—отъ 2,54 до 2,94 пуд.

Если въ мѣстности, гдѣ нѣтъ естественнаго камня, требуется устроить плотину, по непмѣннѣю лѣса, все-таки каменную, то употребляютъ и *кирпичъ*. Но при этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на слѣдующее: кирпичъ долженъ быть *поднятый*—прессованный, онъ долженъ быть хорошо обожженъ; не совѣтуемъ брать *алаго* кирпича или, вообще, недостаточно обожженнаго.

Если при ударѣ кирпичъ даетъ чистый звукъ, въ изломѣ зерно его ровно и плотно, а осенью и зимой отъ дождей и мороза качества его не измѣняются и самъ онъ не страдаетъ отъ нихъ, то кирпичъ этотъ въ дѣло годенъ.

Мы совѣтовали-бы не употреблять кирпичъ ранѣе двухъ лѣтъ послѣ его изготовленія.

Различаютъ три вида кирпича: 1) *железнякъ* — сильно обожженный и при ударѣ издающій высокій звукъ; этотъ

сортъ самый крѣпкій и употребляется въ мѣстахъ сооруженій, которыя находятся подъ водою или, вообще, соприкасаются съ водою, идетъ онъ вообще при постройкахъ въ сырыхъ мѣстахъ на фундаментъ и цоколь; 2) нѣсколько слабже обожженный кирпичъ; онъ идетъ на постройки въ сухихъ мѣстахъ, и 3) слабо обожженный, при ударѣ звѣнящій глухо, цвѣтомъ *алый*, употребляется для кладки печей и проч.

Средній вѣсъ 1000 кирпичей=250 пуд.

На кладку кубической сажени слѣдуетъ ставить не менѣе 4 каменщиковъ, кромѣ подносчиковъ.

Чтобы скрѣпить отдѣльные камни или кирпичи, составляющіе кладку, употребляютъ различные растворы.

Растворомъ, вообще, называется смѣсь извести съ пескомъ, мелкоистолченнымъ кирпичемъ, или смѣсь искусственныхъ цементовъ съ пескомъ. Цементы бываютъ различныхъ сортовъ и носятъ различныя названія: *портландскій*, *римскій*, *Роше* и др. Хорошо приготовленная смѣсь настолько крѣпко соединяетъ отдѣльные камни или кирпичи, что они составляютъ какъ-бы одно цѣлое тѣло и съ большимъ трудомъ могутъ быть разъединены.

Теперь мы перейдемъ къ болѣе подробному описанію веществъ, служащихъ главными факторами при составленіи растворовъ.

Известь получается изъ известковыхъ камней посредствомъ пережиганія ихъ. Послѣ пережиганія камни превращаются въ *негашеную известь*, *кипѣлку*, которая именно и употребляется при составленіи растворовъ. 100 частей такой извести принимаютъ 32 части воды, причемъ известь превращается въ порошокъ, принимая гораздо болѣйшій объемъ.

Извести дѣлятся на *жирную* и *тощую*, первая съ примѣсью равнаго количества песка образуетъ долго нетвер-

дѣющій растворъ. вторая, напротивъ, твердѣетъ быстро и при томъ *твердѣетъ подъ водою*. почему и употребляется при водяныхъ сооруженіяхъ; известъ эта называется *гидравлическою*.

Гидравлическая известъ имѣетъ сѣрый какъ бы грязноватый цвѣтъ.

Не всѣ известковые камни даютъ послѣ обжига гидравлическую известъ, а потому иногда требуется опредѣлить: дастъ ли камень известъ гидравлическую или обыкновенную. Для опредѣленія, кусокъ камня пережигаютъ въ горнѣ (обыкновенномъ кузнечномъ), пережженный камень обливаютъ водою и образуютъ гашеную известъ. изъ которой образуютъ прибавленіемъ воды мягкое тѣсто. Тѣсто это кладутъ въ воду, и если черезъ восемь или пятнадцать дней оно противится давленію пальца, то это значить, что камень далъ известъ гидравлическую: наоборотъ, если тѣсто осталось мягкимъ, то это известъ обыкновенная. Сильная гидравлическая известъ твердѣетъ въ 1—2 дня и далѣе твердѣетъ все болѣе: посредственная твердѣетъ только черезъ 4—6 дней; слабая твердѣетъ лишь черезъ 15 дней.

Здѣсь мы приведемъ нѣкоторыя пропорціи для составленія растворовъ, годныхъ для подводныхъ работъ.

Вотъ онѣ: 1) 3 части жирной извести, 2 части толченого кирпича, 3 части песку; 2) 2 части пущоланы, $1\frac{1}{2}$ части обыкновенной извести, 2 части песку, при чемъ песокъ долженъ быть рѣчной, чистый (кварцевый); 3) 2 части искусственной пущоланы, 1 часть извести, 2 части песку; 4) 1 часть сильной гидравлической извести и 2 части песку. Песокъ сыплотъ въ известковое тѣсто и тщательно мѣшаютъ. Воду приливаютъ понемногу.

Есть способъ обращать обыкновенную известъ въ гидравлическую. Обыкновенную *кипѣлку*, обращенную въ порошокъ, смѣшиваютъ въ закрытомъ мѣстѣ съ небольшимъ

количествомъ глины, сѣрой или темной, или же съ растертымъ въ порошокъ и размятымъ съ водою кирпичемъ, такъ чтобы получилось густое тѣсто. Изъ тѣста катаютъ шары, которые и обжигаютъ. Растворъ изъ этой смѣси, при умѣломъ составленіи ея, получается даже лучшаго качества, чѣмъ изъ настоящей гидравлической извести.

При этомъ къ жирной извести прибавляютъ 0,2 объема глины на одинъ объемъ извести, къ средней извести достаточно прибавить 0,15 объема глины, а къ извести, обладающей нѣкоторыми гидравлическими свойствами, прибавляютъ не болѣе 0,1 или 0,06 объема глины.

Въ природѣ существуютъ известняки такого свойства, что ихъ достаточно обжечь и затѣмъ смолоть, чтобы получился гидравлическій цементъ. Такіе известняки находятся почти во всѣхъ государствахъ Европы. Изъ такихъ-то известняковъ и приготавливаются цементы *Роме*, *Портландскій* и *Римскій*.

Близъ города Пуццоло, въ Италіи, а также у Неаполя и Рима находятся залежи минерала, называемаго *пуццоланомъ*, минераль этотъ, какъ мы говорили выше, употребляется при изготовленіи гидравлическаго цемента.

Санторинская земля получается съ острова Санторина, въ Греческомъ архипелагѣ.

Гриссомъ называется песчаникъ вулканическаго происхожденія, находящійся въ Голландіи; его мелютъ и въ видѣ порошка употребляютъ опять таки для составленія искусственнаго цемента.

При изготовленіи растворовъ нужно обращать вниманіе на качества песка, который прибавляется къ растворамъ. Мелкій песокъ употребляютъ для штукатурныхъ работъ, средний при кирпичной кладкѣ и грубый крупный—при каменной кладкѣ.

На кубическую сажень густого известкового раствора, берутъ отъ трехъ до четырехъ кубическихъ сажень песку, если известъ жирная; если известъ тощая, то берутъ 1—2½ куб. сажень песку.

Растворы приготавливаются въ такъ называемыхъ *творилахъ*; выкапывается квадратная яма, обиваются бока и дно ямы досками и творило готово. Въ него всыпаютъ известъ, гасятъ ее, прибавляютъ песку, какъ было сказано выше, и получается растворъ.

Если известъ жидко разведена, или *творило* пропускаетъ влагу въ матеріалъ или же известъ не прикрытъ толстымъ слоемъ песку, то она теряетъ свои хорошія качества.

Если смѣшать гидравлическій растворъ со щебнемъ, всыпать въ какую-либо форму, то она отвердѣваетъ и принимаетъ данную форму. Такая смѣсь называется *бетономъ*. Щебень долженъ быть совершенно очищенъ отъ пыли, черезъ пропускъ сквозь грохотъ. Для составленія бетона употребляется также и битый кирпичъ, но его нужно предварительно погружать на нѣсколько минутъ въ воду. *Кидель* даетъ такія пропорціи раствора и щебня для бетона: 1) для резервуаровъ при сильномъ давленіи воды на 1 куб. сажень бетона—раствора 0,55 к. саж., щебня 0,77 к. с.; 2) водяныхъ сооружений—раствора 0,52 к. саж., щебня 0,78 к. саж.; 3) для каналовъ, устоевъ набережныхъ и т. д. раствора—0,48 к. саж., щебня—0,84 к. саж.; 4) для фундаментовъ въ сырыхъ и плавучихъ грунтахъ: раствора 0,45 к. саж.; щебня 0,9 куб. саж. и 5) при тѣхъ же сооруженияхъ въ сухомъ грунтѣ: раствора—0,2—0,38 к. саж. и щебня 1 к. саж.

Нужно имѣть въ виду, что жидкая бетонная смѣсь твердѣетъ медленно и слабо, а слишкомъ густая, вбѣрая въ себя слишкомъ много воды, также можетъ оказаться слабою.

Хотя бетонная кладка обходится дороже каменной и кир-

пичной, но въ виду ея прочности, она имѣеть громадное преимущество передъ послѣдними.

Передъ употребленіемъ въ дѣло, бетону даютъ пролежать нѣкоторое время, и только послѣ этого пускаютъ въ дѣло.

Изъ бетона формуются также искусственные камни, которые вполне замѣняютъ естественные.

Напримѣръ, для выработки угловыхъ камней для фунда-ментовъ, вырываютъ въ землѣ яму соотвѣтствующей формы, наполняютъ ее бетономъ и легко утрамбовываютъ, затѣмъ засыпаютъ землю въ футъ толщины. Въ такомъ видѣ оставляютъ бетонъ на три года, затѣмъ вынимаютъ изъ земли совершенно готовый въ дѣло камень, который не требуетъ дальнѣйшей обработки.

Д е р е в о.

Всякій знаетъ, что дубъ самое крѣпкое и долговѣчное дерево, и что какъ строительный матеріалъ дубъ вполне оправдываетъ надежды, каковыя на него возлагаетъ строитель. Но дубъ сравнительно рѣдкое дерево въ нашихъ сѣверныхъ губерніяхъ, вслѣдствіе чего его покупная цѣна такъ высока, что не всегда доступна или не всегда по силамъ небогатому предпринимателю. Если мѣстные условія таковы, что вблизи сооружаемой плотины дубъ дешевъ и доступенъ, то, конечно, мы совѣтуемъ употреблять его на всѣ работы дубъ одинаково проченъ, какъ въ водѣ, такъ и на воздухѣ. Если пробовать крѣпость дуба на разрывъ вдоль волоконъ, то оказывается, что квадратный дюймъ этаго дерева способенъ выдержать около 200 пудовъ тяжести прежде чѣмъ разорвется.

Въ противоположность дуба, ель самое слабое дерево, но за то она и дешевле дуба чуть не въ десять разъ; ель въ смыслѣ крѣпости и прочности уступаетъ своей ближайшей родственницѣ соснѣ, особенно на сухомъ воздухѣ, гдѣ она трескается и коробится, въ водѣ-же, наоборотъ, ель какъ смолистое дерево не такъ скоро намокаетъ, вслѣдствіе чего оно употребляется при сооруженіи плотинъ на всѣ подводныя части, а также для устройства вододѣйствующихъ колесъ; благодаря тому, что тѣло ели насыщено смолой, оно, находясь постоянно въ водѣ, держится довольно долго, особенно молодая. тамъ же гдѣ дерево бываетъ, то подъ водой, то открытой и доступной воздуху (какъ напримѣръ водоспускъ) оно гораздо слабѣе и дерево 8—10 вершковъ рѣдко выдерживаетъ болѣе 20-ти лѣтъ. Въ заключеніе скажемъ объ этой породѣ, что таковая чрезвычайно долговѣчна и не прихотлива, почему и распространена почти во всей Россіи, особенно въ средней и сѣверной ея части, и вслѣдствіе огромнаго количества, ель дешевле всѣхъ остальныхъ породъ.

За елью самой распространенной породой и самой общепотребительной во всѣхъ отрасляхъ промышленности слѣдуетъ сосна. Дерево это отличается замѣчательной мягкостью, чистотой и бѣлизной; сосна болѣе прочное дерево чѣмъ ель, особенно на открытомъ воздухѣ, она не такъ скоро поддается разрушенію, не коробится и не трескается, да и не только на воздухѣ но и на землѣ дерево это устойчивѣе ели; бывали случаи гдѣ сосна, находясь въ землѣ по двѣсти лѣтъ, сохраняла свое тѣло совершенно здоровымъ, за исключеніемъ тонкаго наружнаго слоя, который слегка подпирѣвалъ. Сосна чѣмъ старше, тѣмъ прочнѣе и лучше, тѣло-же молодой сосны чрезвычайно пористо и не прочно, вслѣдствіе малаго содержанія смолы, каковой дерево дѣлается богатой только подъ старость. Отличительные признаки хорошей

сосны состоятъ въ томъ, что цвѣтъ ея древесины желтый или красный, сосна-же, имѣющая бѣлую древесину съ толстыми годовичными слоями, настолько плохое и слабое дерево, что уступаетъ во всѣхъ отношеніяхъ хорошей ели; тогда какъ сосна красная или желтая предпочитается даже дубу, особенно при водяныхъ сооруженіяхъ. Сосна достигаетъ до двухсотъ и болѣе лѣтъ, и чѣмъ она старше, тѣмъ лучше и прочнѣе. Всѣхъ кубическаго фута сосны равенъ приблизительно 35 фунтамъ, крѣпость-же ея при разрывѣ вдоль волоконъ въ квадратномъ дюймѣ сѣченія бываетъ приблизительно отъ 150 до 350 пудовъ.

Ольха. Упомянувъ о достоинствахъ и недостаткахъ первыхъ вышеописанныхъ трехъ породахъ дерева, мы не можемъ не прибавить нѣсколько словъ объ ольхѣ, которая успѣшно растетъ во всѣхъ частяхъ нашего обширнаго отечества, особенно по окраинамъ болотъ, рѣкъ и вездѣ, гдѣ есть вода.

Дерево это считается весьма слабымъ и мало пригоднымъ, какъ строевой или подѣлочный матеріалъ, но за то черная ольха отличается чрезвычайной прочностью для всевозможныхъ водяныхъ сооружений, специалисты говорятъ, что черная ольха, имѣя драгоцѣнное качество сохраняться подъ водой, не замѣнима тамъ, гдѣ строятся плотины, особенно высоко цѣнится это дерево для постройки колодезныхъ срубовъ, водопроводныхъ трубъ и свай, вбиваемыхъ въ болотистую почву. Дерево это довольно долговѣчно и подъ старость достигаетъ 10—12 сажень вышины при толщинѣ у основания иной разъ до 1¼ аршина: при чемъ оно растетъ довольно ровно, сохраняя хорошую цилиндрическую форму.

Ива, ракита, ветла, верба (цоколь).

Въ заключеніе не лишнимъ будетъ сказать нѣсколько словъ о деревѣ, которое носить столько различныхъ названій. Какъ строительный матеріалъ, оно, конечно, совершенно непригодно, благодаря своей непрочности, но ива имѣетъ нѣкоторыя другія незамѣнимыя качества, къ которымъ, во-первыхъ, слѣдуетъ отнести ея воспріимчивость къ мало-мальски влажной почвѣ, гдѣ она чрезвычайно быстро пускаетъ корни, даже будучи вѣнта въ формѣ очищеннаго кола, что много способствуетъ прочности земляныхъ сооружений. Она какъ-бы связываетъ землю. дѣлаетъ ее неразмываемой. Второе достоинство ивы — ея чрезвычайная гибкость. Ее можно переплетать, не опасаясь перелома въ вѣтвяхъ, такимъ образомъ при сооруженіяхъ земляныхъ плотинъ не мѣшаетъ землю заключать между ивовыхъ перегородокъ, которыя будутъ служить какъ-бы щитомъ положенной землѣ.

Г Л А В А V.

Количество протекающей въ рѣкахъ воды постоянно колеблется, подчиняясь вліянію дождей и жары, т. е. зависитъ отъ временъ года. Наибольшій уровень, конечно, бываетъ весною, во время половодья и наименьшій въ то время лѣтней поры, когда дожди выпадаютъ рѣдко и рѣка не получаетъ достаточнаго питанія. Это случается обыкновенно въ іюнѣ, іюлѣ, отчасти въ августѣ и зимою въ январѣ и февралѣ, когда отъ сильныхъ морозовъ незначительныя рѣчки промерзаютъ чуть-ли не до самаго дна и по ихъ руслу бѣжитъ почти незамѣтная струйка воды. Въ Средней Россіи, гдѣ морозы не бываютъ слишкомъ устойчивыми, рѣки не промерзаютъ такъ глубоко, но все же объемъ протекающей въ нихъ воды замѣтно уменьшается.

Величина же разливовъ зависитъ отъ времени, въ которое успѣетъ стаять снѣгъ, лежащій въ долинѣ рѣки. Если таяніе будетъ происходить постепенно, то опасаться большого разлива нѣтъ основаній, но иногда весна быстро вступаетъ въ свои права и солнце въ нѣсколько дней стогнаетъ съ полей весь лежащій на нихъ снѣгъ, тогда русло рѣки переполняется и она заливааетъ окрестности, часто превращаясь изъ незначительнаго ручейка въ бурную и грозную рѣку.

Бюффонъ замѣтилъ, что высота разлива, или подъемъ воды во время половодья, бываетъ обыкновенно больше въ верхнихъ частяхъ рѣки, чѣмъ въ нижнихъ, ближайшихъ къ

ея устью. Объясняется это отчасти тѣмъ, что полая вода разливаясь по сторонамъ, наполняетъ встрѣчающіяся на ея пути углубленія и канавы, нѣкоторое количество ея уходитъ въ почву, и такимъ образомъ, не вся вода доходитъ до устья.

Большая часть рѣкъ вскрывается и очищается отъ льда въ своихъ верховьяхъ, а потомъ уже все ниже и ниже. Часто ледоходъ, начинающійся въ верховьяхъ рѣки, образуетъ заторы или зажоры, которые, образуя собою какъ-бы плотину, грозятъ наводненіемъ и почти прерываютъ дальнѣйшее теченіе рѣки.

Г. *Андреевъ* рассказываетъ, что въ 1758 году, по вскрытіи Невы, сильнымъ сѣверо-восточнымъ вѣтромъ нагнало льду изъ Ладожскаго озера въ Неву такое количество, что онъ массою сконился у Красныхъ Сосенъ и сдѣлалъ сильнѣйшій заторъ, который образовалъ собою плотину и заградилъ теченіе рѣки. Вода около Шлиссельбурга, на истокѣ Невы, поднялась весьма высоко.—такого подъема не помнили и старожилы; ниже же мѣстности Красныхъ Сосенъ вода упала до удивительно низкаго уровня. Жители по осушенному ложу рѣки находили много якорей, цѣнныхъ канатовъ и свободно вывели на лошадяхъ желѣзо, утонувшее съ баркою около пороговъ въ 1824 году. Въ самыхъ же порогахъ русло рѣки такъ сѣзилось, что похоже было на весьма маленькую рѣчку. Къ сожалѣнію, не отъ кого было узнать о продолжительности такого явленія и о мѣрѣ паденія рѣки.

Около 1830 годовъ на Москвѣ рѣкъ произошелъ почти однородный случай. Вслѣдствіе сильныхъ дождей и оттепели въ декабрѣ мѣсяцѣ на рѣкѣ образовался ледоходъ. Но затѣмъ быстро установились сильные морозы. Высота разлива упала менѣе чѣмъ въ два дня и по рѣкѣ образовалось множество ледяныхъ заторовъ. Лдины громоздились одна на другую и смерзались, образуя цѣлыя ледяныя горы. Въ такомъ видѣ ледъ оставался до весны.

Въ Средней Россіи большая часть рѣкъ вскрывается въ концѣ марта, при чемъ ледоходъ на малыхъ рѣчкахъ начинается всегда недѣлю ранѣе, нежели на рѣкахъ средней величины, а послѣднія, въ свою очередь, вскрываются ранѣе большихъ рѣкъ.

Инженеръ *Валлесъ* замѣчаетъ, что наибольшую опасность во время разлива представляетъ скорость теченія, а не объемъ воды. Убытки будутъ одинаковы, если, напримѣръ, вода толстымъ или тонкимъ слоемъ покроетъ засѣянные поля. Къ сожалѣнію, вода не сходитъ медленно, а уноситъ все встрѣчающееся на ея пути, смываетъ воздѣланную почву, вырываетъ съ корнемъ деревья и вообще быстрымъ теченіемъ причиняетъ массы убытковъ. Слѣдовательно, чтобы уменьшить вредное дѣйствіе воды, нужно умѣрить скорость теченія. Поперечныя плотины и резервуары въ верховьяхъ рѣкъ могутъ оказать нѣкоторую услугу, но большинство инженеровъ предпочитаютъ устройство продольныхъ береговыхъ плотинъ.

Вообще же всѣ до сихъ поръ придуманные способы для предупрежденія наводненій, не вполне достигаютъ своему назначенію.

Д. Нелловъ приводитъ 7 употребляемыхъ системъ для возможнаго предупрежденія вредныхъ послѣдствій разлива рѣкъ:

1) Образованіе резервуаровъ, имѣющихъ цѣлью отводъ и задержаніе разрушительной части разлива, которые умѣряли бы стокъ водъ и дѣлали его постепеннѣе; 2) устройство поперечныхъ плотинъ, какъ водоспускныхъ, такъ и водосливныхъ, въ верховьяхъ рѣкъ съ тою же цѣлью; 3) устройство отводныхъ каналовъ и канавъ; 4) устройство продольныхъ береговыхъ плотинъ и мѣстами въ нихъ водосливныхъ спусковъ, для предохраненія плотинъ отъ прорыва въ случаѣ слишкомъ высокихъ водъ; 5) облѣсеніе и газонированіе горъ

въ бассейнахъ рѣкъ; 6) страхованіе отъ наводненій и 7) недопущеніе закономъ построекъ въ определенной чертѣ рѣчной долины, могущей подвергнуться наводненію вслѣдствіе разлива.

Во время разливовъ вода производитъ разрушительное дѣйствіе на русла рѣкъ, особенно у насъ въ Россіи, гдѣ почва отличается рыхлостью. Почти всѣ измѣненія, происходящія въ руслахъ рѣкъ, совершаются подъ вліяніемъ большихъ разливовъ.

Чтобы составить себѣ болѣе ясное представленіе о силѣ воды во время наводненій и разливовъ, возьмемъ для примѣра небольшую рѣчку Сестру, гдѣ протекаетъ во время половодья въ каждую секунду объемъ воды въ 4000 кубич. футовъ или 11,6 кубич. саженой. Зная, что кубическая сажень вѣситъ 593 пуда, то рѣка несетъ въ каждую секунду приблизительно 7000 пудовъ воды. Въ виду того, что скорость теченія во время разливовъ увеличивается, иногда доходить даже до 46 футовъ въ секунду, мы можемъ взять за среднюю скорость въ 20 футовъ. По вычисленіи мы увидимъ, что живая сила этой массы воды будетъ равна 43750 пудофутамъ или 2916 паровымъ лошадямъ въ секунду.

Такъ какъ 7000 пудовъ вѣситъ приблизительно желѣзнодорожный поѣздъ съ 10-ю вагонами, а скорость въ 20 футовъ составляетъ скорость товарныхъ поѣздовъ, то слѣдовательно рѣчка Сестра во время разлива, на всякое встрѣчающееся на ея пути препятствіе оказываетъ такое же давленіе, которое оказалъ бы товарный поѣздъ съ десятью вагонами. Наблюденія показываютъ, что вообще увеличеніе объемовъ воды во время половодья въ сравненіи съ нормальнымъ теченіемъ, болѣе замѣтно на рѣкахъ средней и малой величины. Такъ, напримѣръ, Рейнь увеличивается отъ 11 до 14 разъ. Рѣка же Рузъ (одинъ изъ притоковъ Рейна) увеличивается въ своемъ объемѣ отъ 150 до 200 разъ.

Рѣка Маасъ отъ 18 до 23, Саона въ 30 разъ; Мозель въ 98 разъ; Гаррона въ 158 разъ; Торнъ въ 266 разъ; Луара въ 312 разъ; Аллье въ 375 разъ.

Разумѣется, во время ускореннаго теченія воды, рѣки перемѣщаютъ за собой грунтъ, лежащій на днѣ, какъ-то песокъ, глину и, при скорости 3 футовъ въ секунду, камни величиною въ куриное яйцо. Упираясь въ рѣчныя извилины воды размываютъ берега и тѣмъ способствуютъ уклоненію русла. „Во время сильныхъ разливовъ рѣкъ, вода производитъ весьма разрушительныя дѣйствія на сооруженія, о которыхъ иногда нельзя составить себѣ понятія, имѣя въ виду только дѣйствія воды при нормальномъ состояніи рѣки; такъ что по этимъ дѣйствіямъ никакъ нельзя заключить, что можетъ произвести вода во время такихъ наводненій, которыя едва случаются одинъ разъ въ столѣтіе. Можно указать на два примѣра достойныхъ вниманія въ мѣстности у водопада Сабо на р. Тарнѣ (правый притокъ Гаронны), на милю вверхъ отъ Альби. Рѣка въ этомъ мѣстѣ какъ-бы преграждена массою скалъ, сквозь которыя, въ отдаленную эпоху и при обстоятельствахъ вѣроятно иныхъ отъ настоящаго ея состоянія, она пробила себѣ проходъ, подобный огромной трещинѣ, въ которой она падаетъ каскадомъ высотой въ 65.6 футовъ.

Скалы состоятъ изъ мягкаго слюдистаго или тальковаго сланца, заключающаго въ себѣ вкраины кварца. Ихъ поверхность, находящаяся внѣ воды, вслѣдствіе дѣйствія атмосферы, постоянно разрушается; сланецъ превращается въ землистое состояніе, а вкраины кварца освобождаются. Во время разлива или наводненій, нѣкоторые изъ кругляковъ кварца (т. е. камней твердой, кремнистой породы) попадаютъ въ углубленіе скалъ. Когда наводненіе увеличивается и скорость теченія значительно возрастаетъ, часто образуются въ водѣ водовороты надъ вышеуказанными углубле-

ніями скалъ: тогда вода подхватываетъ въ своемъ вращательномъ движеніи куски кремня или кварца, придаетъ имъ быстрое вращательное движеніе вокругъ вертикальной оси воронки водоворота и, дѣйствуя какъ сверломъ, пробуриваетъ въ мягкой массѣ, размягченной еще вслѣдствіи затопленія ея водою, совершенно цилиндрическія углубленія съ гладкими стѣнками, имѣющія иногда до $6\frac{1}{2}$ футовъ глубины; на днѣ нѣкоторыхъ изъ нихъ можно еще видѣть тѣ самые кремни, которые произвели это сверленіе. Этотъ фактъ указываетъ, какъ сильно должно быть на днѣ рѣкъ дѣйствіе водоворотовъ, образующихся при большихъ наводненіяхъ, въ особенности когда потокъ несетъ камни; тогда они дѣлаются настоящими каменными водоворотами*.

„Въ одно изъ наводненій р. Тарна, когда воды этой рѣки подыались почти на сорокъ футовъ выше своего обыкновеннаго уровня, вода вытекала изъ расщелины скалъ, преграждавшихъ ей путь у водопада Сабо, съ ужасающей скоростью: вправо и влево отъ этого главнаго потока ниже водопада образовались два противоположныя, восходящія теченія, устремлявшіяся вдоль прилегающихъ береговъ съ такою силою, что вода вырвала и опрокинула вверхъ по теченію главной рѣки большія тополи, которыя росли на одномъ изъ береговъ и которыя я видѣлъ въ этомъ положеніи спустя нѣсколько дней послѣ наводненія*)

Во время разливовъ вода очень часто вырываетъ деревья, растущія на берегахъ; и эти деревья, упавая въ русло, заносятся иломъ и засоряютъ дно, препятствуя теченію. Поэтому въ небольшихъ рѣчкахъ полезно время отъ времени прочищать русло и тѣмъ значительно увеличить притокъ воды.

Выше мы говорили, что во время наводненій воды рѣки несутъ съ собою песокъ, мелкіе камни, илъ и землю. Когда

* Traité d'hydraulique, par D'auhuissoude Voisins. Paris. 1840.

вода спадаетъ и рѣка принимаетъ свой нормальный видъ, этотъ песокъ и вообще все, что влечетъ съ собою вода, осаждается на берега и тѣмъ постепенно поднимаетъ ихъ.

Причиною подъема рѣчныхъ береговъ, говоритъ Ляйэлонъ, служить слѣдующее: когда воды, обременныя осадкомъ, переливаются черезъ берега въ пору половодья, скорость ихъ теченія задерживается травами, тростниками, кустарниками и онѣ тотчасъ же осаждаютъ обременяющія ихъ болѣе крупныя и песчаныя части. Но мельчайшія частицы ила уносятся далѣе, такъ что на разстояніи почти двухъ миль (рѣчь идетъ о Миссисипи), осаждается только пленка тонкой глины, образуя густую, маслянистую, черную почву, которая постепенно обволакиваетъ основанія деревъ, растущихъ по окраинамъ болотъ. Нѣкоторые изъ раннихъ географовъ неправильно, говоритъ онъ, описывали Миссисипи, какъ рѣку протекающую по вершинѣ длиннаго холма или вала въ долину. Въ дѣйствительности она течетъ въ руслѣ отъ 100 до 200 и болѣе футовъ глубиною; ея берега образуютъ длинныя полосы земли, параллельныя теченію главнаго потока и болотамъ, лежащимъ по обѣимъ ея сторонамъ. Эти обширныя болота, обыкновенно покрыты лѣсомъ, хотя и затопляются въ теченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, рѣдко лежатъ ниже 15 футовъ противъ верхняго уровня береговъ. Иногда и самые берега затопляются, но обыкновенно стоятъ надъ водою и имѣютъ до 3 верстъ въ ширину. Они слѣдуютъ за всѣми извилинами великой рѣки, а близъ Новаго Орлеана приподняты искусственными плотинами, въ которыхъ рѣка иногда, съ прибылью воды, дѣлаетъ большіе прорывы и наводняетъ прилежащія низменности и болота и даже не щадитъ низкихъ улицъ обширнаго города.

Наростаніе береговъ не только вредно, но и прямо губительно отзывается на заливныхъ лугахъ, которые засариваются, растительность на нихъ съ каждымъ годомъ убы-

васть и ухудшается, и въ концѣ концовъ и сами луга превращаются въ болота. Подобное явленіе можно увидѣть на долинахъ рѣкъ Москвы и Днѣпра. Остается ли неизмѣннымъ вообще все количество воды на земной поверхности? Не убываетъ ли она постепенно? Отвѣтить на эти вопросы чрезвычайно трудно, и мнѣнія различныхъ ученыхъ расходятся. Одни говорятъ, что при образованіи минераловъ, вода играетъ важную роль, а слѣдовательно и поглощается ими, другіе же находятъ, что количество воды на земномъ шарѣ никогда не измѣняется. Кто въ данномъ спорѣ является правой стороной, рѣшить, конечно, трудно, можно привести только по этому поводу мнѣнія различныхъ ученыхъ.

Гагенъ и *Маасъ* не рѣшаются положительно высказаться по вопросу объ уменьшеніи проточныхъ водъ, такъ какъ наблюденія показываютъ лишь высоту уровня въ рѣкѣ, но не количество протекающей въ ней воды. Они соглашаются съ дѣйствительнымъ уменьшеніемъ уровня Эльбы и Рейна, но приписываютъ это уменьшеніе тому, что мѣстами эти русла углубились и поэтому при одинаковомъ объемѣ воды, уровень ея долженъ былъ понизиться. Во время же половодья увеличивается объемъ и скорости воды и тѣмъ пополняетъ убыль въ высотѣ уровня, замѣняемую остальныя времена года.

Вексъ опровергаетъ это мнѣніе ввиду слѣдующихъ соображеній: 1) если въ верхнемъ теченіи Эльбы русло и было углублено, то взамѣнъ того, вслѣдствіи наносовъ, оно должно было подняться въ среднемъ и нижнемъ теченіи, а слѣдовательно тамъ долженъ былъ бы подняться и уровень воды, а между тѣмъ онъ понизился; 2) близъ Орсовы, недалеко отъ Желѣзныхъ воротъ, Дунай на протяженіи 16 миль прорывается сквозь горный кряжъ и въ продолженіи тысячу лѣтъ, вслѣдствіе твердости породъ, русло его здѣсь не измѣнилось, а именно въ этомъ мѣстѣ 32 лѣтнія наблюденія показываютъ наибольшее уменьшеніе уровня; 3) хотя объемъ

воды, протекающей въ половодье. и великъ, но онъ не въ состояніи вознаградить убыль воды въ остальное время года. Половодье въ Германіи продолжается отъ 10 до 20 дней въ году; самый низкій уровень водъ продолжается 40 — 50 дней, а средній или нормальный, продолжается около 300 дней; а потому при вычисленіи средней годичной высоты уровня водъ, нормальный уровень оказываетъ наибольшее вліяніе на результатъ.

Вексъ полагаетъ, что уменьшеніе водъ происходитъ не только въ Германіи, но и въ остальныхъ странахъ Европы и другихъ частяхъ свѣта. Обмелѣнію рѣкъ и исчезновенію водъ онъ приписываетъ безплодіе Персіи, Палестины, Испаніи и Сициліи, когда-то отличавшихся богатою растительностью и плодородіемъ.

Главною причиною исчезновенія источниковъ *Вексъ* считаетъ истребленіе лѣсовъ.

Другой ученый геологъ, *Мурчисонъ*, послѣ путешествія по Россіи въ 1842 году, на вопросъ покойнаго Государя Николая Павловича: „что всего болѣе въ Россіи привлекло его вниманіе и поразило его при обозрѣніи страны?“, отвѣтилъ: „меня всего болѣе поразила та быстрота, съ которою истребляются лѣса по всему пространству вашего государства. Я не могу не заявить о томъ Вашему Величеству и умоляю васъ, во имя человѣчества, принять теперь же самыя энергическія мѣры къ прекращенію этого безразсуднаго расхищенія, грозящаго гибелью вашему прекрасному отечеству“.

Истребленіе лѣсовъ отражается также и на новоденіяхъ, которыя становятся опустошительнѣе и губительнѣе.

Ученые, производившіе въ 1861 году наблюденія надъ половодіями во Франціи, нашли, что лучшимъ средствомъ противъ наводненій служитъ насажденіе лѣсовъ: „достаточно данное пространство, находящееся въ равныхъ условіяхъ съ другимъ, ему сосѣднимъ, обезлѣситъ на половину, чтобы тотчасъ *увеличить вдвое* наводняющую способность“.

Съ цѣлю узнать, мелѣютъ ли наши рѣки въ такой же степени, какъ германскія, мы предложили нѣсколько вопросовъ старожиламъ въ верховьяхъ рѣки Москвы и отъ нихъ узнали въ теченіи послѣднихъ 50 лѣтъ количество воды въ Москвѣ рѣкѣ, уменьшилось по крайней мѣрѣ на $\frac{1}{3}$; всѣ плеса стали гораздо мельче, за то осенью 1866 года было подрядъ 10 наводненій, весною же 1879 года былъ такой разливъ, какого даже не запомнятъ; количество идущаго льда значительно уменьшилось, притоки совсѣмъ обмелѣли и гдѣ раньше работали мельницы, за недостаткомъ воды принуждены были ихъ уничтожить. Такимъ образомъ уничтожено и снесено 10 мельницъ. За это же время на какихъ-нибудь 30 верстахъ теченія Москвы рѣки вырублено до 6,000 десятинъ лѣса, изъ которыхъ 5,000 на самыхъ ея истокахъ.

Изъ этого видно, насколько правиленъ взглядъ *Векса* на истребленіе лѣсовъ и его послѣдствія.

Коммиссія Императорской С. - Петербургской Академіи Наукъ, изъ академиковъ: *Гельмерсена*, *Гадолина* и *Вильда*, вообще соглашается со взглядами и доводами *Векса*, въ особенности относительно вліянія истребленія лѣсовъ.

Кромѣ того, коммиссія находитъ, что слѣдуетъ точнѣе различить слѣдующія два вопроса: 1) уменьшилось ли въ историческое время абсолютное количество протекающей по рѣкамъ воды? и 2) измѣнилось ли болѣе или менѣе значительно распредѣленіе по временамъ года количество рѣчной воды, независимо отъ перемѣнъ въ общемъ ея годовомъ количествѣ?

Первый вопросъ коммиссія оставляетъ открытымъ, не считая возможнымъ отвѣтить на него удовлетворительно ввиду того, что 1) пространство, занимаемое океанами, остается постояннымъ; 2) если количество воды въ одной рѣкѣ уменьшится, то въ другой можетъ увеличиться; 3) измѣненія въ

количествѣ испаряющейся воды ничтожны сравнительно съ количествомъ паровъ, приносимыхъ вѣтрами. и 4) наблюденія надъ количествомъ ежегодно выпадающей атмосферной влаги въ Западной Европѣ не показываютъ измѣненія этого количества ни въ одномъ изъ рѣчныхъ бассейновъ.

На второй вопросъ коммиссія отвѣчаетъ, „что лѣса и болота должны безспорно считаться регуляторами атмосферной влаги и количества стекающей по рѣкамъ воды, а потому истребленіе лѣсовъ и осушеніе болотъ, какъ это подтверждаетъ, повидимому, и опытъ, должны производить болѣе неравномѣрное, противъ прежнихъ лѣтъ, распредѣленіе стекающихъ по обнаженной мѣстности въ продолженіи года рѣчныхъ водъ“.

Всякая плотина устраивается съ цѣлью задержанія воды, слѣдовательно она должна противостоять ея напору и просачиванію. Въ этой главѣ мы постараемся вкратцѣ изложить нѣкоторыя свойства воды, которыя надо имѣть въ виду при построеніи плотины.

Вода извѣстна намъ въ трехъ видахъ: въ жидкомъ, твердомъ и газообразномъ, т.-е. какъ вода, какъ ледъ и какъ пары. Изъ того, что ледъ плаваетъ въ водѣ, мы можемъ заключить, что онъ легче воды, какъ и пары, стремясь въ высоту указываютъ, что они легче воздуха. Въ каждое изъ этихъ состояній вода приходитъ подъ вліяніемъ температуры. При охлажденіи воздуха до извѣстнаго градуса, вода замерзаетъ, а при нагрѣваніи его, обращается въ пары; вода служитъ для опредѣленія вѣса русскаго фунта; такъ ведро вмѣщаетъ 750,57 куб. дюймовъ воды и вѣситъ 30 фунтовъ, слѣдовательно фунтъ=25,019 куб. дюймовъ воды.

Вода имѣетъ свойство проникать во всѣ тѣла, даже обладающія значительной плотностью. Она просачивается, на примѣръ, сквозь пластинку кованаго золота, имѣющую порядочную толщину.

Капитанъ *Скорезби* рассказываетъ, что дерево бота (родъ лодки), внезапно увлеченнаго китомъ на большую глубину, до того пропиталось водою, проникнувшею въ его поры, вслѣдствіе огромнаго давленія воды на этой глубинѣ моря, что тонуло въ водѣ какъ камень, спустя цѣлый годъ послѣ того, какъ было вытащено со дна.

Но въ то же время, дерево, пропитанное соленою водою, сопротивляется гніенію и тѣ части плотины, которыя постоянно находятся подъ водою, хорошо и долго сохраняются. Скоро же сгниваютъ тѣ части, которыя подвержены попеременно то смачиванію, то высыханію.

Эта способность воды проникать въ малѣйшія щели, просачиваться сквозь матерьялъ, совместно съ другой способностью увеличивать свой объемъ на 1-у часть при замерзаніи, расширяться или занимать большее пространство превращаясь въ ледъ, дѣлаютъ очень затруднительными всѣ гидротехническія сооруженія, особенно при холодномъ климатѣ.

Въ моментъ замерзанія разширеніе происходитъ настолько быстро, что силою его можно разорвать самые крѣпкіе сосуды. Всякому, конечно, извѣстно, какъ разрываются кадки и бочки, наполненныя водою и оставленныя на морозѣ.

Такимъ образомъ мы знаемъ, что съ пониженіемъ температуры плотность воды увеличивается, или въ томъ же объемѣ вѣсъ ея становится болѣе. Изъ этого можно заключить; что при переменахъ температуры и работа воды измѣняется. Впервые наблюденіе это было сдѣлано *Бюффономъ*.

„При устройствѣ желѣзныхъ заводовъ, въ которыхъ различная скорость воды можетъ быть опредѣляема съ достаточной точностью, я сдѣлалъ совершенно новое наблюденіе. Девять гидравлическихъ колесъ приводятъ въ движеніе различные механизмы завода; одни изъ нихъ получаютъ движеніе подъ напоромъ воды въ два и три фута, а другія подъ напоромъ въ пять и шесть футовъ. Я былъ довольно

удивленъ сначала, замѣтивъ, что всѣ эти колеса ночью вращались скорѣе, чѣмъ днемъ, и что эта разница была тѣмъ больше, чѣмъ напоръ былъ выше и ходъ воды изъ подъ щита на колеса толще. Напримѣръ, если вода имѣла шесть футовъ напора или скорость воды, падающей на колесо, происходила отъ напора воды въ шесть футовъ, и если отверстіе подъ щитомъ для прохода воды было въ два фута высотой, колесо ночью вращалось на $\frac{1}{10}$, а иногда на $\frac{1}{9}$ скорѣе, чѣмъ днемъ, при меньшей высотѣ напора воды разница между скоростями вращенія колеса ночью и днемъ была менѣе, но все-таки достаточно чувствительна, чтобы быть замѣченной. Я убѣдился въ этомъ фактѣ, дѣлая бѣлые знаки на колесахъ и считая съ секундными часами число ихъ оборотовъ въ данное время, какъ ночью, такъ и днемъ; и я постоянно находилъ, при большомъ числѣ наблюдений, что время наибольшей скорости вращенія колесъ былъ самый холодный часъ ночи, и напротивъ, наименьшей скорости—моментъ самага сильнаго жара днемъ. Затѣмъ я такимъ же образомъ убѣдился, что скорость вращенія всѣхъ колесъ вообще, больше зимою, чѣмъ лѣтомъ“.

Изъ выше приведеннаго мы видимъ, какое вліяніе имѣетъ температура на работу воды.

Зная, что всѣхъ кубическаго фута воды вѣсить приблизительно 1,7 пуда, давленіе воды на каждый квадратный футъ глубины будетъ соотвѣтствовать 1.7 пудамъ. Допустимъ, что глубина пруда составляетъ 10 футовъ, то давленіе воды на каждый квадратный футъ дна будетъ 17 пудовъ. При этомъ мы должны принять во вниманіе, что сама вода подвергается давленію атмосферы, величина котораго составляетъ на квадратный футъ приблизительно 58 пудовъ, слѣдовательно все давленіе на квадратный футъ дна взятаго нами пруда будетъ равно 75 пудамъ.

Такъ какъ давленія воды на стѣну плотины у самой по-

верхности нѣтъ вовсе, а оно появляется и увеличивается съ каждымъ футомъ глубины, т.-е. достигаетъ наибольшаго развитія у самаго дна, намъ нѣтъ необходимости дѣлать толщину плотины вездѣ одинаковой. Дабы сохранить матерьялъ, мы должны дѣлать плотину толще къ низу и тоньше вверху.

Точно также, если сторонѣ плотины, обращенной къ водѣ, мы дадимъ наклонное положеніе, т.-е. сдѣлаемъ земляную насыпь въ видѣ отлогого откоса, то давленіе воды будетъ обращено на эту насыпь и вмѣсто того, чтобы стараться сдвинуть плотину съ ея основанія, оно будетъ прижимать ее къ этому основанію.

На рѣкахъ, обильныхъ весеннимъ ледоходомъ, устройство каменныхъ плотинъ представляется неосновательнымъ.

Въ самомъ дѣлѣ, если льдина, плывущая съ нѣкоторой скоростью, ударяется о мягкій бокъ земляной плотины, то она производитъ въ немъ углубленіе, ударъ смягчается, и затѣмъ сила льдины парализуется. Въ случаѣ же каменной плотины, ударъ объ нее произойдетъ при другихъ условіяхъ. Ударъ плывущей льдины произойдетъ быстрѣе, а слѣдовательно и силы ея должны также быстро пропасть. Такой ударъ производитъ сильное сотрясеніе каменной глыбы и отразится на цементныхъ сцѣпленіяхъ, т. е. будетъ разрушителемъ для всей плотины. Поэтому, въ нѣкоторыхъ губерніяхъ для предохраненія каменныхъ плотинъ отъ слишкомъ сильныхъ ударовъ, ихъ обшиваютъ деревомъ.

Г. Майеръ приводитъ слѣдующій весьма интересный примѣръ ослабленія силы удара, черезъ уменьшеніе скорости: „Плотину на рѣкѣ Раковкѣ (Тульской губ.), до 1823 года каждый годъ передъ полою водою разбирали. Въ этомъ году я устроилъ ее вновь и рѣшился удержать ледъ на прудѣ тремя рядами свай, чтобы не разбирать плотины, что всегда останавливало дѣйствія винокуреннаго завода. Полая вода

1845 года, сокрушивъ большую часть плотинъ, неминуемо подвергла бы тому же и здѣшнюю, если бы ее не спасла счастливая, но довольно смѣлая мысль. Уже ледъ здѣшняго пруда кое-какъ проводили и думали, что этимъ кончено, какъ вдругъ 22 апрѣля неожиданно принесло ледъ съ пяти верхнихъ прудовъ, который считали уже прошедшимъ. Онъ дошелъ до перваго ряда свай, набитаго для подобнаго случая въ 350 саженьяхъ отъ плотины, проломилъ его съ перваго соприкосновенія, и двинулся къ плотинѣ. Къ счастью я узналъ объ этомъ довольно скоро, отправился на плотину и увидѣлъ приближающуюся огромную массу льда, отъ которой ближайшій рядъ свай и плотина никакъ не могли устоять. Это дѣло было большей важности, ибо, если бы ледъ сломилъ плотину, то та же участь постигла бы три моста и можетъ быть другую мельницу. Не знаю, какъ-то я, сверхъ чаянія, нашелся и велѣлъ запереть воду, что людей весьма удивило. такъ что я принужденъ былъ свое приказаніе повторить три раза. Увидѣвши потомъ, что ледъ, по поднявшейся тотчасъ водѣ, надвинулся большею частью на берега, я приказалъ шедшую черезъ всю плотину воду по малу спустить (я на это могъ рѣшиться, бывъ увѣренъ въ крѣпости самой плотины, которую эта вода безъ льда снести не могла). Такимъ образомъ, вода умѣреннымъ стремленіемъ принесла оставшійся на стремѣ ледъ, къ послѣднему передъ плотиною ряду свай, гдѣ онъ и остановился. На другой день утромъ всѣ съ удивленіемъ смотрѣли, на остальные массы льда, обмелѣвшія по берегамъ, отъ которыхъ, если бы онѣ пришли къ плотинѣ со всего разбѣга, ни эта 23-лѣтняя и никакая другая плотина не могла бы устоять“.

Въ дѣйстви воды на плотину мы различали, постоянное и равномерное ея давленіе, усиленное давленіе во время дождей и половодья, и наконецъ, *силу удара*, который въ 3 или 4 раза дѣйствуетъ на плотину разрушительнѣе, нежели

постоянное давленіе, хотя дѣйствіе его и очень кратковременно.

Допустимъ, что во время дождей или весенняго половодья, послѣдними прорвало выше нашей лежащую плотину, тогда вся скопленная масса воды устремляется на нашу плотину ввидѣ волны, нерѣдко достигающей аршинной высоты и эта волна силою перваго удара можетъ снести и нашу плотину, а затѣмъ, все увеличиваясь, устремится по рѣкѣ внизъ, истребляя всѣ встрѣчающіяся на ея пути преграды.

Вотъ почему мы должны обратить особенное вниманіе на прочность сооруженія и изъ всего сказаннаго заключить, что чѣмъ откосъ плотины, обращенный противъ теченія воды, будетъ болѣе наклоненъ къ горизонту, или чѣмъ онъ будетъ отложе, тѣмъ дѣйствіе на него воды будетъ слабѣе.

Теперь намъ необходимо умѣть опредѣлить скорость теченія воды, въ тѣхъ случаяхъ, которые относятся къ устройству плотинъ. Только зная скорость теченія воды, мы можемъ опредѣлять объемъ ея, протекающій въ ручьяхъ, рѣчкахъ и каналахъ, или проходящія сквозь отверстія въ плотинахъ на гидравлическіе приѣмники, и согласуясь съ этимъ объемомъ давать имъ надлежащіе размѣры; равнымъ образомъ намъ необходимо умѣть опредѣлять скорость воды, притекающей на гидравлическіе приѣмники, такъ какъ отъ этой скорости зависитъ количество ихъ полезныхъ дѣйствій.

Извѣстно, что движеніе воды въ рѣкахъ и каналахъ происходитъ отъ наклоннаго положенія русла, по которымъ они протекаютъ, при чемъ не русла образуютъ рѣки, а наоборотъ, рѣки ищутъ болѣе удобныхъ руселъ, т. е. такихъ, которыя даютъ постепенно наклонную плоскость. Сплошь и рядомъ намъ встрѣчаются рѣки, идущія въ одномъ направленіи и вдругъ дѣлающія крутой поворотъ и принимающія совершенно противоположное, по въ то же время параллельное первоначальному своему теченію направленіе.

Возьмемъ какой нибудь резервуаръ, наполненный водою, и сдѣлаемъ въ одной изъ стѣнокъ его отверстіе, то разстояніе, которое будетъ раздѣлять *центръ отверстія* отъ поверхности воды въ резервуарѣ, называется *высотой давленія* или *напоромъ*.

На прилагаемой таблицѣ высота напора обозначена буквою Н, а скорость истеченію буквою V.

На основаніи формулъ, вычисляется скорость истеченія воды чрезъ отверстія, продѣланныя въ бассейнахъ съ свободной поверхностью воды и при напорахъ различной высоты.

Придерживаясь руководящему нами правилу по возможности избѣгать затруднительныхъ формулъ и вычисленій, мы здѣсь приводимъ *таблицу скоростей истеченія воды, соответствующихъ различнымъ высотамъ давленія или напора*.

Если намъ извѣстны скорость истеченія воды и величина площади отверстія, мы можемъ опредѣлить количество воды, вытекающей черезъ это отверстіе. Положимъ, въ стѣнкѣ сосуда или бассейна есть круглое отверстіе, сквозь которое вытекаетъ непрерывная струя воды, имѣющая форму цилиндрическаго тѣла, котораго діаметръ равенъ діаметру отверстія, а длина равна скорости вытекающей воды или разстоянію, проходимому частицами воды въ теченіи одной секунды времени, и объемъ вытекающей воды будетъ равенъ объему этого цилиндрическаго тѣла.

Такимъ образомъ, если черезъ S обозначимъ площадь отверстія и черезъ Q объемъ вытекающей въ секунду воды, то этотъ объемъ будетъ $Q = S \cdot v$.

Высота H въ футахъ.	Скорость V въ футахъ	Высота H въ футахъ.	Скорость V въ футахъ.	Высота H въ фут.	Скорость V въ футахъ.
0,0025	0,4012	0,20	3,5884	1,95	11,2049
0,0050	0,5673	0,25	4,0120	2,00	11,3475
0,0075	0,6949	0,30	4,3949	2,05	11,4886
0,0100	0,8024	0,35	4,7471	2,10	11,6279
0,0125	0,8971	0,40	5,0748	2,15	11,7655
0,0150	0,9827	0,45	5,3827	2,20	11,9015
0,0175	1,0615	0,50	5,6739	2,25	12,0360
0,0200	1,1347	0,55	5,9507	2,30	12,1690
0,0225	1,2096	0,60	6,2154	2,35	12,3005
0,0250	1,2687	0,65	6,4692	2,40	12,4307
0,0275	1,3304	0,70	6,7133	2,45	12,5596
0,0300	1,3897	0,75	6,9488	2,50	12,6867
0,0325	1,4465	0,80	7,1769	2,55	12,8133
0,0350	1,5011	0,85	7,3977	2,60	12,9383
0,0375	1,5538	0,90	7,6122	2,65	13,0621
0,0400	1,6048	0,95	7,8208	2,70	13,1848
0,0425	1,6542	1,00	8,0240	2,75	13,3038
0,0450	1,7021	1,05	8,2222	2,80	13,4267
0,0475	1,7488	1,10	8,4156	2,85	13,5460
0,0500	1,7942	1,15	8,6048	2,90	13,6644
0,0525	1,8385	1,20	8,7899	2,95	13,7817
0,0550	1,8818	1,25	8,9708	3,00	13,8976
0,0575	1,9241	1,30	9,1488	3,05	14,0133
0,0600	1,9655	1,35	9,3231	3,10	14,1277
0,0625	2,0060	1,40	9,4941	3,15	14,2411
0,0650	2,0457	1,45	9,6622	3,20	14,3537
0,0675	2,0847	1,50	9,8270	3,25	14,4655
0,0700	2,1229	1,55	9,9899	3,30	14,5763
0,0750	2,1975	1,60	10,1496	3,35	14,6863
0,0800	2,2695	1,65	10,3070	3,40	14,7955
0,0850	2,3394	1,70	10,4620	3,45	14,9039
0,0900	2,4072	1,75	10,6148	3,50	15,0113
0,0950	2,4732	1,80	10,7653	3,55	15,1183
0,100	2,5374	1,85	10,9138	3,60	15,2245
0,15	3,1077	1,90	11,0603	3,65	15,3298

Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.	Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.	Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.
3,70	15,4345	5,45	18,7322	7,4	21,8276
3,75	15,5385	5,50	18,8180	7,5	21,9746
3,80	15,6417	5,55	18,9033	7,6	22,1206
3,85	15,7442	5,60	18,6882	7,7	22,2657
3,90	15,8461	5,65	19,0728	7,8	22,4098
3,95	15,9474	5,70	19,1570	8,0	22,6953
4,00	16,0480	5,75	19,2409	8,1	22,8367
4,05	16,1480	5,80	19,3243	8,2	22,9772
4,10	16,2474	5,85	19,4075	8,3	23,1169
4,15	16,3461	5,90	19,4902	8,4	23,2558
4,20	16,4443	5,95	19,5726	8,5	23,3938
4,25	16,5418	6,00	19,6547	8,6	23,5310
4,30	16,6389	6,05	19,7364	8,7	23,6674
4,35	16,7354	6,10	19,8178	8,8	23,8030
4,40	16,8313	6,15	19,8989	8,9	23,8379
4,45	16,9266	6,20	19,9796	9,0	24,0720
4,50	17,0215	6,25	20,0600	9,1	24,2053
4,55	17,1157	6,30	20,1401	9,2	24,3380
4,60	17,2095	6,35	20,2198	9,3	24,4699
4,65	17,3029	6,40	20,2993	9,4	24,6011
4,70	17,3956	6,45	20,3785	9,5	24,7316
4,75	17,4879	6,50	20,4573	9,6	24,8615
4,80	17,5797	6,55	20,5358	9,7	24,9906
4,85	17,6710	6,60	20,6140	9,8	25,1191
4,90	17,7628	6,65	20,6919	9,9	25,2469
4,95	17,8523	6,70	20,7696	10,0	25,3743
5,00	17,9422	6,75	20,8470	10,1	25,5006
5,05	18,0311	6,80	20,9240	10,2	25,6265
5,10	18,1207	6,85	21,0008	10,3	25,7518
5,15	18,2093	6,90	21,0773	10,4	25,8764
5,20	18,2975	6,95	21,1537	10,5	26,0007
5,25	18,3853	7,00	21,2295	10,6	26,1240
5,30	18,4726	7,1	21,3806	10,7	26,2471
5,35	18,5596	7,2	21,5306	10,8	26,3694
5,40	18,6461	7,3	21,6796	10,9	26,4912

Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.	Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.	Высота Н въ фут.	Скорость V въ футахъ.
11,0	26,6124	14,0	30,0234	22,0	37,6358
11,1	26,7333	14,25	30,2889	22,5	38,0610
11,2	26,8533	14,50	30,5544	23,0	38,4815
11,3	26,9728	14,75	30,8156	23,5	38,8976
11,4	27,0921	15,00	31,0769	24,0	39,2095
11,5	27,2106	15,25	31,3336	24,5	39,7166
11,6	27,3285	15,50	31,5904	25,0	40,1200
11,7	27,4463	15,75	31,8432	25,5	40,5190
11,8	27,5633	16,00	32,0969	26,0	40,9144
11,9	27,6797	16,25	32,3447	26,5	41,3058
12,0	27,7959	16,50	32,5924	27,0	41,6943
12,1	27,9114	16,75	32,8386	27,5	42,0780
12,2	28,0296	17,00	33,0836	28,0	42,4590
12,3	28,2410	17,25	33,3252	28,5	42,8361
12,4	28,2552	17,50	33,5667	29,0	43,2108
12,5	28,3689	17,75	33,8046	29,5	43,5814
12,6	28,4823	18,00	34,0426	30,0	43,9490
12,7	28,5950	18,25	34,2775	30,5	44,3139
12,8	28,7074	18,50	34,5124	31,0	44,6760
12,9	28,8193	18,75	34,7441	31,5	45,0343
13,0	28,9309	19,00	34,9758	32,0	45,3909
13,1	29,0418	19,25	35,2043	32,5	45,7437
13,2	29,1524	19,50	35,4328	33,0	46,0947
13,3	29,2628	19,75	35,6585	33,5	46,4420
13,4	29,3724	20,00	35,8841	34,0	46,7879
13,5	29,4820	20,25	36,1070	34,5	47,1302
13,6	29,5909	20,50	36,3300	35,0	47,4708
13,7	29,6995	20,75	36,5504	35,5	47,8082
13,8	29,8076	21,00	36,7707	36,0	48,1440
13,9	29,9154	21,5	37,2056		

Всѣ рѣки и ручьи обязаны своимъ происхожденіемъ единственно благодаря атмосфернымъ осадкамъ. Высокія горы, покрытыя снѣгами, лѣсами, обширныя лѣса, озера и болота,

въ особенносси торфяныя, осаждаютъ въ себѣ наибольшее количество водяныхъ паровъ, а потому и даютъ начало ключамъ и служатъ источниками всѣхъ рѣкъ и ручьевъ. Лѣса, которые занимаютъ въ Россійской Имперіи почти половину всей земной поверхности, собираютъ массу влаги, которая, впитываясь въ почву, образуетъ ключи и родники, а послѣднія, соединяясь постепенно, образуютъ рѣчки, а затѣмъ эти рѣчки, постепенно сливаясь одна съ другой, превращаются въ большія судоходныя рѣки, какъ Волга, Днѣпръ, Двина и многія другія.

Ясно, что при истребленіи лѣсовъ, мы не будемъ уже имѣть такого множества ключей, потому что влага, осаждающаяся на поляхъ, будетъ испаряться, не проникая полностью въ почву. благодаря вліянію солнечныхъ лучей, которымъ недоступна лѣсная глушь. А та часть влаги, проникнувшей въ землю будетъ питать траву и слѣдовательно пропадать, не образуя ни ручейковъ ни рѣчекъ.

Торфяныя болота обладаютъ въ высшей степени способностью впитывать влагу, а потому они служатъ прекрасными питательными резервуарами для источниковъ рѣкъ.

По словамъ *г. Докучаева*, торфяныя болота могутъ находиться только въ такихъ странахъ, гдѣ втеченіи года гніеніе моховъ менѣе энергично, чѣмъ ихъ наростаніе, а это возможно только въ мѣстахъ, гдѣ бываетъ сравнительно короткое лѣто и продолжительная зима, во время которой процессъ разложенія организмовъ уже не можетъ совершаться. А потому въ сѣверномъ полушаріи торфяныя болота начинаютъ встрѣчаться приблизительно съ 35° сѣверной широты. Торфяныя и моховыя массы, осаждающія на себѣ большое количество росы, обладаютъ еще въ высшей степени способностью вбирать въ себя и долго удерживать дождевую воду. Осѣвшая роса всасывается прежде всего самой моховой массой, насытивъ мохъ, капли росы, если онѣ увели-

чатся до известнаго предѣла, должны опуститься въ болѣе глубокіе и всегда болѣе холодные слои торфяного болота, увеличивая, такимъ образомъ, прямо и непосредственно, количество въ нихъ воды. Въ виду большой влагоемкости торфяныхъ массъ, должно признать, что торфяныя массы могутъ въ значительной степени сами себя питать водою, независимо отъ подземныхъ источниковъ. а слѣдовательно торфяныя болота должны играть важную роль въ питаніи рѣкъ. Притягивая, повидимому, (или вѣрнѣе, осаждая на себѣ), изъ совершенно сухого воздуха водяные пары и обращая ихъ частью въ капельножидкое состояніе, кромѣ того, поглощая сильнѣе другихъ почвъ массу дождевой и снѣговой воды и долго сохраняя ее въ себѣ, торфяныя болота, естественно, являются неизсякаемыми резервуарами. снабжающими водою наши рѣки и озера и дающими начало многимъ источникамъ. А потому, мы встрѣчаемъ почти всюду въ Россіи, при источникахъ нашихъ рѣкъ, массу болотъ и озеръ. Нужно думать, что именно эти то агенты доставляютъ, главнѣйшимъ образомъ воду источникамъ нашихъ величайшихъ рѣкъ, каковы Волга, Днѣпръ и другія.

Мы уже говорили, что вода, падающая въ видѣ дождя, частью испаряется вновь, частью стекаетъ въ рѣки и водохранилища по поверхности земли, частью поглощается растеніями и частью просачивается въ почву, болѣе или менѣе глубоко, смотря по ея проницаемости.

Въ томъ случаѣ, когда выпавшая вода по поверхности земли стекаетъ въ рѣки, она мало оказываетъ вліянія на постоянное и прочное питаніе рѣки, дѣлая кратковременное повышеніе уровня, что часто отражается даже вредно, причиняя наводненія; стекая же въ озера и болота, она даетъ болѣе полезное питаніе для рѣкъ, вытекающихъ изъ этихъ водохранилищъ, но все-таки наименѣе полезной является та влага, которая, проникая въ почву, образуетъ родники и

ключи. О богатствѣ ключей трудно судить безъ навыка. Иногда самый ничтожный на взглядъ ключъ даетъ, изливаясь непрерывно, до 1000—2000 ведеръ въ сутки. Мытищенскіе ключи, снабжающіе водою г. Москву и отстоящіе отъ нея въ 17 верстахъ, въ продолженіи 70 лѣтъ даютъ до 500,000 тысячъ ведеръ въ сутки.

Многіе ключи часто засоряются, т. е. вмѣстѣ съ водою выносятъ постепенно тончайшій песокъ, который все болѣе и болѣе поднимаетъ вверхъ жерла ключей, а эти послѣдніе вскорѣ начинаютъ давать меньше воды и со временемъ совершенно прекращаются, найдя выходъ гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ. Строя плотину ниже ключей мы главнымъ образомъ должны заботиться, чтобы ключъ не засорился, т. е. время отъ времени производить расчистку, которая сопряжена съ небольшими расходами, но въ то же самое время не дастъ ключу заглохнуть. Мы не должны забывать, что если поднимаемъ нашею плотиною воду только на 10 фут., то каждый кубическій футъ въ секунду увеличеннаго притока воды прибавляетъ почти одну паровую лошадь къ даваемой водою работѣ. Конечно, все выше сказанное относится къ рѣчкамъ мелководнымъ и которыя питаются исключительно ключами.

Учреждая заводъ вновь, говоритъ *Рожковъ*, надобно стараться привести въ извѣстность всѣ обстоятельства относительно свойства, какъ главной запруживаемой рѣки, такъ и побочныхъ, выпадающихъ въ первую, источниковъ, потоковъ и болотъ; знать наибольшій притокъ, какой случается въ весеннее время. При соображеніи потребностей въ рабочей силѣ для гидравлическаго дѣйствія завода, надобно полагать, запасъ на случай расширенія производствъ или прибавленія; употребить при этомъ всѣ средства, способствующія къ поддержанію питанія водою пруда. Къ числу мѣръ, въ высшей степени способствующихъ снабженію пруду

да водою, должно по всей справедливости отнести защиту рѣкъ, источниковъ и болотъ лѣсамъ, растущими по берегамъ. Эти лѣса ни подъ какимъ видомъ не отводить въ рубку; даже стараться, гдѣ ихъ нѣтъ, садить вновь.

Можно ошибочно предположить, что рѣки, въ особенности большія, теченіе которыхъ вѣроятно продолжается десятки тысячъ лѣтъ, текутъ постоянно по одному и тому же руслу. Одно поколѣніе смѣняется другимъ, одна національность другою, но преданіе глубокой древности говоритъ, что въ данномъ мѣстѣ съ поконъ вѣковъ течетъ и текла рѣка. На самомъ же дѣлѣ, остаются неизмѣнными только долины этихъ рѣкъ, русла же рѣкъ постоянно блуждаютъ по долинамъ, подмывая вслѣдствіе различныхъ причинъ одинъ берегъ и наступая на него, въ то время какъ другой начинаетъ возвышаться. Такимъ образомъ и теченіе рѣки и уровень ея постоянно колеблется.

Главною причиною, вліяющею на перемѣщеніе рѣчныхъ водъ въ ту или другую сторону, является вращательное движеніе земли вокругъ своей оси. Если мы вспомнимъ приливы и отливы на океанахъ и моряхъ, которые объясняются исключительно вращеніемъ земли, то намъ будетъ ясно, что и рѣки подчиняются этому вліянію, хотя, конечно, не въ такой сильной степени. Вода въ данномъ случаѣ существенно отличается отъ твердыхъ тѣлъ; въ то время, какъ послѣднія совершаютъ вмѣстѣ съ точкою поверхности свою суточную орбиту, вода, ввиду своей подвижности, скользитъ по выпуклости земного шара, послѣдовательно проходитъ разныя точки его поверхности, скорость вращенія которыхъ различна и, конечно, измѣняетъ русла и скорость своего теченія.

Этому закону подчинены воды большихъ и малыхъ рѣкъ, если они не встрѣчаютъ препятствій ввидѣ горъ и холмовъ.

Такимъ образомъ воды рѣкъ сѣвернаго полушарія посто-

янно уклоняются вправо и размываютъ правый берегъ, въ то время какъ въ южномъ полушаріи, наоборотъ, чаще размывается лѣвый берегъ, если только теченіе рѣкъ направляется съ сѣвера на югъ или съ юга на сѣверъ.

За два столѣтія до нашего времени главное устье Волги находилось на востокъ отъ Астрахани, но постепенно великая рѣка подавалась вправо и нынѣ рукавъ, по которому ходятъ суда, имѣетъ юго-западное направленіе. Такимъ образомъ за двѣсти лѣтъ теперешнее русло Волги отклонилось отъ прежняго ея потока на двадцать верстъ.

Въ Сибири всѣ рѣки, текуція съ юга на сѣверъ, перемѣщаются вправо еще быстрѣе.

По словамъ *Тиндала*, если мы будемъ изслѣдовать рѣку до самыхъ ея истоковъ и начнемъ съ того мѣста, гдѣ она впадаетъ въ море, то найдемъ, что отъ времени до времени въ нее вливаются притоки и тѣмъ увеличиваютъ ея воды. Понятно, что за каждымъ новымъ притокомъ сама рѣка становится меньше. Сначала она превращается въ маленькую рѣчку, потомъ въ ручей; этотъ, въ свою очередь, дѣлится на меньшіе ручейки, которые оканчиваются водяными струйками. Эти послѣднія образуютъ источники рѣкъ и обыкновенно пахотятся между горъ. Очевидно, однако, что мы до сихъ поръ еще не достигли дѣйствительнаго начала рѣки. Откуда же берутъ свое начало первѣйшіе ручейки? Короткое пребываніе на горахъ показало бы намъ, что они питаются дождями. При сухой погодѣ они мелки, иногда даже совершенно пересохли; во время сырой погоды, они имѣютъ видъ стремительныхъ потоковъ. Обыкновенно эти ручьи, или вѣрнѣе истоки этихъ ручьевъ, теряются на склонахъ горъ. Но можно скоро убѣдиться, что и эти истоки также питаются дождемъ, который, просачиваясь сквозь скалы или землю, или черезъ какое-нибудь другое отверстіе, имъ найденное или сдѣланное, выходитъ наружу.

Въ средней Россіи, гдѣ нѣтъ вообще высокихъ горъ, истоки рѣкъ находятся въ болотахъ, питаемыхъ также дождями и снѣгомъ.

Москва-рѣка, на примѣръ, беретъ свое начало изъ болотца, называемаго „*Москворѣцкая Лужа*“. Болотце это тянется версты на четыре и только въ концѣ его замѣтно образованіе рѣчки, которая, пройдя еще версты три, впадаетъ въ другое болото. пройдя поперекъ котораго съ ¹/₂ версты, соединяется съ рѣчкой, по величинѣ равной себѣ. Продолжая свой путь далѣе, Москва-рѣка протекаетъ еще черезъ нѣсколько болотъ, питающихъ ее, соединяется постепенно съ другими рѣчками и тогда уже дѣлается замѣтною и довольно многоводною.

Всякая рѣка на всемъ своемъ протяженіи представляетъ непрерывную струю текущей воды. скорость теченія которой главнымъ образомъ зависитъ отъ уклона русла. т. е. скорость увеличивается, если источникъ рѣки находится гдѣ-нибудь въ горахъ. Намъ вообще извѣстно, что быстротою теченія отличаются горные ручьи и рѣки, причемъ всевозможными препятствія, каковыми являются мосты, повороты и излучины русла, очень мало вліяютъ на эту скорость. Большее вліяніе производитъ встрѣчный вѣтеръ, могущій замедлить теченіе и поднять воду на четверть высоты. Въ небольшихъ неглубокихъ рѣкахъ наибольшая скорость теченія, въ тихую погоду, находится всегда на самой поверхности воды.

Вообще же средняя скорость теченія большинства рѣкъ составляетъ приблизительно 3 фута въ секунду.

ЧАСТЬ II.

Искусственныя основанія. Смотря по качеству грунта и свойству возводимыхъ зданій, строительное искусство указываетъ на различные способы устройства *основаній*, на которыхъ утверждается нижняя часть строеній. Для легкихъ деревянныхъ строеній, самый простѣйшій способъ устройства основанія заключается въ вырытіи отдѣльныхъ ямъ глубиною до непромерзаемаго пласта грунта, въ насыпкѣ на дно ямы слоя булыжнаго камня, съ разцебенкой пустотъ между камнями битымъ кирпичемъ или битой каменной щебенкой и утрамбованіемъ этого слоя; затѣмъ въ постановкѣ въ ямы, на слой камня, толстыхъ (до 8 и 9 вершковъ въ отрубѣ) деревянныхъ столбовъ, по преимуществу дубовыхъ или сосновыхъ, предварительно обожженныхъ на $\frac{1}{2}$ арш. длины въ томъ мѣстѣ, гдѣ столбъ выходитъ изъ земли, такимъ образомъ, чтобы $\frac{1}{4}$ арш. обожженной части находилась въ землѣ, а $\frac{1}{4}$ арш. внѣ земли. Въ средней Россіи, гдѣ промерзаніе земли доходитъ до $1\frac{3}{4}$ арш. глубиною, столбъ долженъ быть опущенъ въ землю на глубину не менѣе двухъ аршинъ и возвышаться еще надъ землею на 1 аршинъ. Поэтому, если мѣстность, на которой возводится строеніе, совершенно ровная, то всѣ столбы, назначаемые подъ основаніе, должны имѣть до 3 арш. длины, поставленные вертикально, столбы засыпаются землею, вынутую изъ ямъ, которую плотно утрамбовываютъ около столба, во время обсыпки ихъ землею трамбованіе производится тупыми кольями, а по окончаніи засыпки, сверху землю кругомъ столба, уплотняютъ еще ударами обыкновенной трамбовки. Подъ деревяннымъ ряжевымъ зданіемъ, такіе столбы ста-

вятся подъ все́ми углами зда́нія, а по продо́льнымъ стѣнамъ, столбъ отъ столба ставится на разстояніи около 4 аршинъ, и вообще отъ 3 до 5 арш., смотря по грузу строенія. На верхнихъ концахъ столбовъ зарубаются шины высотой до 2-хъ вершковъ, шириною поперекъ стѣны, также до 2-хъ вершковъ, а длиною, вдоль стѣны, до 4 вершковъ. На шипы столбовъ, гнѣздами, кладутъ нижній вѣнецъ строенія, а на этомъ вѣнцѣ идетъ остальная рубка возводимаго строенія.

Для большей прочности, вмѣсто деревянныхъ столбовъ, дѣлаютъ столбы изъ кирпичной кладки на бутѣ изъ булыжнаго камня. Для этого въ ямы глубиною до непромерзаемаго пласта грунта, укладываютъ булыжный камень съ расщебенкой промежутковъ, слоями, а каждый слой заливаютъ жидкимъ известковымъ растворомъ. По доведеніи бута до поверхности земли, на немъ выкладываютъ столбы обыкновенной кирпичной кладкой до высоты одного аршина, и на этихъ столбахъ основываютъ нижній вѣнецъ деревяннаго строенія.

Въ случаѣ же прочнаго, жилаго, деревяннаго или каменнаго строенія, роется сплошной ровъ, глубиною также до непромерзаемаго слоя грунта, подъ все́ми каменными стѣнами строенія, какъ продо́льными, такъ и поперечными, и все́ эти канавы сплошь закладываются бутомъ, такимъ же образомъ, какъ и подъ отдѣльные кирпичные столбы и уже на этомъ бутѣ, доведенномъ до поверхности земли и залитомъ или растворомъ цемента, или асфальтомъ, или покрытымъ берестю *), закладывается кирпичный фундаментъ строенія.

*) Заливка бута цементомъ, асфальтомъ, а гдѣ нѣтъ ихъ, покрышка берестю, дѣлается для того, чтобы сырость изъ бута не поднималась въ кирпичную кладку. При каменномъ или плитномъ фундаментѣ нѣтъ надобности въ этой заливкѣ или въ прокладкѣ бересты.

Подъ деревяннымъ же жилымъ строеніемъ, обводится сплошной фундаментъ лишь подъ наружными стѣнами, а подъ внутренними, для сокращенія издержекъ, ставятся иногда лишь отдѣльные кирпичные столбы.

Въ многоэтажныхъ каменныхъ домахъ, представляющихъ большой грузъ, и если они устраиваются съ подвальными этажами, земля вынимается подъ всей площадью зданія до материка, въ которомъ уже копаются рвы для бута подъ стѣны, а самый буть выкладывается изъ плитняка на цементѣ, если не затруднительно пріобрѣтеніе этихъ матерьяловъ.

Но всѣ такого рода основанія возможны лишь тогда, когда материкъ залегаетъ не глубоко и самъ по себѣ представляетъ благонадежный грунтъ: если же материкъ залегаетъ довольно глубоко, а выше него лежащій грунтъ неблагонадеженъ, то уплотняютъ этотъ грунтъ искусственно: или помощью повторяемыхъ ударовъ, или забивкою недлинныхъ свай, но забиваемыхъ близко одна отъ другой, которыя, занимая мѣсто въ грунтѣ, плотнѣе сжимаютъ его и тѣмъ придаютъ ему способность сильнѣе и равномѣрнѣе сопротивляться давленію. Таковая забивка свай называется *забивкою частоконь*; обыкновенно на верхніе пины такихъ свай накладываются деревянные брусья, перевязанные накрестъ одни съ другими. Всѣ клѣтки между брусьями плотно забучиваются и заливаются растворомъ извести или цемента и на нихъ уже начинается каменная кладка. Основаніе изъ забивки свай частоконь не должно смѣшиваться съ основаніемъ строеній собственно на сваяхъ. Свайное основаніе состоитъ изъ длинныхъ свай, вбитыхъ въ землю вертикально съ тѣмъ, чтобы, пройдя дурной грунтъ, концы ихъ могли бы достигнуть хорошаго материка и, нѣсколько углубившись въ него, могли бы поддерживать собою грузъ зданія. Или, если материкъ глубокъ, то вбиваютъ въ слабый грунтъ такое

количество длинных свай, чтобы онѣ однимъ своимъ трениемъ о грунтъ могли поддерживать весь грузъ зданія. Забивка же свай частокомъ, которая вообще обходится дорого, производится, какъ сказали выше, лишь тогда, когда концы свай не могутъ достать и опереться на прочный материкъ и имѣють цѣлью только сильно сжать дурной грунтъ и придать ему искусственную плотность и благонадежность. Длина этихъ свай бываетъ не болѣе 6—15 футовъ, или отъ одной до двухъ саженой, тогда какъ длина свай при собственно свайномъ основаніи простирается отъ трехъ до пяти саженой. Очевидно, что прочность основанія должна быть соображаема съ грузомъ возводимаго на немъ сооруженія. Общій грузъ постройки всегда можетъ быть опредѣленъ приведеніемъ въ извѣстность сложнаго вѣса матерьяловъ, потребныхъ на возведеніе постройки съ прибавленіемъ того груза, который постоянно или случайно будетъ помѣщаться въ постройкѣ.

При гидротехническихъ постройкахъ, сжимаемость грунта хотя и имѣеть вліяніе на способъ ихъ устройства, но не въ такой мѣрѣ, какъ при другихъ болѣе грузныхъ и монументальныхъ сооруженіяхъ. Гидротехническія постройки, за исключеніемъ очень высокихъ каменныхъ плотинъ, чаще бываютъ легкія и незначительной высоты, притомъ онѣ, по самому назначенію ихъ, чаще врѣзываются или углубляются въ самый грунтъ. По самому своему положенію, характеру и цѣлямъ устройства, онѣ менѣе боятся сжатія грунта, чѣмъ прониканія его и насыщенія водою, которая разжиженіемъ, раствореніемъ частицъ, размываніемъ и вымываніемъ ихъ, разрушаетъ грунтъ, какъ находящійся подъ постройкою, такъ и по сторонамъ ея, въ ближайшемъ отъ нея разстояніи.

Что касается собственно до земляной насыпи плотины, то подъ нею обыкновенно вынимають только растительный рыхлый слой земли и если грунтъ достаточно плотенъ и

неразмываемъ, то насыпь дѣлается непосредственно на немъ. Въ тяжелыхъ каменныхъ плотинахъ ихъ основаніе должно быть укрѣплено въ случаѣ необходимости, однимъ изъ вышеизложенныхъ способовъ; то же можно сказать и о плотинахъ водосливныхъ, какъ каменныхъ, такъ и деревянныхъ. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ рѣдко можно обойтись безъ рядовъ, такъ называемыхъ *шпунтовыхъ свай* или шпунтовыхъ досокъ, для предупрежденія просачиванія воды подъ тѣломъ плотины и болѣе совершеннаго разобщенія плотиною верхней воды, находящейся въ запрудѣ отъ нижней.

Въ небольшихъ мельничныхъ плотинахъ, основаніемъ для деревяннаго водоспуска часто служитъ постель изъ *сланника*, т.-е. изъ тонкаго дубоваго, еловаго или сосноваго лѣса, укладываемого въ нѣсколько рядовъ, комлями внизъ по теченію и макушками вверхъ по теченію. Ставъ или водоспускъ, въ этомъ случаѣ всегда деревянный и такъ называемый *ряжевой рубки*, ставится прямо на эту слань, а непроницаемость этому основанію придается посредствомъ такъ называемаго *отмела*, т.-е. отлогой присыпки глинистой земли къ стѣнѣ става обращенной къ запрудѣ, поверхъ макушекъ сланника. Эта земля въ отмелѣ обыкновенно переслаивается навозомъ и *липкою*, т.-е. вѣтвями ельника.

Но для прочной прудки въ значительныхъ водоспускахъ, какъ каменныхъ, такъ и деревянныхъ, чаще пробиваются шпунтовые ряды свай, между которыми устраивается основаніе для водоспусковъ чаще на отдѣльныхъ сваяхъ, проникающихъ до материка, которые поддерживаютъ собою грузъ водоспуска; шпунтовые же линіи служатъ главнымъ образомъ, какъ непроницаемая для воды стѣна. Въ тѣхъ случаяхъ, когда по свойству грунта, не позволяющаго бить сваи (напр. слишкомъ каменистаго), нельзя сдѣлать свайнаго основанія, то таковое подъ водоспуски дѣлается *ряжевые*, т.-е. изъ деревянныхъ срубовъ, углубляемыхъ въ грунтъ и

заполняемыхъ обыкновенною жирною, вязкою, сухою глиною, если на немъ ставится деревянный водоспускъ и бетономъ, если водоспускъ каменный. Собственно на сваяхъ обыкновенно устраиваются мельничные амбары, пильныя мельницы, сукновальни съ ихъ механизмами и т. п., а равно сваи чаще составляютъ основанія, на которыхъ поддерживаются гидравлическіе пріемники. При свайномъ основаніи верхи свай служатъ опорными точками для возводимого для нихъ строенія, а самыя сваи передаютъ грузъ строенія болѣе углубленному матерiku, если онѣ его достигаютъ, или противодѣйствуютъ этому грузу лишь своимъ треніемъ о грунтъ, въ которой забиты, если концы ихъ не достигаютъ плотнаго материка. Но рѣдко бываетъ, чтобы свая, на нѣкоторой глубинѣ, не встрѣчала довольно плотнаго слоя, въ который она уже углубляется только отъ сильныхъ ударовъ, а часто перестаетъ и вовсе углубляться.

А потому длина подпорныхъ свай чаще опредѣляется (посредствомъ вбиванія пробной сваи) отстояніемъ грунта материка отъ поверхности земли, а толщину и число ихъ опредѣляютъ по самому грузу постройки. Найденный вычисленіемъ вѣсъ строенія распредѣляютъ равномерно по числу свай, полагая на каждую отъ 500—1000 пудовъ груза; и обратно число свай опредѣляютъ, раздѣляя грузъ строенія на число нагрузки, которая, смотря по важности постройки, по качествамъ грунта, а также въ зависимости отъ толщины и качества лѣса, употребляемаго на сваи, берется между предѣлами 500 и 1000 пудовъ на каждую сваю.

Можно сказать, что почти никакая гидротехническая постройка не обходится безъ употребленія свай. Въ этого рода постройкахъ сваи употребляются, не только въ формѣ шпунтовыхъ линій для предупрежденія просачиванія или какъ основаніе, или подпоры, для передачи груза строенія матерiku, но и для прикрѣпленія ко дну рѣки или пруда системы

брусевъ, составляющихъ ростверки подъ такъ называемыми въ водоспускахъ *сливными и понурными полами*, препятствуя всплывать имъ на воду. Въ этихъ случаяхъ свая не нажимается грузомъ внизъ, какъ свая подпорная, а напротивъ растягивается, будучи укрѣплена нижнимъ концомъ въ землѣ, а верхнимъ удерживая всплываніе ростверка и половъ, которые стремятся вырвать ее изъ земли. Далѣе сваи употребляются для удержанія на своемъ мѣстѣ става, когда онъ ставится на основанія изъ сланника, сваи съ закладываемыми за нихъ досками употребляются для поддержанія и предохраненія береговъ рѣки или приводныхъ и отводныхъ каналовъ и руселъ, отъ обвала или отъ подмыва теченіемъ, или волненіемъ воды. Въ этихъ случаяхъ сваи не сжимаются и не растягиваются, какъ въ двухъ вышеприведенныхъ случаяхъ; но слои земли, береговъ рѣки или канала, лежащіе выше дна, вслѣдствіе скользящаго или давленія воды на ставъ, заставляющее его скользить по основанію изъ сланника, стремятся сваи согнуть или сломать дѣйствіемъ горизонтальнаго на нихъ давленія. Такому же дѣйствию подвергаются такъ называемыя *морозныя сваи*, назначаемыя для задержанія движенія льда или для разбиванія льдинъ на меньшіе куски. Наконецъ, особый видъ свай, такъ называемыхъ *шпунтовыхъ* или *шпунтовыхъ досокъ*, забиваемыхъ въ землю, какъ и шпунтовые сваи, употребляютъ противъ просачиванія воды и для совершеннѣйшаго разобщенія въ плотинѣ верхней воды отъ нижней. Этого рода сваи забиваются непрерывно въ линію, одна свая около другой, такъ что гребень одной сваи входитъ въ шпунтъ другой и забитый рядъ такихъ свай называютъ *шпунтовымъ рядомъ*, который составляетъ непрерывную деревянную стѣну въ землѣ, препятствующую проходу сквозь нея воды, вымыванію землястыхъ частицъ подземными жилами и ключами, прерывая собою ихъ теченіе. Изъ этого видно, что бойка свай и ихъ

правильное употребленіе въ этихъ различныхъ случаяхъ составляетъ одинъ изъ важныхъ предметовъ въ дѣлѣ гидротехническихъ сооружений.

Мы предварительно изложимъ правила, относящіяся до свайной бойки, и самое производство этихъ работъ, съ тѣмъ, чтобы при описаніи работъ по устройству плотинъ и водоспусковъ уже не обращаться болѣе къ этому предмету. Тамъ мы просто будемъ говорить, что быются такіа-то сваи, о самомъ способѣ забивки, чтобы не отвлекать отъ главнаго предмета, распространяться уже не будемъ. Лѣсъ на сваи обыкновенно употребляется у насъ дубовый, сосновый, еловый и иногда ольховый, чаще же всего сосновый. Для легкости и правильности свай, необходимо, чтобы лѣсъ, назначаемый на сваи былъ ровный, не кривой, по возможности гладкій, не суковатый. Дубъ рѣдко бываетъ прямъ и не суковатъ и въ возрастѣ, въ которомъ онъ употребляется на сваи, чаще бываетъ захвостоватъ. Только при густомъ насажденіи дубъ можетъ быть менѣе суковатъ и слѣдовательно наиболѣе пригоденъ на сваи. То же самое можно сказать и про черную ольху при употребленіи ея на сваи, какъ дубъ такъ и ольха употребляются лишь на простыя сваи. Самыя гладкія и прямыя — сосновыя и еловыя сваи.

По отношеніи прочности свай подъ водою, мы поставимъ ихъ слѣдующимъ порядкомъ. Дубовыя, ольховыя, сосновыя и еловыя, какъ наименѣе прочныя изъ четырехъ. Но если верхи свай не находятся подъ водою, какъ на примѣръ ледорѣзные сваи, то здѣсь слѣдуетъ отдать предпочтеніе дубовымъ, сосновымъ, еловымъ и затѣмъ уже ольховымъ.

По цѣнности въ средней Россіи самыя дорогія сваи дубовыя и самыя дешевыя еловыя; по этому въ смыслѣ удешевленія, на всѣ подводныя части выгоднѣе употреблять

сваи словья, а лишь сваи, выходящія изъ воды, дѣлать сосновыя. На сваи шпунтовыя по преимуществу употребляютъ сосну, при недостаткѣ же ея, или при дороговизнѣ—ель.

Не слѣдуетъ только, безъ крайней надобности, употреблять сваи изъ мягкихъ деревьевъ, какъ напр.: липа, тополь, осина, ива и т. п. Для сооружений монументальныхъ и тяжелыхъ не допускаютъ круглыхъ свай тоще 6 вершковъ (толщина бревна всегда считается въ тонкомъ концѣ). Для небольшихъ же гидротехническихъ сооружений дубовыя сваи употребляются не менѣе 3-хъ вершковъ толщиной, сосновыя же, еловыя и ольховыя не должны быть менѣе 4 вершковъ. Простая, шпунтовая свая не теется, дерево только очищается отъ коры; сухая дубовая свая, всегда изъ молодого возраста дерева, чаще забивается прямо въ корѣ. Верхній конецъ сваи спиливается ровно по возможности перпендикулярно къ оси сваи, для правильного удара бабы, нижній же конецъ заостряется, при чемъ длина заостренія дѣлается отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 болѣе діаметра заостряемаго конца сваи. Для правильного углубленія сваи въ землю заостряютъ ее въ четыре грани, такъ какъ такое заостреніе легче сдѣлать въ центрѣ.

При забивкѣ сваи комлемъ внизъ, свая сначала идетъ въ землю труднѣе, чѣмъ при забивкѣ тонкимъ концомъ, но затѣмъ вбивается легче, ибо треніе земли о сваю при дальнѣйшемъ ея углубленіи становится меньше. При вбиваніи же тонкимъ концомъ свая углубляется труднѣе, но выдерживаетъ внослѣдствіи больше грузъ и будетъ сильнѣе сдавлена окружающимъ грунтомъ. А потому въ большинствѣ случаевъ сваи забиваются тонкимъ концомъ внизъ, хотя опытъ показываетъ, что при забивкѣ комлемъ внизъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ выигрывается около $\frac{1}{6}$ времени.

Для того чтобы верхній конецъ сваи, по которому производится ударъ бабой, не разщеплялся отъ повторяемыхъ

ударовъ, на верхній ея конецъ насаживается толстое желѣзное кольцо, толщиною не менѣе $\frac{1}{4}$ дюйма, кольцо это надѣвается на сваю горячимъ, для того чтобы при охлажденіи крѣпче схватывало дерево. Послѣ того, какъ свая вбита, кольцо снимается для слѣдующей сваи. При бойкѣ свай въ каменистомъ или сильно хрящеватомъ грунтѣ, чтобы предохранить остріе сваи отъ расщепленія, набиваютъ иногда на него желѣзный башмакъ (черт. № 2), котораго расходящіеся концы съ отверстіями прибиваются къ сваѣ гвоздями. Рѣже употребляютъ чугуныя башмаки, и желѣзные весьма удорожаютъ свайную байку, а потому ихъ употребляютъ лишь въ крайне необходимыхъ случаяхъ.

Сваи вбиваются въ землю ударами груза, который поднимается на извѣстную высоту и затѣмъ падаетъ на голову сваи. Грузъ въ этомъ случаѣ носитъ названіе *бабы*, а станокъ, помощью котораго поднимается и опускается баба, называется *капромъ*. Если свая забивается безъ капра, то баба называется ручною, если съ капромъ то — капровою. Каперъ, также бываетъ ручной или машинный, — въ первомъ рабочіе, забивающіе сваю, поднимаютъ бабу посредствомъ каната и привязанныхъ къ нему веревочныхъ концовъ, называемыхъ кошками; во второмъ, рабочіе дѣйствуютъ воротомъ, на валъ котораго навивается канатъ, а баба помощью особаго механизма, поднявшись на извѣстную высоту, отцѣпляется отъ каната и свободно падаетъ на сваю. Какъ при бойкахъ свай на водѣ, такъ и въ сухомъ мѣстѣ, часто приходится устраивать подмости для капра, или на козлахъ изъ толстыхъ кольевъ, или на тонкихъ временныхъ сваяхъ; колья вбиваются въ землю посредствомъ деревяннаго *борца* или *чекмаря*, т. е. деревяннаго обрубка дубоваго или березоваго, съ придѣланною къ нему рукою, тонкія же сваи, забиваютъ ручною бабою, состоящею также изъ деревяннаго обрубка отъ $1\frac{1}{2}$ — 2 аршинъ длиною

(черт. № 3), по возможности изъ твердаго и сухого дерева, къ которому приделаны выгнутыя ручки, упирающіяся концами въ выдолбы, сдѣланные въ обрубѣхъ.

Ручною бабою чаще дѣйствуютъ не болѣе 4, рѣже до шести человекъ, и потому чаще она имѣетъ 4 ручки, вѣсъ ручной бабы рассчитывается такимъ образомъ, чтобы на каждаго рабочаго приходилось не болѣе 30 — 40 фунтовъ. При вбиваніи свай ручною бабою предварительно устраиваются подмости изъ досокъ, на передвижныхъ козлахъ, будетъ-ли производиться бойка въ водѣ или на сухомъ мѣстѣ. Высота козелъ и подмостей соображается съ длиною свай и глубиною ея забивки. Установивъ сваю остриемъ на свое мѣсто, рабочіе сжимаютъ ея досками подмостей и становятся вокругъ, поставивъ бабу на голову свай, сначала углубляютъ сваю легкими ударами бабы, по мѣрѣ же ея углубленія производятъ по возможности полные и дружные удары, поднимая бабу на возможно большую для нихъ высоту. Забивка свай ручною бабою возможна только въ мягкомъ грунтѣ, и при томъ, при небольшой на нихъ нагрузкѣ, или гдѣ эти сваи имѣютъ лишь временное значеніе. Для забивки же свай постоянныхъ и подъ сооруженія прочныя и долговременныя употребляютъ всегда каперь (черт. № 4).

Ручной каперь о двухъ стрѣлахъ (а, а) имѣетъ 2, 3 и 4 сажени отъ основанія до вершины; въ немъ А — рама капра, которою каперь ставится на землю или на подмости и которая поддерживаетъ каперь въ вертикальномъ положеніи; а, а — ноги или стрѣлы; в — верхняя подушка или голова капра; с, с — подкосы, подпирающіе ноги или стрѣлы; д, д — лѣстница, подпирающая и удерживающая стрѣлы, а также служащая для взохода въ случаѣ поправокъ въ верхней части капра; е — шкивъ, черезъ который перекидывается лопорный канатъ м, м, поднимающій чугунную бабу М; п,

п, такельный канатъ, служащій для подниманія сваи, при установкѣ ея на мѣсто подѣйствіе капра; і—блокъ, чрезъ который проходитъ этотъ канатъ; к, к, к, кошки или концы веревокъ, прикрѣпленныя къ лопарному канату, за которыя тянуть рабочіе при подниманіи бабы (черт. № 5).

Очевидно, что чѣмъ длиннѣе сваи, которыя приходится забивать, тѣмъ каперъ долженъ быть выше. Для устройства 4-хъ сажennaго капра о двухъ стрѣлахъ выбираютъ бревна изъ хорошаго соснового лѣса въ числѣ 9 штукъ, а именно:

2 бревна длиною 3 саж., толщиною 7 вершковъ.

1 бревно длиною 4 саж., толщиною 7 вершковъ.

4 бревна длиною 3 саж., толщиною 5 вершковъ.

2 бревна длиною 4 саж., толщиною 6 вершковъ.

Всѣ эти бревна обтесываются съ четырехъ сторонъ въ брусъ; два бруса изъ первыхъ двухъ бревенъ идутъ на раму или основу капра; одинъ брусъ назначается для подушки, въ которую упираются стрѣлы, а другой для хвоста, въ который упирается лѣстница. Хвостъ соединяется съ подушкой прямымъ шипомъ, сдѣланиомъ на переднемъ концѣ хвостоваго бруса, этотъ шипъ вставляется въ сквозное гнѣздо, выдолбленное въ серединѣ подушки. Ширина шипа дѣлается отъ 2—3 вершковъ, а вышина до $1\frac{1}{2}$ вершка. Хвостъ и подушка должны быть соединены между собою по наугольнику, т. е. подѣ прямымъ угломъ они скрѣпляются еще двумя, на косъ распорными брусъями h, h, концы которыхъ врубаются въ хвостъ и подушку сквородноемъ. Для этихъ распорокъ hh, берутъ брусъя изъ бревенъ въ 3 сажени длиною и толщиною въ 5 вершковъ (чертежъ № 6, 7 и 8).

Стрѣлы или ноги капра приготавливаются изъ бревенъ въ 4 сажени длиною и въ 6 вершковъ толщиною, на каждомъ концѣ этихъ брусъевъ зарубаютъ прямые шипы, изъ нихъ нижніе вставляются въ гнѣзда О,О подушки, а на верхніе

своими ги́здами, накладывается голова капра. Ги́зда О.О, для шиповъ въ верхней сторонѣ подушки, вынимаются, по сторонамъ хвостового ги́зда S, въ разстояніи до 4-хъ вершковъ отъ середины, ширина этихъ ги́здъ дѣлается въ $1\frac{1}{2}$ вершка, длина въ 2 вершка, а глубина нѣсколько меньше половины толщины подушки. При выдалбливаніи этихъ ги́здъ должно остерегаться, чтобы не попасть долбежкой въ ги́здо S хвостового шина. Ноги, поставленные шипами въ подушку и связанные вверху головою капра, могутъ имѣть боковую качку; чтобы воспрепятствовать этому, укрѣпляютъ ихъ подкосами C, C; эти подкосы готовятъ изъ брусевъ, вытесанныхъ изъ 3 саженныхъ бревенъ, толщиной въ 5 вершковъ. Ги́зда въ ногахъ или стрѣлахъ, въ которыя упираютсяшины подкосовъ C, c, дѣлаются на $\frac{2}{3}$ вышнихъ ногъ, считая отъ подушки рамы, а ги́зда для шиповъ этихъ подкосовъ въ подушкѣ выдалбливаются въ 8 вершкахъ отъ концовъ подушки. Задній подкосъ или лѣстница d, d готовится изъ бруса, вытесаннаго изъ бревна въ 4 сажени длиною и въ 7 вершковъ толщиной. На нижнемъ концѣ этого подкоса зарубаютъ шипъ, входящій въ ги́здо хвоста (выдолбленное въ разстояніи $\frac{3}{4}$ до 1 аршина отъ его конца), а на верхнемъ концѣ зарубаютъ шейку t, t, помещающуюся между стрѣлами въ выемкахъ, сдѣланныхъ стрѣлахъ съ ихъ внутренней стороны, и скрѣпляемую съ стрѣлами сквознымъ болтомъ.

Когда части капра готовы, то для сборки его поступаютъ такъ: устанавливаютъ двое козелъ NN, къ одному изъ нихъ N; прислоняютъ раму капра АВ, такъ, чтобы подушка ея D лежала на землѣ, а конецъ хвоста на поперечницѣ, или стелюгѣ козла N. Наклонно къ другому козлу N кладутъ стрѣлы а, а капра. Послеъ того, съ помощью желѣзнаго лома направляютъ нижніе шипы стрѣлъ въ ихъ ги́зда на подушкѣ рамы. Для установленія же лѣстницы d, d, подни-

мають верхній кінець ея на стелюгу козла N и виводять его между стрѣлами а, а; къ другому концу лѣстницы, привязываютъ веревку п, п и, перекинувъ ее черезъ торець хвоста, поднимають ею лѣстницу, направляя шипъ ея г въ гнѣздо q, сдѣланное для него въ концѣ хвоста. Чтобы веревка, при подниманіи не соскользнула съ торца хвоста, слѣдуетъ въ этомъ торцѣ обдѣлать небольшой желобокъ, въ которомъ ходила бы веревка. Вставивъ шипъ лѣстницы въ его гнѣздо, помощью веревокъ, или инымъ способомъ, накрѣпко соединяють временно лѣстницу съ хвостомъ, а потомъ приподнимають и верхній кінець лѣстницы, вводя шейку ея въ вырубъ на стрѣлахъ, съ внутренней ихъ стороны. Затѣмъ, сдвинувъ стрѣлы, пропускають сквозь нихъ и сквозь шейку лѣстницы желѣзный болтъ и завинчивають его гайкою. Наконецъ, на верхніе шипы стрѣлъ набивають голову капра, въ которой сдѣланы, съ нижней ея стороны, соотвѣтствующія этимъ шипамъ гнѣзда, а затѣмъ вставляютъ соотвѣтственныя гнѣзда шипы откосовъ, поддерживающихъ стрѣлы отъ боковой качки.

Когда каперъ собранъ, то прилаживаютъ къ нему желѣзную оковку. Полосовое желѣзо для оковки капра обыкновенно берутъ не толще $\frac{1}{4}$ дюйма и не шире 2-хъ дюймовъ, смотря по прочности, которую желаютъ придать капру, обыкновенно вся оковка вѣситъ отъ 4—15 пудовъ. Наугольники d составляютъ главную часть оковки; ихъ дѣлають 3 штуки, два употребляютъ для скрѣпленія ногъ съ подушкой основанія, а третій—для скрѣпленія подушки съ хвостомъ. Наугольники прибиваются толстыми полукарабельными гвоздями на глухо къ ногамъ, подушкѣ и хвосту. Два хомута b употребляютъ для скрѣпленія головы капра со стрѣлами или ногами. Накладки c, съ шалнеромъ и съ прибоемъ d, употребляютъ для скрѣпленія стоячихъ подкосовъ съ ногами и подушкою (иногда онѣ въ этихъ мѣстахъ

замѣняются простыми скобами е), и для скрѣпленія лѣстницы съ хвостомъ (всегда) такихъ накладокъ требуется пять (если онѣ употребляются и на подкосы). Онѣ прибиваются гвоздями на глухо въ одной части, а другою надѣваются на пробой, въ который сверхъ накладки забивается деревянный нагель. Раму капра связываютъ съ ея подкосами или накладками съ пробоями f, или простыми желѣзными скобами с, ихъ требуется 4 штуки. Двѣ накладки g прирѣзываются къ стрѣламъ съ боковыхъ наружныхъ сторонъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ въ нихъ пробуровлены дыры для шкивного болта, чтобы предохранить ихъ отъ ударовъ, сотрясеніи и тренія этого болта.

Когда каперь собранъ и окованъ, то его ставятъ надлежащимъ образомъ на землю основаніемъ, или рамой А, и затѣмъ оснащаютъ. Для опусканія капра на землю, привязываютъ къ нему двѣ длинныя веревки, одну къ головѣ, а другую къ хвосту, и вынимаютъ изъ подъ хвоста козелъ N, или мелюгу.

Нѣсколько человѣкъ берутся за веревку, привязанную къ хвосту и натягиваютъ ее; въ то-же время другіе рабочіе поднимаютъ ноги капра руками или баграми, а козелъ N, или подставку изъ доски, постепенно придвигаютъ ближе къ рамѣ, подпирая ея стрѣлы, отчего каперь все болѣе и болѣе садится на раму. Когда рама начнетъ уже замѣтно перевѣшивать, то нѣсколько рабочихъ отъ веревки, привязанной къ хвосту, перебѣгаютъ къ веревкѣ, привязанной къ головѣ капра, и придерживаютъ или вытравляютъ ее слегка, чтобы каперь силою своей тяжести не сѣлъ бы вдругъ на раму. Рабочіе, оставшіеся при веревкѣ хвоста, по мѣрѣ того, какъ каперь садится на раму, бросаютъ веревку и ухватываясь руками за раму и ея подкосы, или нажимаютъ ея къ землѣ, или поддерживаютъ, пока каперь тихо, безъ удара, не встанетъ совершенно на раму.

Капровая баба можетъ быть деревянная или чугунная. Ушко бабы дѣлается обыкновенно желѣзное, какъ у чугунной, такъ и у деревянной; оно должно быть такого размѣра, чтобы сквозь него могъ проходить толстый лопарный канатъ, поднимающій бабу.

Чугунная баба всегда предпочтительнѣе деревянной; кромѣ меньшаго объема при томъ же вѣсѣ, она лучше передаетъ ударъ сваѣ; тогда какъ деревянная, хотя изъ самаго крѣпкаго дерева, скоро внизу мочалится и образуетъ на пижнемъ, ударяющемъ, торцѣ родъ упругой подушки, дурно передающей ударъ. Деревянная баба должна быть окована желѣзными обручами, нагоняемыми горячими. Деревянная дубовая баба вѣсомъ отъ 6 до 10 пудовъ, бываетъ отъ 8 до 12 вершковъ толщиною и до 2 аршинъ длиною.

Чугунныя бабы для ручныхъ капровъ бываютъ вѣсомъ отъ 5 до 35 пудовъ; на машинныхъ же капрахъ вѣсъ бабы доходитъ до 50 и болѣе пудовъ. Для успѣшной бойки свай, вѣсъ бабы долженъ превосходить по крайрей мѣрѣ въ $2\frac{1}{2}$ раза вѣсъ сваи; при большемъ же вѣсѣ бабы, сравнительно съ вѣсомъ сваи, бойка идетъ еще успѣшнѣе.

При длинѣ сосновой сваи въ 3 сажени и при толщинѣ ея: въ 4 вер. вѣсъ сваи 8 пуд., а вѣсъ бабы не менѣе 20 п.

„ $4\frac{1}{2}$ „ „ „	10 „ „ „ „	25 „
„ 5 „ „ „	12,25 „ „ „ „	30 „
„ $5\frac{1}{2}$ „ „ „	14,25 „ „ „ „	35 „
„ 6 „ „ „	17 „ „ „ „	43 „
„ $6\frac{1}{2}$ „ „ „	19 „ „ „ „	47 „
„ 7 „ „ „	22 „ „ „ „	55 „

Помощью этой таблицы всегда можно приблизительно опредѣлить вѣсъ сваи различной величины и длины.

Шкивъ, черезъ который перекидывается лопарный канатъ, поднимающій бабу, бываетъ также деревянный или чугунный и послѣдній, особенно при небольшихъ размѣрахъ предпоч-

тительнѣе, такъ какъ прочнѣе, и желобъ его можетъ быть гладко обточенъ, что служитъ къ сохраненію каната. Малый діаметръ для шкива невыгоденъ, такъ какъ малый шкивъ увеличиваетъ работу и скорѣе перетираетъ и рветъ канатъ. Поэтому иногда даютъ шкиву діаметръ до 5 футовъ, но въ такомъ случаѣ его дѣлають уже деревяннымъ, притомъ канеръ требуетъ особыхъ приспособленій для шкива столь большого діаметра. Для вышеописаннаго же ручного капра обыкновенно даютъ діаметру шкива 12 вершковъ и не болѣе одного аршина.

Лопарный канатъ или лопаръ долженъ быть приготовленъ изъ хорошей пеньки и имѣть въ окружности отъ 4 до 6 дюймовъ; для 4 сажennaго капра длина каната берется въ 4½ саж. Конки суть веревки, имѣющія въ окружности 1½ дюйма; для 4 сажennaго капра ихъ нужно до 40 погонныхъ сажени; для такого же капра нужно такельнаго каната до 10 погонныхъ сажени, толщиною въ окружности около 3 дюймовъ. Длина кошекъ должна быть такая, чтобы когда баба спущена внизъ до основанія капра, а кошки вытянуты по направленію задняго подкоса, или лѣстницы, то концы ихъ касались бы земли на разстояніи 7 арш. отъ хвоста капра. У насъ на каждую кошку ставятъ до 7 человѣкъ и потому для дѣйствія бабою въ 35 пудовъ нужно отъ 5 до 6 кошекъ; иногда же ставятъ по одному человѣку на кошку или по два и по три и тогда число кошекъ должно соотвѣтствовать этому расчету людей. При бабахъ не тяжелыхъ, на каждый пудъ бабы полагается одинъ человѣкъ; при вѣсѣ бабы отъ 30 и болѣе пудовъ, на каждого человѣка надо полагать отъ 35—30 фунтовъ вѣса бабы. Высота подъема бабы на ручныхъ капрахъ бываетъ въ 4 фута и рѣдко доходитъ до 5 футъ. Наибольшій вѣсъ бабы для ручныхъ капровъ составляетъ 35 пудовъ.

Машиный канеръ отличается отъ ручного тѣмъ, что на

немъ баба приводится въ дѣйствіе не непосредственно рабочими помощію кошекъ, привязанныхъ къ канату, а различными механическими приспособленіями. Для дѣйствія бабою на машинномъ капрѣ преимущественно употребляютъ горизонтальный или вертикальный валъ или барабанъ, на который наматывается лопарный канатъ, валъ приводится въ дѣйствіе воротомъ или какою-либо зубчатою системою. Хотя машинные капры при забивкѣ свай и экономичнѣе, но въ Россіи чаще предпочитаютъ забивку свай ручными капрами, такъ какъ люди къ ней болѣе привычны; они легко и скоро переставляютъ каперъ на новую сваю и работа идетъ безостановочно. Выгода механическаго капра заключается въ томъ, что въ немъ вѣсъ бабы можетъ быть болѣе, а главное, она можетъ падать съ большей высоты и слѣдовательно при ударѣ о сваю давать большую механическую работу. При ручномъ капрѣ баба можетъ падать съ высоты только 4 или 5 футовъ, а въ механическомъ, наприм., 4 саженомъ капрѣ она можетъ падать съ высоты болѣе чѣмъ въ 20 футовъ. Произведя вычисленія, мы найдемъ, что на ручномъ капрѣ нужно сдѣлать 5 ударовъ, чтобы заставить сваю углубляться на ту-же величину, на которую она углубляется отъ одного удара механическаго капра. Притомъ число рабочихъ, необходимыхъ для подниманія бабы на ручномъ капрѣ, требуется несравненно больше, чѣмъ на механическомъ, гдѣ это поднятіе производится помощью ворота. На машинномъ капрѣ на каждого человѣка полагаютъ отъ 4—5 пудовъ вѣса бабы, такъ что на бабу вѣсомъ въ 35 пудовъ становятся для подъема отъ 7 до 9 человѣкъ и еще одного для сдвигиванія и зацѣпленія крюка, сверхъ того также двухъ *заканерщиковъ*, какъ и при ручномъ капрѣ; слѣдовательно всего отъ 10 до 12 человѣкъ. При ручномъ же капрѣ и при этомъ вѣсѣ бабы, потребовалось бы всѣхъ рабочихъ отъ 42 до 49 человѣкъ. Но несмотря на это преимущество

механическаго капра передъ ручнымъ, здѣсь важную роль играетъ время, а именно какое число ударовъ можно совершить тѣмъ и другимъ капромъ въ данное время. На ручномъ капрѣ подымка и опусканіе бабы производится несравненно скорѣе, чѣмъ на механическомъ, на которомъ баба поднимается довольно медленно, и производство каждаго удара сопровождается еще спусканіемъ и зацѣпленіемъ крюка за ушко бабы, на что также требуется нѣкоторое время. Если же кромѣ общаго механическаго закона: *что выигрывается въ силѣ, то теряется во времени*—принять въ расчетъ еще и новыхъ рабочихъ, при той и другой работѣ, то и оказывается на практикѣ, что работа съ ручнымъ капромъ бываетъ иногда производительнѣе и экономичнѣе, чѣмъ съ механическимъ.

Ранѣе чѣмъ приступить къ вбиванію свай, должна быть сдѣлана подробная разбивка работы на мѣстности и какъ линіи шпунтовыхъ рядовъ, такъ и мѣста отдѣльныхъ круглыхъ свай должны быть обозначены кольями. Затѣмъ, по соображеніи, откуда должна начаться работа, устраиваются подмости для помѣщенія капра или капровъ, когда работа по обширности ея производится нѣсколькими капрами. Когда бойка свай производится на сухомъ мѣстѣ, то подмости устраиваются прямо на землѣ, изъ досокъ съ подложенными подъ ними бревнами; если же на водѣ, то подмости устраиваются на козлахъ. Не должно тратить на подмости хорошаго лѣсного матерьяла, но однако необходимо обращать тщательное вниманіе, чтобы подмости были устроены твердо и прочно, какъ для безопасности рабочихъ, такъ и для устойчиваго положенія капра во время работы. При устройствѣ подмостей на козлахъ должно стараться, чтобы капры стояли на одномъ ряду козель, а рабочіе на другомъ ряду. Иногда для забивки свай на водѣ подмости устраиваютъ на лодкахъ или на плотахъ изъ бревенъ.

Когда подмости готовы и капры оснащены, то помещеніе ихъ на подмости, установка, падвижка и передвиженіе съ свай на сваю, подноска и установка свай производятся тѣми же рабочими, которые назначены къ капру для забивки свай. Если рабочіе малоопытны въ бойкѣ или малосильны, то прибавляютъ на ручной колодкѣ отъ 1 до 5 человѣкъ противъ выше приведеннаго расчета по грузу бабы. При бойкѣ свай, кромѣ рабочихъ, которые собственно тянутъ за кошки и производятъ всѣ необходимыя передвиженія съ капромъ, назначаются къ каждому капру одинъ или два плотника, опытные въ бойкѣ свай и которые называются *закаперщиками*. Рабочіе на капрѣ исполняютъ исключительно распоряженія закаперщика и обязаны быть у него въ полномъ повиновеніи; онъ руководить рабочими, какъ въ производствѣ бойки, такъ и во всѣхъ необходимыхъ передвиженіяхъ капра. Подручный закаперщика, или второй закаперщикъ, помогаетъ первому во всемъ и особенно необходимъ ему подъ лѣсами или подмостями, когда каперъ стоитъ на нихъ, для установки свай на мѣсто, для нажима шпунтовыхъ свай и т. п.

Кромѣ топора закаперщикъ, при каждомъ капрѣ долженъ имѣть по крайней мѣрѣ два желѣзныхъ лома и нѣсколько надежныхъ березовыхъ воротилокъ (толщиною въ оглоблю и длиною отъ 2 до 3 аршинъ), а равно запасныя доски и ваги (тонкія бревна).

Обязанности закаперщика таковы: 1) Смотрѣть за прочностью и благонадежностью подмостей, на которыхъ стоитъ и передвигается каперъ и на которыхъ стоятъ рабочіе, дѣйствующія капромъ. 2) производить исправленія разныхъ частей капра и его оснаски. 3) Наблюдать, чтобы подушка и хвостъ капра всегда плотно опирались на подкладкахъ, не только въ двухъ мѣстахъ, но непременно въ трехъ, т. е. при концахъ и въ серединѣ, отчего зависитъ устойчивость

капра и не столь вредное сотрясеніе въ частяхъ его при каждомъ ударѣ бабы. 4) Провѣрять по отвѣсу стрѣлы капра и забиваемую сваю и наблюдать, чтобы баба не отбивала сваю въ сторону и не разбивала ее головы. 5) Распредѣлять рабочихъ по ровну по кошкамъ и разставлять людей такъ, чтобы всѣ были обращены лицомъ къ средней кошкѣ, причемъ болѣе рослыхъ людей ставить впередъ, а мало-рослыхъ назадъ. 6) Наблюдать, чтобы всѣ рабочіе одновременно и дружно поднимали и опускали бабу и 7) предупреждать рабочихъ, не привыкшихъ къ дѣлу, чтобы они не становились къ ногамъ капра и остерегались бабы и ее пальцевъ.

Для передвиженія капра, съ мѣста сборки его и оснастки на мѣсто работъ, закаперщикъ, очистивъ ходъ для капра, подводитъ подъ него двѣ или три доски поворачиваетъ его лицомъ къ мѣсту работъ; затѣмъ при помощи, ломовъ, воротилокъ или вагъ рабочіе передвигаютъ каперъ, иногда привязывая къ нему веревки для тяги. При небольшомъ передвиженіи капра, напр., съ сваи на сваю, бабы съ капра не снимаютъ, а опускаютъ ее на *малую подстрелину*, т. е. подпираютъ не высокой жердью, которая поддерживаетъ нижній палецъ бабы и не позволяетъ ей опускаться. При всякомъ же значительномъ передвиженіи капра или по неровному мѣсту, гдѣ во время передвиженія каперъ можетъ наклониться, баба должна быть снята съ капра, чтобы не ушибить рабочихъ.

Лицевая сторона ногъ капра должна находиться на ^{1,2} толщины сваи, гдѣ мѣсто ея забивки обозначено коломъ; помощью подкладокъ и клиньевъ, а равно отвѣса, закаперщикъ устанавливаетъ каперъ въ вертикальномъ положеніи. Поднесенную сваю такелемъ поднимаютъ вверхъ за ее голову, а остріе сваи устанавливаютъ на то мѣсто, гдѣ она должна быть вбита. Передъ этимъ баба поднимается воз-

можно выше и подъ ея нижній палець подставляется *большая стрѣла*, которая нижнимъ концомъ упирается въ зарубку хвоста, сдѣланную позади ногъ и не позволяетъ бабѣ опуститься внизъ. Когда свая установлена на мѣсто вертикально, закаперщикъ обхватываетъ ее веревкой, на концѣ которой сдѣланы петли и петли веревки пропускаетъ между ногъ капра; въ петли подручный просовываетъ ломъ, короткій конецъ котораго упираетъ сзади въ одну изъ ногъ капра, а длиннымъ концомъ притягиваетъ сваю къ стрѣламъ, посредствомъ петель веревки и удерживаетъ такимъ образомъ сваю во время бойки въ надлежащемъ положеніи. Тогда вынимаютъ большую стрѣлу и даютъ сначала тихіе и слабые удары бабою по головѣ сваи, пока она нѣсколько углубится и приметъ устойчивое положеніе. Проверивъ, правильно-ли пошла свая, начинаютъ осаживать ее полными ударами.

Во время бойки подручный продолжаетъ удерживать сваю ломомъ за петли веревки, а закаперщикъ становится впереди сваи, закладываетъ ломъ концомъ за одну изъ ногъ капра съ внутренней стороны, а другимъ концомъ нажимаетъ на сваю; такимъ образомъ придерживая сваю съ боку, онъ слабымъ нажатіемъ руки на ломъ можетъ пошатнуть верхъ сваи вправо или влѣво, подручный же своимъ ломомъ можетъ подавать верхъ сваи впередъ или назадъ, отпуская петли веревки или натягивая ихъ. Закаперщикъ или его подручный всегда должны становиться такъ относительно своихъ ломовъ или воротилокъ, чтобы не отталкивать ихъ отъ себя, а притягивать къ себѣ. При бойкѣ свай ручнымъ капромъ, послѣ нѣсколькихъ сряду повторенныхъ ударовъ, бойка останавливается и рабочіе отдыхаютъ; число ударовъ, производимыхъ между двумя отдыхами, называется залогомъ. Залогъ обыкновенно дѣлаютъ въ 30 ударовъ; залогъ вмѣстѣ съ отдыхомъ продолжается 4 минуты. Въ рабочій день нельзя

требовать отъ рабочихъ болѣе 120 залоговъ по 30 ударовъ каждый; но на урокъ они дѣлають отъ 160 до 170 залоговъ въ день. Количество 120 залоговъ и залогъ въ 30 ударовъ полагается при вѣсѣ бабы отъ 18¹ до 25 пудовъ и высотѣ подъема ея въ 4 фута. На машинныхъ капрахъ залогъ бываетъ въ 15 — 10 ударовъ при вѣсѣ бабы отъ 30 до 60 пудовъ и высотѣ подъема отъ 16 до 8 футовъ. Для облегченія подъема бабы, стрѣлы, гдѣ она скользитъ по нимъ, а ровно, гдѣ скользятъ по нимъ ея пальцы, смазываютъ саломъ.

При бойкѣ свай закамерщикъ считаетъ число ударовъ; съ послѣднимъ ударомъ залога, онъ кричитъ: „залогъ“ и тогда рабочіе прекращають бойку. Онъ выкрикиваетъ также слово „залогъ“, когда считаетъ нужнымъ остановить бойку по какому-либо обстоятельству, хотя-бы число ударовъ и не дошло до положеннаго въ залогъ. Забивка свай круглыхъ и шпунтовыхъ составляетъ работу однообразную и скучную, наводящую тоску на самихъ рабочихъ, почему у насъ вообще принято производить свайную бойку съ пѣснями и прибаутками какого-нибудь изъ рабочихъ.

Не слѣдуетъ допускать пѣнія, когда снимають бабу со стрѣлы, когда начинаютъ первую забивку только-что установленной сваи или когда только-что поставленъ *подбабокъ*. Въ этихъ случаяхъ слѣдуетъ опускать бабу съ осторожностью, тихо и плавно.

Когда голова сваи при забивкѣ опустится ниже рамы капра, то далѣе ее забивають помощью подбабка, состоящаго изъ обрубка дерева съ ручкой, двумя обручами на концахъ и 6 дюймовымъ желѣзнымъ заостреннымъ стержнемъ на нижнемъ концѣ. Рабочіе, поставивъ конецъ острія на средину головы сваи, держатъ подбабокъ за ручку, пока стержень не войдетъ въ голову сваи.

Величина осадки сваи послѣ каждого залога отмѣчается

зарубкой, или чертой карандаша, на брусѣ, поставленномъ у стрѣлы. Только при самыхъ слабыхъ грунтахъ свая отъ начала до конца бойки углубляется скоро и почти отъ каждого залога на одинаковую глубину; при грунтахъ же твердыхъ, углубленіе сваи послѣ каждого залога все дѣлается менѣе и менѣе и только свая, упершись остриемъ въ какой-либо твердый предметъ, какъ, наприм., попадая на значительный камень, останавливается и отъ полного залога уже нисколько не углубляется; дальнѣйшая бойка подобной сваи прекращается, такъ какъ она можетъ повести къ раздробленію головы сваи или къ ея перелому. Но однако бойка сваи останавливается и тогда, когда углубленіе ея отъ залога получается слишкомъ малое, въ такомъ случаѣ свая бьется, какъ выражаются, до *отказа*. Свая считается забитою до отказа, когда отъ залога углубляется: для предполагаемой нагрузки въ 1500 пудовъ только на $\frac{1}{2}$ дюйма; для нагрузки въ 750 пудовъ на 1 дюймъ, и для нагрузки въ 300 пудовъ на 2 дюйма. При длинѣ свай въ 4 и 5 сажень не слѣдуетъ добиваться малыхъ отказовъ для избѣжанія перелома сваи.

Шпунтовые ряды свай забиваются съ цѣлью прервать сообщеніе воды въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ грунтъ имѣетъ водонепускающіе слои. Въ долинахъ рѣчекъ наносные слои чаще лежатъ горизонтально, поэтому шпунтовымъ рядомъ необходимо пройти весь пропускной слой съ тѣмъ, чтобы концы свай были углублены въ непропускной, напр., глинистый слой. А потому предварительно забивки шпунтоваго ряда, которая и затруднительна и обходится дорого, всегда необходимо сдѣлать зондировку почвы буравомъ, копаніемъ небольшихъ колодцевъ, или желѣзнымъ щупомъ, какъ для того, чтобы убѣдиться въ глубинѣ залеганія проницаемаго и непроницаемаго водою слоевъ, такъ и въ томъ, нѣтъ ли мѣстныхъ препятствій для забивки

шпунтового ряда, т. е. щены, лома, свай отъ прежнихъ на этомъ мѣстѣ сооружений, или отдѣльныхъ значительныхъ или небольшихъ, но сплошныхъ камней. Если эти препятствія окажутся незначительны и въ небольшомъ количествѣ, то слѣдуетъ отъ нихъ по возможности освободить грунтъ предварительно, или на нѣкоторыя сваи одѣть желѣзные башмаки; въ противномъ случаѣ, если условія мѣстности позволяютъ, перенести сооруженіе нѣсколько выше или ниже по теченію, гдѣ окажется грунтъ удобный для бойки шпунтового ряда, или наконецъ, совершенно отказаться отъ этой бойки и принять иныя мѣры, замѣняющія шпунтовые ряды. Для забивки шпунтового ряда прежде всего готовятъ вдоль ряда направляющія рамы. Для этого забиваютъ два ряда простыхъ круглыхъ свай и на эти сваи накладываютъ на шины продольные брусья, между которыми забивается уже шпунтовый рядъ. Эти круглыя рамныя сваи забиваются на разстояніи одной сажени свая отъ свай вдоль линии и отъ 10—12 вершковъ, середина отъ середины свай поперекъ шпунтовой линии. Сваи бьются или одна противъ другой, или въ шахматномъ порядкѣ. Если эти сваи служатъ только для набивки шпунтового ряда и на это время, то для нихъ берутъ лѣсъ тонкій и забиваютъ ихъ ручными бабамъ; если же онѣ будутъ служить, независимо и самому сооруженію, то для нихъ берется настоящій свайный лѣсъ и онѣ забиваются капромъ. Длина же ихъ рассчитывается, какъ на этомъ основаніи, такъ и на томъ, что раму для шпунтовыхъ свай обыкновенно кладутъ непосредственно на помостомъ, на которомъ стоятъ каперь, но чаще всего пользуются этими временными рамами и на нихъ перекалываютъ лѣса для подмостей. Впрочемъ, всегда должно стараться расположить рамы около одной сажени выше поверхности земли, не смотря на то, что верхъ шпунтового ряда иногда проектомъ опредѣленъ наравнѣ съ землею; впо-

слѣдствіи можно снять временныя рамы и капрами добить или окончательно осадить сваи шпунтового ряда. Такое возвышеніе рамы надъ мѣстностью полезно для правильнаго проведенія длиннаго шпунтового ряда. Если шпунтовый рядъ проводится черезъ воду, то и въ этомъ случаѣ раму должно располагать по меньшей мѣрѣ на $1\frac{1}{2}$ или 2 арш. надъ водою.

Когда круглыя рамныя сваи забиты, то на вышеуказанной высотѣ ихъ верхи отпиливаютъ подъ „уровень“ и на каждой сваѣ зарубаютъ обыкновенный шишъ, который проходитъ сквозь гнѣздо насаживаемаго на сваи рамнаго бруса. Если рамныя брусья обтесаны только съ одной стороны, то этой тесаной стороною они обращаются внутрь къ шпунтовому ряду. Разстояніе тесаныхъ сторонъ брусьевъ рамы должны быть на $1\frac{1}{2}$ до 2 вершковъ больше толщины заготовленныхъ шпунтовыхъ свай, которыя, какъ сами, такъ и ихъ шпунты и гребни, отесываются по одной скобкѣ. Черезъ каждыя $1\frac{1}{2}$ сажени, брусья рамы стягиваются желѣзными болтами, около 1 дюйма толщиною, навинчиваемыми на нихъ гайками. Иногда, вмѣсто болтовъ, употребляютъ досчатые схватки, которые врубаются сверху въ оба бруса рамы.

Когда рама готова, то забиваютъ первую шпунтовую сваю только на $\frac{1}{4}$ или на $\frac{1}{2}$ требуемаго углубленія, хорошо вывѣряютъ ее и подпираютъ подпоркой, чтобы вторая, представленная къ ней свая, при забивкѣ не измѣнила вертикальнаго ея положенія. Забивку шпунтовыхъ свай надо вести гребнемъ впередъ, а не шпунтомъ, какъ дѣлаютъ нѣкоторые. У второй и слѣдующихъ свай, подпиливаютъ заостренную часть *a*, *b*, чтобы при бойкѣ верхъ второй сваи лучше прижимался къ первой. Когда вторая свая своимъ шпунтомъ будетъ надѣта на гребень первой, не впопыхъ забитой, и остріемъ коснется земли, то на нижнюю ея часть подъ лѣсами надѣваютъ короткій обрубокъ, отъ шпунтовой

же сваи длиною отъ 1 до 1½ аршинъ, который прикладываютъ на гребень второй сваи, какъ бы слѣдующую третью сваю и посредствомъ его, плотно прижимаютъ вторую сваю къ первой, помощью наклонной распорки, ударяя обухомъ топора сверху по обрубокъ. Во время забивки второй сваи наблюдаютъ, чтобы обрубокъ не упирался въ землю, но постоянно плотно прижималъ бы вторую сваю къ первой, для чего время отъ времени приходится мѣнять длину подпорки и часто осаживать ударомъ обуха обрубокъ внизъ.

Для приданія сваямъ правильнаго, вертикальнаго положенія, между рамными брусьями и забиваемыми сваями вставляютъ клинья, ослабленіемъ или забиваніемъ которыхъ верхъ сваи отклоняютъ вправо или влѣво, отъ общаго направленія шпунтоваго ряда. Только при забивкѣ двухъ, трехъ первыхъ они могутъ быть обхвачены веревкой, на концѣ которой, какъ говорилось выше, сдѣланы петли, и притянуты къ ногамъ капра. Но при сплошной стѣнѣ шпунтоваго ряда, дальнѣйшее притягиваніе становится невозможнымъ, а потому здѣсь обрубокъ и клинья замѣняютъ собою веревку. Вторую сваю, также не догоняютъ до мѣста, какъ и первую, и останавливаютъ ея забивку, когда верхъ ея сравняется съ первой свайей, точно такимъ же образомъ продолжаютъ бить 3-ю и дальнѣйшія по счету сваи. Такая забивка составляетъ первую наборку шпунтовыхъ свай; когда каперъ, производящій наборку, отойдетъ на нѣсколько саженъ отъ первой сваи, тогда можно ставить другой каперъ на первую сваю, для окончательной забивки шпунтоваго ряда, при которой забиваютъ двѣ рядомъ стоящія сваи разомъ, для чего на обѣ сваи нагоняютъ общій обручъ.

Тѣ же приемы употребляютъ и при забивкѣ шпунтоваго ряда изъ досокъ, но здѣсь слѣдуетъ обращаться осторожнѣе и опускать бабу съ меньшей высоты, чтобы не раздробить и не расколоть шпунтовые доски. Вообще бойка свай тре-

буетъ большого вниманія со стороны наблюдающаго за работами, ибо иногда, по злоупотребленію, рабочіе спиливаютъ сваю, недостаточно ея забивши, или укорачиваютъ ее при началѣ забивки; забиваютъ сваи криво и косо, что составляетъ особенно важный недостатокъ при забивкѣ шпунтовыхъ рядовъ, которые чрезъ то теряютъ все свое значеніе. Если уклоненіе шпунтовой сваи послѣдуетъ при забивкѣ, то должно остановиться забойкой и, вытащивъ сваю изъ земли, тщательно осмотрѣть мѣсто и сваю. Иногда щелка, камешекъ или другое незначительное препятствіе, попавшее между двумя сваями, бываетъ причиной отклоненія сваи отъ прежде забитой. Всякая щель между двумя шпунтовыми сваями бываетъ вредна, но щель, упирающаяся къ низу, не должна быть допускаема, и если такую сваю нельзя уже вытащить, то ее перестаютъ бить, а бьютъ слѣдующія за нею сваи, подкашивая круче ихъ остріе, чтобы притиснуть сильнѣе и эту дурно идущую сваю, которая забивается потомъ.

Иногда верхи шпунтовыхъ свай набраннаго ряда наваливаются на первую сваю или отваливаются къ вбиваемой свай, т. е. сваи стоятъ вѣеромъ. Въ такомъ случаѣ, не слѣдуетъ продолжать набирание свай въ раму на большую длину, а набравъ на длину 2-хъ или 3-хъ сажень, должно обернуть капертъ назадъ и добить до мѣста набранныя сваи; затѣмъ ослабленіемъ или большимъ нажиманіемъ обрубка, при установкѣ слѣдующихъ свай большимъ или меньшимъ подкашиваніемъ ихъ острія, измѣненіемъ направленія удара бабы на сваю (чрезъ наклоненіе капра) исправляется дальнѣйшее наклоненіе свай въ шпунтовомъ ряду.

Что касается до вытаскиванія недобитыхъ почему-либо свай, то самый простой способъ основанъ на дѣйствіи рычага, который въ настоящемъ случаѣ составляетъ бревно, подпертое подкладкою или козломъ и къ короткому концу

котораго привязывается свая, а на длинный конец дѣйствуютъ рабочіе. Чтобы веревки не соскакивали со свай, сквозь сваю пропускается гвоздь, за который зацѣпляется веревка. При бойкѣ свай машиннымъ капромъ употребляются тѣ-же приемы. Для подъема бабы машиннымъ капромъ, рабочихъ разставляютъ вокругъ ворота и даютъ каждому по лому, длиною до двухъ аршинъ; всѣ они кладутъ свои лома на колесо ворота такъ, чтобы одинъ конецъ лома былъ упертъ въ гиѣздо бала ворота, серединою же или двумя третями длины, ломъ закладывается за палецъ или цѣвку колеса; рабочіе же становятся каждый за своимъ ломомъ однимъ бокомъ, обыкновенно правымъ плотно къ колесу. Нажимая ломъ впередъ, они приводятъ въ дѣйствіе воротъ. Иногда вмѣсто колеса и съемныхъ ломовъ къ валу непосредственно прицѣпляютъ рычаги, на которые дѣйствуютъ рабочіе. При производствѣ этой работы непривычными еще рабочими, необходимо объяснить имъ, что они должны ходить мѣрнымъ шагомъ, не торопясь, подаваться впередъ, не отходя отъ колеса, придерживать и нажимать ломы на цѣвки, пока закаперщикъ не закричитъ: „ударю“. Въ этотъ моментъ рабочіе должны остановиться, не отдавая ворота и быть готовыми къ тому, что воротъ мгновенно освободится отъ груза бабы. Закаперщикъ тотчасъ послѣ крика „ударю“, сдергиваетъ крюкъ съ бабы, а рабочіе, упираясь на заднюю ногу, не трогаются съ мѣста, но всѣ они послѣ удара бабы поднимаютъ свои лома и тогда уже сдергиваютъ крюкъ внизъ, сматывая лопарь съ вала. Когда крюкъ будетъ снова зацѣпленъ за ушко бабы, рабочіе закладываютъ лома въ ближайшія къ нимъ гиѣзда и за цѣвки и продолжаютъ работу. При нѣкоторыхъ грунтахъ оказывается, что учащенными ударами бабы, падающей съ небольшой высоты, достигаются лучшіе результаты, чѣмъ рѣдкими ударами съ большой высоты. А потому въ каждомъ данномъ случаѣ,

непосредственными опытами слѣдуетъ убѣдиться въ выгоды употребленія машиннаго или ручнаго капра. Но за машиннымъ капромъ всегда остаются въ нѣкоторыхъ случаяхъ тѣ преимущества, что 1) съ нимъ можно производить работу съ меньшимъ числомъ рабочихъ; 2) сваи, которыя не подаются отъ ручнаго капра, могутъ быть забиты машиннымъ и 3) при маломъ просторѣ въ мѣстѣ производства работъ машинный каперъ занимаетъ вдвое меньше мѣста, чѣмъ ручной съ рабочими.

По ручному положенію 25 рабочихъ, при двухъ закаперщикахъ, забьютъ въ день, на глубину 2 сажень, семивершковыхъ свай простыхъ круглыхъ при обыкновенномъ мягкомъ грунтѣ отъ 12 до 15 свай, при глинистомъ, средней твердости, отъ 8 до 10 свай, при крѣпко-глинистомъ и каменистомъ грунтѣ отъ 5 до 7 свай.

Шпунтовыхъ же свай, при тѣхъ же условіяхъ отъ 10 до 12, отъ 6 до 8 и отъ 4 до 6 свай.

Фашинами называютъ пуки, или снопы хвороста изъ молодыхъ, по преимуществу мягкихъ лиственныхъ лѣсныхъ породъ, сложенныхъ комлями въ одну или двѣ стороны и перевязанныхъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ своей длины прутьями же кручеными перевязими, называемыми вицами. Фашины готовятся изъ очень молодыхъ деревьевъ, толщиною въ комлѣ не болѣе дюйма, или изъ древесныхъ вѣтвей такой же толщины, но по возможности прямыхъ. Различные виды ивъ и тополей составляютъ лучшія лѣсныя породы для вязки фашинъ; береза и ольха для этой цѣли хуже и фашины, приготовленныя изъ этихъ породъ, должны быть всегда покрыты водою; хвойный лѣсъ для вязки фашинъ не годится и можетъ быть употребленъ только за совершеннымъ недостаткомъ другихъ породъ и лишь подъ водою. Какъ увидимъ ниже, главное преимущество ивъ и тополей заключается въ ихъ способности къ проростанію

и образованію побѣговъ. Поэтому, гдѣ фашиныя сооруженія производятся въ большомъ видѣ и поддерживаются постоянно, въ число фашинныхъ работъ входятъ и разведенія ивовыхъ и тополевыхъ рассадниковъ, дающихъ матеріалъ, какъ для вязки фашинъ, такъ и устройства плетневыхъ заборовъ, ограждающихъ фашиныя сооруженія. Деревья и хворостъ, только что срубленные или срубзанныя, т.-е. свѣжіе, лучше для вязки фашинъ, чѣмъ лежалые или засохшіе.

Деревца и вѣтви, сложенные въ пучокъ и туго перевязанныя, должны имѣть, въ формѣ фашины, одинъ футъ діаметромъ, длина же фашины при вязкѣ въ одинъ комель, чаще бываетъ около 9 футовъ, съ двумя или тремя перевязями, и такая фашина называется однокомельною. Если же фашина складывается и вяжется на два комля съ обоихъ концовъ, а макушки деревьевъ и вѣтвей сходятся въ серединѣ длины фашины, то такая фашина называется двукомельною; она также должна имѣть одинъ футъ въ діаметрѣ по всей длинѣ, которая чаще простирается до 14-ти футовъ и перевязывается чрезъ каждые 3 или $3\frac{1}{2}$ фута своей длины, какъ въ однокомельной, такъ и двукомельной фашинахъ, первыя перевязи отстоятъ отъ комля на одинъ футъ.

Производимыя въ рѣкахъ фашиныя сооруженія вообще называются укладными сооруженіями, потому что они образуются чрезъ укладываніе фашинъ опредѣленнымъ порядкомъ. Не смотря на простоту матеріала, фашиныя работы въ рѣкахъ, производимыя иногда на большой глубинѣ и при быстромъ теченіи, требуютъ тщательнаго вниманія и большого искусства, чтобы быть дѣйствительно прочными сооруженіями. Во многихъ случаяхъ фашиныя сооруженія бываютъ прочнѣе, чѣмъ возводимыя изъ камня и свайной бойки, и при нѣкоторыхъ условіяхъ, фашины не могутъ

быть замѣнены никакимъ другимъ матеріаломъ и безъ нихъ нужно было бы отказаться отъ самого производства работы. Только въ горныхъ, очень быстрыхъ потокахъ, фашины работы не могутъ быть примѣняемы, такъ какъ не могутъ долго противостоять непрерывному дѣйствію на нихъ хряща и камней, переносимыхъ подобными потоками и разрушающихъ треніемъ и ударами самыхъ фашины.

Укажемъ здѣсь на главныя фашиныя сооруженія, производимыя въ рѣкахъ съ различными цѣлями:

1) Прикройныя по берегамъ, которыми прикрываются подводныя части береговъ по всей длинѣ, гдѣ они бывають подвержены дѣйствію рѣчной струи и вслѣдствіи того обрушенію.

2) Рѣчныя буны, или выступающія въ русло рѣки плотины. Всѣ онѣ однимъ концомъ примыкають къ берегу, а другимъ, произвольнымъ направленіемъ, входятъ въ рѣку на опредѣленную длину, не достигая противоположнаго берега. Буны подраздѣляются: а) на охранительныя буны, служащія для отвода рѣчной струи отъ поврежденнаго берега; въ этомъ случаѣ онѣ дѣлаются короткими съ оставленіемъ между ними небольшихъ промежутковъ; при такомъ устройствѣ онѣ менѣе подвергаются дѣйствію струи, скорѣе образуютъ въ промежуткахъ наносы и, не входя въ значительную глубину рѣки, обходятся дешевлѣ; б) струеотпорныя буны, т. е. отводящія или наводящія струю на требуемую часть берега. Онѣ главнымъ образомъ устраиваются съ цѣлью уничтоженія въ рѣкѣ наносовъ и песчаныхъ мелей; стѣсняя живое сѣченіе рѣки, онѣ заставляютъ ее углублять свое русло и такимъ образомъ уничтожать наносы и мели; в) перенимающія буны, которыя, наоборотъ, удерживають около себя наносы и способствуютъ ихъ отложенію тамъ, гдѣ это признается необходимымъ; г) струепріемныя или раздваивающія буны ставятся тамъ, гдѣ нужно раздвоить струю

теченія или для предохраненія берега, или направленія рѣчной струи въ большемъ количествѣ къ мельницамъ. Подобнаго рода буны обыкновенно подвергаются сильному дѣйствію струи, почему должны быть устраиваемы прочнѣе; головѣ ихъ, встрѣчающей струю, даютъ широкое основаніе и отлогіе откосы съ тою цѣлю, чтобы она не могла быть подмыта и опрокинута напоромъ струи воды и льда. Струестѣснительныя буны, устраиваемыя одна противъ другой съ противоположныхъ береговъ, для стѣсненія живого сѣченія, чтобы заставить рѣку углубить свое русло. Къ этого рода бунамъ иногда придѣлываютъ крылья, параллельныя струѣ.

Способъ постройки всѣхъ этихъ бунъ одинаковъ.

Запрудныя глухія плотины служатъ для загражденія побочныхъ рукавовъ, чтобы усилить массу воды въ главной рѣкѣ; для задѣлыванія прорывовъ въ продольныхъ береговыхъ плотинахъ или въ земляныхъ поперечныхъ дамбахъ. Перемычки съ перепадами воды, или водостоками устраиваются одинаково съ глухими плотинами, но обыкновенно бываютъ ниже этихъ послѣднихъ. Къ фашиннымъ работамъ принадлежатъ также покрывала, устраиваемыя надъ укладными сооруженіями. А именно фашинное покрывало, устраиваемое изъ свѣжаго хвороста. Своими образующимися корнями оно связываетъ сооруженіе внизу. Метловыя покрывала выстилаются на поверхности такихъ бунъ, плотинъ и перемычекъ, черезъ которыя переливается весенняя вода и проходитъ ледъ. Береговая одежда, для охраненія береговъ и насыпей отъ подмытія и обваловъ, въ рѣкахъ, плотинахъ и каналахъ.

Погруженные фашинные составы, или тюфаки, состоящіе изъ двухъ сѣтей, или рѣшетокъ, на подобіе брусчатыхъ растворковъ, но составленныхъ изъ плетевыхъ прутляныхъ канатовъ, между которыми сжимаются въ нѣсколько рядовъ фашины, образующія слой толщиною отъ 4 до 6 футовъ;

или изъ нѣсколькихъ рядовъ прутяныхъ канатовъ, поперекъ которыхъ укладываются и связываются двукомельныя фашины, плотно настилаемые въ нѣсколько рядовъ и образующія родъ тюфяка. Эти составы, или тюфяки, всею массою опускаются на дно, подъ основаніемъ морскихъ или рѣчныхъ сооружений и подъ береговые или посейныя насыпи, возводимыя на топкихъ мѣстахъ. Если эти фашинные составы опускаются на дно рѣки, подъ мостовые устои и быки, то сваи для основанія быковъ быются сквозь эти составы, которые, будучи замываемы отложеніями рѣки, препятствуютъ подмыванію этихъ основаній.

Погружаемыя фашины употребляются въ нѣкоторыхъ случаяхъ вмѣсто погружаемыхъ тюфяковъ, такъ же съ цѣлью огражденія отъ подмыва подошвы какого-либо сооруженія въ водѣ. Такого рода огражденія образуются изъ фашинъ, обвязанныхъ кругомъ крупными камнями.

Фашинныя стѣны подъ водою, образуемыя фашинами, или крупнымъ хрящемъ, и опускаемыми въ воду между рядами набитыхъ свай.

Вязка фашинъ. Для вязки фашинъ предварительно устраивается станокъ изъ кольевъ; колья, длиною въ 2 аршина, вбиваются въ землю крестообразно и связываются прутяною перевязкою по два вмѣстѣ, на высотѣ отъ земли около 2-хъ футовъ. Для вязки однокомельныхъ фашинъ нужно три или четыре такихъ козла, смотря по длинѣ фашинъ. На этотъ станокъ кладется заготовленный хворостъ или вѣтви, комлями всѣ въ одну сторону и въ такомъ количествѣ, чтобы фашина въ этомъ комлевомъ концѣ, при плотномъ ея сжатіи, имѣла въ діаметрѣ одинъ футъ. Толщина ея помѣряется раздвижнымъ желѣзнымъ обхватомъ.

Діаметръ всѣхъ фашинъ долженъ быть одинаковъ, для правильной и плотной ихъ укладки. Выворачивъ комли хвороста и отступя отъ конца комлей на одинъ футъ, сжима-

ють фашину въ этомъ мѣстѣ веревкою или цѣпью, обернутую кругомъ фашины; для этого двое рабочихъ натягиваютъ веревку помощью кольевъ, а третій рабочій, въ то же время, плотно обвязываетъ фашину около сжатого мѣста крученою лозью. Подобнымъ же образомъ фашина обвязывается и другою вицею, т. е. лозою. Отступая отъ первой обвязки на три или четыре фута, такъ, чтобы вторая обвязка пришлась на серединѣ всей длины фашины. Если же хворостъ, употребляемый на вязку фашинъ, длиненъ и фашины изъ него будутъ имѣть отъ 10 до 14 футовъ длины, то нужно прибавлять третью обвязку, также на половинѣ всей длины фашины. Изготовленная такимъ образомъ фашина снимается со станка, на который вновь накладывается хворостъ для вязки слѣдующей фашины. Точно такимъ же образомъ вяжутся и двукомельныя фашины, но только для нихъ станокъ изъ козелъ дѣлается длиннѣе, комли же хвороста кладутся въ обѣ стороны и хворостъ такъ разравнивается, чтобы фашина по всей длинѣ была одинаковаго діаметра и по возможности одинаковой плотности. Перевязываются же онѣ также на разстояніи одного фута отъ комлей, а среднія перевязки располагаются такъ, чтобы между всѣми перевязками было разстояніе отъ 3 до 3^{1/2} футовъ одна отъ другой.

Для ускоренія работы, рабочіе, привыкшіе къ вязкѣ фашинъ, вяжутъ ихъ иногда безъ станка прямо на землѣ и не сжимая для перевязки веревкою или цѣпью, но фашины, такимъ образомъ связанныя, не бываютъ достаточно плотны. т. е. при томъ же діаметрѣ не вмѣстятъ въ себѣ столько же хворосту, какъ вязанныя и сжимаемыя на станкѣ, и потому не такъ легко погружаются въ воду.

Вицы, употребляемыя для обвязки какъ фашинъ, такъ и прутяныхъ или фашинныхъ канатовъ, приготовляются изъ лучшей, тонкой, ровной и гибкой лозы или вѣтвей тополя,

которыя легко скручиваются, не ломаясь. За недостаткомъ подобнаго лозоваго или тополеваго матеріала, вицы могутъ быть приготовляемы изъ молодого березняка. Для приготовленія вицъ или фашинныхъ обвязокъ, если лоза еще слишкомъ сочна, ее предварительно выпариваютъ на огнѣ и потомъ раскладываютъ на солнцѣ; если же она завяла, то въ этомъ нѣтъ необходимости. Работникъ, взявъ лозовую вѣтвь, наступаетъ на ея комель ногою или ущемляетъ этотъ комель въ щель надколотаго кола, вбитаго въ землю и потомъ закручиваетъ верхній конецъ вицы въ одну сторону правою рукой, а лѣвою, между тѣмъ, растягиваетъ и выпрямляетъ закрученную часть лозы. Такимъ образомъ вица должна быть скручена постепенно по всей своей длинѣ. Тогда работникъ дѣлаетъ петлю на верхней части скрученной вицы и пропускаетъ комель сквозь загнутую вершину лозы, образующую петлю. При приготовленіи фашинъ, вицы должны быть предварительно заготовлены въ достаточномъ количествѣ. При обвязкѣ фашинъ концы вицъ должны быть такъ заправлены подъ перевязку, чтобы они не распустились; для этого, подложивъ вицу подъ хворостъ, собранный на станкѣ, рабочій просовываетъ комель вицы сквозь петлю и, надавивъ фашину колѣномъ, затягиваетъ вицу кругомъ фашины какъ можно туже, завязываетъ ее такъ же, какъ вяжутъ хлѣбные снопы и затѣмъ затыкаетъ комель вицы подъ обвязку внутри фашины. Хорошо связанная фашина не должна разсыпаться при подниманіи ее за обвязку и паденіи на землю и не должна заключать внутри мелкихъ обрывковъ хвороста, не проходящихъ сквозь всю ея длину.

Прутяные канаты накладываются поперекъ рядовъ уложенныхъ фашинъ, для укрѣпленія настиленныхъ рядовъ. Эти канаты суть также фашины, но только длинныя и тонкія, связанные изъ длинныхъ и тонкихъ вѣтвей, по преимуществу лозовыхъ, или тополевыхъ, а въ случаѣ недостатка ихъ изъ

молодого березняка. Такіе канаты вяжутся длиною въ 7, 8 и 9 саж. и толщиною въ поперечникѣ отъ 4 до 5 дюйм.

Они получаютъ обвязку чрезъ каждые 8 дюймовъ, или по 10 обвязокъ на погонную сажень длины. Слишкомъ толстые канаты оставляли бы большіе промежутки между послѣдовательными рядами фашинъ, а тонкіе разрывались бы при вколачиваніи сквозь нихъ кольевъ. Комли и макушки вѣтвей должны располагаться въ канатахъ въ разнометъ, т. е. чтобы они перемежались между собою и представляли вездѣ равномерное сопротивленіе и давали канату вездѣ одинаковую толщину. Канаты вяжутся на такихъ-же станкахъ изъ кольевъ, какъ и фашины. Для этого на ровномъ мѣстѣ вбиваютъ прямо рядъ кольевъ, въ разстояніи 2-хъ футовъ колъ отъ кола; на высотѣ $1\frac{1}{2}$ или 2-хъ футовъ отъ земли въ каждомъ колѣ дѣлаютъ замѣтку и къ первымъ кольямъ набиваютъ другой рядъ кольевъ наискось такъ, чтобы они касались первыхъ кольевъ въ замѣткѣ, а затѣмъ въ этомъ же мѣстѣ перевязываютъ каждую пару кольевъ въ отдѣльный козелъ, и тогда станокъ готовъ. Отобравъ пригодный для канатовъ хворостъ, раскладываютъ его по станку въ опредѣленную толщину, наблюдая, чтобы комли хвороста не сходились въ одномъ мѣстѣ длины и находились бы внутри каната. Потомъ канатъ туго перевязывается вѣтвями въ трехъ мѣстахъ по каждому промежутку кольевъ.

При вязкѣ слѣдуетъ наблюдать, чтобы всѣ узлы вязки приходились на одной сторонѣ каната, дабы при укладкѣ на ряды фашинъ, всѣ они могли быть обращены и запрятаны подъ низъ каната и чрезъ это перевязи меньше подвергались бы поврежденію. Канатъ только тогда хорошъ, когда очень туго перевязанъ и при растяженіи не разрывается.

Колья для прибавки фашинъ и канатовъ готовятся длиною въ 4 фута и толщиною отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 хъ дюймовъ

изъ такого хвороста, который для фашинъ былъ бы слишкомъ толстъ, или изъ всякаго лѣсу, который легко раскалывается. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ на примѣръ, для верхнихъ фашиннаго и метловаго покрываль, колья употребляются длиною только отъ 2 до 3 фут. и приготавливаются весною изъ ивы, толщиною въ $1\frac{1}{2}$ дюйма, для того, чтобы при употребленіи они принялись и пустили отростки. Если же чрезъ эти покрывала бываетъ ледоходъ, то колья приготавливаютъ съ крючьями, т. е. изъ вѣтвей, у которыхъ можно оставить сучекъ, длиною въ 3 или 4 дюйма, или дѣлаютъ этотъ крючекъ искусственно.

Земля для загрузки фашинъ берется ближайшая; если фашины зелены и многолиственны, то лучший матеріалъ для загрузки—крупный песокъ, хрящъ, или чура; если фашины завяли и ссохлись, то всего лучше употребить землю тучную, глинистую или дерновую. Если же вблизи нѣтъ другой земли кромѣ песка, то по крайней мѣрѣ первый слой фашинъ необходимо загрузить тучной, глинистой землею, чтобы песокъ не могъ проходить сквозь этотъ слой и вышатыть подъ нимъ дно рѣки. Послѣдній же слой, надъ всякимъ укладнымъ сооруженіемъ, долженъ состоять изъ тучной земли, съ той цѣлью, чтобы ивовая лоза привилась въ ней и хорошо прозеленѣла. Торфяная или болотная земля, какъ очень легкая, вовсе не годится для загрузки фашинъ.

Укладныя сооруженія.

Д. Д. Нееловъ говоритъ, что не смотря на различныя цѣли и назначенія укладныхъ сооруженій, способъ постройки ихъ всѣхъ одинаковъ. Подъ укладными сооруженіями, какъ уже

замѣтили выше, разумѣются: прикройныя по берегамъ, разнаго рода буны, запрудныя плотины и перемычки. Въ общихъ чертахъ всѣ этого рода сооруженія образуются такъ: начавъ съ берега, на поверхности воды связываются фашины слоями, посредствомъ прутянныхъ канатовъ и кольевъ и нагружаются пескомъ или землею; по наложеніи на землю новаго слоя фашины и загрузки его, нижній слой всей массой опускается въ воду и по мѣрѣ дальнѣйшаго накладыванія рядовъ фашины и ихъ загрузки, ложится, наконецъ, на дно рѣки. Когда нижніе слои легли на дно русла, а верхніе на надлежащей высотѣ надъ водою хорошо укрѣплены, то составляется, такимъ образомъ, неразрывное цѣльное тѣло изъ перемежающихся слоевъ фашины и земли, которые въ состояніи прервать движеніе рѣчной воды или направить струю теченія въ ту или другую сторону и предохранить берегъ отъ разрушительнаго ея дѣйствія. Мы для примѣра подробнѣе изложимъ способъ сооруженія бунъ и запрудныхъ плотинъ. Во всякомъ случаѣ верхняя ширина буны соображается съ силой теченія и въ особенности съ силой ледохода, а также съ протяженіемъ, на которое буна входитъ въ русло рѣки. При небольшой скорости теченія, ширина буны вверху бываетъ отъ 9 до 12 фут.; на большихъ же и быстрыхъ рѣкахъ и при значительной длинѣ буны, эта ширина простирается до 18 футовъ. Ширина же вверху запрудныхъ плотинъ и перемычекъ достигаетъ до 60 футовъ, если скорость теченія велика и ледоходъ силенъ. Что же касается до ширины основаній, то обыкновенно всѣмъ фашиннымъ сооруженіямъ дается одинакій откосъ или наклонъ въ 45° , и гдѣ, слѣдовательно, отношеніе откоса равно высотѣ сооруженія. Хотя всякое сооруженіе лучше сопротивляется давленію воды и опрокидыванію, чѣмъ шире его основаніе и отложе откосы, но какъ толщина фашины равна одному

футу и какъ комли однокомельныхъ фашинь всегда кладутся внутрь сооруженія, а концы въ наружу откоса, такъ какъ при этомъ положеніи труднѣе выдернуть фашину изъ сооруженія и при проходѣ льда сооруженіе терпитъ менѣе; при большихъ откосахъ метловые концы фашинь оставались бы внаружѣ безъ нагрузки на большую длину и свободный конецъ фашины въ 1½ или 2 фута длиною, болѣе подвергался бы поврежденію при проходѣ льда, чѣмъ однофутый при одинокомъ откосѣ, то на этомъ основаніи и принимается одинокій откосъ.

Вышина буны надъ поверхностью воды зависитъ отъ условія, чтобы буна на своей поверхности хорошо прозеленѣла, такъ какъ укладное сооруженіе можетъ быть признано прочнымъ лишь тогда, когда тонкія вѣтви фашинь или покрываль, выходящія внаружу, изъ поверхности сооруженія, хорошо примутся, пускаютъ ростки и корни, а послѣдніе, переплетаясь между собою внутри, дадутъ всей массѣ такую прочную связь, которая можетъ противустоять сильному напору струи и ходу льда. Если побѣги стригутся черезъ три-четыре года, то изъ нихъ не образуются толстые стволы и сильный ледоходъ, переходя чрезъ сооруженіе, хотя согнетъ и оскоблитъ вершины вѣтвей, но, не встрѣчая сопротивленія отъ тонкихъ прутьевъ, не будетъ повреждать сооруженія. Если же вершина буны не прозеленѣетъ, то, находясь внѣ воды, фашинный хворостъ высохнетъ, вицы полопаются и тогда при водопольѣ, не только снесется верхняя часть хвороста, но и самая буна, какъ не имѣющая корневой связи, можетъ быть разрушена. Опытъ показываетъ, что для хорошаго прозеленѣнія поверхности буны, эта поверхность должна возвышаться на одинъ футъ надъ уровнемъ обыкновенной воды. При чемъ всегда лучше дать меньшую высоту, поверхности буны надъ уровнемъ воды, въ случаѣ значительныхъ измѣненій въ этомъ уровнѣ въ лѣтнее время

чѣмъ большую, при которой отrostки съ ихъ корнями могутъ быть лишены необходимой влаги для ихъ хорошаго произростанія. Поэтому глубина меженной воды, увеличенная на одинъ футъ, опредѣляетъ высоту буны. Но при этомъ слѣдуетъ замѣтить, что подобныя сооруженія всегда даютъ осадку отъ времени и опытъ указываетъ, что онѣ садятся на $\frac{1}{10}$ своей первоначальной вышины. А потому вышеприведенную высоту нужно увеличивать на $\frac{1}{10}$ часть, въ виду будущей осадки сооруженія.

Далѣе, какъ уже замѣтили выше, во всѣхъ родахъ фашинныхъ сооруженій должно наблюдать, чтобы наружу были выпускаемы одни метловые концы фашинь, потому что ихъ за эти концы вытащить гораздо труднѣе, чѣмъ за комлевые, и потому, что въ этомъ положеніи они менѣе оказываютъ сопротивленія при проходѣ льда и менѣе имъ повреждаются.

Самое удобное время для производства фашинныхъ работъ тотчасъ по спадѣ весеннихъ водъ; тогда, по окончаніи работы, останется еще довольно времени на осадку сооруженія, чтобы затѣмъ, осенью его выровнять, разослать по поверхности фашинное покрывало, для обезпеченія отъ дѣйствія проходящаго льда. Покрывало же неудобно устраивать лѣтомъ, такъ какъ въ это время года лоза рѣдко и трудно принимается.

Мы не будемъ входить здѣсь въ подробности, относительно расположенія бунъ, въ зависимости отъ цѣлей ихъ устройства и свойства рѣкъ, такъ какъ, во первыхъ, подобныя соображенія должны видоизмѣняться въ каждомъ частномъ случаѣ, и желающіе ознакомиться съ подробностями проектированія устройства бунъ, могутъ обратиться къ спеціальнымъ сочиненіямъ по этому предмету; а во вторыхъ, цѣль наша заключается въ указаніи техническихъ приѣмовъ, при устройствѣ фашинныхъ сооруженій, которыя

слъ пользою могутъ быть примѣняемы при устройствѣ плотинъ, не только фашинныхъ, но и земляныхъ. А потому повторимъ коротко, что цѣль построенія рѣчныхъ бунъ состоитъ: въ отводѣ или измѣненіи направленія рѣчной струи; въ углубленіи фарватера въ данномъ мѣстѣ рѣки, чрезъ стѣсненіе русла, или ширины ея; въ уничтоженіи мелей и острововъ; въ размытіи противоположнаго берега или въ защитѣ отъ обваловъ берега, къ которому примыкаетъ буна, искусственнымъ образованіемъ около него насосовъ и обзамеленія; въ измѣненіи всего направленія рѣки въ данномъ мѣстѣ и т. д. (черт. № 9).

При заложеніи буны, нужно принять за основное правило, что буна, переступая нормальную ширину рѣки, причиняетъ или углубленіе русла, или разрушаетъ противоположный берегъ, смотря по тому, гдѣ грунтъ окажется слабѣе; а при одинаковомъ сопротивленіи грунта производить и оба дѣйствія вмѣстѣ; дѣйствіе на противоположный берегъ оказывается слабѣе въ большихъ рѣкахъ.

При постройкѣ бунъ главная цѣль заключается въ томъ, чтобы около нихъ залегали наносы и образовались мели, и такимъ образомъ, естественно образовалось бы плотное тѣло плотины; опыты показываютъ, что цѣль эта не достигается при нормальныхъ бунахъ, когда онѣ сразу устраиваются на всю предположенную для нихъ длину. Почему необходимо постройку такихъ бунъ производить постепенно и доводить ихъ до полной длины въ два, три года и болѣе. При устройствѣ бунъ принимается также за правило — никогда не вести ихъ отъ выпуклаго или выступающаго въ рѣку берега, такъ какъ въ противномъ случаѣ буна всегда послужитъ ко вреду противоположнаго берега. Передъ производствомъ работы, при устройствѣ буны, прежде всего должно быть хорошо обследовано и нанесено на планъ положеніе дна, или постели рѣки, въ томъ мѣстѣ, гдѣ предположено

строить буну, все это мѣсто должно быть очищено отъ лома, камней и другихъ предметовъ, которые могли бы препятствовать ровной осадкѣ сооруженія или плотной связки его съ дномъ рѣки. Затѣмъ долженъ быть заготовленъ весь матеріалъ, необходимый для сооруженія той части бунъ, которая должна быть окончена въ это лѣто, и не прежде начинать работу, когда будетъ подъ рукою столько матеріала, чтобы можно было опустить первые слои фашиннаго сооруженія до самаго дна рѣки, ибо если эти слои, за недостаткомъ матеріала, останутся пѣкоторое время плавающими, то случайная прибыль воды можетъ уничтожить всю произведенную работу и подмыть дно рѣки подъ неопустившимся на дно слоемъ. Равнымъ образомъ, начатая работа не должна быть останавливаемая ни на минуту, до тѣхъ поръ, пока длина бунъ не будетъ по крайней мѣрѣ равна глубинѣ рѣки въ головѣ бунъ. Канатовъ въ запасъ не должно заготовлять въ значительномъ излишкѣ, дабы они, до употребленія въ дѣло, не слишкомъ ссохлись и не ослабли въ перевязяхъ. Фашины близъ самаго мѣста производства работъ должно ставить въ кучкахъ стоймя, чтобы рабочіе могли скорѣе ихъ схватить и поднести къ работѣ, для передачи фашинному мастеру.

Когда выемка готова, то начинаютъ накидываніе фашинъ. Для этого фашинный мастеръ становится у начала сооруженія, при точкѣ II, и отъ него чернорабочіе дѣлаютъ изъ себя цѣпь до сложенной кучи фашинъ и передаютъ, по одной, изъ рукъ въ руки до фашиннаго мастера, который, принимая фашину, одной рукой у комля, а другой на серединѣ, кидаетъ первую плотно у берега противъ теченія, такъ чтобы большая половина ея съ комлевымъ концомъ лежала бы на землѣ, а остальная, метловая часть, плавала на водѣ. Затѣмъ рядомъ съ нею онъ кидаетъ еще нѣсколько фашинъ и какъ скоро водяная струя начинаетъ сворачивать

последнюю фашины съ своего мѣста, то онъ немедленно накидываетъ, поверхъ нижняго, другой рядъ фашинъ нѣсколько въ косвенномъ, къ первому направленіи. При киданіи второго ряда, мастеръ долженъ стоять на концѣ первой фашины, чтобы она не сворачивалась струею. Когда последняя фашина во второмъ ряду будетъ накинута, то мастеръ кладетъ поперекъ надъ фашинами канатъ. длиною въ двѣ сажени. отступая отъ метловыхъ концовъ на два или на три фута. и укрѣпляетъ его нѣсколькими кольями, какъ надъ фашинами, такъ и по берегу. Между кольями онъ опять накидываетъ рядъ фашинъ, но такъ, чтобы метловые концы ихъ входили далѣе въ рѣку, послѣ чего накидываетъ немедленно *другія къ береговой фашины*.

Послѣ этого подъ защитою накиданныхъ фашинъ, за которыми быстрота теченія уменьшилась или вовсе затихла, онъ накидываетъ фашины по водѣ почти на всю длину прикрѣпленнаго фашиннаго каната. Съ этого момента уже не слѣдуетъ кидать фашины такъ, чтобы комлевые концы оставались на берегу, ибо это пренятствовало бы погруженію фашинныхъ рядовъ въ воду, при чемъ во все время производства этой работы слѣдуетъ также наблюдать, чтобы фашины не были положены въ рядахъ крестообразно, или поперекъ одна надъ другой, чрезъ это между рядами образовались бы пустыя пространства, ряды не скрѣплялись бы хорошо канатами и въ сооруженіи не было бы надлежащей связи. Опытный фашинный мастеръ кидаетъ каждую фащину на свое мѣсто и придаетъ ей надлежащее положеніе сразу и безъ поправки.

На эти ряды фашинъ вновь кладется канатъ. длиною въ три или четыре сажени, но еще далѣе отъ берега, чѣмъ предыдущій и также прикрѣпляется кольями, какъ къ берегу, такъ и къ фашиннымъ рядамъ и т. д. Когда эта голова работы достаточно прикрѣплена, то за нею образуется

стоячая вода, на которой работа продолжается безостановочно; тогда уже канаты надъ рядами фашинь не нужно болѣе прикрѣплять къ берегу и они прибиваются кольями къ однимъ фашиннымъ рядамъ. Такимъ способомъ работы доходятъ до точки Г. Этотъ первый слой фашинныхъ рядовъ входитъ въ рѣку отъ берега на 2 или 2½ сажени; причемъ всѣ комли фашинь должны быть обращены въ середину сооруженія; когда этотъ, такъ называемый, передовой слой, будетъ оконченъ отъ Н до Г, то фашинный мастеръ начинаетъ надъ нимъ кладку задняго или отступного слоя. Для этого надъ передовымъ слоемъ въ точкѣ Н онъ набрасываетъ рядъ фашинь такъ, чтобы концы ихъ нѣсколько выдавались въ рѣку одинъ надъ другимъ, а надъ этимъ рядомъ раскладываетъ еще нѣсколько рядовъ такъ, чтобы они отступали покемному къ берегу, причемъ наблюдаетъ, чтобы черезъ это набрасываніе весь слой не вышелъ бы толще трехъ футовъ и чтобы поверхность его была по возможности выровнена. Искусство мастера въ этомъ случаѣ заключается въ томъ, что онъ набрасываетъ фашины одну плотно къ другой въ одинаковомъ направленіи и наполняетъ ими всѣ промежутки; при отступленіи рядовъ всѣ комлевые концы фашинь должны закрыться, кромѣ выходящихъ на берегъ, и если онъ не броситъ фашину съ перваго взмаху на свое мѣсто, а долженъ будетъ поднять или переложить, то это укажетъ, что онъ неопытенъ въ своемъ дѣлѣ. При наклѣдѣ отступныхъ рядовъ, выровненная поверхность должна имѣть видъ стриженаго кустарника, если хворость въ фашинахъ свѣжій; а ежели онъ засохшій, то эта поверхность должна походить на метлы, сложенные концами вверхъ. Если въ послѣднихъ комлевыхъ концахъ фашинь, выходящихъ на берегъ, обнаруживаются перевязки и поверхность недостаточно выровнялась, то перевязки фашинь разсѣкаются и комлевые концы хвороста вы-

равниваются, чтобы вся поверхность укладки представлялась совершенно ровною и связанною съ берегомъ.

По этому разровненному слою немедленно же раскладываются и укрѣпляются фашины канаты, такъ какъ если фашины повязаны особенно изъ тяжелыхъ породъ лѣса, какъ напр дуба, вяза и т. п., то этотъ слой скоро погрузится въ воду и фашины могутъ разойтись въ водѣ, если не будутъ по возможности скоро связаны канатами. Поэтому лишь только слой оконченъ и выровненъ, то ни подъ какимъ предлогомъ не останавливаютъ работы пока не будутъ прикрѣплены по всему слою канаты; это правило непремѣнно соблюдается, какъ при устройствѣ бунтъ, такъ и запрудныхъ плотинъ, а потому если бы наступилъ и вечеръ, передъ тѣмъ, какъ остановить работы на ночь, всѣ фашинные ряды слѣдуетъ внимательно укрѣпить канатами и кольями къ берегу, но не нагружать землею. Послѣ укрѣпленія канатами, весь фашинный слой покрывается землею, на первый разъ по возможности глинистою, особенно если фашины уже нѣсколько ссохлись. Для прочихъ слоевъ можно употребить хрящъ, гравій и крупнозернистый песокъ, особенно когда фашины сдѣланы изъ свѣжаго хвороста; но не слѣдуетъ употреблять мелкій песокъ и торфяную землю. Для разсыпанія земли на поверхности слоя, слѣдуетъ подстилать доски, чтобы при подвозкѣ земли, колесами тачекъ не попортить перевязей у фашинъ и канатовъ. Землю насыпать слѣдуетъ сначала со стороны берега, сверху по теченію рѣки и продолжать нагруженіе фашиннаго слоя, съ одной стороны отъ берега къ водѣ, а съ другой внизъ по теченію, отъ *H* къ *F*. Большею частью насыпка земли дѣлается въ одинъ футъ толщиною и насыпь продолжается до наружнаго ряда канатовъ, но къ послѣднимъ ихъ рядамъ насыпь дѣлается тоньше, лишь бы ряды прикрылись ею. Вообще не должно торопиться загрузеніемъ передового края фашиннаго слоя.

Толщина слоя земли при засынкѣ опредѣляется тѣмъ, чтобы только фашина погрузилась въ воду, а земля осталась бы поверхъ воды; причемъ первый слой фашинной кладки загружается менѣе послѣдующихъ слоевъ. Оконченный такимъ образомъ первый слой составляетъ тѣло толщиной въ 4 фута, но, отъ давленія верхнихъ слоевъ, онъ получаетъ толщину только въ три фута. Если передовой рядъ двойныхъ канатовъ, отъ нагрузки землею, опустится въ воду, то фашинный мастеръ втыкаетъ въ него, глубиною на одинъ футъ, рядъ кольевъ, какъ для того, чтобы впослѣдствіи между этими кольями, можно было находить фашины верхняго слоя, такъ и для того, чтобы знать положеніе наружнаго края подъ водою. По окончаніи насынки земли, доски убираются и поверхность земляного слоя выравнивается.

Когда этотъ оконченный первый слой начнетъ много опускаться въ воду, то немедленно приступаютъ къ укладкѣ второго слоя. Для этого сначала набрасываются фашины, опять отъ точки *H*, между кольями, вбитыми по наружному ряду двойныхъ канатовъ, такъ чтобы вновь накладываемыя фашины выдавались метловыми концами чрезъ нижній слой въ свободную воду, комлевые же ихъ концы придавливаются фашинами, накидываемыми сверхъ нихъ въ томъ же направленіи. Это накидываніе продолжастся до тѣхъ поръ, пока струя или теченіе воды, начнетъ сворачивать на свободное лежащія, еще не укрѣпленныя фашины. Тогда поперекъ ихъ накидывается канатъ, который однимъ концомъ прикрѣпляется къ берегу, или къ сторонѣ берега надъ первымъ слоемъ, а другой его конецъ плаваетъ свободно, когда же накидкой фашинъ дойдутъ до конца перваго слоя у *F*, то этотъ свободный конецъ каната укрѣпляютъ козломъ. Надъ этимъ капатомъ продолжается накидка фашинъ сверху внизъ по теченію рѣки опять до того мѣста, гдѣ теченіе начнетъ сворачивать выдавшіяся въ воду надъ первымъ слоемъ фа-

шины, на которыя также накладывается канатъ. какъ и на предыдущій рядъ и точно также работа продолжается далѣе. На сколько новый слой долженъ выдаваться въ рѣку черезъ нижній, зависитъ отъ глубины рѣки и скорости ея теченія; при большихъ глубинѣхъ и скоростяхъ, фашины верхняго слоя должны менѣе выступать въ рѣку надъ нижнимъ слоемъ и наоборотъ. Напр., при глубинѣ рѣки въ 30 фут. и скорости теченія отъ 3 до 4 футовъ, можно выпускать верхній слой надъ нижнимъ до 6 футовъ. По окончаніи второго слоя въ такую же толщину, онъ такъ же прикрѣпляется канатами и засыпается землею, какъ и первый слой. Такимъ же образомъ продолжается работа и слѣдующихъ слоевъ. Накидку фашинъ передового ряда должно начинать съ того мѣста, гдѣ устроенная часть сооруженія будетъ еще находиться нѣсколько выше поверхности воды, а съ отступательнымъ рядомъ входить на берегъ. Случается, что во время работы канаты нижнихъ рядовъ, прикрѣпленные къ берегу, погруженіемъ верхняго слоя сдвигаются съ мѣста и тащутъ за собою съ берега землю; въ такомъ случаѣ фашины и канаты верхняго слоя слѣдуетъ положить и скрѣпить выше къ берегу. Когда же верхній слой, за укрѣпленными къ берегу канатами, погрузиться не можетъ, что укажетъ треснувшая въ выемкѣ на берегу земля, тогда нужно осторожно перерубить вицы, которыми связаны канаты, прикрѣпленные къ берегу, но затѣмъ тщательнѣе укрѣпить къ берегу послѣдующій верхній слой. Чтобы слои, достигая дна рѣки, укладывались не слишкомъ круто, выгодно отступать не со всеми слоями до самаго берега равной толщиной, но соображаясь съ глубиной рѣки, такъ перемѣнять длину слоевъ, чтобы одинъ изъ нихъ утонялся на длину отъ 3 до 5 саж., а другой, одинаковой толщиной, продолжался бы до тѣхъ поръ къ берегу, пока сооруженіе не ляжетъ на дно рѣки; во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ сооруженіе легло на дно, не кла-

ется болѣе фашинныхъ слоевъ. Зная въ каждомъ мѣстѣ глубину рѣки и число опущенныхъ слоевъ, которымъ ведетъ счетъ фашинный мастеръ, записывая въ журналѣ, можно знать легло-ли сооруженіе на дно. Если же не смотря на то, что по числу слоевъ, въ сравненіи съ глубиною рѣки въ томъ мѣстѣ, сооруженіе должно бы лежать на днѣ, а между тѣмъ въ верхней насыпи земли и по берегу оказываются трещины, то это показывало бы, или что толщина слоевъ была недостаточна, или что дно рѣки во время работъ подъ сооруженіемъ подмылось и углубилось, или что сооруженіе сѣло на мягкій слой дна, уступающій давленію верхнихъ слоевъ. Въ такомъ случаѣ необходимо осаживать сооруженіе трамбованіемъ и еще постилать сверху фашинные слои, пока въ насыпанной землѣ не окажется болѣе трещинъ. Эти новые верхніе слои не связываются съ берегомъ канатами. Вообще при оказывающихся на поверхности неровностяхъ, хотя сооруженіе и сѣло бы на дно, необходимо трамбованіе, для достиженія ровной осадки и чтобы внутри его не находилось пустотъ.

Когда этимъ порядкомъ работы конецъ буны будетъ доведенъ до назначеннаго ей мѣста по ширинѣ рѣки, съ прибавленіемъ къ этой длинѣ полуторной глубины рѣки въ томъ мѣстѣ, тогда нужно только дать головѣ буны надлежащій откосъ, такъ какъ дѣйствіе теченія и ледохода на эту часть буны наиболѣе сильное, и можетъ легко причинить углубленіе дна и тѣмъ разрушить сооруженіе. А потому теперь, вмѣсто того, чтобы идти слоями впередъ далѣе въ рѣку отступаютъ ими назадъ въ берегъ или дѣлаютъ эти слои понемногу короче, сообразно съ глубиною рѣки и потребной отлогостью откоса, а слой долженъ быть веденъ къ сторонѣ берега такъ далеко, чтобы конецъ его достигалъ того мѣста буны, въ которомъ сооруженіе уже сѣло плотно на дно рѣки. Эту работу продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока

у головы буны образуется откосъ. По мѣрѣ приближенія слоевъ къ головѣ буны насыпаютъ болѣе земли къ наружному ряду канатовъ, или вообще болѣе окружаютъ землею наружные края слоевъ, чтобы при головѣ буны дать имъ болѣе плотную связь какъ между собою, такъ и съ дномъ рѣки.

Сооруженная такимъ образомъ буна на всей ея поверхности выравнивается и связывается съ берегомъ канатами обыкновеннымъ образомъ, а потомъ покрывается толстымъ слоемъ тяжелой земли, такъ, чтобы буна была на нѣсколько футовъ выше горизонта меженной воды, въ запасъ для осадки, высота насыпи для осадки должна быть соображаема съ глубиною воды или всей высотой буны. Если работа была произведена въ началѣ лѣта, то буну оставляютъ въ этомъ положеніи до осени.

Послѣ осадки, осенью или весною, всѣ неровности заполняются фашинами и затѣмъ накладывается на поверхность буны верхнее фашинное покрывало. При окончательномъ выравниваніи поверхности буны даютъ малую покатость отъ замка къ головѣ буны, или отъ берега къ рѣкѣ.

По уравненной такимъ образомъ поверхности буны насыпается тучная земля, толщиною приблизительно въ $\frac{1}{4}$ арш., по которой устилается покрывало изъ ивовой лозы. Такъ какъ это покрывало должно пускать отростки, то оно стелется весною или осенью, когда ива бываетъ безъ листьевъ и когда она лучше принимается. Для фашинныхъ покрывалъ выбираютъ лучшія лозы, толщиною въ комлѣ не болѣе полувершка и ими обвязываютъ фашины и канаты обыкновеннымъ образомъ, т. е. предварительнымъ обращеніемъ этихъ лозъ въ вицы. вмѣстѣ съ тѣмъ заготавливаются ивовые колья изъ такихъ вѣтвей, у которыхъ въ головѣ кола можно оставить сучекъ въ видѣ крюка. Свѣжіе колья хорошо принимаются и крючекъ кола удерживаетъ канатъ, сквозь который колъ прибивается; длину такимъ кольямъ даютъ до аршина.

Когда всѣ эти матеріалы будутъ заготовлены, тогда фашины кладутся поперекъ буны по одиночкѣ и вицы, ихъ связывающія, разрубаются. Лоза фашины такъ разстилается, чтобы каждая вѣтвь ложилась рядомъ одна возлѣ другой по одному направленію, комли же ихъ закрываются навозимую землю. На этотъ, разостланный по всей поверхности буны хворостъ, кладется вокругъ по краю поверхности буны двойной рядъ канатовъ, отступя отъ края на 1^{1/2} или 2 фута, по длинѣ же буны растягиваются одинокіе ряды канатовъ, прикрѣпляемые кольями черезъ каждые 2 фута. При этомъ надо наблюдать, чтобы канаты вошли въ берегъ насколько можно далѣе, а также чтобы на головѣ буны одинокіе ряды канатовъ подсовывались бы подъ канаты двойного, крайняго ряда и вездѣ, гдѣ канаты перекрещиваются между собою, вбивался бы въ нихъ коль. Въ случаѣ недостатка кольевъ съ крюками, нужно стараться забить таковыя, по крайней мѣрѣ, тамъ, гдѣ дѣйствіе струи сильно, или въ такихъ мѣстахъ вбивать въ крайніе канаты два кола вмѣстѣ на крестъ.

Въ поперечномъ разрѣзѣ поверхности буны также даютъ небольшіе скаты отъ середины къ краямъ, отчего канаты меньше страдаютъ при проходѣ чрезъ нихъ воды и льда. Когда канаты будутъ прибиты кольями, тогда промежутки между ними заполняютъ растительною землею, оставляя поверхность канатовъ открытою. Для содѣйствія проростанію буны, она должна быть съ берега хорошо огорожена отъ входа на нее скота, который вредитъ молодымъ отросткамъ. Въ половодье, переливающаяся черезъ буну вода иногда наноситъ на фашинное покрывало песокъ, который по спадѣ воды должно очистить деревянными лопатами, чтобы не повредить отростковъ; подъ нанесеннымъ же пескомъ лоза не дастъ ихъ вовсе. Въ случаяхъ, когда верхнее фашинное покрывало недостаточно предохраняетъ поверхность буны

или плотины отъ проходящихъ черезъ нихъ весною съ большою скоростью воды и льда, тогда настилаютъ на нихъ, такъ называемыя, метловыя покрывала. Такими же покрывалами одѣваются и берега рѣкъ, подверженные обрушенію полою водою, почему ихъ и раздѣляютъ на покрывала для укладныхъ сооружений и на береговыя одежи, о которыхъ мы скажемъ ниже.

Въ сущности, метловое покрывало, также состоитъ изъ фашинъ, канатовъ и кольевъ, и чтобы быть прочнымъ, оно также должно пустить отростки, почему лучшее время для настилки этого покрывала осень, когда ивовая лоза легко пускаетъ отростки и когда можно рубить лозу, не повреждая остающагося пня.

Для метловаго покрывала употребляютъ лучшую и длинную лозу, не толще полувершка въ землѣ и не короче полутора сажень. Колья должны быть преимущественно съ крюкомъ изъ сучка, длиною въ полтора аршина и толщиною приблизительно въ вершокъ.

Когда буна хорошо сядетъ, то поверхность ея выравнивается обыкновеннымъ образомъ, какъ объяснено выше, фашинами, прикрѣпляемыми канатами и кольями. Потомъ весь верхъ сооруженія покрывается хорошею землею толщиною около одного фута.

Когда фашины будутъ длиною въ 10 футовъ, тогда по наружному низовому краю буны или плотины, вынимается навезенная земля на одинъ футъ въ глубину и на 8 футовъ въ ширину, съ покатостью къ точкѣ *H*; вынутая земля откидывается къ срединѣ поверхности буны или плотины. Эта выемка земли по низовому краю должна простираться, не только во всю длину плотины или буны, но и на значительное разстояніе въ берега, особенно если они низменны и рыхлы. Въ эту выемку, фашины, приготовленныя изъ вышеупомянутой лозы, стелятся такъ, чтобы ихъ метловые кон-

цы выдавались на два фута за край плотины, или буну Н. На 12 футовъ выемки по погону кладутся отъ 6 до 8 фашинь, у которыхъ разрубаются вицы и фашинный хворостъ разстиляется и разравнивается въ одинаковой толщины слой во всемъ ряду. По этому ряду разравненного по всей длинѣ выемки хвороста, натягиваются на три ряда канаты такъ, чтобы первый канатъ пришелся на одинъ, второй на три, а третій на пять футовъ отъ комлевыхъ концовъ разостланнаго фашиннаго хвороста. Канаты прикрѣпляются кольями чрезъ 1½ фута разстоянія коль отъ кола, причемъ головы кольевъ не доколачиваются на 3 или 4 дюйма до канатовъ. Откинутаая изъ выемки земля разсыпается между канатами, по первому настланному ряду хвороста, съ надлежащимъ скатомъ на краю //. По выстилкѣ перваго ряда хвороста, вынимается земля отъ комлей уложеннаго края къ сторонѣ N, также на одинъ футъ глубиною, а шириною только на 2½ фута, съ такою же покатостью, какъ въ первомъ засыпанномъ слое. Въ эту вторую выемку кладутъ другой рядъ фашинь, который частью закрывается собою первый, и также прикрѣпляютъ этотъ второй рядъ тремя канатами, какъ и первый. Каждая затѣмъ выемка земли дѣлается шириною въ 2½ фута, и продолжается укладка рядовыхъ фашинь подобно двумъ предыдущимъ, пока послѣдняя выемка придется уже въ откосъ верховаго края N. Вмѣсто выемки, вырывается въ этомъ откосѣ, въ земляной отсыпи, подлѣ самаго фашиннаго сооруженія, ровикъ глубиною въ 2 или 3 фута, и когда въ немъ будетъ установленъ послѣдній рядъ хвороста своими кольями, то этотъ хворостъ укрѣпляется двойными, т. е. шестью рядами канатовъ, такъ какъ этотъ крайній рядъ наиболѣе подвергается поврежденію при проходѣ воды и льда. По готовому такимъ образомъ покрывалу, кромѣ послѣднихъ шести рядовъ канатовъ в земли по отсыпи, не должны быть видны канаты или

земля остальных рядовъ, а только оставаться снаружи метловые концы фашинь.

Выше мы говорили, что береговья одежды устраиваютъ для предохраненія отъ обрывовъ верхнихъ частей береговъ, находящихся выше воды, или тамъ, гдѣ подъ высокимъ берегомъ возведена буна или прикройное подъ водою сооруженіе, а также тамъ, гдѣ плескомъ волнъ, при сильныхъ вѣтрахъ, происходятъ обрывы въ берегахъ или откосахъ, земляныхъ насыпей плотинъ выше уровня воды.

Работу береговыхъ одеждъ производятъ только весною или осенью, когда срубаемая въ это время года ивовая лоза пускаетъ отростки. Ивовые колья для этой работы употребляются длиною отъ 2 до 3 футовъ и по возможности съ суковатымъ крючкомъ. Приступая къ этой работѣ, срѣзаютъ и выравниваютъ подъ правильно обрывающійся берегъ *ab* до края меженной воды, внизу этого откоса у самой воды, вырываютъ ровикъ *a*, въ одинъ футъ глубиною, который на половину своей глубины долженъ находиться ниже поверхности меженной воды. Въ этотъ ровикъ устанавливается рядъ фашинь комлями внизъ и стоймя по откосу *ab*, длина которыхъ должна быть по возможности равна длинѣ всего откоса *ab*. На 10 футъ протяженія откоса, по погону, ставятъ только 6 фашинь въ равномъ разстояніи одна отъ другой и разрубивъ у нихъ перевязи, хворость ихъ, на всемъ протяженіи 10 футъ разравниваютъ одинаково толстымъ слоемъ по откосу, сохраняя его стоячее положеніе по откосу и оставляя комли въ ровикѣ *a*. Понерекъ разровненнаго такимъ образомъ слоя хвороста и вдоль откоса натягиваются прутяные конаты *m, m, m*, прибиваемые плотно кольями; первый канатъ натягивается на высотѣ одного фута надъ комлями фашинь, или отъ дна ровика *a*, а прочіе чрезъ $1\frac{1}{2}$ фута одинъ надъ другимъ, считая разстояніе по откосу. Комли хвороста въ ровикѣ засы-

паются землею, а вершины, если онѣ будутъ выше верхняго края в берега или откоса, обрубаются наравнѣ съ этимъ краемъ, если же будутъ немного не доходить до этого края, то оставляются необрѣзанными. Если по прошествіи 2—3 лѣтъ окажутся изъ этого хвороста довольно большіе побѣги, тогда весною или осенью ихъ пригибаютъ къ откосу и прикрѣпляютъ новыми канатами. Такимъ простающимъ хворостомъ можно хорошо укрѣпить высокій и рыхлый песчаный берегъ или откосъ.

Для большей прочности этого рода фашиной одежды и для сохраненія откоса въ случаѣ возможности гніенія фашины, необходимо весною, или осенью, нарубить ивовыхъ кольевъ, когда они не бываютъ сочными, длиною отъ 6 до 7 футовъ и наколотить ихъ въ нѣсколько рядовъ уступами по этой одеждѣ, вбивая ихъ рядъ отъ ряда и колья отъ кола на разстояніи аршина. Эти колья примутся и пустятъ отростки, которые совершенно охраняютъ берегъ, или откосъ, отъ вреднаго дѣйствія струи и льда. Но по временамъ необходимо эти ивовые отростки обрѣзать, чтобы они не сдѣлались слишкомъ толстыми, ибо тогда, оказывая слишкомъ большое сопротивленіе быстрой струѣ и ходу льда, могутъ быть сломаны или вырваны съ корнемъ и съ поврежденіемъ откоса. Здѣсь кстати замѣтимъ, что всѣ побѣги, выросшіе на поверхности укладныхъ сооружений, должны обрѣзываться черезъ три-четыре года съ тою же цѣлью, чтобы онѣ оставались тонкими и гибкими, и потому не ломались бы и не вырывались съ корнемъ при проходѣ чрезъ нихъ льда. Эта обрѣзка должна производиться острыми ножами или топорами непременно снизу вверхъ, чтобы не повредить остающихся на корнѣ вѣтвей. Обыкновенно ихъ рубятъ не только, чтобы отъ нихъ оставались сучки вершка въ полтора длины. Только когда молодая ива обрѣзывается въ первый разъ, то ей оставляютъ верхнія вѣтви длиною побольше четверти. Во-

обще обсадка береговъ и откосовъ ивовою лозою, простымъ вбиваніемъ изъ нея кольевъ, весною или осенью, съ частой ея обрѣзкой, всего лучше достигаетъ цѣли ихъ сохраненія отъ размыванія и обрушенія.

Мы уже выше замѣтили, что фашинные укладныя сооруженія трудно исполнимы на очень быстрыхъ рѣкахъ и въ особенности не прочны на рѣкахъ, переносящихъ большое количество крупнаго хряща и камней. Вслѣдствіе этого, а также ввиду трудности и дороговизны этого рода сооружений въ странахъ, гдѣ цѣнность лѣса очень велика, сдѣланы были болѣе или менѣе удачныя опыты замѣны укладныхъ фашинныхъ сооруженій болѣе дешевыми и вмѣстѣ прочными фашинными же сооруженіями, позволявшими употребленіе ихъ на большихъ протяженіяхъ. Къ наиболѣе удачнымъ и приложимымъ въ различныхъ случаяхъ, слѣдуетъ отнести фашинныя стѣны, образуемыя изъ нагруженныхъ камнями и хрящемъ фашинъ, погружаемыхъ между набитыми сваями.

Для сооруженія фашинныхъ стѣнъ въ дно рѣки вбиваютъ два или болѣе рядовъ свай, параллельно между собою и рядъ отъ ряда, считая отъ срединъ свай, на разстояніи полуаршина, а свая отъ сваи въ ряду на разстояніи двухъ аршинъ, причемъ сваи въ рядахъ бьются одна противъ другой, а не въ шахматномъ порядкѣ. Между свайными рядами опускаются длинныя, нагруженныя фашины, толщиною въ діаметръ приблизительно съ полъаршина. Эти фашины, перевязанныя ивовой лозой чрезъ каждый футъ, на подобіе толстыхъ прутяныхъ канатовъ, наполняются внутри камнями или крупнымъ хрящемъ, чтобы онѣ удобнѣе погружались и плотно прижимались ко дну рѣки и одна къ другой и такимъ образомъ образовали бы болѣе плотную стѣну (чертежъ № 10).

Въ малыхъ и не очень быстрыхъ рѣкахъ, гдѣ вышина

свай не превосходить сажени, толщина ихъ достаточна въ 4—5 вершковъ; въ рѣкахъ же болѣе глубокихъ и съ сильнымъ теченіемъ, въ которыхъ требуются болѣе высокія стѣны или на концѣ этихъ стѣнъ, входящихъ свободно въ рѣку, когда онѣ замѣняютъ буны, употребляютъ сваи толщиной отъ 6 до 8 вершковъ. Вбивать эти сваи глубоко, особенно когда онѣ предназначены для устройства бунъ, а не запрудныхъ плотинъ также нѣтъ надобности; какъ увидимъ ниже, около подобныхъ стѣнъ быстро образуются наносы, отъ которыхъ сваи и все сооруженіе пріобрѣтаютъ надлежащую устойчивость. Только въ головахъ стѣнъ, свободно входящихъ въ рѣку и подверженныхъ наибольшему давленію при быстромъ теченіи, слѣдуетъ вбивать сваи поглубже. Если глубина рѣки значительна и стѣнная бунъ входитъ далеко въ рѣку, то сооруженіе усиливаютъ тѣмъ, что строятъ его изъ двойныхъ или тройныхъ рядовъ вмѣстѣ. При тройныхъ стѣнахъ, средніе ряды свай нѣсколько возвышаются надъ крайними. Верхи свай дѣлаются наравнѣ съ уровнемъ меженной воды или очень немного выше, такъ какъ при этомъ закладываніе между сваями фашинъ производится удобно съ плотовъ, съ которыхъ производится и забивка самыхъ свай; кромѣ того, при малой высотѣ свай онѣ менѣе подвергаются дѣйствию ледохода, который обыкновенно совершается уже при достаточно высокомъ уровнѣ рѣки.

При такомъ устройствѣ фашинныхъ стѣнъ, теченіе воды сквозь нихъ совершенно не прекращается и это чрезвычайно способствуетъ отложенію около нихъ наносовъ. Первая фашина тотчасъ ложится прямо и плотно на дно и защищаетъ его отъ углубленія и подмыванія; за этой первой фашиною уже останавливаются земляныя частицы и песокъ, постоянно движущіеся по дну и тотчасъ же образуютъ около нея наносъ. Опыты показали, что въ нѣкоторыхъ рѣкахъ, при

стѣнахъ довольно высокихъ, постель рѣки возвышалась наносами слишкомъ на половину всей ихъ высоты еще до совершеннаго окончанія постройки, а нѣсколько высокія воды, нерѣдко въ одинъ разливъ, дѣлали наносы во всю вышину стѣнъ. Такое скорое образованіе наносовъ около фашинныхъ стѣнъ всего болѣе способствуетъ къ ихъ сохраненію отъ порчи и разрушенія, такъ какъ онѣ скоро со-сѣмъ зарываются въ наносы и уже не подвергаются дѣйствию струи. Для предохраненія же головы буны, образованной изъ фашинной стѣны, какъ части наиболѣе подверженной разрушительному дѣйствию теченія, то кромѣ набивки въ этой части свай толще и глубже, можно класть фашины въ этомъ мѣстѣ уступами или, если рѣка глубока и откосъ долженъ быть длиненъ, то чтобы свободные, длинные концы фашинъ не сгибались теченіемъ, можно ихъ располагать между сваями, также вбитыми уступами, или класть вкось между набитыми-же сваями; фашины же, назначенныя для этихъ частей, болѣе окружать камнями.

Совершенно ясно, что подобныя стѣны не могутъ быть употребляемы на глубокихъ рѣкахъ, но, однако, двойными и тройными стѣнами фашинъ можно пользоваться съ успѣхомъ при глубинѣ рѣки, доходящей до полутора сажень. Скорость и удобство постройки такого рода фашинныхъ стѣнъ, а также и то обстоятельство, что уже нижній рядъ фашинъ, прикрывая плотно постель рѣки, охраняетъ ее отъ подмыва и быстро образуетъ около себя наносъ, дѣлаетъ эти стѣны преимущественно полезными для устройства запрудныхъ плотинъ, потому что при нихъ избѣгаютъ замыканія бунъ, составляющаго главное затрудненіе при устройствѣ плотинъ по способу укладныхъ сооружений. Только въ плотинахъ требуется непременно тройной рядъ фашинныхъ стѣнъ, съ болѣе глубокою забивкою свай, а въ случаѣ медленнаго отложенія наносовъ — и искусственная присыпка

земли, какъ со стороны притока воды, такъ и между фашинными рядами.

Для огражденія береговъ, вмѣсто прикрайнихъ укладныхъ сооружений, фашинныя стѣны могутъ быть также съ пользою употребляемы и обходятся не дорого.

Въ заключеніе настоящей главы мы упомянемъ объ употребленіи двукомельныхъ фашинь.

Этого рода фашины употребляются у насъ главнымъ образомъ для подстилки гатей, т. е. дорогъ, проходящихъ по низкимъ или болотистымъ мѣстамъ, или заливаемымъ весенними водами, во время разливовъ рѣкъ. При сооруженіи плотинъ, которыя чаще служатъ и проѣздною дорогою, двухкомельныя фашины съ пользою могутъ быть употребляемы на подъѣздныхъ къ плотинамъ гатяхъ, которыя часто заливаются весеннею водою и потому дѣлаются для проѣзда топкими. Сообразно ширинѣ гати лучше вязать фашины такой длины, чтобы онѣ поперекъ дороги ложились въ одну цѣльную фашину, если дорога не широка и въ двѣ, если дорога широка.

Если фашины укладываются въ нѣсколько рядовъ по вышинѣ, то фашины нижняго ряда должны выступать въ стороны на $\frac{1}{4}$ аршина съ обоихъ концовъ, противъ фашинь слѣдующаго верхняго ряда, и слѣдовательно, должны быть вязаны на столько длиннѣе; тоже самое наблюденіе и въ слѣдующихъ рядахъ, если гать требуетъ по вышинѣ нѣсколько рядовъ фашинь. Если фашины настилаются въ одинъ рядъ, то выровнявъ, предварительно полотно гати и обозначивъ ширину ея вѣхами, для правильной настилки фашинь, укладываютъ на погонную сажень длины гати по 7 фашинь, а затѣмъ, послѣ настилки всего ряда, черезъ четыре или пять фашинь, ихъ раздвигаютъ въ противоположныя стороны, и въ промежутки вкладываютъ еще по фашинѣ, чтобы онѣ лежали какъ можно плотнѣе одна къ другой; а потому

на погонную сажень, при кладкѣ въ одинъ рядъ, слѣдуетъ полагать 8 фашинъ. Большою частью достаточно бываетъ для основанія гати положить одинъ рядъ фашинъ, тѣмъ болѣе, что выгодиѣе, если онѣ будутъ находиться, хотя по временамъ, въ нѣкоторой влажности, такъ какъ тогда онѣ меньше подвергаются гніенію. При одномъ рядѣ фашинъ, нѣтъ надобности прикрѣплять ихъ прутяными канатами и кольями. Послѣ укладки ряда, выровнявъ фашины трамбованіемъ, засыпаютъ ихъ сверху суглинкомъ, и затѣмъ, хрящемъ или крупнымъ пескомъ, такъ чтобы были засыпаны и концы ихъ съ надлежащимъ откосомъ. Толщина слоя насыпи, послѣ заполнения промежутковъ и скважинъ между фашинами и послѣ трамбованія, должна составлять около четверти аршина. Фашины подъ этой земляной насыпью должны оставаться всегда совершенно закрытыми, и гдѣ по временамъ уменьшается толщина насыпи, тамъ слѣдуетъ добавлять ея ежегодно.

Если же фашины настилаются въ нѣсколько рядовъ, то, уложивъ первый рядъ, какъ сказано выше, навозятъ на него суглинистую или песчаную землю толщиною вершка въ два и, разровнявъ ея трамбованіемъ и заполненіемъ скважинъ, доводятъ этотъ слой земли до толщины одного вершка. По этому утрамбованному слою настилаютъ второй рядъ фашинъ, но сжатіи и сравненіи котораго на немъ накладываютъ вдоль гати прутяные канаты, въ разстояніи аршина одинъ отъ другого и прибавляютъ ихъ кольями, длиною аршина въ полтора—два на разстояніи полуаршина другъ отъ друга. Колья бьютъ между перевязями каната, чтобы не разрывать его перевязокъ, а головы кольевъ добиваются до поверхности каната. Затѣмъ, на этотъ рядъ опять насыпается земля, слоемъ отъ 7 до 8 дюймовъ, которая выравнивается и трамбуется наравнѣ съ канатами или не много выше на случай осадки. Такимъ же образомъ, работа про-

должается далѣе, кладя канаты черезъ каждые два ряда фашинь; по самому же верхнему ряду, канаты въ два ряда кладутся только по краямъ верхняго гребня гати, и затѣмъ, верхній рядъ засыпается слоемъ хряща или крупнаго песка въ футъ толщиною, съ уравниеніемъ и трамбованіемъ и съ засыпкою концовъ фашинь правильными откосами, которые, въ случаѣ прохода чрезъ насыпь воды и льда, одѣваются фашинною одеждою.

Въ Россіи вообще мало знакомы съ фашинными сооружениями; происходитъ же это отъ того, что наши инженеры рѣдко примѣняютъ ихъ, ввиду бывшей сравнительно небольшой стоимости лѣсныхъ матеріаловъ, и тѣмъ болѣе, что регулированіе теченія нашихъ рѣкъ есть еще вопросъ будущаго, мало у насъ тронутый и неразработанный на практикѣ самостоятельно. Между тѣмъ, лѣсной матеріалъ въ средней Россіи дорожаетъ съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе; а при отсутствіи въ большинствѣ нашихъ мѣстностей камня и относительной дешевизнѣ хвороста, фашинныя сооружения могутъ обходиться у насъ дешевле, чѣмъ изъ всѣхъ другихъ матеріаловъ, хотя г. *Герсевановъ* говоритъ, что „у насъ въ Россіи фашинное дѣло, такъ сказать, не національное, и кромѣ солдатъ едва-ли у насъ есть мастеровые способные къ этого рода работѣ. Слѣдовательно, при принятіи этого способа, пришлось бы образовать мастеровъ по новой отрасли, имѣющей весьма мало примѣненія, или же выписывать ихъ изъ-за границы. Обѣ комбинаціи представляютъ важныя неудобства, что фашинное дѣло представляетъ нѣкоторыя затрудненія—явствуемъ изъ того мѣста сочиненія *Гагена*, въ которомъ говорится, что когда въ Пруссіи, гдѣ съ этимъ дѣломъ уже давно знакомы, вздумали примѣнить способъ фашинныхъ тюфяковъ, къ работамъ по улучшенію рѣки Рейна, то онѣ обошлись до такой степени дорого, что должны были вовсе отказаться отъ этого⁴. Съ

этимъ взглядомъ г. Герсевича трудно согласиться, такъ какъ онъ спеціалистъ только по морскимъ сооруженіямъ. При смѣтливости же нашихъ рабочихъ (напр. юхновскіе землекопы, новгородскіе и калужскіе плотники и т. п.) намъ не нужно выписывать иностранныхъ фашинныхъ мастеровъ, а достаточно самому инженеру хорошо изучить это дѣло и потрудиться разъ, указать приемы и способы работы; наши десятскіе и рабочіе очень скоро усвоятъ, разовьютъ и упростятъ эти приемы и, конечно, очень скоро въ этомъ отношеніи превзойдутъ нѣмецкихъ мастеровъ. При томъ, гдѣ же у насъ не употребляютъ хвороста при устройствѣ плотинъ и гатей. Но дѣло въ томъ, что этотъ хворостъ употребляется зря, не какъ должно, и потому рѣдко достигаетъ цѣли, для которой употребляется. Если, на примѣръ, въ Остзейскихъ губ. дороги всегда исправны, то именно благодаря правильному употребленію фашиновъ. Способъ, на примѣръ, укладныхъ сооружений, можетъ быть съ большою пользою употребленъ при прорывахъ въ плотинахъ и ставкахъ, для заполненія вымоинъ, иногда весьма глубокихъ, образующихся вслѣдствіе прорыва, и безъ уничтоженія которыхъ невозможно на томъ же мѣстѣ возобновить плотину и водоспускъ и т. п.

Для приблизительнаго расчета стоимости фашинныхъ работъ, приведемъ нѣкоторыя цифры изъ „Урочнаго Положенія“ (изд. 1870 г.) и сочиненія г. *Зега* о фашинныхъ сооруженияхъ.

На рубку одной кубич. сажени хвороста, съ переноскою его на разстояніе до 40 сажени и съ укладкой въ штабели: 1) изъ мелкаго лѣса — назначать 1-го рабочаго, 2) изъ вѣтвей крупнаго лѣса отъ 2 до 2,5 рабочихъ *).

*) Означенное здѣсь число рабочихъ исполняетъ указываемое количество работы въ теченіе одного рабочаго лѣтняго дня.

На 40 однокомельныхъ фашинъ длиною 9 футъ, толщиною въ комлѣ въ 1 футъ (средній діаметръ отъ 9 до 10 дюймовъ) потребна одна кубическая сажень хвороста.

Для вязки однокомельныхъ фашинъ этого размѣра, съ двумя перевязками изъ готоваго хвороста, три человѣка связываютъ 100 фашинъ въ день, съ заготовленіемъ же хвороста:

1) изъ чистаго пвняка, густо растущаго, на 100 фашинъ—4 человѣка.

2) изъ ивняка, рѣдко растущаго и изъ всякаго другого густоростущаго хвороста, на 100 фашинъ—5 рабочихъ.

3) изъ рѣдко растущаго всякаго лѣса и изъ вѣтвей срубленныхъ деревъ, на 100 фашинъ—7, 5 рабочихъ.

Изъ одной кубической сажени хвороста, двукомельныхъ фашинъ, длиною 14 фут., діаметромъ 1 футъ, съ перевязкой чрезъ $3\frac{1}{2}$ фута и чаще, выходитъ 20 фашинъ.

При вязкѣ такихъ фашинъ изъ готоваго хвороста, на 100 фашинъ нужно 7 рабочихъ; съ приготовленіемъ же хвороста и съ вышепоказанными свойствами лѣса для однокомельныхъ фашинъ, для вязки 100 двукомельныхъ фашинъ, въ первомъ случаѣ нужно рабочихъ 9, во второмъ 12 и въ третьемъ до 17.

Изъ одной кубич. сажени хвороста выходитъ 120 погонныхъ саженей прутяного каната, въ діаметрѣ отъ 4 до 5 дюймовъ, съ перевязками чрезъ каждые 8 дюймовъ. На вязку же 100 саженей прутяного каната, изъ готоваго хвороста, нужно 4 рабочихъ.

Изъ одной кубической сажени мелкаго, свѣжаго хвороста, выходитъ 3000 вицъ. На рѣзку и приготовленіе 1000 вицъ нужно 1,5 рабочихъ. На сдѣланіе 1000 кольевъ, толщиною отъ $1\frac{1}{2}$ до $2\frac{1}{2}$ дюймовъ. при длинѣ отъ $1\frac{1}{2}$ до 4 футъ, нужно 3 рабочихъ; и при длинѣ $5\frac{1}{2}$ футъ нужно 8 рабочихъ.

При постройкѣ бунъ или отводныхъ плотинъ, на кубиче-

скую сажень сооружения въ дѣлѣ, нужно рабочихъ 2,16; а матерьяловъ: однокомельныхъ фашинъ 80, прутяного каната отъ 10 до 14 саж., кольевъ въ 4 фута отъ 40 до 54 штукъ, вицъ 45, земли $\frac{1}{3}$ куб. саж. При постройкѣ запрудныхъ плотинъ, на кубическую сажень сооружения въ дѣлѣ, нужно полагать рабочихъ 3,43, и матерьяловъ: однокомельныхъ фашинъ — 96 штукъ, прутяного каната 14 погонныхъ сажень, вицъ—60 штукъ, кольевъ въ 4 фута длиной 56 штукъ, земли $\frac{1}{3}$ куб. саж. до $\frac{1}{2}$.

При устройствѣ гатей, на куб. саж. сооружения въ дѣлѣ, рабочихъ 1,25, двухкомельныхъ фашинъ длиной 2 саж., толщиной въ 1 футъ 25 штукъ, прутяного каната 10 погонныхъ сажень, кольевъ длиной въ 4 фута 48 штукъ, вицъ 100 штукъ, земли $\frac{1}{3}$ куб. сажени. Земля считается здѣсь безъ подвозки ея. При устройствѣ бунъ и плотинъ, фашины должно имѣть въ запасѣ противъ вышеозначеннаго количества, такъ какъ нѣкоторые уплываютъ или уходятъ въ грунтъ дна, если онъ илистый и мягкій.

Для сдѣланія фашиннаго покрывала, на квадратную сажень его поверхности въ дѣлѣ потребно: рабочихъ 0,12; хвороста 0,15 куб. саж., прутяного каната 5 погонныхъ сажень; вицъ 20 штукъ; кольевъ 20 штукъ; земли растительной (безъ подвозки)—0,15 куб. саж. Для сдѣланія на откосахъ, изъ готовыхъ цѣльныхъ фашинъ, метлового покрывала, на квадратную сажень нужно: рабочихъ 0,35; однокомельныхъ фашинъ 8,25 штукъ; прутяного каната отъ 6 до 7 погон. саж., вицъ 30 штукъ; кольевъ 4 фут. отъ 24—28 штукъ, земли 0,2 куб. сажени.

На укрѣпленіе берега готовыми фашинами плашмя, съ прибавкою ихъ прутянымъ канатомъ и съ приведеніемъ берега въ правильный откосъ (если только нѣтъ большихъ съеомокъ и насыпей), на квадратную сажень фашинной обкладки потребно: рабочихъ—0,25; однокомельныхъ фашинъ—

7,8; прутяного каната—5 погонныхъ сажень; кольевъ—20 штукъ; виць—20 штукъ; земли растительной—1,5—0,2 куб. саж.

Нѣсколько словъ объ устойчивости земляныхъ и каменныхъ плотинъ и опредѣленіе бокового ихъ вида.

Всякая плотина подвержена не только давленію на нее воды, находящейся въ покоѣ, но иногда и движущейся съ нѣкоторой скоростью, кромѣ того плотина можетъ, хотя и случайно, во время внезапныхъ и сильныхъ паводковъ, подвергаться большому противъ обыкновеннаго давленію воды, вслѣдствіе значительнаго повышенія ея уровня; а вслѣдствіе притока этой воды иногда съ большою скоростью, подвергаться и дѣйствию удара воды. Наконецъ, въ странахъ холодныхъ во время весеннихъ разливовъ, если не будетъ принято надлежащихъ мѣръ, плотина можетъ подвергнуться и ударамъ плывущаго по рѣкѣ льда. Во всѣхъ этихъ случаяхъ сооруженіе должно прочно сопротивляться давленію и ударамъ, или должно имѣть надлежащую устойчивость.

Кромѣ того, тѣло плотины какъ земляной, такъ и каменной должно имѣть достаточную плотность и связь въ своихъ частяхъ, чтобы не допускать просачиванія и вслѣдствіе того размыванія, которое можетъ произвести разрушеніе плотины по частямъ, не смотря на ея устойчивое состояніе въ цѣлой массѣ.

Тѣло плотины образуется обыкновенно изъ земляной насыпи или изъ каменной или кирпичной кладки; образованіе же тѣла плотины, одновременно изъ земляной насыпи и каменной одежды со стороны воды не должно быть по возможности допускаемо, такъ какъ эти матеріалы никогда не

могутъ дать прочнаго соединенія. Земляныя плотины, несмотря на всѣ дознанные опытомъ способы ихъ уплотненія и связь частицъ земли, могутъ быть пригодны для поднятія за ними воды на высоту не болѣе 40 и какъ самый крайній предѣлъ до 50 футовъ и не слишкомъ большой вмѣстимости резервуара или пруда.

Онѣ бывають подвержены такимъ случайнымъ причинамъ прорыва и могутъ своимъ прорывомъ произвести такіа разрушенія и несчастія, что ихъ слѣдуетъ опасаться при большой высотѣ подъема воды и въ особенности когда онѣ скопляютъ за собою громадное количество воды. Поэтому во всѣхъ случаяхъ, когда подъемъ воды за плотиною долженъ превышать 40—50 футовъ, а когда можно основать плотину на прочной естественной скалѣ или на прочномъ искусственномъ основаніи, слѣдуетъ всегда прибѣгать къ каменнымъ плотинамъ. Не слѣдуетъ никогда забывать, что прорывъ большого резервуара есть страшное бѣдствіе, что прорывъ, наприм., резервуара Лорка во Франціи стоилъ жизни 600 человѣкъ.

Эти прорывы произошли главнымъ образомъ отъ недостаточныхъ размѣровъ водоспусковъ или водосливовъ, недостаточнаго запаса въ толщинѣ тѣла плотинъ, а въ особенности отъ дурной каменной облицовки откоса плотинъ, которая мѣстами сползла и обнажила земляную насыпь дѣйствію воды. А потому всякая смѣлость, допускаемая въ дѣлѣ сооруженія плотинъ, задерживающихъ обширные и глубокіе резервуары, не только неблагоразумна и убыточна, но даже преступна.

Очевидно, что устойчивость всякой плотины будетъ зависѣть отъ вѣса или груза тѣхъ матеріаловъ, изъ которыхъ образовано ея тѣло, и отъ ея размѣровъ. Но если при устройствѣ плотины мы пожелали-бы достигнуть достаточной устойчивости съ употребленіемъ возможно наименьшаго количе-

ства матеріала, что и составляет цѣль инженернаго искусства, то очевидно, что этого можно достигнуть только той или другой формой, даваемой тѣлу плотины или другими словами тѣмъ *профилемъ* поперечнаго ея разрѣза, который отвѣчалъ бы этимъ условіямъ.

А потому опредѣленіе профиля составляетъ главный и самый существенный вопросъ въ дѣлѣ устройства плотинъ. Устойчивость плотинъ можно разсматривать въ слѣдующихъ отношеніяхъ:

1) Если плотина представляетъ собою сплошное непрерывное тѣло, имѣющее достаточную связь въ своихъ частяхъ. какъ, напр., каменная плотина, въ которой плотно притесанные камни связаны между собою хорошимъ и твердо окрѣпшимъ цементомъ, то она давленіемъ воды можетъ быть опрокинута, вращаясь около низоваго ребра своей подошвы. Но очевидно, что этотъ случай нарушенія устойчивости не можетъ относиться къ землянымъ плотинамъ, которыя не имѣютъ такой связи въ своихъ частяхъ, чтобы могли вращаться всею массою, не разрываясь по частямъ.

2) Какъ каменная, такъ и земляная плотина, вслѣдствіе недостаточности своего собственнаго груза или своихъ размѣровъ, если не можетъ быть опрокинута, то можетъ скользить по своей подошвѣ, вслѣдствіе давленія воды и слѣдовательно ея устойчивость можетъ быть нарушена тѣмъ, что она будетъ сдвинута съ своего мѣста.

3) Если плотина не можетъ быть ни опрокинута, ни сдвинута съ своего основанія, то она еще можетъ имѣть не одинаковую степень сопротивленія по всей своей высотѣ, и вслѣдствіе различнаго давленія воды на разныхъ глубинахъ можетъ быть опрокинута или сдвинута частями по горизонтальнымъ слоямъ, если размѣры ея въ этихъ слояхъ не соответствуютъ производимому давленію. Отсюда слѣдуетъ, что необходимо повѣрять устойчивость плотины, не только

относительно возможности вращения и скольжения всей плотины у подошвы ея, но и частей плотины на различныхъ высотахъ ея профиля по горизонтальнымъ слоямъ, въ зависимости отъ обнаруживаемаго на эти части давленія воды.

4) Какъ каменные, такъ отчасти и земляныя плотины, не могутъ быть неопредѣленной высоты. Что касается земляныхъ плотинъ, то мы уже выше замѣтили, что опытные инженеры не рѣшаются поднимать воду за подобными плотинами выше 40—50 фута. земляная насыпь, составленная изъ земли извѣстнаго качества, можетъ сохранять только опредѣленные естественные откосы и то не всегда; въ холодныхъ климатахъ, гдѣ земля глубоко промерзаетъ, высокая насыпь не удерживаетъ своихъ естественныхъ откосовъ; при оттаиваніи земли уголь тренія уменьшается и вообще значительно измѣняется, вслѣдствіе чего при высокой насыпи; давленіе верхнихъ слоевъ на нижніе раздвигаетъ эти послѣдніе, насыпь начинаетъ садиться и перестаетъ удерживать даваемую ей высоту.

Что же касается до каменной плотины, то собственный грузъ матерьяла каменной плотины, при извѣстной ея высотѣ, производя давленіе на нижніе слои, можетъ превзойти степень прочнаго сопротивленія матерьяла въ этихъ слояхъ и не только произвести раздробленіе связывающаго, отвердѣлаго цемента, но и самага камня или кирпича, изъ которыхъ будетъ сложено тѣло плотины. А потому при нѣкоторой высотѣ каменной плотины, можетъ послѣдовать раздробленіе матерьяла въ нижнихъ слояхъ плотины и черезъ это нарушеніе ея устойчивости.

Что же касается до проицанія, или просачиванія воды сквозь тѣло плотины, то замѣтимъ теперь же, что при хорошей каменной кладкѣ и хорошемъ растворѣ въ каменной плотинѣ полная непроницаемость достигается уже при толщинѣ плотины отъ $3\frac{1}{2}$ —4 футовъ; въ земляныхъ же плоти-

тинахъ, даже не толстый, но плотный слой глины, въ 1 или 1½ аршина, заложенный въ ядро насыпи до уровня стоянія воды въ состояніи задержать просачиваніе. Чистая глина не годится для образованія всего тѣла плотины, такъ какъ она не выноситъ усиленнаго трамбованія въ насыпи, подверженной переходомъ отъ сухости къ сырости; въ сыромъ состояніи глина пучится отъ трамбованія, т.-е. сжимается подъ трамбовкой и приподнимается кругомъ трамбуемаго мѣста. Она легко размывается дождемъ, а отъ оттаиванія, послѣ замерзанія, значительно сползаетъ съ откосовъ. Поэтому глина въ земляныхъ плотинахъ, употребляется на ядро насыпи внутри плотины, гдѣ она не подвергается промерзанію, или слой ея кладется на откосѣ обращенномъ къ водѣ запруды, гдѣ она такъ же не подвергается промерзанію, какъ покрытая водою, или иногда употребляется въ такъ называемый *замокъ* плотины, т.-е. ею наполняется ровъ, выкапываемый въ грунтѣ подъ будущимъ ядромъ плотины, если этотъ грунтъ по своимъ свойствамъ допускаетъ просачиваніе. Такимъ образомъ глина, составляя весьма важный матерьялъ въ тѣлѣ плотины, имѣетъ главнымъ назначеніемъ—устраненіе просачиванія. Но жирная глина отъ примѣси къ ней песка, и слѣдовательно въ видѣ суглинка теряетъ свойство, ссыхаясь, можетъ образовать трещины, разбухать и пучиться отъ сырости, сохраняя еще довольно связи въ частяхъ и не допуская просачиванія. Поэтому для образованія всего тѣла земляной плотины, наилучшимъ родомъ земли слѣдуетъ считать суглинокъ, который допускаетъ трамбованіе и сильно отъ него уплотняется. Если же глинисто-песчаную землю въ каждомъ не толстомъ слое, при насыпаніи плотины, при сильномъ трамбованіи, поливать известковымъ молокомъ, то образуется родъ бетона, составляющаго плотную, связную и непроницаемую для воды насыпь.

Но въ насыпяхъ земляныхъ плотинъ, насколько возможно.

должно избѣгать ила, чернозема и въ особенности торфяной земли.

Для опредѣленія устойчивости земляной плотины въ общей ея массѣ, допустимъ сначала, что земля въ насыпи можетъ держаться вертикальной стѣнкой, безъ откосовъ и слѣдовательно допустимъ профиль плотины прямоугольнымъ и опредѣлимъ толщину плотины для случая скользенія тѣла плотины по ея подошвѣ, предполагая также, что земля можетъ держаться цѣльной массой, не разрываясь.

Произведя нѣкоторыя вычисленія, которыхъ здѣсь приводить надобности не представляется, мы найдемъ, что для устойчивости земляной плотины, относительно скользенія ея по подошвѣ, при прямоугольномъ профилѣ, толщина плотины должна быть равна высотѣ напора воды, или глубинѣ ея за плотиною, при чемъ всякій откосъ при этой толщинѣ въ верхнемъ гребнѣ, съ той или другой стороны плотины только увеличить ея устойчивость.

Весьма часто плотины служатъ сообщеніемъ для пѣшеходовъ съ одного берега на другой, такимъ образомъ гребень плотины никогда не оставляется острымъ, такъ какъ при такой формѣ онъ скоро размывается дождемъ и обрушивается и, кромѣ того, неудобенъ для пѣшеходовъ. Ширина гребня не дѣлается менѣе 7 фут. или одной сажени, а если чрезъ плотину проходить проѣзжая дорога, то эта толщина гребня доводится до 21 фута или 3 саженьей. А потому дѣйствительный профиль плотины будетъ имѣть форму трапеціи.

I.

Давленіе земли на подпорныя стѣны, какъ показали опыты, значительно уменьшается, если при насыпкѣ земли, каждый слой ея хорошо уплотняется трамбованіемъ (разумѣется,

кромѣ песка). Сцѣпленіе частицъ земли также уменьшаетъ это давленіе; относительно вліянія сырости и плотности земель на сцѣпленіе частицъ ея. *Ребиннъ* дѣлаетъ слѣдующіе выводы.

Растительная обыкновенная земля, въ сухомъ или нѣсколько сыромъ состояніи, имѣетъ почти одинаковое сцѣпленіе, которое, незначительное для рыхлой земли, а именно около 0,22 пудовъ на квадратный футъ поверхности, увеличивается до 3 пуд. на квадратный футъ отъ ея утрамбованія; земля же, совершенно насыщенная водою, можетъ быть рассматриваема какъ лишенная всякаго сцѣпленія.

Песокъ въ сухомъ или нѣсколько сыромъ состояніи имѣетъ точно также почти одинаковое сцѣпленіе около 0,16 пуд. на квадратный футъ поверхности. Песокъ неуплотняется отъ трамбованія и отъ него не измѣняется сцѣпленія, но насыщеніе песка водою можетъ почти удвоить его сцѣпленіе.

Глина уже въ рыхломъ состояніи имѣетъ большее сцѣпленіе, чѣмъ растительная земля и песокъ; съ насыщеніемъ же ея водою сцѣпленіе въ ней возрастаетъ. Такъ сцѣпленіе глины насыщенной водою составляетъ около 1,25 пуд. на квадратный футъ, тогда какъ для сухой или нѣсколько сырой глины это сцѣпленіе составляетъ отъ 0,25 до 0,45 пуд. на квадратный футъ. Еще въ большей степени возрастаетъ сцѣпленіе глины отъ ея трамбованія, особенно если при этомъ она смачивается водою. Такъ, напр., когда вѣсь кубическаго фута глины съ 2,38 пудовъ былъ доведенъ трамбованіемъ до 3,3 пуд., то сцѣпленіе ея возросло до 5,3 пуд. на квадратный футъ.

Но хотя сцѣпленіе земли уменьшаетъ давленіе ея на подпорную стѣну, но такъ какъ это сцѣпленіе мѣняется отъ большаго или меньшаго уплотненія нѣкоторыхъ земель, отъ ихъ сухости или сырости, отъ промерзанія или оттаиванія, т. е. отъ обстоятельствъ, которыя могутъ измѣняться отъ

времени года, состоянія погоды и т. п., то обыкновенно этого сцѣпленія не принимаютъ въ расчетъ при исчисленіи величины горизонтальнаго давленія земли на стѣну. Отъ этого, конечно толщина стѣны, по исчисленію, должна быть нѣсколько болѣе, но за то благонадежнѣе.

II.

Вѣсъ одного кубическаго фута въ пудахъ различнаго рода каменной кладки.

Р О Д Ъ К Л А Д К И.	Вѣсъ кубич. фута въ пудахъ отъ — до
Изъ гранита и бута	4,15—4,25
Изъ песчаника	3,54—3,66
Изъ известняка	2,94—3,98
Изъ камней на сухо	2,51
Изъ кирпича	2,54—2,94

При этомъ замѣтимъ, что среднимъ числомъ вѣсъ кубическаго фута земли относится къ вѣсу кубическаго фута каменной кладки, какъ 2 : 3.

Плотно утрамбованная глина вѣситъ вдвое болѣе чѣмъ вода; но, напримѣръ, въ земляныхъ плотинахъ, не все тѣло плотины насыпается изъ утрамбованной глины; глину преимущественно кладутъ въ ядро плотины или на откосъ, обращенный къ водѣ и на засыпки около водоспусковъ;

остальная же масса земляной насыпи плотины образуется изъ земли, какая случится подъ рукою въ близкомъ разстояніи отъ работы.

При кладкѣ стѣнъ на сухо, стараются класть камни такъ, чтобы между ними было по возможности менѣе пустаго пространства. Пустоты въ промежуткахъ камней сухой стѣны лучше чѣмъ-нибудь заполнять и всего лучше мохомъ. Отъ этого не только для каждаго камня постель будетъ ровнѣе, но и давленіе распредѣлится равномернѣе, а наружные швы будутъ закрыты. Въ стѣнахъ, постоянно сырыхъ, мохъ держится безъ порчи нѣсколько лѣтъ и содѣйствуетъ осадкѣ иловатой глины между частицами моха, которую швы все болѣе и болѣе отъ времени заполняютъ. Сухія каменные стѣны имѣютъ еще то преимущество, что свободно пропускаютъ сквозь себя дождевую воду, скопляющуюся позади ихъ.

Будетъ ли стѣна сложена на сухо или на растворѣ, если она выводится на покатости, то грунтъ подъ основаніе должно вырыть уступами, параллельными постелямъ камней въ каменной кладкѣ. Засыпка земли за стѣну производится только тогда, когда растворъ окрѣпнетъ, при чемъ засыпка должна дѣлаться слоями не толще одного фута, съ утрамбованіемъ каждаго слоя, отчего сцѣпленіе между частицами земли увеличивается, а напоръ ея на стѣну уменьшается.

Подпорныя стѣны возводятся на бетонномъ основаніи или на свайномъ. Деревянные подпорныя или береговыя стѣны, какъ одежда для набережныхъ, имѣютъ то преимущество передъ каменными, что онѣ обходятся дешевле, когда цѣна на лѣсъ не высока, а рѣка глубока и быстра и постройка ихъ гораздо легче каменныхъ, но за то долговѣчность ихъ не болѣе 20—25 лѣтъ; при огражденіи же ими земляныхъ насыпей на сухомъ мѣстѣ, эта долговѣчность вдвое менѣе и потому онѣ требуютъ въ этихъ случаяхъ большихъ ремонтовъ.

Къ деревяннымъ стѣнамъ, служащимъ набережными, или стѣнамъ перемычекъ приводныхъ каналовъ, шлюзныхъ камеръ и водоспусковъ, относятся слѣдующія главныя части свай, висячія схватки, заборки досками, шпунтовые стѣнки и земляные якоря.

Свай подвергаются гніенію, когда части ихъ не находятся подъ водою или подвергаются переходамъ отъ сухости къ сырости и обратно. На короткія свай въ такихъ случаяхъ, лучше всего употреблять дубъ, а на длинныя сосну.

Толщина свай зависитъ отъ величины напора земли и кромѣ того, толстая свая долѣе можетъ сопротивляться давленію, не смотря на загниваніе. Свай, поддерживающія забираемыя за ними досчатые стѣнки, забиваютъ обыкновенно круглыми тонкимъ концомъ внизъ, обтесываютъ же ихъ только съ той стороны, съ которой прилегаетъ къ нимъ досчатая стѣнка. Разстояніе между сваями измѣняется по толщинѣ досокъ, изъ которыхъ образуется стѣнка: такъ какъ толщина этихъ досокъ бываетъ отъ $1\frac{1}{2}$ до $2\frac{1}{2}$ вершковъ, то разстояніе между сваями дѣлаютъ отъ 4— $4\frac{1}{2}$ футовъ.

Для того, чтобы сдѣлать экономію въ количествѣ забиваемыхъ свай, ихъ набиваютъ нѣсколько наклонно къ сторонѣ земли, чрезъ что уменьшается обрушеніе и слѣдовательно, давленіе на свай. Или свай до засыпки и утрамбовки земли за стѣнкою, укрѣпляются анкерами, или зацѣпами, которые позволяютъ забивку свай еще рѣже. Зацѣпа дѣлается или въ одно бревно, схватываемое съ сваями желѣзными болтами, или въ два бревна, врубленные въ свай и стягиваемыя на концахъ желѣзными скобами или обручами (фиг. 11). Выгода употребленія анкеровъ, допускающая болѣе рѣдкую забивку свай, должна быть соображена съ цѣнностью матеріала, необходимо для сдѣланія анкеровъ и съ цѣнностью употребляемой на нихъ работы. Можетъ иногда

оказаться, что выгоднѣе дѣлать частую забивку свай, чѣмъ употреблять анкеры съ болѣе рѣдкой забивкой; тѣмъ болѣе, что при рѣдкой забивкѣ, давленіе земли между сваями можетъ прогнуть или даже проломить доски, закладываемыя за сваи, а потому разстояніе между забиваемыми сваями должно соображать и съ этимъ обстоятельствомъ.

ЧАСТЬ III.

Описаніе подпорныхъ плотинъ.

Подпорныя рѣчныя плотины бываютъ четырехъ видовъ, и каждый изъ этихъ видовъ имѣетъ свое собственное названіе, которое вполне соотвѣтствуетъ ея устройству:

1) *Глухія плотины* имѣютъ назначеніе задерживать воду для поднятія уровня рѣки или предохранять какую-либо мѣстность отъ затопленія водою, а также для храненія воды въ запасъ на случай пересыханія рѣки, или для направленія воды въ какое-либо другое мѣсто, гдѣ устроена плотина для полученія механической силы воды; или для направленія воды по особымъ и нарочно для того прорытымъ каналамъ, въ устроенныя водохранилища, и наконецъ для орошенія полей при весеннемъ розливѣ. Изъ этого видно, что глухая плотина или запруда, какъ ее называютъ, есть ни что иное, какъ плотная стѣна не имѣющая отверстій для спуска или выпуска воды и стоящая настолько высоко надъ водою, что вода ни въ какое время года не можетъ переливаться чрезъ ея края, почему плотина эта и называется глухою. Ниже мы расскажемъ устройство глухой плотины, ея форму, ея силу сопротивленія и матеріалъ, изъ котораго она сооружается.

2) *Водосливныя плотины* имѣютъ двойное назначеніе:

1) для временнаго спуска воды, дабы облегчить судоходство при обмеленіи рѣки, и 2) для пропуска чрезъ плотину пло-

товъ, судовъ и пр. Въ зависимости отъ количества судовъ или плотовъ, проходящихъ чрезъ плотину, устраивается и водоспускъ сливной плотины, которыя бываютъ или пропускныя или сплавныя, во всякомъ случаѣ и тѣ и другія должны быть устроены такъ, чтобы, при надобности пропуска судовъ или сплава лѣса въ видѣ плотовъ или розсыпью, могли быть легко и быстро открываемы.

Водосливныя плотины не превышаютъ обыкновенно одной сажени вышины, особенно если мѣстныя условія таковы, что берега низки въ этихъ случаяхъ, когда бываетъ паводокъ или весенній разливъ, излишній подъемъ воды можетъ образовать наводненіе, а паденіе воды, если оно чрезмѣрно, можетъ образовать подмой у ея подошвы, т. е. вода, постепенно подтачивая основу плотины у дна рѣки, образуетъ глубокія омуты въ мѣстѣ ея паденія, и тѣмъ разрушаетъ ту основу, въ которой грунтовая земля представляетъ собою главную силу, которой плотина держится.

Вотъ въ виду всего вышесказаннаго, мы обращаемъ особенное вниманіе читателя на укрѣпленіе дна плотины, особенно въ мѣстѣ паденія воды, безразлично какая бы плотина ни была; если дно въ порядкѣ, то все остальное сравнительно легко доступно и передѣлкѣ и исправленію. Для того, чтобы обезопасить подмой дна или образованіе опаснаго омута, нужно прежде всего обратить вниманіе на уменьшеніе толщины переливающегося черезъ гребень плотины слоя воды. Самое важное въ этомъ случаѣ выборъ стемъ и плотины; если рѣка имѣетъ свойство сохранять въ теченіи всего года, почти одинаковую глубину или высоту уровня, то конечно, таковая, какъ болѣе постоянная положительная, будетъ самой удобной рѣкой для сооруженія плотины водосливной, въ которой, въ виду ея равномерности, будетъ весьма удобно удлинить ширину плотины, чтобы удлинениемъ этой ширины достигнуть уменьшенія толщины слоя

подающей воды, для этого будетъ также весьма полезно сдѣлать плотину въ руслѣ рѣки, криволинейной или придать ломанное направленіе, а еще лучше будетъ, если мы плотину сдѣлаемъ наклонной по направленію теченія. Конечно, самый употребительный способъ, это какъ можно больше удлинить ея водосливъ, каковое удлиненіе достигается тѣмъ способомъ, какъ сказано выше. Бывшій профессоръ въ парижской школѣ путей сообщенія Г. Мари, изъ своихъ наблюденій вывелъ, что тѣ изъ плотинъ не производятъ излишняго возвышенія прибылыхъ водъ, которыя имѣютъ длину водослива, по крайней мѣрѣ, въ трое болѣе ширины рѣки въ мѣстѣ ея запруда. Нашъ соотечественникъ Д. Д. Несловъ, указываетъ еще одно средство или способъ предохраненія береговъ отъ размыва или отъ образованія омутовъ, которое состоитъ въ возвышеніи краевъ запруды надъ ея серединой; тогда вода, весьма понятно, ближе къ берегамъ будетъ переливаться черезъ плотину болѣе тонкимъ слоемъ чѣмъ на серединѣ, и благодаря этому будетъ гораздо слабѣе дѣйствовать на берега и дно въ мѣстѣ паденія воды. для большей понятности или ясности, мы дѣлаемъ здѣсь примѣрный чертежъ, который своей простотой надѣемся понятенъ каждому. (Черт. № 12).

Г. Полибинъ замѣчаетъ, что водосливныя глухія плотины почти не примѣнимы въ рѣкахъ, которыя зимой покрываются толстымъ слоемъ льда, и при весеннемъ разливѣ несутъ его въ громадномъ количествѣ и съ громадной быстротой, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, на небольшихъ рѣчкахъ, гдѣ и теперь устраиваются у насъ постоянныя весьма не совершенныя мельничныя плотины или запруды, по его мнѣнію, часто бываетъ возможно, полезнаго примѣненія глухихъ водосливныхъ плотинъ.

Есть еще способъ или система устраивать глухія водосливныя плотины, самый, если можно такъ выразиться, спо-

койный, простой или безопасный; система эта состоитъ изъ обыкновенной трубы, которая своимъ нижнимъ концомъ поκειται на сливномъ жолобѣ, а верхній конецъ или край трубы помѣщенъ такъ, чтобы вода, не достигая гребня плотины, падала черезъ край упомянутой трубы, и тѣмъ преграждала-бы дальнѣйшій ходъ водѣ. Все это пока есть только краткій поверхностный обзоръ общихъ правилъ или приѣмовъ, далѣе же, когда мы будемъ излагать детали постройки той или другой плотины, мы укажемъ также по возможности подробно, и изъ какого матеріала, и въ какомъ мѣстѣ, и какую плотину слѣдуетъ соорудить.

3) *Створчатые плотины.* Эти плотины отличаются отъ вышеописанныхъ тѣмъ, что разрѣзъ ихъ, или вся ихъ поперечная длина, раздѣляются постоянными быками, которые раздѣлены на одинъ, два, три или четыре пролета; пролеты эти запираются щитами или воротами, конечно, весьма разнообразнаго устройства. Плотины эти, благодаря тому, что имѣютъ нѣсколько пролетовъ, даютъ полную возможность управлять водой безъ особеннаго труда и тѣмъ, по мѣрѣ надобности, держать воду на какой угодно высотѣ, глядя по времени года, погодѣ и вообще по потребности вододѣйствія или судоходства. Большая часть плотинъ у насъ въ Россіи створчатые, особенно тамъ, гдѣ нужна механическая сила воды. Всѣ различныя створчатые плотины, говоритъ г. Полибинъ, которыя намъ приходилось видѣть, отъ простой мельничной запруды сельскаго жителя до послѣдняго произведенія просвѣщеннаго искусства, каковы, напр., щитовый шлюзъ въ Катвейнѣ, на устьѣ одного изъ рукавовъ Рейна (въ Германіи); плотины, на рр. Шельдѣ и Лисѣ въ Гентѣ, на р. Самбрѣ въ Шарлеруа и Намюрѣ, построены на основаніи того начала, что точки опоры подвижныхъ частей водоподпора должны быть или непосредственно на береговыхъ

устояхъ и промежуточныхъ быкахъ, или передаваться на эти постоянныя части поперечными брусьями *).

Поэтому система створчатыхъ плотинъ, говоритъ другой специалистъ Д. Д. Нееловъ **), не примѣнима на значительныхъ рѣкахъ, подверженныхъ сильнымъ паводкамъ, покрывающихся зимою толстой корою льда и разливающимися весною на обширныхъ пространствахъ съ густымъ ледоходомъ. Равнымъ образомъ эта система неудобна и крайне невыгодна, говоритъ тотъ же авторъ, въ примѣненіи для рѣчныхъ плотинъ, устраиваемыхъ съ цѣлью возвышенія рѣчного уровня воды большей частью на небольшую высоту, при невысокихъ берегахъ рѣки и въ видахъ канализаціи ея для цѣлей судоходства. вмѣстѣ съ тѣмъ плотины эти чрезвычайно полезны тамъ, гдѣ рѣка или рѣчка не велика и гдѣ воду надо для цѣлей полученія наибольшей механической силы поднимать на значительную высоту. Постройка плотинъ этой системы перешла въ Россію изъ сѣверной Пруссіи и Голандіи и принята у насъ главнымъ образомъ для разныхъ заводскихъ и фабричныхъ цѣлей, на мелкихъ незначительныхъ рѣкахъ и рѣчкахъ.

Если створчатая плотина поднимаетъ воду отъ 4 до 7 саж., то тѣло ея можетъ быть земляное, а водоспускъ каменный или деревянный, если же подъемъ воды болѣе высокій, чѣмъ 7 сажень, то плотина обязательно должна быть каменная; само собою понятно, что при каменной плотинѣ и водоспускъ дѣлается тоже каменный.

Если створчатую плотину предполагаютъ дѣлать земляную, то самымъ дорогимъ и труднымъ въ такого рода сооруженіи бываетъ постройка водоспусковъ, вслѣдствіе чего каждый, строящій эти водоспуски, стремится для сокращенія лиш-

*) Журн. глав. упр. пут. сообщ. и публ. зданій. 1850 г. Т. XII. „Рѣчныя подпорныя плотины“ полк. Полябина.

**) Д. Д. Нееловъ. „Устройство плотинъ“. Часть 3, стр. 6. 1884 г.

нихъ расходовъ уменьшить размѣры водоспуска, причемъ не должно однако упускать изъ виду то наибольшее количество воды, каковое можетъ образоваться во время весеннихъ разливовъ или сильныхъ дождей, такъ какъ при маломъ водоспускѣ, не соответствующемъ количеству прибылой водѣ, могутъ произойти наводненія, или, что еще хуже, излишняя вода, силою своего напора, можетъ разрушить всю плотину, а потому водоспускъ долженъ быть въ состояніи пропустить чрезъ себя наибольшее количество прибылой воды, могущее случиться въ рѣкѣ во время разлива.

Въ заключеніе этого предварительнаго описанія объ устройствѣ створчатой плотины, мы считаемъ необходимымъ обратить вниманіе читателя на самыя главныя основанія, которыми слѣдуетъ руководиться при постройкѣ: 1) толщина плотины должна вполнѣ соответствовать своей крѣпостью наибольшему напору воды, будь она земляная или каменная, причемъ должно имѣть въ виду, что каменная плотина должна имѣть вполнѣ прочныя основанія или устои на берегу, а также ни въ какомъ случаѣ не должна просачиваться или подмываться, что же касается земляной, то эта послѣдняя можетъ быть построена совершенно одинаково, какъ и земляная глухая плотина; 2) водосливъ долженъ пропускать наибольшее количество воды, могущее быть во время весеннихъ разливовъ; 3) на прочность половъ водослива, будь онъ каменный или деревянный, безразлично; 4) на прочность и непроницаемость запорныхъ щитовъ; 5) на прочность и способность водоспусковъ сопротивляться напору воды; 6) на непросачиваніе и неразмываемость русла и дна подъ сливнымъ поломъ; 7) на соответственное удобное разборчатое устройство сплавныхъ спусковъ, если въ нихъ представляется надобность, и 8) если плотина предназначена для механической работы, то водоспускъ долженъ быть без-

условно проченъ. а также своимъ размѣромъ вполне соотвѣтствовать потребному количеству работы.

4) *Разборчатая плотина*. Эти плотины строятся такъ, чтобы всѣ части водоподпора могли быть разбираемы во время половодья для свободного прохода прибывлой воды или весенняго льда. Разборчатая плотины бываютъ двухъ родовъ: однѣ, которыя разбираются при помощи рабочей силы, и другія самодѣйствующія; эти послѣднія появились у насъ не болѣе 20 лѣтъ. Г. Полибинъ *) говоритъ, что преимущества этихъ плотинъ будутъ современемъ оцѣнены еще болѣе на нашихъ рѣкахъ съ безлѣсными бассейнами, въ которыхъ состояніе водъ измѣняется въ большихъ предѣлахъ. Питаясь не горными и постоянными источниками, какъ почти всѣ значительныя рѣки западной Европы, а водами обширныхъ, большею частью безлѣсныхъ (въ средней и юго-восточной Россіи) равнинъ, рѣки наши почти совсѣмъ изсякаютъ во время лѣтнихъ засухъ и, напротивъ, слишкомъ переполняются при сильныхъ дождяхъ. Съ другой стороны, покрываясь зимою толстою корою льда и служа въ весеннее время водостоками для огромной массы воды, накопившейся въ видѣ снѣга въ теченіе 5 или 6 мѣсяцевъ, онѣ представляютъ явленія, почти неизвѣстныя на рѣкахъ западной Европы: широкихъ, въ нѣсколько верстъ, розливовъ и густого ледохода, разрушительнаго для сооружений, помѣщаемыхъ въ рѣчномъ ложѣ.

Разборчатая плотины системы Пуаре, говоритъ тотъ же авторъ, встрѣтили единодушное одобреніе во Франціи и если онѣ тамъ вошли почти во всеобщее употребленіе при канализаціи рѣкъ, то введеніе ихъ у насъ въ Россіи, получившее уже свое начало на Днѣпровско-Бугскомъ каналѣ, составляетъ замѣчательную эпоху въ дѣлѣ улучшенія рѣчного судоходства, особенно при громадномъ количествѣ рѣкъ у

*) Г. Полибинъ „Рѣчныя подпорыя плотины“.

насть въ Россіи, большею частью мелководныхъ въ меженное время года. Единственный недостатокъ разборчатыхъ плотинъ системы Пуаре заключается въ невысокомъ подъемѣ воды и значительной ея потери, происходящей отъ состава ихъ водянаго полотна. Но это обстоятельство можно считать важнымъ, когда плотина назначена для вододѣйствія, но не представляетъ практическаго неудобства въ дѣлѣ улучшенія рѣчнаго судоходства, для котораго эти плотины главнымъ образомъ и предназначаются.

Такъ какъ назначеніе разборчатыхъ плотинъ пропускать воду во всю ширину и глубину русла рѣки, то части, удерживающія воду, должна быстро и легко открываться или разбираться для пропуска внезапно прибывлой воды, береговья устои, въ которыхъ держатся задерживающія воду части, не должны выступать изъ береговъ и могутъ быть построены деревянныя или каменные; весьма понятно, что такія плотины могутъ быть построены на рѣкахъ не большой ширины, иначе поперечныя брусья должны имѣть по срединѣ или на извѣстныхъ разстояніяхъ подпорныя брусья или свайныя быки, что уже весьма неудобно при весеннихъ ледоходахъ.

Въ заключеніи мы скажемъ, что разборныя плотины хотя и пригодны для механическаго вододѣйствія, если въ ней устроить водостокъ и отверстіе для выпуска воды или дверки, тѣмъ не менѣе онѣ въ силу низкаго подъема воды не отличаются большой практичностью особенно въ сравненіи съ предъидущими двумя вышеописанными плотинами.

Здѣсь мы закончимъ описаніе главнаго основанія, цѣли и характера построенія, а также и назначенія всѣхъ четырехъ родовъ плотинъ; выборъ постройки той или другой плотины зависитъ конечно отъ мѣстныхъ условій, отъ свойствъ самой рѣки, на которой должна быть построена плотина и наконецъ отъ надобности, для которой она сооружается.

Въ свою очередь, мы находимъ, опираясь, конечно, помимо нашей личной опытности, на авторитеты, что плотины створчатые и водосливныя употребляются главнымъ образомъ для полученія механической силы, въ смыслѣ приведенія въ дѣйствіе гидравлическихъ наливныхъ колесъ, такъ какъ плотины эти высоко поднимаютъ воду, плотины же разборчатые или водосливныя служатъ главнымъ образомъ, для сохраненія воды на разныя потребности всевозможной промышленности, а также равно и для подпятія уровня рѣки, если таковая имѣетъ свойства во время жаркой поры пересыхать и наконецъ для предупрежденія могущихъ быть наводненій.

Выборъ мѣста для сооруженія плотины.

Установить какія бы то ни было правила для выбора мѣста на сооруженія плотины почти не возможно, такъ какъ каждая рѣка имѣетъ свои мѣстныя особенныя условія, которыя настолько разнообразны, что не поддаются сравненію одна съ другой; за весьма рѣдкимъ исключеніемъ, поэтому, все зависитъ отъ личныхъ наблюденій того лица, которое желаетъ построить плотину, отъ свойства самой рѣки, отъ грунта, отъ высоты береговъ, отъ уклона дна русла рѣки, отъ быстроты теченія и наконецъ отъ количества воды, имѣющейся въ рѣкѣ въ разное время года, а также и системы самой плотины.

Каждый строящій плотину имѣетъ въ виду прибыли, могущія быть отъ нея, поэтому, прежде чѣмъ окончательно рѣшить въ пользу того или другого выбраннаго мѣста для возведенія на немъ плотины, необходимо взвѣсить до мельчайшихъ подробностей предстоящія расходы и по сооруженіи плотины, какъ, напримѣръ, подвозка строительныхъ матеріаловъ лѣса, кирпича, камня, глины, цемента и главнымъ

образомъ земли, которой всегда идетъ очень много, а потому слѣдуетъ имѣть въ виду мѣсто наиболѣе выгодное для выборки земли, которая въ одно и то же время, будучи выбираема можетъ, служить для насыпи и въ мѣстѣ съ тѣмъ можетъ быть выбираема съ цѣлью расширенія бассейна, причемъ надо имѣть еще и то въ виду, что вновь сооруженная плотина осѣдаетъ и требуетъ для насыпки обваловъ, промоинъ или прорывовъ, запасы земли коковыя всегда должны быть подъ рукой; такъ какъ подвозка строительныхъ матеріаловъ одинъ изъ самыхъ важныхъ расходовъ, то мы для полученія наибольшей экономіи можемъ посоветовать доставлять таковой на мѣсто стройки, если рѣка позволяетъ сплавнымъ путемъ, при сооруженіи же плотины болѣе значительныхъ размѣровъ, иногда бываетъ выгодно отъ мѣста добычи или склада матеріаловъ до мѣста постройки прокладывать рельсовый путь.

Тотъ, кто строитъ плотину навѣрно не упуститъ изъ виду мѣстныя условія относительно проѣзжихъ дорогъ, это обстоятельство одно изъ самыхъ важныхъ экономическихъ. здѣсь приходится принимать во вниманіе не только свои личныя интересы, но и интересы мѣстныхъ жителей, такъ какъ бываетъ весьма часто, что плотина, задерживая воду, поднимаетъ таковую и тѣмъ дѣлаетъ непроходимыми тѣ мѣста, которыя до сооруженія или существованія плотины были доступны перехода или переѣзда въ бродъ, и наконецъ слѣдуетъ также имѣть въ виду окружное сельское населеніе, къ услугамъ котораго строится плотина, а также рабочія руки, потребныя при постройкѣ.

Наша задача состоитъ главнымъ образомъ въ томъ чтобы, какъ мы уже говорили придти на помощь лицамъ, желающимъ построить плотину для полученія механической силы воды, принимая во вниманіе малые и средніе размѣры плотинъ, плотины же большихъ размѣровъ, конечно, на болѣе

значительныхъ рѣкахъ или плотины, сооружаемыя для канализаціи или для улучшенія судоходства требуютъ уже спеціальныхъ знаній теоріи, а потому доступны быть построенными только опытнымъ инженерамъ-строителямъ.

Однимъ изъ главныхъ условій, какъ мы уже говорили, для постройки плотины есть свойства грунта дна рѣки, который слѣдуетъ прежде чѣмъ начать строить тщательно изслѣдовать, такъ какъ условія или свойства грунта имѣютъ весьма важное экономическое значеніе и часто при легкомысленномъ отношеніи къ этому вопросу строитель бываетъ вынужденъ нести совершенно непроизводительныя расходы, а иной разъ и громадныя убытки за свое легкомысліе. Кромѣ грунта при выборѣ мѣста въ видахъ будущаго спокойствія и безопасности за цѣлость плотины, слѣдуетъ принять во вниманіе форму и положеніе береговъ. Мы полагаемъ, что самымъ удобнымъ мѣстомъ для постройки плотины можетъ считаться то, гдѣ берега ближе отстоять одинъ отъ другого, гдѣ одинъ берегъ крутой высокій, другой низкій пологій или атвѣсистый, какъ обыкновенно говорятъ, гдѣ передъ плотиною можетъ образоваться широкій прудъ безъ вреда и опасности для окрестностей, и гдѣ передъ будущимъ прудомъ, рѣка идетъ извиристо, благодаря чему напоръ воды въ силу частыхъ излучинъ слабѣетъ и тѣмъ теряетъ силу теченія, которая, ударяя непосредственно о плотину, бываетъ весьма опасна.

Для большей ясности скажемъ, что близость береговъ одного отъ другого полезна уже тѣмъ, что сокращаетъ значительно расходъ на постройку плотины, кромѣ того, тамъ, гдѣ берега естественно сами по себѣ суживаются, теченіе воды получаетъ натуральную преграду, которая, конечно, надежнѣй всякаго искусственнаго сооруженія; и наконецъ если мѣсто будущаго предполагаемаго пруда широко, то скорость теченія воды, попадая изъ узкаго въ широкое русло

сокращается, такъ какъ вода, расходясь въ ширину, дѣлается болѣе спокойной.

Кромѣ выбора мѣста для постройки плотины въ смыслѣ формы и положенія береговъ, о чемъ мы говорили выше, мы обращаемъ особенное вниманіе строителей на грунтъ и его свойство, въ зависимости отъ которыхъ сооруженіе плотины бываетъ иногда благопріятно, а иногда и совсѣмъ невозможно, вслѣдствіе чего мы считаемъ необходимымъ обратить вниманіе читателя на тотъ весьма серіозный предметъ. Начнемъ съ того, что самымъ благороднымъ грунтомъ считается тотъ, который способенъ выдержать, не осаждаясь, какую угодно тяжесть, а также если въ этомъ грунтѣ отсутствуютъ ключи, каковыя опасны тѣмъ, что, находясь подъ тѣломъ плотины, имѣютъ свойство подтачивать таковую и тѣмъ разрушать ея основаніе.

И такъ, мы сказали, что самымъ лучшимъ считается тотъ грунтъ, который не осаждается. Къ числу такихъ относится какъ наилучшій плотный глинистый залегающій на глубину отъ 2-хъ до 4 аршинъ, мы, конечно, имѣемъ въ виду грунтъ, находящійся подъ *водою*. гдѣ онъ не подвергается опасности промерзанія, такъ какъ глина имѣетъ свойство при замерзаніи растягиваться или расширяться, то, если глина, не будучи защищена водою, при своемъ сжиманіи или расширеніи (глядя по времени года) будетъ тѣмъ раскачивать наружныя земляныя или свайныя укрѣпленія и тѣмъ разрушать ихъ. Если грунтъ состоитъ изъ чистаго песчаника, то таковой имѣетъ тѣ преимущества передъ глинистымъ, что совершенно не сжимается, но при этомъ песчаный грунтъ скорѣй подвергается размыванію, для чего во избѣжаніе могущихъ быть размывовъ, его необходимо окружить шпунтовыми рядами, такъ какъ песчаный грунтъ чрезвычайно плотенъ, то забивка свай представляетъ громадныя трудности, которыя, кромѣ того, сопряжены съ значительными денеж-

ными затратами, какъ въ смыслѣ работъ, такъ равно и въ матеріалѣ. Наносный песчаный грунтъ отличается большей рыхлостью, а потому и меньшей устойчивостью и если таковой оказывается на выбранномъ мѣстѣ, то при условіи, что наносъ не великъ, его по возможности слѣдуетъ удалить, дабы оградить будущую плотину отъ просачиванія. Для того, чтобы удостовѣриться въ свойствахъ проницаемости или непроницаемости грунта говорить Д. Д. Нееловъ *) „можно удостовѣриться простымъ его осмотромъ, высверливая ямы землянымъ буромъ, или выкапывая землю заступомъ, затѣмъ можно наливать въ эти ямы воду и непосредственно наблюдать надъ медленностью или скоростью ея просачиванія въ грунтъ.

При сомнительномъ грунтѣ можно повѣрять составъ его оттучиваніемъ; если при оттучиваніи въ грунтѣ окажется отъ 60% до 70% глины, при слоѣ достаточной толщины (т. е. отъ $1\frac{1}{2}$ до 1 аршина), то грунтъ можно считать непроницаемымъ. Наконецъ, можно вынуть кусокъ грунта, напитать его водою и сдѣлать сверху углубленіе. Налить въ это углубленіе воду и наблюдать, будетъ-ли напитанный водою грунтъ допускать дальнѣйшее просачиваніе“. Убѣдиться въ просачиваніи грунта весьма важно потому, что такое просачиваніе, или, говоря проще, утечка воды на мѣстѣ пруда частью, а иногда и совершенно уничтожаетъ пользу плотины, такъ какъ при этомъ вода, необходимая для какого-бы то ни было назначенія, уходитъ въ грунтъ совершенно непроизводительно и тѣмъ заставляеть плотину бездѣйствовать. Для устраненія хотя и не совершеннаго просачиванія дна пруда или плотины существуетъ общеизвѣстный способъ (при условіи, что земля не особенно глиниста) поливка известковымъ молокомъ въ пропорціи приблизительно отъ 10 до 30 бутылокъ или отъ одной четверти до полутора ведеръ на

*) „Сооруженіе плотинъ“ Д. Д. Нееловъ, 1884 годъ.

каждую кубическую сажень. Известь въ соединеніи съ суглинкомъ, осаждаясь, дѣлается настолько плотной и непроницаемой, что не только сохраняетъ своей собственной непроницаемостью, воду но также оказывается весьма полезной въ смыслѣ уничтоженія въ возможныхъ вредныхъ для дерева червей и насѣкомыхъ, служащихъ пищею для обитателя земли, крота, который своей подземной работою приноситъ значительный вредъ и отъ опасности поселенія которыхъ нѣтъ никакой возможности избавиться.

Упомянувъ о кротахъ, мы совѣтуемъ отверстія кротовыхъ норъ, если таковыя окажутся до или послѣ сооруженія плотины заливать известковымъ молокомъ и забивать ихъ деревянными пробками.

Здѣсь мы считаемъ долгомъ указать на грунтъ или его свойства, которыя наименѣе пригодны для сооруженія плотины, къ числу этихъ послѣднихъ несомнѣнно принадлежатъ илистые, болотныя и торфяныя, а также грунты, состоящія изъ такъ называемыхъ пльвуновъ, слоевъ земли, сильно пропитанныхъ водою и залегающихъ иногда на значительной глубинѣ. Въ заключеніи мы позволимъ себѣ сказать, что грунты или ихъ виды настолько разнообразны своими свойствами хорошими или дурными, что не представляютъ никакой возможности къ болѣе подробному описанію, а потому, желая быть наиболѣе краткими въ нашемъ изложеніи, мы указали на самыя главныя качества полезности или вредѣ грунта, болѣе же детальныя или подробныя свѣдѣнія могутъ быть почерпнуты или личнымъ наблюденіемъ или въ специальныхъ этого предмета сочиненіяхъ.

Начало работъ запруды. Теперь, когда мы ознакомились предварительно съ цѣлю и назначеніемъ устройства плотины разныхъ системъ, когда мы изучимъ предварительныя условія изысканія мѣста для постройки плотины, съ свойствами разныхъ грунтовъ, съ строительными матеріалами и

пр. и пр., мы находимъ своевременнымъ приступить къ описанію начала работъ по сооруженію плотины, каковая состоитъ въ устройствѣ *перемычекъ*.

Человѣкъ неопытный или мало свѣдущій въ сооруженіи плотинъ, весьма возможно, что не всегда понимаетъ, что такое *перемычка*, въ виду чего мы и объясняемъ ниже это слово, назначеніе перемычки и способъ ея устройства.

Перемычка есть ни что иное, какъ глухая стѣна, временно сооруженная для отвода воды отъ мѣста работъ при постройкѣ плотины и въ особенности водоспусковъ.

Правиль какихъ бы то ни было общепринятыхъ для устройства перемычекъ почти не существуетъ, такъ какъ все зависитъ главнымъ образомъ отъ мѣстныхъ условий, которыя, какъ мы уже не разъ говорили, бываютъ чрезвычайно разнообразны; вслѣдствіе чего мы укажемъ лишь на то, что главнымъ образомъ подлежитъ знать строителю при сооруженіи плотины, а также и на тѣ матеріалы потребныя при ея сооруженіи.

П е р е м ы ч к и .

Прежде, чѣмъ приступить къ устройству плотины, необходимо, какъ мы говорили уже выше, отвести воду отъ мѣста постройки посредствомъ канала или имѣющагося случайно рукава рѣки или обыкновенной отводной канавы; для того, чтобы вода естественнаго русла рѣки не мѣшала производить земляныя и тому подобныя работы по укрѣпленію основанія плотины, водѣ преграждаютъ ходъ посредствомъ временнаго сооруженія для отвода воды, которое называется перемычкой. Такъ какъ перемычка служить только временно, то когда сооруженіе плотины окончено, перемычка уничтожается и водѣ дается направленіе по ея прежнему руслу,

а входъ, служащій для отвода воды, заваливается или за-
дѣлывается. Случается, что воду неудобно или даже невоз-
можно обходными путями отвести отъ мѣста постройки
плотины безъ крупныхъ матеріальныхъ затратъ, то пере-
мычкой ограждается лишь самое мѣсто производства работы
для прегражденія къ таковому мѣсту доступа воды. Пере-
мычка, будь она какихъ угодно размѣровъ, строится весьма
разнообразными способами, самыя употребительныя это—
земляныя, земля въ плотно набитыхъ куляхъ опускается
по возможности близко одинъ отъ другого въ воду рядами,
щели которыхъ засыпаются землей и плотно утрамбовывается.
Толщина перемычки должна всегда соответствовать глубинѣ
рѣки и силѣ напора воды.

При условіи, что глубина воды не болѣе одной сажени;
перемычка должна быть на днѣ рѣки шире или толще, чѣмъ
на ея поверхности, въ видѣ конуса, постепенно суживаясь
съ низу въ верхъ. Если же глубина рѣки болѣе одной са-
жена, то, для точнаго опредѣленія толщины перемычки, су-
ществуетъ обыкновенный шаблонный пріемъ брать половину
глубины, которую выражаютъ хотя бы футами, и къ этой
половинѣ, полученной измѣреніемъ глубины, прибавляются
четыре фута, благодаря этому пріему получаются слѣдующія
цифры: глубина воды въ 10 ф. 12 ф., 14 ф. должна имѣть
толщину перемычки въ 9 ф., 10 ф., 11 ф. и т. д.

Перемычки строятся также изъ досчатой переборки или
фашинныя, во всякомъ случаѣ перемычка, какой бы она ни
была, безъ земли дѣло не обходится, засыпка щелей и про-
межутковъ землею необходима, въ тѣхъ же случаяхъ, гдѣ
грунтъ земли и дна береговъ рѣки рыхлый или илистый.
перемычки необходимо дѣлать шпунтовые, досчатые или свай-
ныя. Если мѣстность, гдѣ строится плотина, изобилуетъ хво-
ростомъ и, напротивъ, чувствуется недостатокъ, по близости
земли употребляются или дѣлаются фашинныя перемычки.

при чемъ уже главной преградой воды служить фашина, а земля служить только для засыпки и потому земли идетъ несравненно менѣе, земля обыкновенно засыпается и присыпается со стороны воды, фашина же не даетъ теченію рѣки уносить землю.

Спеціалистъ по сооруженію плотинъ Д. Д. Нееловъ говоритъ въ своемъ капитальномъ трудѣ *) по поводу устройства перемычекъ слѣдующее: „въ зависимости отъ глубины воды за перемычкой, на основаніи опытовъ, держатся такого правила: а) при глубинѣ воды отъ 2-хъ до 4-хъ футовъ строить перемычки грунтовыя: земляныя, фашинныя съ одной досчатой переборкой, съ присыпкой къ нимъ земли и шпунтовую съ однимъ рядомъ и присыпкой, если того требуетъ грунтъ; б) при глубинѣ воды отъ 4-хъ до 6-ти футовъ земляную изъ кулей. изъ двухъ досчатыхъ переборокъ, на разстояніи одна отъ другой 4—6 футъ съ засыпкой и утранбовкой между ними земли; при грунтахъ слабыхъ одну переборку, именно: низовую или заднюю замѣняютъ шпунтовымъ рядомъ изъ досокъ; в) при глубинѣ воды отъ 6-ти до 8-ти футовъ, при хорошемъ грунтѣ, перемычка можетъ быть изъ кулей, набитыхъ землею, но надежнѣе изъ двухъ шпунтовыхъ досчатыхъ рядовъ, въ разстояніи отъ 6—8 футовъ одинъ отъ другаго и съ забивкою между ними земли; г) при глубинѣ воды отъ 8-ми до 10-ти футовъ и болѣе, для упрочности перемычки, необходимы два шпунтовые ряда изъ свай, потому что доски задняго ряда, при большой длинѣ и свободныя отъ давленія воды могутъ пригибаться, отъ давленія засыпаемой и трамбуемой между рядами земли“.

Такъ какъ земля служитъ главнымъ матеріаломъ при устройствѣ перемычекъ, то мы, опираясь на нашу личную практику, а также и на опытность компетентныхъ въ этомъ дѣлѣ людей, обращаемъ вниманіе строителя на качество земли,

*) Д. Д. Нееловъ. „Устройство плотинъ“, ч. III, стр. 57, 1884 г.

служащей для засыпки перемычекъ; прежде всего не должно употреблять для засыпки *торфяную* или *болотистую* землю, всякая другая земля, за исключеніемъ глины, годна для перемычекъ, самой же лучшей засыпкой считается суглинокъ или глина, хорошо перемѣшанная съ пескомъ, вообще, чѣмъ земля тяжеловѣснѣй, тѣмъ она лучше и полезнѣй для засыпки перемычекъ. На нашихъ первобытныхъ плотинахъ принять и вошелъ уже почти вездѣ во всеобщее употребленіе весьма старинный способъ для уничтоженія просачиванія плотинъ или запрудъ, завалка передъ сомнительными мѣстами въ воду навоза, который дѣйствительно въ силу своей клейкости или вязкости отлично исполняетъ свое назначеніе; навозъ, главнымъ образомъ, коровій, если онъ не слишкомъ свѣжъ или, наоборотъ, перегорѣлый, будучи брошенъ въ воду, въ силу своей легкости и жира, весьма медленно опускается на дно, при чемъ самое слабое теченіе легко увлекаетъ его, заноситъ къ щелямъ, гдѣ онъ, прилиная, засоряетъ таковыя и тѣмъ вполне останавливаетъ воду. Не слѣдуетъ употреблять исключительно одинъ навозъ, ибо таковой не можетъ служить сплошной засыпкой, а полезенъ лишь какъ говорено выше. Для засыпки перемычекъ, помимо всего вышесказаннаго матеріала, могутъ служить съ пользой для дѣла древесныя опилки, сѣнная труха, мохъ и мелкій хворостъ, хорошо, если этотъ послѣдній тщательно перемѣшанъ съ коровьимъ навозомъ. Кромѣ земли для основанія перемычки при условіи, что мѣсто, гдѣ дѣлается перемычка, не глубоко, можетъ служить камень, если таковой находится въ близи въ большемъ количествѣ, этотъ способъ самый простой и легкій; камень наваливается въ достаточной ширинѣ въ воду на $\frac{1}{2}$ или 1 аршинъ выше поверхности воды и по мѣрѣ завалки камня, валять въ воду землю, мохъ, хворостъ, навозъ и пр. и пр., камни не уносятся водой и быстро опускаются на дно, всѣ же щели заполняются вышесказан-

ными матеріалами и гѣмъ преграждается дальнѣйшій ходъ воды.

Теперь, когда мы рассказали качества земли, мы находимъ своевременнымъ рассказать также и о способѣ употребленія таковой во всѣхъ видахъ, практикуемыхъ при сооруженіи плотинъ. Когда мы строимъ земляную перемычку, то землю не должно бросать въ воду, а по возможности тихо опускать ее, дабы земля эта не уносилась теченіемъ, затѣмъ землю въ водѣ по возможности аккуратно разравниваютъ, и когда земля поднялась уже выше уровня воды, то землю слѣдуетъ какъ можно плотнѣй утрамбовать; при сооруженіи земляной перемычки, никогда не бываетъ лишнимъ заставить заднюю сторону перемычки фашинными щитами для удержанія земли, за щитами въ землю, т. е. въ дно рѣки вбиваютъ обыкновенной желѣзной кувалдой, тонкія жерди въ разстояніи 1 аршина другъ отъ друга, для подпора этихъ щитовъ (см. черт. № 13).

Если теченіе рѣки быстро, то полезно дѣлать перемычку изъ мочальныхъ кулей, набитыхъ землею, при чемъ куль слѣдуетъ набивать не болѣе $\frac{3}{4}$ его емкости, иначе земля, пропитанная водой, разбухаетъ настолько сильно, что даже разрываетъ кули, которые, какъ извѣстно, не отличаются большою прочностью; когда кули наполнены землею, какъ сказано выше, ихъ завязываютъ той же мочалой или бичевкой, когда вы измѣрили длину будущей перемычки, а также приняли во вниманіе глубину рѣки, вы легко высчитаете потребное количество кулей для сооруженія перемычки, затѣмъ, согласно этому вычисленію, вы, приготовивши таковыя, приступаете къ дальнѣйшему, кули не должно бросать въ воду, а по возможности аккуратно опускать таковыя въ рядъ, одинъ подлѣ другого, какъ можно плотнѣй, опускать кули можно, зацѣпивъ таковыя четырьмя крюками, какія употребляются крешниками для переноски тяжестей или спускать

кули по отлого лежащей доскѣ, которую слѣдуетъ хорошенько промочить, т. е. какъ можно чаще поливать водой. Когда первый рядъ кулей уложенъ, то во всю ширину и длину площади уложенныхъ кулей таковыя засыпаются землей, дабы забить всѣ щели и пустоты, каковыя образуются между кулями, послѣ чего приступаютъ къ укладкѣ кулей такимъ же способомъ второго верхняго ряда, затѣмъ третьяго и т. д. Если теченіе рѣки быстро, то работу эту слѣдуетъ производить вѣрно, быстро и дружно, при чемъ со стороны напора воды слѣдуетъ подбрасывать для образованія откоса землю, которая должна помѣшать водѣ подмывать дно подъ кулями (см. черт. № 14). Если перемычка дѣлается изъ фашины, то прежде насыпки земли между стѣнъ фашины, устанавливается сперва фашина, которая или подпирается тонкими сваями или при условіи, что рѣка не глубока, къ фашинамъ привязываются камни, которыми фашина и удерживается въ желаемомъ положеніи до засыпки земли, земля, засыпанная между фашинъ, плотно утрамбовывается и т. д. (см. черт. № 15). Вслѣдъ за этими вышеописанными земляными, кулевыми и фашинными перемычками, перемычки дѣлаются еще досчатые, рядовые или шпунтовые и свайные, но такъ какъ эти послѣдніе сопряжены съ несравненно большими расходами и къ тому же необходимы только при большихъ рѣкахъ съ болѣе быстрымъ теченіемъ, то тамъ, гдѣ возможно, ихъ замѣняютъ тремя первыми. Устройство-же досчатыхъ перемычекъ такъ же легко, какъ и фашинныхъ, сперва въ дно рѣки вбиваются сваи на разстояніи 1—1½ или 2-хъ аршинъ другъ отъ дружки по совершенно прямой линіи, затѣмъ верхъ вбитыхъ свай аккуратно по шнуркѣ и ватерпасу обрѣзается, а на обрѣзанные концы для схватки, чтобы сваи не расходились, накладывается въ зарѣзку поперечный брусъ (черт. № 16), который придаетъ прочную связь сваямъ.

Когда сваи забиты и верхъ ихъ соединенъ, то приступаютъ къ укладкѣ досокъ, которыя одна къ другой приходятся по возможности плотно, нижняя кромка первой доски заостряется и задѣлывается своимъ остриемъ въ землю (чер. № 17), затѣмъ на первую доску накладывается вторая, третья и такъ до самаго верха; доски должны быть 1½ или 2-хъ вершковыя. Доски, прежде чѣмъ ихъ вставлять въ пазы между свай, должны быть по точному измѣренію разстоянія одной сваи отъ другой наръзаны какъ можно аккуратнѣй. Если-же въ забитыхъ сваяхъ, быть можетъ, для сокращенія плотничьихъ работъ, не сдѣланы пазы, то сваи должны быть забиваемы по двѣ въ рядъ на разстояніи одна отъ другой не болѣе толщины доски (чер. № 18), второй рядъ свай можетъ быть болѣе тонкій, такъ какъ служить только для поддержки досокъ, а также и не противъ каждой сваи, а черезъ одну или двѣ. Когда, такимъ образомъ, сваи забиты и переборки или доски вставлены, то можно приступить и къ засыпкѣ между переборокъ земли, если вода стоячая, то земля засыпается какъ попало, если-же вода имѣетъ теченіе, то землю начинаютъ засыпать отъ обоихъ береговъ одновременно, и продолжается, пока вся перемычка не завалится до самаго верха переборки, при чемъ землю должно сначала уминать, а затѣмъ, когда земля поднимется выше уровня воды, плотно утрамбовывается для того, чтобы сдѣлать переборку непроницаемой со стороны напора воды, въ воду бросаютъ навозъ, какъ было уже описано выше.

Свайныя перемычки несомнѣнно самыя прочныя, но за то и самыя дорогія, тутъ уже, помимо земляныхъ работъ, является масса плотничьей работы, а также нуженъ довольно цѣнный матеріалъ, не говоря уже о дороговизнѣ забивки свай, которыя забиваются одна рядомъ съ другой, въ два ряда на разстояніи каковое потребуется, согласно глубинѣ воды, (смотри выше) земля засыпается такъ-же, какъ и при до-

счатой перемычкѣ. Этимъ мы заканчиваемъ описанія устройства перемычекъ, которыя мы старались изложить какъ можно яснѣй и короче, такъ какъ работа эта не мудрая и никакихъ особенныхъ знаній не требуетъ, особенно если принять во вниманіе, что перемычка есть сооруженіе временное и служить только для устраненія воды, которая иначе мѣшала бы намъ строить плотину, однако, мы считаемъ своей обязанностью напомнить строителю, что перемычку, не смотря на ея временность, должно все-таки дѣлать прочно и вполне надежно, такъ какъ иначе, если напоръ воды прорветъ перемычку, помимо матеріальныхъ убытковъ, могутъ произойти и несчастія съ людьми.

Откачка воды. Теперь, когда намъ стало извѣстнымъ, для какой цѣли строятся перемычки, а также какъ онѣ строятся, намъ остается только добавить нѣсколько словъ объ отливкѣ или откачкѣ воды. Каждый можетъ производить эту работу самымъ примитивнымъ способомъ, хотя-бы отливать воду ведрами, перебрасывая таковую черезъ край перемычки, или черпая шайками и спуская таковую черезъ перемычку по деревянному желобу изъ трехъ досокъ, или откачивая ее ручнымъ насосомъ, если таковой имѣется, или при болѣе значительныхъ сооруженіяхъ, употребляя для этой цѣли локомобиль, который можетъ служить двигателемъ хорошаго сильнаго насоса, особенно тамъ, гдѣ подъемъ воды значителенъ.

Глухая плотина. Самымъ близкимъ по своему устройству къ перемычкамъ есть устройство глухой плотины, такъ какъ строится она почти для той же самой цѣли, что и перемычка, то есть для отвода воды или для подъема уровня таковой; какъ нами уже было изложено выше, все ея отличие отъ перемычки состоитъ лишь въ томъ, что перемычка сооруженіе временное, а глухая плотина строится на всегда.

При соответствующихъ условіяхъ, какъ уже сказано выше, глухую плотину будетъ самымъ целесообразнымъ строить земляной, такъ какъ земля есть самый надежный не подвергающійся никакой порчѣ матеріалъ, конечно при условіи соблюденія всѣхъ правилъ строительнаго искусства этой отрасли. Здѣсь мы считаемъ долгомъ обратить вниманіе на всѣ мельчайшія детали землянаго сооруженія, такъ какъ основой всякой плотины въ большихъ случаяхъ бываетъ земля и все то, что будетъ сказано о сооруженіи земляной глухой плотины, можетъ быть, да и должно быть примѣнено къ устройству плотинъ всѣхъ другихъ системъ.

Если грунтъ земли на мѣстѣ сооруженія глухой земляной плотины хорошъ, т.-е. вмѣстѣ соответствуетъ своему назначенію, то плотина можетъ быть сооружаема изъ одной тѣмъ или другимъ указаннымъ въ главѣ о перемычкахъ способъ безъ помощи дорого стоящихъ приспособленій и безъ затраты весьма иной разъ цѣнныхъ матеріаловъ (дѣсныхъ), при чемъ должно принять во вниманіе разныя времена года, разное количество воды и силы ея напора въ соответствіи силы или размѣровъ весеннихъ и осеннихъ прибылыхъ водъ.

Въ случаѣ же дурного грунта, положенія береговъ на предполагаемомъ мѣстѣ сооруженій или какихъ бы то ни было иныхъ личныхъ соображеній строителя, приходится прибѣгать къ содѣйствію и другихъ строительныхъ матеріаловъ, на чемъ мы и обратимъ въ свое время должное вниманіе читателя.

Однимъ изъ самыхъ важныхъ условій сооруженія глухой земляной плотины, это то, что плотина не должна быть выше двухъ сажень, при условіи же, что воду требуется поднять выше сооружать плотину изъ одной земли довольно рискованно, такъ какъ весьма трудно создать искусственное земляное сооруженіе безъ помощи другихъ строительныхъ матеріаловъ и такъ, когда высота плотины соответствуетъ выше указанной мѣрѣ, то первое и самое важное, это создать

себѣ точный планъ или, какъ это принято называть, проектъ будущей земляной плотины. При составленіи проекта должно придерживаться извѣстныхъ техническихъ правилъ, которыя неизбѣжно вытекаютъ одно изъ другого. Для облегченія этой задачи мы и изложимъ послѣдовательно все то, что важно при составленіи проекта глухой плотины, чтобы изложенія о составленіи проекта было болѣе понятно, мы раздѣлимъ его на восемь главныхъ составныхъ части.

1-е Положеніе и долевая форма плотины по отношенію теченія или напора воды.

При предварительномъ описаніи особенностей и отличій плотинъ, мы уже упоминали, что для наибольшей экономіи слѣдуетъ выбирать мѣсто наиболѣе узкое въ рѣкѣ для того, чтобы плотина была какъ можно короче и тѣмъ, конечно устойчивѣе; стало быть, чемъ долевая форма плотины короче, тѣмъ оно выгоднѣе, какъ въ смыслѣ ея возведенія, такъ и въ смыслѣ ея прочности; это важное правило примѣнимо ко всякаго рода плотинамъ, за исключеніемъ, конечно, водосливной, которая, наоборотъ, тѣмъ длиннѣе, тѣмъ лучше. Да оно и весьма понятно, чѣмъ длиннѣе водосливная плотина, тѣмъ шире и свободнѣй расходится по ней излишняя вода, и тѣмъ тоньше слой воды, переливающейся чрезъ гребень плотины, при чемъ вода, падая болѣе тонкимъ слоемъ, имѣетъ менѣе силы дѣйствовать разрушительно на дно рѣки въ мѣстѣ паденія, а это уже нѣчто дающее покой за прочность плотины въ будущемъ. Когда нами выбрано удобное мѣсто, мы прежде всего должны измѣрить ширину этого мѣста, и согласно полученнаго измѣренія рассчитать толщину будущей плотины, принявъ во вниманіе ея вышину при хорошей утрамбовкѣ и устройствѣ земляныхъ откосовъ;

точно высчитать потребное количество земли хотя бы въ кубических саженьяхъ, раздѣлить эти сажени на воза, коими будетъ доставляться земля на мѣсто сооруженія, а также слѣдуетъ приблизительно облюбовать мѣсто, съ котораго земля будетъ доставляться, и принявъ во вниманіе вѣсъ каждой отдѣльной кубической сажени, опредѣлить цѣну за доставку съ мѣста выборки до мѣста сооруженія и полученную общую сумму записать въ расходъ проекта плотины. Если же земля будетъ доставляться сплавнымъ путемъ, то точно также сдѣлать расчетъ стоимости ея доставки и разгрузки, а полученную общую сумму занести въ расходъ, какъ сказано выше.

Глухая плотина должна быть совершенно прямолинейна, а для того, чтобы придать ей наибольшую силу сопротивленія, устойчивости и непроницаемости, плотина должна быть въ своемъ основаніи шире, чѣмъ въ гребнѣ; при чемъ слѣдуетъ избѣгать ставить плотину какъ разъ противъ теченія, а строить ее такъ, чтобы теченіе воды по возможности встрѣчало первое сопротивленіе въ природномъ берегу, чѣмъ ослаблялся-бы ударъ, наносимый теченіемъ водой. Смотри чертежъ № 18). Когда составляется проектъ плотины, необходимо сдѣлать чертежъ, на которомъ изображается положеніе и форма продольная, поперечная и высота всей будущей плотины и тогда уже по выработанному плану гораздо легче приступить къ постройкѣ и выполнить таковую.

При составленіи проекта будущей плотины, необходимо принять во вниманіе ея форму, которая при точномъ вычисленіи укажетъ потребное количество земли. Мы знаемъ уже, что земляная плотина въ ея основаніи должна быть шире, чѣмъ у гребня, т. е. иначе земля не можетъ держаться въ отвѣсномъ положеніи. Строитель долженъ самъ опредѣлить толщину плотины въ ея основаніи и гребнѣ, для чего ему необходимо руководствоваться мѣстными условіями береговъ

рѣки, ея глубины, скорости теченія, количествомъ прибылыхъ водъ весной и осенью и наконецъ стоящими выше по рѣкѣ плотинами, которыя иногда задерживаютъ воду, а иногда спускаютъ ея столько, что угрожаютъ разрушить вашу плотину, если вы не приготовлены къ такимъ неожиданностямъ. Правиль для опредѣленія толщины плотины не существуетъ, каждый строитель долженъ самъ сообразоваться съ вышеуказанными условіями, во всякомъ случаѣ какой бы толщины вы не сдѣлали плотину, тѣло ея никогда не будетъ толсто, стало бытъ сдѣлать плотину толще, чѣмъ она нужна, бояться нечего и если мы позволимъ себѣ здѣсь указать, чего приблизительно слѣдуетъ придерживаться при опредѣленіи толщины будущей сооружаемой плотины, то лишь въ видахъ экономическихъ для строителя; экономія при всякой постройкѣ для коммерческихъ цѣлей должна быть на первомъ мѣстѣ, а такъ какъ цѣль нашей книги состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, чтобы придти на помощь людямъ, желающимъ извлечь выгоды изъ живой силы природы съ наименьшей затратой для предпринимателя, мы и укажемъ далѣе, чего слѣдуетъ придерживаться при составленіи проекта и какъ наилучше и надежнѣе бороться и побѣдить эту силу.

Толщина плотины, какъ мы уже знаемъ, бываетъ или должна быть внизу шире, чѣмъ на верху; для опредѣленія толщины плотины слѣдуетъ измѣрить глубину рѣки на мѣстѣ ея запруды и вычислить, какъ нами уже было сказано выше; здѣсь же мы выскажемъ только нѣсколько практическихъ данныхъ, которыя частью, помимо нашихъ личныхъ опытовъ, заимствуемъ изъ имѣющихся у насъ подъ рукой обширныхъ сочиненій разныхъ авторовъ этой спеціальности. Когда вы строите плотину и находите при томъ необходимымъ допустить переѣздъ чрезъ нее, т. е. когда плотина въ одно и то-же время должна служить и проѣзжей дорогой, то ширина ея должна быть не менѣе трехъ сажень на поверх-

ности, въ своемъ-же основаніи плотина должна быть въ полтора или въ два раза шире. Г. *Глушинскій* (печати. лекція Инст. Пут. Сообщ. 1881 г.) говоритъ: толщина плотины должна быть такова, чтобы сквозь нее не происходило просачиванія (филтрацій). Толщина же будетъ зависѣть отъ высоты напора воды на плотину, но вообще слѣдуетъ дѣлать ее не менѣе двухъ сажень; если же по ней проходитъ дорога, то толщину плотины увеличиваютъ до трехъ сажень. Откосы плотины дѣлаются довольно пологіе. Внутренній откосъ дѣлается не менѣе полуторнаго и если можно ожидать обваловъ, то дѣлаютъ его по полнѣе, именно доводятъ до тройнаго, наружный же дѣлается отъ полуторнаго до двойнаго. Впрочемъ насчетъ пологости, которую слѣдуетъ придавать откосамъ, между строителями существуетъ разногласіе. Одни совѣтуютъ дѣлать поотложе наружный откосъ, на основаніи общихъ правилъ устойчивости, другіе же, наоборотъ, совѣтуютъ дѣлать положе внутренний откосъ, такъ какъ онъ болѣе подверженъ обваламъ при различныхъ горизонтахъ, то будучи смачиваетъ водою, то высыхая, и сверхъ того вода, производя давленіе на внутренний откосъ, если онъ пологій, даетъ вертикальную силу сопротивленія, которая будетъ способствовать устойчивости сооруженія. Это послѣднее мнѣніе болѣе основательно и мы вполне раздѣляемъ его. Для большей убѣдительности мы сдѣлаемъ выписку мнѣній нѣсколькихъ строителей. Г. *Келлеръ* говоритъ, что въ водохранилищахъ Таврической губерніи и особенно у Молочанскихъ колонистовъ, у которыхъ плотины не подвергаются прорыву, смотря по количеству воды, скопляющейся въ балкѣ, даютъ ширину плотинъ: въ основаніи отъ 4 до 7 сажень и въ верхнемъ гребнѣ отъ 1 до 3 сажень. Баронъ *Штеммель* говоритъ, что въ маріупольскомъ уѣздѣ, при длинѣ плотины отъ 8 до 10 сажень, даютъ ей ширину въ основаніи отъ 3 до 4 сажень, а въ гребнѣ отъ 1 ¹/₂

до 2 сажений. Взвѣсивъ различныя мѣнія разныхъ строителей плотинъ, мы пришли къ тому убѣжденію, что если тѣло плотины по всей своей длинѣ состоитъ изъ однородной земли, будучи хорошо утрамбовано, то длина плотины не имѣетъ ровно никакого значенія на ея способность сопротивляться напору воды, за исключеніемъ, конечно, тѣхъ случаевъ, гдѣ сопротивленіе надо оказывать не напору воды, а различнымъ ударами, каковыя бываютъ при ледоходахъ. Во всякомъ случаѣ толщина плотины должна быть пропорціональна высотѣ напора воды, и лучше если она нѣсколько толще. Теперь, когда вы ознакомились съ основными началами сооруженія земляной плотины, вы приступаете къ землянымъ работамъ, которыя состоятъ изъ предварительной подготовки, весьма разнообразной по своему характеру. Неопытный строитель или простой крестьянинъ, сооружающій себѣ земляную плотину, часто дѣлаетъ неосмотрительныя ошибки, за которыя въ будущемъ испытываетъ всевозможныя лишенія. Поэтому мы и совѣтуемъ быть какъ можно осторожнѣй и осмотрительнѣй при сооруженіяхъ, дабы въ будущемъ не раскаяваться за свои оплошности.

Для того, чтобы *плотина* была прочна и надежна, необходимо, чтобы дно рѣки въ томъ мѣстѣ, гдѣ сооружается плотина, было очищено отъ наносной земли, ила или песку и уже тогда, имѣя прочное основаніе, какъ по дну рѣки, такъ равно и въ берегахъ, можно начинать сооруженіе.

При началѣ сооруженія, какой-бы то ни было плотины, необходимо выбрать маловодное сухое время, и если выше по рѣкѣ есть плотины, то, просятъ хозяевъ верхнихъ запрудъ, на время работъ запереть воду. Если же воды въ верхнемъ прудѣ окажется много, и плотина не въ состояніи выдержать напора большаго скопленія воды въ продолженіи того времени, каковое потребуется для работъ новой плотины, то слѣдуетъ попросить хозяина верхняго пруда

спустить воду на аршинъ или болѣе, для того чтобы плотина могла, какъ можно дальше удержатъ скопляющуюся воду. Благодаря этому приему (конечно на небольшихъ рѣкахъ), мы избавляемся на нѣсколько дней отъ притока воды, и тѣмъ облегчаемъ себѣ работу. За простой или прогулъ верхней мельницы или завода, приходится платить по личному договору владѣльцу.

Для того, чтобы простой или прогулъ верхней запруды былъ короче, слѣдуетъ къ этому времени имѣть на готовѣ достаточное количество ловкихъ и расторопныхъ рабочихъ, а также всѣ матеріалы, каковыми запружается рѣка, какъ-то: земля, песокъ, глина, навозъ, фашина, колья, сваи и пр. и пр.

Когда сдѣлана разбивка плотины, то прежде всего, на всей длинѣ и ширинѣ основанія плотины, если это основаніе не покрыто водою, снимается верхній слой земли, и эта съемка верхняго слоя продолжается и въ берега, если составъ грунта ихъ того требуетъ. При этомъ дернъ складывается особо, со стороны низоваго откоса, такъ какъ онъ можетъ впослѣдствіи служить одеждою для укрѣпленія этого откоса; все мѣсто основанія очищается отъ лома, пней, кочекъ, камней и т. п. Если подъ дерномъ грунтъ окажется состоящимъ изъ рыхлаго илистаго наноса или торфа, и притомъ залегающимъ не глубоко, то съемка земли продолжается до болѣе плотнаго, основнаго грунта. Если грунтъ этотъ окажется состоящимъ изъ довольно толстаго слоя суглинка или глины, то онъ будетъ самымъ благопріятнымъ для основанія плотины. Тогда грунтъ этотъ взрыхляется на небольшую глубину, чтобы потомъ посыпаемую на него землю хорошо соединить и сплотнить съ нимъ трамбованіемъ послойно. Если верхній слой подъ основаніемъ будетъ наносный, песчаный, болотистый или торфяной и вообще слабый, а материкъ залегаетъ не глубже 3 аршинъ, то тамъ недо-

статочно снимать лишь самый верхній слой, но слѣдуетъ вынуть этотъ наносный слой до материка, по крайней мѣрѣ подъ ядромъ или серединой насыпи. Для этого вдоль насыпи, по срединѣ основанія, вырываютъ ровъ, шириною равною высотѣ напора воды за плотиною, а глубиной до материка. Землю, вынимаемую изъ рва, выбрасываютъ въ откосы, а ровъ наполняютъ слоями глины или суглинка, хорошо утрамбовывая ихъ, которые и составляютъ такъ называемый *замокъ* плотины, или основаніе ея ядра. Если грунтъ подъ основаніемъ плотины окажется скалистымъ, то также снимается верхній слой, состоящій обыкновенно изъ моха, вереска, песка, гравія и обломковъ скалы. Наконецъ, если подъ основаніемъ плотины слабый наносный слой залегаетъ глубоко и вырытіе рва до грунта будетъ дорого, или отъ притока воды затруднительно. тогда по необходимости проводятъ подъ всей насыпью одинъ или два шпунтовые ряда, разстояніе между которыми обыкновенно опредѣляется шириною верхняго гребня, равно какъ и положеніе ихъ опредѣляется мѣстомъ крайнихъ реберъ гребня плотины; при одномъ же шпунтовомъ рядѣ онъ долженъ проводиться въ срединѣ ядра плотины.

Какъ замокъ плотины, такъ и шпунтовые ряды прибавляются и продолжаются на нѣкоторое протяженіе въ берега, гдѣ для этого вынимается земля, чтобы по возможности хорошо связать концы или крылья плотины съ берегами. Это протяженіе плотины въ берега, для связи съ ними, зависитъ отъ свойства грунта береговъ, но оно не должно быть менѣе наибольшей высоты напора воды за плотиною. Если же тѣло насыпи, по необходимости, образуется изъ песка. то шпунтовые ряды поднимаются въ насыпь и даже наращиваются переборкой изъ досокъ до высоты уровня воды за плотиною, какъ увидимъ это ниже.

Выше мы уже говорили, что лучшей землей для образования земляных запрудъ есть суглинокъ. Но часто за недостаткомъ такового, приходится обходиться и съ другими сортами земли. въ этомъ случаѣ слѣдуетъ размѣщать разные сорта земли наиболѣе выгоднымъ образомъ, причемъ средину насыпи слѣдуетъ сооружать изъ лучшаго сорта земли, имѣющагося при постройкѣ, хорошо, если бы таковой могъ состоять изъ чистой глины или изъ жирнаго суглея, причемъ толщина ядра плотины, если глины или суглея достаточно, можетъ быть въ половину высоты напора воды, на высотѣ же уровня воды, эта толщина можетъ быть не болѣе одной трети или въ половину толщины основанія плотины, и тогда можно быть совершенно покойнымъ за ея непроницаемость, конечно, при условіи хорошей утрамбовки. Г. Ренкипъ говоритъ, что толщина слоя отъ 2 до 3 футовъ изъ чистой глины уже достаточно непроницаема для воды. А потому при недостаткѣ глины, толщину ядра можно дѣлать и менѣе указанныхъ выше размѣровъ, лишь бы ядро это залегало плотной и хорошо утрамбованной массой во всю длину плотины до окончательнаго ея соединенія съ берегами.

Спеціалистъ Палимпсестовъ говоритъ относительно нашего степнаго чернозема, но, конечно, не поверхностнаго дерноваго, что по слабой проницаемости, вслѣдствіе значительной примѣси къ нему глины и мельчайшихъ органическихъ веществъ, онъ можетъ быть причисленъ къ разряду глинъ средней доброты, то-есть не самой жирной, но и не тощей. Относительно-же вѣса, заключая въ себѣ отъ 10% до 12% органическихъ остатковъ, онъ уступаетъ всѣмъ родамъ глины, и потому въ насыпяхъ плотинъ долженъ считаться болѣе худшимъ матеріаломъ, чѣмъ глина или суглинокъ. Извѣстный строитель плотинъ Г. Гаусманъ для примѣра приводитъ глухую систроорѣцкую плотину, построенную изъ

одной мѣстной земли, которая въ теченіе тридцати лѣтъ просуществовала, вполне удовлетворяя своему назначенію, оказывая сопротивленіе напору воды въ 17 футовъ вышиною. Въ 1863 году плотина эта была уничтожена, но не вслѣдствіе своей непригодности, а вслѣдствіе необходимаго измѣненія построекъ, происшедшаго въ силу обстоятельствъ, не имѣющихъ отношенія къ непрочности или шаткости запруды. Тотъ-же строитель устроилъ плотину на бывшей Павловской суконной фабрикѣ безъ употребленія шпунтовыхъ рядовъ, но съ ядромъ (или центромъ), выведенномъ изъ глины, а на откосы употреблялись мѣстные песчаные и черноземные сорта земли.

Вообще для засыпки центра, т. е. какъ наибольшаго напора воды слѣдуетъ употреблять лучшую землю, земля же болѣе плохого качества идетъ на откосы, каковую берутъ съ близъ лежащихъ береговъ какого бы сорта таковая не была, конечно, за исключеніемъ непригодной торфяной илистой болотной земли.

Спеціалистъ Нееловъ говоритъ, что возвышеніе насыпи должно производиться такими горизонтальными слоями (около 1—2 футовъ), толщиною одновременно по всей длинѣ и ширинѣ насыпи, съ постояннымъ трамбованіемъ слоевъ. Только при этомъ условіи насыпь даетъ однообразную осадку по длинѣ и ширинѣ, не производя трещинъ и разрывовъ. Насыпь обыкновенно даетъ осадку отъ $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{10}$ всей своей высоты, почему при насыпаніи ей даютъ на $\frac{1}{12}$ или $\frac{1}{10}$ большую высоту противъ назначаемой по проекту.

Нѣкоторые спеціалисты по сооруженію земляныхъ запрудъ совѣтуютъ при засыпкѣ земли или тины примѣшивать нѣсколько золы для того, чтобы крысы или кроты не рыли норъ въ запрудѣ; при чемъ количество примѣшиваемой золы не должно быть чрезчуръ велико, иначе глина или земля сдѣлается проницаемой для воды. Въ тѣхъ случаяхъ, когда

земля при засыпкѣ черечуръ суха, мы совѣтуемъ таковую слегка смачивать водой, благодаря чему земля при трамбованіи несравненно лучше уплотняется. Для того, чтобы насыпь откоса была болѣе надежна, ее дѣлаютъ съ нѣкоторымъ запасомъ въ ширину, что даетъ возможность послѣ утрамбовки, гладко обрѣзать верхнюю площадь откоса, не прибѣгая къ подсыпкамъ или досыпкамъ земли, которыя, хотя и прибаваются лопатой, плохо держатся на откосѣ.

При условіи, что насыпь производится въ водѣ, слѣдуетъ наблюдать, чтобы земля разравнивалась и подъ водою, особенно слѣдуетъ избѣгать засыпать землю кучами, а укладывать ее тихо и по возможности ровно, при чемъ не должно трамбовать землю подъ водою, а начинать трамбованіе только тогда, когда начинаетъ выходить на поверхность воды, трамбовать слѣдуетъ послѣ насыпки каждого слоя отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ аршина толщиною и ни въ какомъ случаѣ не толще одного аршина, такъ какъ уплотнить землю чрезвычайно трудно, если слой ея чрезмѣрно толстъ.

Мѣстныя условія должны показать строителю какимъ путемъ выгоднѣе и удобнѣе подвозить землю къ мѣсту сооруженія плотины, подвозить ли землю на тачкахъ, лошадьми, или сплавомъ на плотахъ или баркахъ.

Относительно трамбованія или укатыванія засыпаемой земли, мы совѣтуемъ быть какъ можно внимательнѣй къ этой работы; здѣсь мы находимъ не лишнимъ указать на довольно оригинальный способъ трамбованія земли, который практикуется нѣкоторыми строителями, а именно: послѣ того, какъ слой земли засыпанъ и подошло время трамбовать, по краямъ плотно ставятся на живую руку легкіе щитки, и когда щитки поставлены, то по насыпи между щитковъ прогоняютъ нѣсколько разъ стадо коровъ или овецъ.

Для того, чтобы лучше соединить слои земли между собою, мы совѣтуемъ послѣ каждого утрамбованнаго слоя

слегка проскараживать его, а передъ насыпкой слѣдующаго слоя поливать проскароженный слой известковымъ молокомъ, что придаетъ насыпи замѣчательную прочность и плотность.

При условіи, что подъ основаніемъ плотины, залегаютъ на большую глубину слои слабаго грунта въ родѣ торфяного, илистаго или песчанаго, легко размываемаго и удаленіе которыхъ чрезвычайно затруднительно и дорого, особенно если напоръ воды за плотиною предполагается высокій, вслѣдствіе чего получается большое движеніе воды, размываніе такихъ слабыхъ грунтовъ дѣлается возможнымъ, почему мы совѣтуемъ, во избѣжаніе просачиванія или размыванія основанія плотины, забивать шпунтовые ряды.

По мнѣнію Г. Гаусмана, при возведеніи насыпей глухихъ или створчатыхъ земляныхъ плотинъ, если грунтъ сомнителенъ, какъ мы уже говорили выше, необходимо прибѣгать къ шпунтовымъ рядамъ; особенно тамъ, гдѣ высота воды достигаетъ 7-ми или 8-ми футовъ. Мѣстомъ проведенія этихъ рядовъ онъ совѣтуетъ брать по линіи верхняго гребня, причемъ Гаусманъ придерживается того мнѣнія, что гдѣ бы ни былъ проведенъ шпунтовой рядъ, онъ всегда долженъ быть поднятъ до верхняго уровня воды (фиг. 19). Если же шпунтовые сваи, по недостаточной длинѣ, не доходятъ до уровня, то ихъ слѣдуетъ наростить, или обрубками шпунтовыхъ свай, забираемыхъ стоймя въ стойки и насадки, или дѣлать досчатые переборки. При подобномъ нарощеніи въ высоту шпунтовыхъ рядовъ, устройство которыхъ понятно изъ слѣдующаго чертежа насыпку земли необходимо производить одновременно, какъ внутри, такъ и съ боковъ нарощенныхъ стѣнокъ, чтобы не покривить ихъ въ ту или другую сторону.

Такъ какъ откосы земляные замѣняются иногда съ верхней стороны каменными укрѣпленіями или ряжевымъ, то совѣтуемъ шпунтовые ряды проводить непосредственно подъ

этими укрѣпленіями. Для большей понятности мы даемъ здѣсь примѣрный чертежъ (фиг. 20—21).

Если же подпорныя укрѣпленія признаются необходимыми, говоритъ Д. Д. Нееловъ, какъ съ верховой, такъ и съ низовой стороны плотины, замѣняя собою откосы, то шпунтовые ряды проводятся подъ тѣми и другими, по два, или по одному ряду. Иногда же самый шпунтовой рядъ, укрѣпленный анкеромъ, какъ показываетъ чертежъ (фиг. 22), служить подпорной стѣнкой плотинѣ, вмѣсто верхового откоса. Въ свою очередь Гаусманъ говоритъ, что не слѣдуетъ проводить шпунтовой рядъ у подошвы основанія верхового откоса, какъ на чертежѣ (фиг. 23), такъ какъ при этомъ расположеніи и слабомъ грунтѣ, шпунтовой рядъ мало предохраняетъ прониканіе воды подъ подошву плотины въ рыхлые слои по направленію стрѣлки, и плотина легко можетъ подвергнуться прорыву подъ основаніемъ, что же касается до поднятія шпунтового ряда наращиваніемъ въ тѣлѣ плотины до высоты уровня воды, то тамъ, гдѣ есть береговое укрѣпленіе, самое укрѣпленіе замѣняетъ верхъ шпунтового ряда.

Для того, чтобы предохранить верховой откосъ земляной плотины отъ удара волнъ, которыя постепенно, размывая землю откоса, особенно во время сильныхъ вѣтровъ, разрушаютъ въ концѣ концовъ всю плотину; мы совѣтуемъ откосъ этотъ во всю его ширину, на $\frac{1}{2}$ арш. выше и на $\frac{1}{2}$ арш. ниже постояннаго уровня воды, обкладывать крупнымъ булыжнымъ камнемъ на моховой постилкѣ, причемъ необходимо избѣгать класть мелкій камень, ибо таковой легко уносится водой. Если прудъ широкъ или великъ, то волненіе воды бываетъ значительно, и потому въ этихъ случаяхъ считаемъ не лишнимъ сдѣлать обкладку откоса камнемъ нѣсколько шире, не слѣдуетъ обкладывать откосъ плоскими или тесанными камнями, такъ какъ укладывая те-

санный камень, онъ непременно ляжетъ плоскостью своей по плоскости откоса, второй рядомъ прислоняется къ первому и т. д., въ силу чего между каждаго двухъ камней получается шовъ, который имѣетъ направленіе съ поверхности камня къ землѣ откоса и тѣмъ даетъ возможность водѣ стекать по шву на самый откосъ, гдѣ вода, не имѣя возможности вытекать къ верху, скопляется подъ обкладкой, подмываетъ откосъ и разрушаетъ все сооруженіе съ чрезвычайной быстротой. Какъ видитъ читатель, что такая обкладка и дорога и не практична, если же мѣстныя условія таковы, что плоскаго камня имѣется большой запасъ, и онъ дешевъ, то дѣлать кладку таковымъ мы совѣтуемъ не иначе, какъ укладывая камень на хорошій портландскій цементъ.

Существуютъ еще и другіе способы предохраненія тѣла земляной плотины отъ размыва, какъ наиболѣе распространенный и дешевый, мы укажемъ на одинъ изъ нихъ. для этого слѣдуетъ покрыть откосы плотины достаточнымъ слоемъ „гравіа“ или шлакомъ, который необходимо смѣшать съ крупнымъ пескомъ. Способъ этотъ хорошъ и полезенъ еще тѣмъ, что предохраняетъ плотину отъ замерзанія. что въ нашемъ суровомъ климатѣ весьма возможно. Шлакъ же или гравій, засыпанный крупнымъ пескомъ, заключая въ своихъ промежуткахъ воздухъ, представляя дурной проводникъ для тепла или холода, предохраняетъ отъ промерзанія лежащую подъ нимъ землю, а также отражая ударъ волны, не задерживаетъ въ своемъ основаніи воду, давая ей свободно вытекать и въ то же время задерживаетъ уносимую водой землю.

Относительно необходимости охранять отъ промерзанія вообще всей плотины или части таковой, особенно соприкасающейся съ водоспускомъ, то специалистъ Нееловъ совѣтуетъ покрывать землю соломой, навозомъ и, въ особенности, снѣгомъ, который есть самый дешевый и сподруч-

ный матеріалъ; въ мѣстностяхъ же, гдѣ занимаются посябами конопли для приготовленія пеньки, пеньковое „мять“ (отбросы), которые обыкновенно ни на что не употребляются и лежатъ грудями вблизи крестьянскихъ бань, то мять это можетъ также служить для обкладыванія на зиму тѣхъ частей плотины, которыя желали бы предохранить отъ промерзанія.

Здѣсь мы считаемъ не лишнимъ замѣтить, что для избѣжанія промерзанія плотины, т.-е. ея верхняго гребня, таковой слѣдуетъ дѣлать слегка покатымъ на обѣ стороны; дѣлается же это для того, чтобы не задерживать дождевую воду, давая ей возможность свободного стока по скатамъ гребня, при чемъ гребень плотины будетъ всегда сухъ. Если по гребню нѣтъ проѣзжей дороги, говоритъ тотъ же авторъ, то самое лучшее засыпать его растительной землей и засѣять травой. Если же есть проѣзжая дорога, то для сохраненія гребня должно укрѣплять его насыпкою тощаго суглея и гравія, а иногда, смотря по важности сооруженія и провозимыхъ грузовъ, шоссировать его, или устраивать на немъ булыжную мостовую.

Выше мы говорили о посадкѣ деревьевъ, а также о свойствахъ таковыхъ быстро приниматься и пускать корни, которыми связывается земля въ насыпи, здѣсь же считаемъ необходимымъ замѣтить, что на гребнѣ плотины не слѣдуетъ сажать кустарниковъ, а тѣмъ болѣе деревья; такъ какъ тѣмъ деревьямъ, затѣмняя гребень плотины, препятствуетъ таковому провѣтриваться и быстро просыхать въ дождливое время, и еще потому, что корни, въ особенности большихъ деревьевъ, могутъ служить проводниками для воды внутрь плотины и тѣмъ послужить къ просачиванію и промыванію ея. Низовой откосъ можетъ быть обсаженъ, для укрѣпленія его мелкимъ не пускающимъ глубокихъ корней кустарникомъ; что же касается верхняго откоса, то на таковомъ

можетъ быть полезна посадка мелкихъ сортовъ лозы, не идущихъ въ стволъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, если вдоль откоса можно ожидать ледохода; тогда густо заросшая мелкая и гибкая лоза предохраняетъ откосъ отъ тренія льда и дѣйствія волнъ.

Въ заключеніи этой главы мы напомнимъ строителю, что, приступая къ постройкѣ створчатой плотины, слѣдуетъ прежде всего устроить водоспуски весенній и рабочій, а уже затѣмъ приступать и къ землянымъ работамъ. При этихъ условіяхъ будутъ гораздо меньшія затраты на перемиčky для отвода воды, такъ какъ вода будетъ имѣть свободный проходъ чрезъ открытый водоспускъ; если же насыпь будетъ устроена раньше, то тогда будетъ затрудненъ отводъ воды при устройствѣ водоспусковъ и, кромѣ того, понадобятся экстренныя перемиčky. Края плотины (земляной) въ томъ мѣстѣ, гдѣ должны быть построены водоспуски при окончаніи постройки таковыхъ, будучи засыпаемы, плохо связываются, такъ какъ между ними будетъ всегда не одновременная и неоднобразная осадка, въ силу чего въ тѣлѣ плотины могутъ образоваться трещины. Конечно, невозможнаго нѣтъ ничего для того, чтобы сдѣлать хорошее соединеніе стараго грунта съ новымъ засыпаемымъ, слѣдуетъ послѣдній брать хорошаго качества; съ присыпкой навоза при хорошемъ трамбованіи старая насыпь отлично соединяется съ новою, къ чему часто приходится прибѣгать въ тѣхъ случаяхъ, когда ставится новый водоспускъ взамѣнъ ветхаго стараго. Можно также начинать сооруженіе земляной плотины съ насыпи и оканчивать водоспусками, если отводъ воды удобенъ и не представляетъ большихъ затрудненій; для этого мы совѣтуемъ, соорудивши земляную насыпь, дать таковой время хотя-бы съ годъ для осадки, иначе земля, осѣдая, перекоситъ водоспуски, а то и совсѣмъ разорвется отъ таковыхъ и тѣмъ надѣлаетъ не мало хлопотъ строителю.

Зная, какой страшной силой обладает вода, мы советуемъ быть какъ можно осторожнѣй и осмотрительнѣй, поэтому и позволяемъ себѣ болѣе подробно распространяться о могущихъ быть случайностяхъ, каковыя всегда можно ожидать, все, конечно, зависитъ отъ важности и цѣнности цѣли сооруженія и того назначенія, для котораго сооружается плотина, а также послѣдствіями и убытками, каковыя произойдутъ въ случаѣ прорыва плотины. Если-же строитель не обладаетъ большими средствами и предпріятію, для котораго строится плотина, не угрожаетъ большихъ убытковъ въ случаѣ разрыва или порчи плотины, то, конечно, всю постройку можно совершать какъ можно проще, особенно если высота напора или величина бассейна незначительна.

Во всякомъ случаѣ нашъ взглядъ на этотъ предметъ таковъ: что чѣмъ прочнѣе плотина, тѣмъ слаще спится строителю.

Водоспуски. Такъ какъ главная цѣль устройства плотинъ въ большихъ случаяхъ служить для механическаго вододѣйствія, то здѣсь мы находимъ необходимымъ бросить бѣглый взглядъ на устройство водоспусковъ, каковыя имѣютъ весьма важное значеніе при постройкѣ створчатыхъ плотинъ съ земляными насыпями и лежащими на нихъ водоспусками.

Одно изъ самыхъ важныхъ условій успешнаго устройства плотины состоитъ главнымъ образомъ въ удачномъ выборѣ мѣста водоспуска; специалисты по устройству плотинъ совѣтуютъ каждый по своему, одинъ говоритъ, что водоспускъ слѣдуетъ устраивать ближе къ пологому берегу рѣки или балки, другой, наоборотъ, восхваляетъ удачное устройство ближе къ крутому, а третій въ восторгѣ отъ устроеннаго имъ гдѣ-то водоспуска посреди русла и т. д. и т. д. Мнѣніи очень много и которое изъ нихъ вѣрно, трудно сказать, несомнѣнно, что каждый по своему правъ, такъ

какъ каждая рѣка, прудъ или ручей имѣютъ свои особенности, въ силу которыхъ, то. что удобно на одной рѣкѣ, ни куда не годится на другой и наоборотъ. Мы, съ своей стороны не станемъ опредѣлять мѣста для постройки водоспуска, предоставивъ разрѣшать этотъ трудный вопросъ самому строителю, которому это гораздо легче, такъ какъ ему должны быть извѣстны свойства рѣки, количество воды, скопляющейся за плотиной, потребное количество для вододѣйствія, т. е. приведенія въ движеніе того механизма, для котораго строится плотина, положеніе береговъ, глубина и ширина рѣки и тому подобныя мѣстныя условія, которыя почти всегда измѣняетъ всякій заранѣе составленный планъ. Въ силу всего этого мы и ограничимся лишь только указаніемъ, какъ строить водоспуски, а также приведемъ нѣсколько примѣрныхъ описаній устроенныхъ водоспусковъ разными вполне опытными строителями.

При устройствѣ плотины, съ цѣлью полученія механической силы, дѣлаются обыкновенно два водоспуска, весенній и рабочій. У насъ въ Россіи при небольшихъ мельничныхъ плотинахъ весенній и рабочій водоспускъ, въ большихъ случаяхъ соединены вмѣстѣ, при чемъ водоспускъ, ставится въ самомъ руслѣ рѣки для того, чтобы сохранить всю высоту паденія воды, такъ и для того, чтобы не рыть отводнаго канала. Сама же мельница сооружается въ такихъ случаяхъ на сваяхъ, и если таковыя и затопляются весною, то такое затопленіе не представляетъ собой никакихъ неудобствъ или опасностей.

Г. Гаусманъ говоритъ, что при проектированіи новаго вододѣйствующаго заведенія или мельницы, должно помѣщать спускное отверстіе тамъ, гдѣ сама мѣстность къ тому наиболѣе приспособлена, т. е. гдѣ берега ручья или рѣчки возвышены, такъ что ихъ не заливаютъ при полноводіи,

притомъ, гдѣ приподнятые или высокіе берега не имѣютъ крутыхъ обрывовъ, имѣютъ отлогій склонъ къ водѣ; гдѣ ширина ручья или рѣчки наименьшая, хотя все-таки достаточная для прохода полоёй воды; затѣмъ, гдѣ грунтъ дна и береговъ не имѣетъ толстыхъ наносныхъ слоевъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ возведеніе искусственныхъ укрѣпленій потребуетъ значительныхъ издержекъ; если же грунтъ хорошъ и не имѣетъ наносныхъ слоевъ, то укрѣпленія могутъ быть соединены съ берегами прочно, надежно и неразрывно.

При назначеніи мѣста для водоспускнаго отверстія не должно упускать изъ виду общее расположеніе мельничныхъ, фабричныхъ или заводскихъ строеній, причемъ всегда стараются расположить послѣднія по близости, но отнюдь не въ соединеніи съ сооружениями самого водоспуска.

Слѣдуетъ обращать вниманіе на пути сообщенія и стараются расположить выпускное отверстіе такъ, чтобы мостъ черезъ него могъ бы служить и проѣзднымъ мостомъ.

Слѣдуетъ избѣгать, говоритъ тотъ же авторъ, располагать выпускное отверстіе въ крутомъ каналѣ ручья, при впаденіи одного ручья въ другой, т. е. на стрѣлкѣ.

Вообще, при небольшихъ прудахъ, выпускное отверстіе помѣщается непосредственно около мельницы или по близости ея, чтобы проводъ воды на ея каналѣ можно было бы сдѣлать въ томъ же ставѣ или водоспускѣ.

При заводскихъ прудахъ обыкновенно руководствовались этимъ же правиломъ; но въ заводахъ новѣйшаго устройства уже не стѣсняются этимъ условіемъ, по весьма основательнымъ причинамъ, относятъ выпускное отверстіе въ сторону отъ заводскихъ строеній.

Во всякомъ случаѣ, слѣдуетъ избѣгать помѣщать водостоки возлѣ или надъ стѣнами мельничныхъ строеній, такъ какъ иначе зданія подвергаются опасности, вслѣдствіе близ-

каго соприкосновенія воды, быть подмытыми, и могутъ значительно пострадать или даже обрушиться.

Теперь, когда мы приступаемъ къ изложенію устройства водоспусковъ, мы укажемъ прежде всего на самый простой и дешевый. Водоспуски бываютъ трехъ родовъ, 1-й съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ или круглыхъ свай, 2-й изъ ряшевыхъ рядовъ и 3-й съ основаніемъ изъ сланника; объ этомъ послѣднемъ, какъ наиболѣе дешевомъ, мы и начнемъ наше изложеніе.

При водоспускахъ съ основаніемъ изъ сланника, понурный полъ замѣняетъ земляная отсыпка, или отмель; при немѣннѣ же сливныхъ половъ, пускаютъ чрезъ порогъ лишь нетолстый слой воды, который падаетъ водоотливомъ чрезъ переднюю стойку рубки и иногда прямо на слань, а иногда предварительно на полъ, насланный только въ срединѣ рубки самого водоспуска.

При составленіи плана будущаго водоспуска прежде всего слѣдуетъ опредѣлить его ширину; для того, чтобы не слѣлать ошибки, должно принять во вниманіе наибольшее количество, воды скопляющееся во время разлиговъ, а также силу, потребную для приведенія въ дѣйствіе того механизма, для котораго строится плотина, а стало быть и толщину слоя падающей воды.

При непостоянствѣ и непослѣдовательности явленій почти каждой рѣки, намъ было бы чрезвычайно трудно сказать что-либо о свойствахъ ея; для этого нужны многолѣтнія наблюденія данной избранной мѣстности, что, конечно, не всегда возможно, часто строитель не имѣетъ возможности производить многолѣтнія наблюденія, поэтому мы совѣтуемъ строителю постараться собрать какъ можно болѣе подробныя свѣдѣнія и наблюденія мѣстныхъ старожиловъ и особенно мельниковъ-прудниковъ, или людей, имѣющихъ какое-либо промысловое заведеніе по той-же рѣкѣ, конечно, ле-

жащее неподалеку отъ мѣста будущей плотины, и если между существующей и вновь сооружаемой плотиною нѣтъ притоковъ, то свѣдѣнія, добытыя отъ людей съ многолѣтней опытностью, чрезвычайно важны и полезны; слѣдуетъ быть осторожнымъ и не довѣряться легковѣрно всякому, особенно лицу, имѣющему водяную запруду, такъ какъ люди часто кривятъ душой въ виду будущей конкуренціи и потому всякій рассказъ должно тщательно провѣрить не только переспросами объ одномъ и томъ же предметѣ разныхъ, совершенно чуждыхъ другъ другу лицъ, но и личными наблюденіями.

Если строитель обладаетъ хорошей свѣжей головой, то въ силу личныхъ наблюденій сумѣетъ великолѣпно опредѣлить, что и какъ дѣлать, если обстоятельно взвѣситъ всѣ мелочи устройства уже существующихъ запрудъ, опредѣлить простымъ глазомъ подъемъ воды по той же плотинѣ, время, когда была построена плотина, сколько лѣтъ она работаетъ и какъ работаетъ, подмѣтитъ число дѣйствующихъ гидравлическихъ приѣмниковъ, а также ихъ размѣры, число бывшихъ наводненій, ихъ высота и продолжительность, число бывшихъ прорывовъ или засухъ, гдѣ вода совершенно перестаетъ прибывать до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, вододѣйствіе должно совсѣмъ прекратиться; причины этихъ явленій и время простоя происходящихъ отъ недостатка воды. Если есть вблизи лежащія плотины выше или ниже, то количество и размѣры находящихся на нихъ водоспусковъ, оглядѣть внимательно всю мѣстность, не упуская изъ вида ни одного ручейка, ключа или болота и т. п. и прочее и прочее и прочее. Ничего не должно упускать изъ виду, все замѣчать и непременно совѣтоваться и обсуждать всѣ мельчайшія подробности съ опытнымъ и преданнымъ человекомъ.

Для опредѣленія наименьшаго объема воды въ рѣкѣ, служатъ, обыкновенно, два зимнихъ и два лѣтнихъ мѣсяца, а именно: январь, февраль, июль и августъ. Это время самое маловодное всюду и вездѣ; поэтому, если плотина сооружается съ цѣлью постоянного вододѣйствія, необходимо принять во вниманіе этотъ наименьшій уровень воды, чтобы построить водоспускъ на такой высотѣ, при которой вододѣйствіе ни въ какомъ случаѣ не прекращалось, и количество падающей воды на рабочее колесо соотвѣтствовало-бы своимъ объемомъ потребной силѣ работы.

Свойства нашихъ рѣкъ, особенно послѣдніе годы, отличается въ большихъ случаяхъ недостаткомъ воды, за исключеніемъ весеннихъ разливовъ, силу которыхъ также необходимо знать строителю, для того, чтобы сдѣлать вѣрный расчетъ устойчивости и прочности будущей плотины. Весьма полезныя указанія для этого могутъ дать выше и ниже лежащія водоспуски, конечно, если таковыя имѣются. Въ случаѣ же на рѣкѣ ни выше, ни ниже вѣтъ плотинъ, по которымъ можно было бы опредѣлить скорость теченія воды, (а опредѣленіе это необходимо) то здѣсь мы укажемъ способъ измѣренія воды, протекающей въ секунду времени въ небольшихъ ключевыхъ ручьяхъ или маленькихъ рѣчкахъ, каковой заимствуемъ изъ капитальнаго труда о сооруженіи плотинъ Д. Д. Неелова.

1-я. Ручей запруживаютъ временно досками, которыя опираются на колья или сваи, забитые ручной бабой; позади досокъ, со стороны воды, набиваютъ навозъ и суглинокъ, чтобы совершенно прервать теченіе ручья или рѣчки. Въ верхней доскѣ, стоящей на ребро, дѣлаютъ искусственный водосливъ такой величины, чтобы вся вода, подымавшаяся за запрудой, шла черезъ него, не переливаясь черезъ ребро верхней доски, какъ видно по нижеслѣдующему рисунку.

Когда установится течение чрезъ этотъ водосливъ, и уровень воды за запрудой будетъ оставаться постоянно на одной высотѣ, тогда подъ водосливъ подставляютъ кадку или обрѣзъ отъ бочки, и по секунднымъ часамъ, или секундному маятнику, считаютъ число секундъ, во время которыхъ обрѣзъ наполняютъ водою. Опорожнивъ потомъ обрѣзъ или мѣрникъ и повторивъ этотъ опытъ разъ десять или болѣе, берутъ среднее число секундъ, въ продолженіи которыхъ мѣрникъ наполняется. Тогда число кубическихъ футовъ воды, заключающееся въ мѣрникѣ или обрѣзѣ, раздѣленное на число секундъ, въ теченіи которыхъ мѣрникъ наполняется, даетъ въ частномъ число кубическихъ футовъ и частей кубическихъ футовъ воды, протекающей въ ручѣ въ каждую секунду времени. При подобномъ измѣреніи необходимо: 1) чтобы высота водослива была нѣсколько выше высоты мѣрника и чтобы вся вода, вытекающая изъ водослива, упала въ мѣрникъ; 2) чтобы величина мѣрника была достаточно велика, сравнительно съ притокомъ и время наполненія мѣрника не слишкомъ коротко; 3) чтобы внизу были настланы доски, по которымъ два человѣка съ двухъ сторонъ могли бы быстро подвигать другой мѣрникъ подъ падающую изъ водослива воду по первому данному знаку; 4) чтобы мѣрникъ стоялъ на доскахъ правильно и вода при наполненіи его не переливалась бы черезъ край и 5) чтобы наблюдатель точно начиналъ счетъ секундъ при первомъ паденіи воды въ мѣрникъ и заканчивалъ этотъ счетъ немедленно при совершенномъ наполненіи мѣрника. Для мѣрника самое удобное употреблять ящикъ, хорошо зашпаклеванный и осмоленный, чтобы онъ не давалъ течи; съ двумя ручками съ боковъ (чер. № 24) для большаго удобства подставленія его подъ водосливъ; мѣрникъ долженъ имѣть точно определенное количество кубическихъ футовъ.

Вотъ еще другой способъ точнаго опредѣленія объема количества протекающей въ рѣчкѣ воды:

Ручей или рѣчка запруживаются, какъ и въ первомъ случаѣ, во всю ширину досчатой стѣнкой; въ верхней доскѣ или тесницѣ этой стѣнки, на одинаковой глубинѣ подъ уровнемъ поднятой воды, продѣлываютъ нѣсколько круглыхъ отверстій. Закрывая или открывая нѣкоторые отверстія, можно достигнуть, чтобы уровень воды за стѣнкой держался на одной постоянной высотѣ надъ отверстіями. Тогда очевидно, что количество воды, вытекающее чрезъ отверстія, оставшіяся открытыми, будетъ равно объему воды, протекающему въ ручьѣ или рѣчкѣ. Зная разъ навсегда, сколько сквозь каждое отверстіе опредѣленнаго діаметра и подѣль тѣмъ же самымъ небольшимъ напоромъ вытекаетъ воды въ опредѣленное время и зная, сколько отверстій открыто, легко опредѣляется количество воды, даваемое источникомъ.

Діаметръ отверстія долженъ быть непременно ровно въ 1 дюймъ; для того, чтобы точнѣе и скорѣе установить уровень воды по линіи установившагося уровня, дѣлаютъ еще нѣсколько отверстій діаметромъ въ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{8}$ дюйма, которыхъ центры должны находиться на той же линіи, какъ и центры дюймовыхъ отверстій. Затыкая тѣ или другія отверстія приготовленными деревянными пробками, или открывая ихъ, устанавливаютъ уровень воды въ запрудѣ по чертѣ надъ отверстіями. Если по наблюденію, по крайней мѣрѣ въ теченіе часа времени, окажется, что уровень воды въ запрудѣ сдѣлался постояннымъ, точно совпадая съ верхнею чертою, тогда число и діаметръ отверстій, сквозь которыя протекаетъ вода, дадутъ объемъ протекающей воды въ ручьѣ или рѣчкѣ.

Нижеслѣдующая таблица показываетъ то количество воды, которое вытекаетъ изъ отверстій при этихъ условіяхъ:

Напоръ надъ центрами отверстій.	Количество воды, даваемое отверстиемъ (въ кубическихъ футахъ).			
Діаметръ отверстій.	Въ секунду.	Въ минуту.	Въ часъ.	Въ сутки.
1 дюймъ	0,00744033	0,44642	26,785	642 к. ф.
$\frac{1}{2}$ "	0,002038	0,12228	7 336	176 " "
$\frac{1}{4}$ "	0,00052833	0,00052833	1.904	45,7 " "
$\frac{1}{8}$ "	0,000146333	0,000146333	40,52	12,6 " "

Если для измѣренія строитель захочетъ примѣнить этотъ послѣдній способъ, то для того, чтобы измѣренія были болѣе точны, слѣдуетъ потой линіи, гдѣ должны быть устроены или сдѣланы отверстія, къ каждому отверстию, со стороны, гдѣ вытекаетъ вода, прибить листъ желѣза съ отверстиемъ соотвѣтствующаго діаметра отверстія въ деревѣ.

Есть еще весьма простой и общепотребительный способъ измѣренія скорости теченія воды, который состоитъ въ слѣдующемъ: выбираютъ прямую линію рѣки, то-есть, гдѣ рѣка не имѣетъ извилинъ, вбиваютъ въ землю два кола, одинъ противъ другого, по обѣ стороны рѣки, затѣмъ, отмѣривъ отъ первыхъ двухъ коловъ хотя-бы двадцать саженъ внизъ по теченію, вбиваютъ еще два кола, также другъ противъ друга, послѣ чего берутъ поплавокъ, хотя-бы деревянный или жестяной шаръ, на половину наполненный водой, но такъ, чтобы вѣсъ его не превышалъ удѣльный

вѣсъ воды, иначе шаръ потонетъ и не будетъ зиденъ; когда шаръ готовъ, то измѣреніе производитъ, если теченіе не быстро, одинъ человѣкъ, если же быстро, то лучше, если двое; измѣреніе производится слѣдующимъ образомъ: шаръ или поплавокъ бросаютъ въ воду на самый стрежень, т.-е. середину рѣки, нѣсколько выше того мѣста, гдѣ вбиты первыхъ два кола, затѣмъ человѣкъ съ часами въ рукахъ, на которыхъ есть секундный показатель, становится такъ, чтобы линія отъ кола къ колу поперекъ рѣки была ему видна и ждетъ, когда поплавокъ подойдетъ къ этой линіи, въ этотъ моментъ замѣчаютъ на часахъ минуты и секунды, тоже самое дѣлаютъ и въ тотъ моментъ, когда поплавокъ будетъ пересѣкать поперечную линію рѣки слѣдующихъ двухъ коловъ, затѣмъ считаютъ количество секундъ, которыя дѣлятъ на пройденное количество сажень, послѣ чего получается или дѣлается извѣстнымъ скорость теченія рѣки.

Для полавка можно взять всякое плавающее тѣло, но лучше брать такіа, которыхъ удѣльный вѣсъ лишь немного менѣе вѣса воды и которыя значительно погружаются въ воду, оставаясь только частію поверхъ воды. Поплавокъ можетъ служить не только для опредѣленія наибольшей скорости теченія на поверхности, но и средней скорости до нѣкоторой глубины—или на всей глубинѣ или на какой либо опредѣленной глубинѣ. Для опредѣленія скорости теченія воды на опредѣленной глубинѣ слѣдуетъ привязать къ плывущему на поверхности полавку точно такой-же величины другой поплавокъ, но болѣе тяжелый, поплавокъ тонкой бичевкой, однако нижній поплавокъ не долженъ быть настолько тяжелъ, чтобы топилъ верхній.

Въ заключеніе мы совѣтуемъ выбирать для этого опыта тихую погоду, чтобы поплавокъ не подгонялся и не тормозился.

Всѣ эти измѣренія, о которыхъ говорилось выше, конечно, имѣютъ значеніе для средняго находящагося въ рѣкѣ количества воды; время-же весеннихъ разливовъ или другихъ временъ года, когда вода наполняетъ рѣку въ избыткѣ, не можетъ быть примѣнимо къ этимъ измѣреніямъ, тѣмъ не менѣе эти измѣренія даютъ возможность приблизительно опредѣлить положеніе рѣки въ половодье.

Всякій даже мало опытный человѣкъ знаетъ навѣрно, что чѣмъ больше въ рѣкѣ воды тѣмъ теченіе воды быстрее; причины болѣе быстрого теченія состоятъ не въ одномъ лишь томъ, что воды въ рѣкѣ стало больше, много зависитъ отъ положенія дна рѣки, или ея уклона; особенно важно знать уклонъ мѣста, будущаго водохранилища такъ какъ отъ этого уклона зависитъ сила напора воды на стѣны сооружаемой плотины.

Для опредѣленія положенія дна рѣки или водохранилища, его уклона или ровности существуетъ общественный способъ, который называется нивелировкой.

Для нивелировки есть спеціально изобрѣтенный аппаратъ, который называется нивелиръ. Обращаться съ этимъ аппаратомъ очень легко, но для постройки одной плотины приобрести такой аппаратъ крайне не выгодно, такъ какъ его покупная цѣна крайне высока, а именно, отъ 200 до 400 рублей, вслѣдствіи чего мы укажемъ строителю другой болѣе простой и дешевый способъ нивелированія дна рѣки или водохранилища.

Упрощенная нивелировка производится съ помощью ватерпаса (или уровня), который состоитъ изъ стеклянной наполненной спиртомъ трубки и вдѣланной въ деревянную или металлическую оправу и визирокъ, которыхъ дѣлается три и которые имѣютъ форму буква Т, т.-е. кола длиною отъ 2-хъ до 4 аршинъ, колъ этотъ съ одного конца заостренъ, а на другой прибита поперечная деревянная планка

длиною не болѣе полуаршина (чер. 25). Визирки эти вбиваются въ землю одна противъ другой на разстояніи отъ 2 до 6 аршинъ такъ, чтобы верхнія поперечныя планки были какъ разъ одна противъ другой на одномъ уровнѣ и по возможности по ватерпасу, если смотрѣть на первую-то, чтобы не было видно ни второй, ни третьей и главное чтобы всѣ три визировки были совершенно правильно по ватерпасу своей попереченной планкой, а колы вбивались-бы въ землю совершенно прямо; ватерпасъ прибивается на вѣрно атфугованную деревянную планку такой длины, чтобы концы этой планки хватали-бы отъ одной визирки до другой.

Когда визирки вбиты въ землю, какъ сказано выше, то мѣряютъ отъ верха поперечной планки до верха земли, гдѣ вбить колы визирки и полученная разница одной визирки противъ другой или третьей покажетъ положеніе дна рѣки или водохранилища, для большей ясности мы здѣлаемъ здѣсь чергежъ, который наглядно покажетъ и уяснитъ то, что въ нашемъ описаніи будетъ непонятно (чер. 26).

Для того, чтобы строитель всегда зналъ приблизительное количество воды, каковое находится въ его водохранилищѣ, мы совѣтуемъ послѣ нивелировки на самомъ глубокомъ мѣстѣ вбить въ землю такъ называемый футштокъ, на которомъ должно быть сдѣлано бѣлой и черной краской дѣленіе на вершки и четверти; этотъ футштокъ или мѣрникъ будетъ указывать намъ то количество воды, каковое будетъ находиться въ данную минуту въ прудѣ. Мѣрникъ долженъ быть сдѣланъ изъ хорошо просмоленнаго дерева и не тоньше $\frac{1}{4}$ аршина, такъ какъ иначе находясь постоянно въ водѣ, онъ очень скоро сгниетъ или подопрѣетъ и упадетъ.

Водоспуски. Основаніе водоспуска изъ сланника дѣлаютъ обыкновенно въ мѣстахъ изобилующихъ лѣсомъ; это основаніе дѣлаютъ преимущественно подъ водоспуски, образованные изъ сплошной ражевой рубки.

Лѣсъ, употребляемый для слани, считается какъ самый лучший молодой еловый, толщиною въ обрубѣ отъ 2 до 3 вершковъ, длиною отъ 10 до 20 аршинъ и по возможности совершенно ровный и прямой; мы уже говорили, что молодой еловый лѣсъ содержитъ въ себѣ гораздо больше смолы, чѣмъ другія породы, особенно этого возраста, кромѣ того, его годовыя слои несравненно тоньше и плотнѣе; въ силу чего прочность его несомнѣнна, особенно въ водѣ, гдѣ онъ, благодаря своей смолистости, не такъ скоро сгниваетъ; особенно онъ удобенъ тѣмъ, что отличается больше всѣхъ остальныхъ породъ замѣчательной примизной.

Еловые жерди, послѣ того, какъ онѣ срублены тутъ же на мѣстѣ для удобства перевозки, очищаются отъ сучьевъ почти по самую макушку, на которой оставляется небольшой пучекъ и которую не обрубаютъ; кора съ жердей не снимается, и жерди передъ постилкой не просушиваютъ.

Дно русла рѣки, въ томъ мѣстѣ, гдѣ предполагаютъ устроить водоспускъ, тщательно выравниваютъ на всемъ протяженіи поперекъ плотины, жерди укладываются правильными рядами, какъ можно плотнѣй одна къ другой макушкой въ верхъ, т.-е. противъ теченія; когда первый рядъ уложенъ, то промежутки между жердей засыпаются крупнымъ хрящеватымъ пескомъ, послѣ чего кладется точно также второй рядъ, затѣмъ третій и т. д.; количество рядовъ зависитъ отъ глубины воды въ рѣчкѣ, хотя нѣкоторые весьма опытные строители совѣтуютъ, чтобы толщина всего слоя сланика была не болѣе $1,1\frac{1}{4}$ или $1\frac{1}{2}$ аршина. Протяженіе слоя сланика должно быть длиннѣе, чѣмъ протяженіе рубки водоспуска, причемъ необходимо, чтобы за крайними, боковыми стѣнами става плотины, слань выходила по крайней мѣрѣ на одинъ аршинъ за стѣну въ ту и другую сторону.

Для того, чтобы сохранить отъ гніенія сланикъ, должно стараться, чтобы верхній слой его былъ всегда покрытъ во-

дою, хотя-бы на 1 вершокъ. Комли или обрубъ сланника выпускаются на два или три аршина за низовую стѣну водоспуска, въ силу чего служатъ въ видѣ сливнаго пола, предохраняя дно рѣки отъ ударовъ воды и розмыва. Для этой-же цѣли, чтобы удлинить защиту дна русла, слои сланника кладутся уступами въ нѣсколько рядовъ; причемъ слѣдуетъ обращать вниманіе, чтобы сланникъ клался совершенно прямо. не перекашивая другъ друга. во всю длину. Верхній слой сланника слѣдуетъ выровнять по ватерпасу вдоль плотины, поперечное-же положеніе, т.-е. вдоль теченія, должно быть нѣсколько наклонно противъ воды (теченія), но не болѣе какъ на 5 или 6 вершковъ уклона на всю длину жердей сланника, что весьма удобно исполнимо, такъ какъ комли сланника, сами по-себѣ толще макушки, вслѣдствіи чего получается наклонная плоскость съ понуромъ противъ теченія, если-же жерди сланника отличаются большой ровностью, то хорошо подъ концы комлей на самое дно класть во всю длину настила бревно въ 4 или 5 вершковъ толщиной, которое и прижимается къ землѣ комями сланника. Этотъ накатъ сланника дѣлается съ тою цѣлью, чтобы срубъ става, нижніе вѣнцы котораго кладутся прямо на слань, не могъ быть сдвинутъ съ своего мѣста напоромъ воды и земли отмела. такъ какъ при скользяніи онъ долженъ былъ-бы подниматься вверхъ на наклонную плоскость, а также для лучшаго укрѣпленія отмела при укладкѣ сруба става, слѣдуетъ наблюдать, чтобы нижніе вѣнцы его вездѣ плотно соприкасались съ верхнимъ слоемъ слани, а также чтобы весь грузъ сруба вездѣ надежно опирался на жерди слани, вездѣ равно придавливая ихъ.

При несоблюденіи всего вышесказаннаго, можетъ произойти неравномѣрная осадка сланника, благодаря чему срубъ става перекосится въ своей рубкѣ и потеряетъ свое правильное положеніе, а также нарушитъ плотность связи своихъ стѣнъ

съ земляною насыпью плотины и тѣмъ, конечно, причинить не малыя бѣды строителю.

Д. Д. Нееловъ совѣтуетъ для того, чтобы ряжевому ставу, если его размѣры значительны, воспрепятствовать скользиту по сланнику, за переднюю и среднюю стѣнами его вбиваютъ сквозь слань сваи (чертежъ 27), концы которыхъ оставляютъ выше слани на 1 или $1\frac{1}{2}$ аршина; сваи эти удерживаютъ собою на мѣстѣ нижніе вѣнцы рядоваго водоспуска и вбиваются вдоль поперечныхъ стѣнъ на растояніи отъ двухъ до трехъ аршинъ свая отъ сваи. Для того-же, чтобы не было какъ скользенія, такъ и неправильной осадки, иногда подъ нижній вѣнецъ ряжеваго става быють круглыя сваи подъ всѣми его стѣнами, какъ продольными, такъ и поперечными, а нижній вѣнецъ всѣхъ стѣнъ сажается на шипы, сдѣланные на концахъ свай. Причемъ, чтобы срубъ става прижималъ собою сланникъ, въ плечахъ свай около шипа и въ гнѣздахъ для шиповъ въ нижнемъ вѣнцѣ сруба, дается небольшой запасъ отъ $\frac{1}{2}$ до 1 вершка, чтобы ставъ, сядя на шипы свай, могъ еще имѣть нѣкоторую свободу садиться и хорошо сжать слань, пока опустится на заплечики свай, которые зарубаются по ватерпасу (чертежъ 28).

При сооруженіи новаго водоспуска, сваи эти могутъ быть вбиваемы до укладки сланника и затѣмъ уже сланникъ укладывается плотно между ними; при перемѣнѣ же водоспуска, обыкновенно нижніе слои слани, хорошо сплотившіеся, оставляютъ на своемъ мѣстѣ и только верхніе, подгнившіе слои, замѣняютъ новой сланью; тогда сваи забиваютъ сквозь слой старой слани.

Такъ какъ сланникъ, составляя довольно прочное основаніе для поддержанія ряжеваго водоспуска, все-таки самъ по себѣ не можетъ быть непроницаемъ для воды, то для дополненія и совершенства этого рода сооруженія необходима земляная отсыпь, т.-е. отмель, присыпаемая со стороны пруда

(водохранилища) къ верхней стѣнѣ водоспуска и покрывающая собою всѣ макушки сланника, выходящія за эту стѣну. Длина отмела отъ стѣны въ верхъ по теченію должна составлять отъ 4 до 5 разъ взятую высоту мертваго порога надъ дномъ русла рѣчки; лучшей отсыпкой для отмела считается преимущественно суглинокъ съ примѣсью глины и коровьяго навоза, смѣшаннаго съ рубленными мелкими вѣтвями молодого еловаго лѣса.

Самымъ лучшимъ и удобнымъ временемъ для сооруженія водоспуска съ основаніемъ изъ слани безъ перемычекъ возможенъ только тогда, когда въ рѣкѣ находится наименьшее количество воды, въ противномъ случаѣ устройство перемычки дѣлается необходимымъ; хотя устройство земной перемычки не требуетъ особой прочности или солидности, такъ какъ вся работа можетъ быть закончена въ 1 или 2 дня, конечно, если притокъ воды незначителенъ.

Отсыпка отмела можетъ также производиться по слойно, т. е. слоями отъ 5 до 8 вершковъ въ такомъ порядкѣ: Суглинь, коровій навозъ съ землею и мелкими рубленными вѣтками, глина, однѣ вѣтки, но, болѣе крупныя, опять суглинь и т. д., конечно, каждый слой въ отдѣльности долженъ быть хорошо утробованъ, послѣ чего сверхъ послѣдняго слоя насыпается крупный хрящеватый песокъ.

Д. Д. Нееловъ говоритъ, что, по простотѣ своего устройства, ряжевые водоспуски съ основаніемъ изъ сланника легко выполнимы, служатъ иногда до двадцати лѣтъ и болѣе и что онъ видѣлъ ихъ въ губерніяхъ Московской, Калужской, Смоленской, Витебской, Могилевской, Псковской, Минской, Черниговской и что, по всей вѣроятности, они существуютъ и въ другихъ губерніяхъ, и тѣмъ не менѣе онъ признаетъ за ними слѣдующіе недостатки: 1) они требуютъ много лѣсу, какъ для ряжевой рубки, такъ и для слани; 2) для увеличенія толщины отмела, ихъ мертвый порогъ

нужно поднимать высоко, а потому вода должна въ нихъ падать съ значительной высоты; и какъ чаще они не имѣютъ длинныхъ сливныхъ половъ, то за ними, при слабомъ грунтѣ, всегда образуются глубокіе выбои дна, весьма опасные для цѣлости водоспуска; 3) по тѣмъ же причинамъ, черезъ порогъ можно пропускать воду только тонкимъ слоемъ, отчего ширина водоспуска и количество потребныхъ строительныхъ матеріаловъ должны быть больше; 4) по слабости основанія, подъемъ воды за плотиною не можетъ быть великъ, иначе опасность подмоя дна и прорыва значительно возрастаютъ; 5) они требуютъ частой отсыпки отмела, что, въ свою очередь, требуетъ много земли, навоза и лишней работы и 6) наконецъ, при нѣскольکو невнимательной отсыпкѣ отмела, никогда нельзя поручиться за прочность и неразмываемость дна подъ сланью. А потому вездѣ, гдѣ лѣсъ дорогъ и когда хотять тщательно и благонадежно устроить водоспускъ, преимущественно дѣлаютъ для него основаніе, или фундаментъ, изъ шпунтовыхъ рядовъ и круглыхъ свай.

Настоящую выписку мы сдѣлали съ той цѣлью, чтобы не ввести строителя въ заблужденіе, дабы избѣжать въ будущемъ упрека и чтобы оградить строителя отъ всѣхъ тѣхъ могущихъ произойти неблагопріятныхъ результатовъ, на которые указываетъ вышеупомянутый почтенный авторъ. Съ своей стороны, мы не считаемъ себя вправѣ возразить что-либо противъ такого громаднаго авторитета, но наша главная цѣль состоитъ лишь въ томъ, чтобы придти на помощь неопытному строителю при сооруженіи маленькихъ плотинъ, на маленькихъ рѣкахъ и ручьяхъ, гдѣ подъемъ воды не высокъ и скопленіе ея во время половодія незначительно; тамъ же, гдѣ думаютъ возводить громадныя постройки или сооруженія и гдѣ приходится бороться съ гигантскою силой природы, тамъ мы не будемъ совѣтовать самоучкѣ-строителю браться за это многотрудное дѣло, для котораго не-

обходимы спеціальныя знанія и многолѣтняя опытность. Наша обязанность показать и освѣтить дѣло со всѣхъ сторонъ. хотя бы вкратцѣ предоставивъ строителю рѣшеніе дальнѣйшаго. Въ заключеніе этой главы мы позволимъ себѣ лишь выразить свое удивленіе, что ряжевые водоспуски съ основаніемъ изъ слани существуютъ по нѣскольку десятковъ лѣтъ чуть ли не въ десяти губерніяхъ, что подтверждаетъ и Д. Д. Нееловъ и что, несмотря на это, онѣ же находятъ ихъ неудовлетворительными. Во всякомъ случаѣ мы предоставляемъ строителю самому разобраться въ этомъ вопросѣ.

„Водоспуски на основаніи изъ шпунтовыхъ рядовъ“.

Всякое основаніе водоспуска имѣетъ цѣль: поддерживать тяжесть всего строенія и не допускать его осаживаться ни въ частяхъ, ни вообще всего сооруженія; 2-е не допускать просачиванія и по возможности въ совершенствѣ разобщить верхнюю воду отъ нижней, и 3-е дать массивныя основанія для опоры и прикрѣпленія половыхъ настилокъ, которыми предохраняется отъ размыва дно грунта. Такъ какъ основанія водоспусковъ по окончаніи постройки и уже во время дѣйствія плотины закрыты водою или находятся въ землѣ, вслѣдствіи чего невидимы для осмотра, то здѣсь необходимо самое бдительное наблюденіе при ихъ устройствѣ, такъ какъ послѣ, когда онѣ будутъ закрыты и недоступны не только для ремонта, но и для наблюденія, произведенныя, въ нихъ ошибки или допущенныя небрежности могутъ привести къ разрушенію всей плотины.

Фундаментъ изъ свай, или свайное основаніе водоспуска, состоитъ изъ нѣсколькихъ шпунтовыхъ рядовъ, перерѣзывающихъ русло рѣки поперекъ, и также изъ нѣсколькихъ

рядовъ, имѣющихъ направленіе вдоль теченія рѣки, которые образуютъ съ поперечными рядами какъ бы клѣтки или ящички; если при забивкѣ шпунтовыхъ рядовъ подступаетъ вода, то для отвода таковой принимаются мѣры, въ видѣ огражденія мѣста работъ временными перемычками, если же перемычки пропускаютъ воду, то таковую слѣдуетъ откачивать, какъ нами уже было сказано въ первой части этой книги.

Правиль для опредѣленія количества шпунтовыхъ рядовъ не существуетъ, все зависитъ отъ условій данной мѣстности. Взаимное же расположеніе продольныхъ и поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ находится въ зависимости отъ плана самого водоспуска, который рѣдко бываетъ похожъ одинъ на другой.

Всякій водоспускъ имѣетъ фундаментъ, или основаніе, береговья крылья, или устои, и верхнюю надстройку съ щитовыми заставками, или вешняками. Въ деревянныхъ водоспускахъ основаніе состоитъ или изъ сланника, или изъ шпунтовыхъ свай, или изъ ряжевыхъ срубовъ; въ каменныхъ же чаще это основаніе состоитъ изъ кесонровъ, или клѣтокъ, образуемыхъ шпунтовыми рядами и заполняемыхъ бетономъ. Въ составъ основанія входятъ также отдѣльныя круглыя сваи, а также различныя засыпки, загрузки, забутки, для заполнения пустотъ между сваями или между клѣтками ряжей.

Основаніе водоспуска имѣетъ назначеніе: 1) поддерживать грузъ всего строенія и не допускать въ частяхъ его не только неравномѣрной, но и никакой осадки; 2) препятствовать подземному прониканію воды подъ водоспускомъ, или по возможности совершеннѣе разобщить верхнюю воду отъ нижней и не допускать ея фильтраціи, и 3) дать отдѣльныя отпорныя точки для прикрѣпленія половыхъ настилокъ, предохраняющихъ грунтъ дна отъ размыванія. Крыль-

ями водоспуска называютъ продолженіа поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ или ряжей фундамента въ земляное тѣло плотины или въ берега. Составляя продолженіе ряда основанія, крылья возвышаются до уровня прудовой воды и не должны срѣзываться подъ общій уровень основанія; если же длина свай недостаточна для поднятія ряда до уровня высокой воды, то ряды должны наращиваться до этой высоты. Крылья водоспуска служатъ для связи его съ земляной насыпью плотины или съ берегами, если водоспускъ ставится у самаго берега, и для предупрежденія просачиванія воды непосредственно позади боковыхъ стѣнъ водоспуска.

Такъ какъ по окончаніи всей постройки основаніе и крылья водоспуска будутъ закрыты водою или находиться въ землѣ и слѣдовательно невидимы для осмотра, а между тѣмъ отъ тщательнаго исполненія этихъ частей зависитъ прочность и неразмываемость этой важной части всякой створчатой плотины, то самое бдительное наблюденіе за устройствомъ этихъ частей какъ сказано выше должно производиться во время ихъ сооруженія; такъ какъ впослѣдствіи, когда онѣ будутъ закрыты и недоступны для наблюденія, сдѣланныя въ нихъ ошибки или допущенныя небрежности въ устройствѣ не могутъ уже быть замѣчены и исправлены, а между тѣмъ могутъ повести къ разрушенію плотины.

Для того, чтобы опредѣлить необходимое число поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ въ основаніи водоспуска, можно руководствоваться общеупотребительнымъ слѣдующимъ правиломъ: высоту напора воды, т. е. разность между уровнемъ воды въ прудѣ и уровнемъ меженной воды ниже плотины, которую выражаютъ въ футахъ, раздѣляютъ на четыре, полученное частное даетъ число поперечныхъ рядовъ. Къ опредѣленному такимъ образомъ числу рядовъ прибавляютъ въ большихъ случаяхъ еще одинъ рядъ, особенно когда мѣстный грунтъ слабъ и проницаемъ водою.

Для правильнаго проведенія шпунтового ряда необходимы рамныя сваи, которыя забиваются по сторонамъ линіи порога съ такой же правильностью, какъ и шпунтовья, причемъ разстояніе между рамными сваями по линіи порога не должно быть болѣе 5 футовъ свая отъ свай. Эти рамныя сваи необходимо забивать по обѣимъ сторонамъ шпунтоваго ряда одна противъ другой, для того, чтобы сваи, отъ какихъ бы то ни было причинъ, не могли расходиться одна отъ другой, ихъ связываютъ желѣзными болтами или скобами.

Когда первый рядъ шпунтовой линіи готовъ, то вторую поперечную линію подъ основаніемъ водоспуска проводятъ параллельно первой при началѣ понурнаго пола. Этотъ рядъ помогаетъ или усиливаетъ устойчивость перваго, а также предохраняетъ линію порога отъ размыва или подмыва, особенно дно впереди порога, которое всегда находится подъ разрушительнымъ дѣйствіемъ падающей воды.

Въ основаніи нѣкоторыхъ водоспусковъ забиваютъ иногда еще третью поперечную, шпунтовую линію, то есть вторую вспомогательную преграду, охраняющую доступъ воды подъ порогомъ. Эта линія проводится только въ томъ случаѣ, когда порогъ заложенъ надъ дномъ русла выше 5 футовъ, или когда слой грунта подъ порогомъ мелкопесчаные, иловатые и вообще такого свойства, что должны быть замѣнены другими, лучшими породами земли, искусственною загрузкою, напр., сухою глиною, или даже бутовою кладкою. Такъ какъ рядъ этотъ имѣетъ второстепенное значеніе, то онъ можетъ быть сдѣланъ изъ шпунтовыхъ досокъ, лишь бы концы шпунтовыхъ досокъ доходили до непроницаемаго водою грунта. Оба ряда его рамныхъ круглыхъ свай входятъ въ составъ основанія понурнаго пола, а потому должны быть забиваемы съ такою же тщательностію, какъ и рамныя сваи порожняго ряда. Когда проведенъ этотъ

третій рядъ, то имъ обыкновенно пользуются для положенія на немъ запаснаго порога и для установки на немъ временныхъ щитовъ, на случай какого-либо поврежденія въ полахъ или въ верхней надстройкѣ водоспуска; и потому въ этихъ цѣляхъ онъ можетъ быть весьма полезенъ, не смотря на свое второстепенное значеніе для прочности основанія.

Остальные же поперечные шпунтовые ряды располагаются уже по теченію ниже порога и здѣсь служатъ для предупрежденія подмоевъ воды, которая вытекаетъ изъ отверстія водоспуска при поднятіи щитовъ; ряды эти забиваются главнымъ образомъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ сливной полъ дѣлаетъ переломъ, или гдѣ образуются отвѣсныя уступы.

При началѣ такихъ уклоновъ и при вертикальныхъ уступахъ въ сливныхъ полахъ полезно и даже необходимо проводить поперечные шпунтовые ряды, не для того собственно, чтобы воспрепятствовать прониканію воды, но болѣе для того, чтобы вода, попавшая случайно подъ полы, не увлекала землю изъ-подъ пола при паденіи ея съ уступа или при быстромъ ея теченіи по крутой покатости земли подъ сливнымъ поломъ. Безъ этихъ поперечныхъ рядовъ вода, попавшая подъ полъ чрезъ швы половой настилки или сквозъ шпунтовый рядъ порога, можетъ легко образовать подъ полами промоины, которыя быстро углубляются и распространяются, и чрезъ это могутъ ослабить шпунтовую линію порога, которая, наконецъ, оголившись отъ земли, можетъ быть опрокинута нажимомъ верховой воды. При поперечныхъ же шпунтовыхъ рядахъ подъ полами вода, попавшая подъ полы, будетъ медленно просачиваться въ нижніе слои грунта, не увлекая земли, набитой подъ полами.

При проведеніи шпунтовыхъ рядовъ, какъ поперечныхъ, такъ и продольныхъ, необходимо слѣдить, чтобы они имѣли прямое направленіе, отнюдь не имѣя поворотовъ или заги-

бовъ, и главное, чтобы поперечные всегда пересѣкали бы продольные, а эти послѣдніе примыкали бы плотно къ первымъ; необходимо также, чтобы пересѣченіе одного ряда другимъ было, по возможности, подъ прямымъ угломъ, а не острымъ, а также на каждой шпунтовой сваи должно дѣлать замѣтку, по которой опредѣляется, насколько нижній конецъ сваи углубился въ землю, свая забивается въ непропицаемый водою грунтъ не менѣе двухъ и не болѣе четырехъ футь.

Когда всѣ шпунтовые ряды готовы, ихъ обрѣзаютъ аккуратно по ватерпасу, зарубаютъ на первомъ ряду шипы, стараясь какъ можно меньше изъять дерево высотой не болѣе $2\frac{1}{2}$ вершка. Затѣмъ приступаютъ къ изготовленію порожнаго бруса.

Брусъ порога вытесываютъ, если возможно, изъ соснового бревна не тоньше 8 вершковъ; въ немъ вынимаютъ съ нижней стороны пазъ, которымъ онъ кладется на гребень шпунтоваго ряда, а для шиповъ пробиваются въ немъ сквозныя гнѣзда. На верху же въ немъ выбираютъ съ каждой стороны четверти; ширину четвертей дѣлаютъ отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 вершковъ, а глубину равною толщинѣ половой настилки; ширина и глубина паза дѣлается также отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 вершковъ; ширина же шиповъ и слѣдовательно ширина гнѣздъ для нихъ, дѣлается отъ 3 до 4 вершковъ, а толщина ихъ, какъ и толщина гребня, отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 вершковъ, смотря по толщинѣ всего бруса. Для того, чтобы соединеніе порожнаго бруса съ шпунтовымъ рядомъ было плотно и прочно, его пазъ причерчиваютъ къ гребню и тщательно пригоняютъ гнѣзда къ шипамъ. Передъ тѣмъ, чтобы окончательно насадить брусъ на шипы и гребень, кладутъ поверхъ гребня шпунтоваго ряда войлокъ, простое крестьянское сукно или парусину, напитанные горячею смолою, чѣмъ предупреждается прониканіе воды между брусомъ и шпун-

товымъ рядомъ; по совершенной осадкѣ бруса на гребнѣ и шипахъ, сверху тщательно расклиниваются сквозные шипы. Необходимо, чтобы верхняя плоскость бруса была совершенно горизонтальна, а потому при черченіи бруса къ гребню шпунтового ряда дѣлается по ватерпасу. На всякій шпунтовый рядъ непременно накладывается брусъ такимъ же образомъ на сквозные шипы и нижнимъ пазомъ на гребень; тогда верхній брусъ скрѣпляетъ собою всѣ сваи шпунтового ряда. Доски половыхъ настилокъ, понурнаго и сливнаго половъ никогда не должны переходить черезъ брусъ порога, ни черезъ какой бы ни было брусъ, вѣнчающій шпунтовый рядъ, а должны лишь упираться плотно въ верхнія четверти этихъ брусевъ. Вообще принимаютъ за правило, что въ водоспускахъ *никакая настилка не должна перекрывать насадку шпунтового ряда, но она можетъ только примыкать къ четверти, вынутой въ брусъ, утвержденномъ на шпунтовомъ ряду.*

Когда порогъ уже уложенъ, тогда выравниваютъ подъ ватерпасъ другіе шпунтовые ряды. Укладка брусевъ на поперечныхъ шпунтовыхъ рядахъ производится точно такъ же, какъ описано при укладкѣ порога; въ продольныхъ же рядахъ надо избѣгать употребленія боковыхъ вспомогательныхъ брусевъ, такъ какъ таковыя могутъ сдѣлаться проводниками воды.

Кромѣ шпунтовыхъ рядовъ съ ихъ рамными сваями, въ клѣткахъ, огражденных этими рядами, набиваются еще отдѣльныя круглыя сваи, на которыхъ устроивается ростверкъ, поддерживающій настилку понурнаго и сливныхъ половъ. Эти сваи забиваются рядами параллельными поперечнымъ шпунтовымъ рядамъ такимъ образомъ, чтобы между отдѣльными ихъ рядами и между сваями въ рядахъ было разстояніе отъ 3 до 5 футовъ. На эти круглыя сваи берутся бревна толщиною отъ 4 до 6 вершковъ; длина же

ихъ зависить отъ возвышенія пологого настила надъ дномъ русла; и такъ какъ поддерживаемый ими грузъ не великъ, то въ землю онѣ вбиваются не глубже чѣмъ шпунтовые сваи впереди ихъ стоящаго ряда. Каждый поперечный рядъ круглыхъ свай выравнивается подъ ватерпасъ съ рамными сваями продольныхъ или поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, смотря по тому, будутъ-ли полы, по начертанію проекта, настилаться горизонтально, уступами или наклонно. По надлежащей срѣзкѣ круглыхъ свай подъ ватерпасъ, на концахъ ихъ зарубаютъ шипы и на нихъ кладутъ общую насадку, толщиною отъ 4 до 6 вершковъ, которую обтесываютъ только съ двухъ сторонъ, снизу и сверху.

Насадки на сваяхъ должны лежать по ватерпасу. Если сваи при забивкѣ нѣсколько отклоняются своими верхними концами и выйдутъ изъ линіи, то шипы не всегда придется зарубать на срединѣ свай, а для этого мѣста шиповъ на верхнихъ торцахъ свай отбиваются шнуромъ. Если же свая слишкомъ уклонилась въ сторону, такъ что нельзя на ней задѣлать шипа, а въ насадкѣ пробить гнѣздо, тогда дѣлается въ такой сваѣ только подрубъ, или плечо, а насадка къ такой сваѣ притягивается желѣзнымъ болтомъ (фиг. 29). Для того, чтобы при полой водѣ полы не всплывали и не сдергивали съ собою насадокъ со свай, вмѣсто желѣзныхъ связей, полезнѣе зарубать на круглыхъ сваяхъ косые шипы, которые потомъ расклиниваются въ гнѣздахъ (фиг. 30). Для этого въ гнѣздахъ выбирается сверху раскосъ въ $\frac{1}{2}$ или 1 вершокъ въ одну сторону, такъ же какъ и у всѣхъ свай шипы подкашиваются всѣ съ одной стороны тоже на $\frac{1}{2}$ до 1 вершка, и при наложеніи насадки на шипы онѣ всѣ расклиниваются одновременно. Клинья должны быть изъ сухаго дубоваго или другой твердой породы дерева, длиною не менѣе $\frac{3}{4}$ аршина, а толщиною смотря по зазору, остающемуся между гнѣздомъ и шипомъ. Для загонки клиньевъ,

плечо на сваѣ дѣлается у шина только со стороны подкоса, съ другой же стороны шипъ только счищается вмѣстѣ съ верхомъ сваи безъ всякаго заплечика.

При укладкѣ насадокъ, если онѣ не могутъ быть цѣльныя, стыкъ ихъ долженъ приходиться на шипѣ и заплечикахъ круглой сваи и притомъ проушиною на шипѣ въ простую притычку. Слѣдуетъ только наблюдать, чтобы стыки насадокъ вдоль пола приходились въ разнометъ, а не на одной прямой продольной линіи водоспуска

Устройство понурныхъ и сливныхъ половъ.

Для понурныхъ и сливныхъ половъ употребляется обыкновенно сырой свѣжераспиленный лѣсъ (доски), такъ какъ сухой матеріалъ (послѣ того какъ плотина начнетъ работать), будучи смачиваемъ водой, разбухаетъ и пучится, причемъ выдергиваетъ гвозди, которыми онъ прибитъ къ своему основанію.

Доски, употребляемыя для постилки половъ, должны быть не тоньше $1\frac{1}{2}$ вершковъ и не толще $2\frac{1}{2}$ вершковъ. Швы между половыхъ досокъ должны быть причерчены и выстроганы для осмолки съ одной лишь верхней стороны. Послѣ того, какъ настилка окончена, швы между половыми досками проконопачиваются смоленою пенькою, вслѣдствіе чего въ ребрахъ досокъ не вынимаютъ четвертей или шпунтовъ и отнюдь не употребляютъ вставныхъ шиповъ; доски лишь плотно сжимаются между собою и прибиваются къ поперечнымъ брусамъ или насадкамъ заершенными или даже простыми кованными гвоздями, но, конечно, достаточной длины.

Длина досокъ можетъ быть отъ 5 до 12 аршинъ, причемъ, если доски коротки, то стыки досокъ должно всегда пригонять на середину служащихъ для основанія поперечныхъ насадокъ или бревень. Настилку половъ начинаютъ, обыкновенно, отъ перваго порожняго бруса, къ четверти котораго торцы первыхъ досокъ хорошо причерчиваютъ; каждую доску стараются укладывать такъ, чтобы она плотно лежала на всѣхъ находящихся подъ нею основаніяхъ; причемъ гвозди должны быть забиваемы въ основаніе не менѣе $2\frac{1}{2}$ вершковъ по выходѣ изъ доски; для того, чтобы быть увѣреннымъ въ прочности половъ и чтобы вода не могла бы ихъ поднять, т. е. оторвать, каждую половую доску должно прибивать двумя гвоздями къ каждому основанію, на которомъ она поκειται, а также къ четверти порожняго бруса.

Настилку половъ кладутъ всегда въ два ряда досокъ, причемъ швы верхнихъ досокъ должны приходиться какъ разъ посрединѣ нижнихъ такъ, чтобы проконопаченный шовъ нижней доски былъ-бы покрытъ средней, швы верхнихъ досокъ не конопатятся въ сливныхъ полахъ, такъ какъ полъ этотъ не всегда бываетъ покрытъ водой и дѣйствіемъ мороза конопатка выжимается изъ шва; нижнія же доски понурнаго пола, находясь постоянно подъ водой, можно конопатить. Верхняя сторона доски нижняго ряда смазывается толстымъ слоемъ смолы, а верхняя доска смолится вся кругомъ.

Если чрезъ отверстіе водоспуска происходитъ ледоходъ, то для того, чтобы льдомъ не повредило сливнаго пола, вдоль пола прибиваются долевые брусья толщиною въ 2 или 3 вершка; верхъ бруса обивается полоснымъ желѣзомъ въ 2 или $2\frac{1}{2}$ дюйма ширины и отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ дюйма толщины.

Теперь, когда мы закончили описаніе устройства сливныхъ и понурныхъ половъ, мы перейдемъ къ описанію

устройства боковых стѣнъ отверстія водоспуска.

Боковыя стѣны, ограждающія отверстія водоспуска или береговыя укрѣпленія, которыми предохраняется земляная насыпь, дѣлаются: 1-е изъ стоекъ, обшитыхъ досками, 2-е изъ шпунтовыхъ рядовъ, 3-е изъ бревенчатыхъ ряжевыхъ срубовъ или 4-е изъ камня.

Этотъ послѣдній способъ всегда бываетъ необходимъ при сооруженіи каменной плотины и всѣми специалистами признанъ за самый прочный и надежный, по за то и самый дорогой. Самыми общеупотребительными и дешевыми способами устройства боковыхъ стѣнъ водоспуска и береговыхъ укрѣпленій при невысокихъ откосахъ считаются два первыхъ, указанныхъ выше. Тамъ же, гдѣ предполагается значительный ледоходъ или гдѣ чрезъ водоспускъ должны проходить лѣсныя гонки, боковыя стѣны лучше всего сооружать изъ бревенчатыхъ ряжевыхъ срубовъ; это укрѣпленіе хотя и дороже первыхъ двухъ, за то много прочнѣе и надежнѣе и въ очень рѣдкихъ случаяхъ требуетъ ремонта ранѣе 20 — 25 лѣтъ.

Выборъ того или другого способа зависитъ отъ мѣстныхъ условій, цѣны строительныхъ матеріаловъ величины и силы рѣки, ея ледохода и тому подобныхъ условій.

Для устройства боковыхъ стѣнъ выпускнаго отверстія изъ шпунтовыхъ свай говоритъ Д. Д. Нееловъ, необходимо приготавливать эти сваи изъ бревенъ толщиною не менѣе 7 вершковъ, длиною же равныя высотѣ стѣны, съ прибавкой отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ длины свай, употребленныхъ для проведенія поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ фундамента. Проводя продольные стѣнные ряды, сваи забиваютъ въ землю на $\frac{1}{2}$ или на $\frac{2}{3}$ углубленія прежде забитыхъ поперечныхъ рядовъ, такъ что головы свей придутся на высотѣ уровня мѣстности, или на высотѣ назначенной для боковой стѣны. Продольные ряды этихъ стѣнъ, встрѣчаясь съ крыльями попе-

речныхъ шпунтовыхъ рядовъ, ихъ не пересѣкаютъ, но плотно примыкаютъ къ сваямъ крыльсвъ; такимъ образомъ позади боковыхъ стѣнъ водоспуска образуются два, три ящика, обнесенные съ трехъ сторонъ шпунтовыми рядами. Тщательною засыпкою этихъ ящиковъ соединяютъ стѣны водоспуска съ берегами или земляною насыпью плотины, въ прорѣзѣ которой устраивается водоспускъ.

Забивка шпунтового ряда боковыхъ стѣнъ производится общимъ порядкомъ, т.-е. съ рамными сваями и съ положеніемъ на верхъ ряда насадки на гребень и сквозные шипы; по окончаніи забивки рамные брусья снимаются, но отнюдь не засыпаются, какъ идущіе сквозь плотину вдоль теченія. Внутреннія рамныя круглыя сваи, какъ уже знаемъ, входятъ въ составъ фундамента; внѣшнія же выравниваются съ шпунтовыми и на нихъ кладется насадка вровень съ насадкой шпунтовыхъ свай, и обѣ насадки связываются вмѣстѣ желѣзными болтами съ гайками. Такое скрѣпленіе двухъ насадокъ увеличиваетъ устойчивость боковыхъ стѣнъ отъ напора земли.

Но если стѣна нѣсколько высока, тогда для устойчивости ея противъ напора земли употребляютъ якорныя сваи. При забивкѣ этихъ свай, головы ихъ нѣсколько наклоняютъ на берегъ; забиваютъ ихъ отъ стѣны въ разстояніи 2-хъ или 3-хъ саж., и одну отъ другой отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 саж.; осаживаютъ же въ землю ниже или наравнѣ съ головами свай шпунтового ряда. На нарубленный шипъ каждой якорной сваи по наугольнику, накладываютъ къ шпунтовому ряду схватку такой длины, чтобы она перекрывала стѣну, или на $1\frac{1}{2}$ —2 вершка не доходила до шпунтовой стѣны. Уложивъ всѣ затяжки на мѣсто, въ первомъ случаѣ ихъ нарубаютъ на стѣнную насадку, а во второмъ продавливаютъ въ шпунтовыхъ сваяхъ, на мѣстахъ схватокъ, небольшія дыры, сквозь которыя просовываютъ концы желѣзныхъ хо-

мутовъ, обхватывающихъ горизонтальный брусъ плотно прижатый къ лицевой сторонѣ шпунтовой стѣны. Концы хомута прикрѣпляютъ къ схваткѣ однимъ или двумя желѣзными болтами, а по закрѣпленіи хомутовъ, натягиваютъ схватку клиньями къ якорнымъ сваямъ, для чего въ гнѣздѣ схватки оставленъ зазоръ позади шипа на якорной сваѣ.

Для большей устойчивости якорной сваи, ее подпираютъ подкосомъ, для упора котораго сваю слегка подрубаютъ въ верхней части и выдалбливаютъ въ ней наклонное гнѣздо. Однимъ концомъ подкосъ вставляется въ это гнѣздо, а другимъ концомъ его упираютъ, шипомъ же, въ рамную, или для того нарочно забитую сваю. Иногда забиваютъ якорныя сваи по-парно и тогда схватку укрѣпляютъ между ними желѣзнымъ болтомъ. По окончаніи плотничной работы боковыхъ шпунтовыхъ стѣнъ, производятъ засыпку земли между берегомъ, или насыпью плотины, и этими стѣнами, а также и пространство между шпунтовыми крыльями. Такимъ образомъ земляная засыпка будетъ поддерживаться: со стороны пруда—продолженными въ берега, или въ насыпь плотины, крыльями понурнаго пола; со стороны отверстія водоспуска—боковыми, продольными шпунтовыми стѣнками, устройство которыхъ только-что описали; и наконецъ съ задней, или нижней стороны водоспуска—задними береговыми крыльями.

Этотъ способъ укрѣпленія стѣнъ водоспуска говоритъ тотъ-же авторъ обходится недорого, довольно хорошо сопротивляется ледоходу, не допускаетъ за собою размыванія земли; и хотя верхнія части шпунтовыхъ свай, не находящіяся въ видѣ довольно скоро сгнивають и уже черезъ 12—15 лѣтъ требуетъ перемѣны, тѣмъ не менѣе перемѣны эти не представляютъ собой особенныхъ затрудненій, такъ какъ всегда легко могутъ быть замѣнены наростомъ или укрѣпленіемъ изъ стоекъ, обшитыхъ досками.

Этотъ второй способъ обдѣлки боковыхъ стѣнъ состоитъ въ томъ, что на концахъ половыхъ насадокъ вынимаютъ по одному гнѣзду съ каждой стороны, въ которыя устанавливаютъ шипомъ вертикальныя стойки требуемой длины и вытесываемые изъ 7-вершковыхъ бревенъ. Когда стойки устанавливаютъ совершенно въ линію и вертикально, то на верхніе ихъ шипы кладутъ насадку, которую кромѣ шипа, скрѣпляютъ съ стойками желѣзными скобами; такими же желѣзными скобами каждая стойка скрѣпляется внизу и съ половой насадкой. Для того же, чтобы стойки удерживались въ вертикальномъ положеніи, ихъ укрѣпляютъ посредствомъ якорныхъ свай такимъ же образомъ какъ шпунтовую стѣну. Но только при употребленіи хомута не употребляютъ прижимнаго бруса, а обхватываютъ хомутомъ каждую стойку, или чрезъ одну.

Связавъ якорныя сваи со стойками, обшиваютъ эти послѣднія съ задней стороны толстыми досками или пластинами въ закрой, такъ чтобы верхняя доска закрывала четверть нижней. Доски или пластины прибиваются къ стойкамъ гвоздями и причерчиваются плотно въ четвертяхъ. Толщина досокъ должна быть не менѣе 3-хъ дюймовъ, пластины же должно дѣлать изъ распиленныхъ по-поламъ бревенъ, не тонѣе 5 вершковъ. Когда задняя обшивка будетъ доведена до верху, тогда засыпаютъ и утрамбовываютъ за нею землю указаннымъ выше порядкомъ.

Въ то время когда происходитъ рубка стѣнъ водоспуска, вдоль надъ порогомъ выбирается въ стѣны пазъ, для установки стоекъ, между которыми ходятъ щиты. Глубина этихъ пазовъ можетъ быть въ $1\frac{1}{2}$ или 2 вершка, ширина-же отъ 10 до 12 вершковъ.

Послѣ того какъ уже боковыя стѣны водоспуска доведены своей постройкой до конца, и по возведеніи береговыхъ и середовыхъ устоевъ, по верху ихъ устраиваютъ

пѣшеходный или проѣздной мостъ, который необходимъ также для управленія щитами, заставками или вешками, которыя служатъ для закрытія и открытія выпускнаго отверстия.

Для устройства моста, на верхъ устоевъ кладутъ мостовыя переводы и уже по нимъ поперегъ настилаютъ доски въ одинъ а чашѣ въ два ряда, въ замѣнъ досокъ можно употреблять 5 или 6-ти вершковые бревна распиленные пополамъ. такъ называемыя пластины *пластины эти кладутся горбулемъ къ верху.*

Въ заключеніе нашего труда мы считаемъ необходимымъ дополнить таковой описаніемъ устройства щитовыхъ стоекъ и бѣлоножекъ; которыя заимствуемъ изъ капитальнаго труда Д. Д. Неелова а также г. Гаусмана, такъ какъ въ этихъ сочиненіяхъ изложеніе этаго устройства отличается большой полнотой и ясностью.

Устройство щитовыхъ стоекъ и бѣлоножекъ.—Щитовыми стойками называютъ отдѣльные брусья, поставленные вертикально на порогъ и приложенные верхнею частию къ мостовому переводу, лежащему на береговыхъ и середовыхъ устояхъ. Къ этимъ стойкамъ прислоняются и ими удерживаются щиты, закрывающіе выпускное отверстие водоспуска. Щитовыя стойки дѣлаются, или постоянными, или съемными, поворотными, или откидными; когда стойки дѣлаются съемными или откидными, то водоспускъ съ такими стойками называютъ *разборчатымъ водоспускомъ*. Разборчатые водоспуски устраиваются въ рѣчкахъ, на которыхъ бываетъ сильный ледоходъ или весеннее судоходство, по которымъ весною сплавляютъ лѣсъ плотами или гонками и вообще, гдѣ въ извѣстное время года требуется уборка всякихъ препятствій въ руслѣ рѣки. Но всякая разборчатая система сопряжена съ большими или меньшими хлопотами, при снятіи и установкѣ на мѣсто щитовыхъ стоекъ, а потому только въ

крайне необходимыхъ случаяхъ предпочитаютъ разборчатую систему постоянной—стоечной.

Щитовыя стойки чаще бываютъ деревянныя, но иногда дѣлаются чугуныя и желѣзныя. По мѣсту же расположенія на порогѣ, стойки бываютъ боковыя, или стѣнныя, и среднія, или середовыя, которыми каждый проходъ водоспуска раздѣляется на равныя части. Боковыя стойки будучи скрѣплены со стѣнами береговыхъ устоевъ или середовыхъ быковъ, всегда остаются на мѣстѣ, даже и въ разборчатыхъ водоспускахъ; число ихъ опредѣляется числомъ середовыхъ быковъ; и въ каждомъ водоспускѣ будутъ двѣ боковыя стойки въ береговыхъ устояхъ и по двѣ стойки въ каждомъ середовомъ быкѣ. Число же среднихъ стоекъ¹⁾, которыя однѣ вынимаются или откидываются въ разборчатыхъ водоспускахъ, опредѣляется размѣрами щитовъ, длина которыхъ измѣняется отъ 2½ до 6 футовъ; а потому среднія стойки становятся на такомъ же разстояніи одна отъ другой. Большее разстояніе между средними стойками встрѣчается только въ водоспускахъ съ постоянными стойками, въ которыхъ иногда бываетъ полезно имѣть одинъ болѣе широкій проходъ для пропуска лодокъ, льда, бревенъ и дровъ сплавляемыхъ разсыпью; но тогда этотъ широкій проходъ закрываютъ уже не простымъ щитомъ, а такъ называемыми *шандорными* брусьями.

Въ ряжевыхъ водоспускахъ съ основаніемъ изъ слани, въ которыхъ порогъ обыкновенно поднимается высоко и вода переливается нетолстымъ слоемъ, давленіе воды на заставки, а слѣдовательно и на щитовыя стойки, невелико; поэтому, въ водоспускахъ такого рода стойки дѣлаютъ изъ одного бруса и основаніе стойки, кромѣ шипа, немного втопляютъ въ порожный брусъ, такъ какъ и самый порожный брусъ

¹⁾ Называемыхъ иногда *блѣноножками*.

не претерпѣваетъ здѣсь большаго давленія. Верхній конецъ щитовой стойки также нѣсколько врубають въ бревно, перекрывающее отверстія водоспуска и кромѣ того соединяють съ нимъ шиномъ, точно также какъ и съ порожнымъ брусомъ. Когда же порогъ, при высокомъ подъемѣ воды, опущенъ низко, тогда давленіе на водоподпорное полотно щитовъ, и слѣдовательно на щитовыя стойки, можетъ быть очень велико; въ такомъ случаѣ, для прочности стоекъ, ихъ составляютъ изъ двухъ брусевъ. Для приготовленія обыкновенныхъ деревянныхъ, среднихъ щитовыхъ стоекъ, обтесываютъ съ четырехъ сторонъ бревно, толщиною отъ 8 до 9 вершковъ, длиною же нѣсколько болѣе высоты стѣны водоспуска, считая отъ высоты порога до-верху. По обтескѣ бревна въ брусъ съ квадратнымъ сѣченіемъ, вынимають на боковыхъ сторонахъ его два паза, или двѣ четверти, а въ брусѣ для боковыхъ стоекъ вынимають пазъ или четверть съ одной только стороны. На нижнемъ же концѣ стойки зарубають обыкновенный прямой шипъ, которымъ стойка вставляется въ гнѣздо, вынутое на верхней сторонѣ порога. Глубину и ширину паза или четверти дѣлають отъ 3-хъ до 5-ти дюймовъ; четверти вынимають съ лицевой стороны стойки (т. е. обращенной къ водѣ), пазъ же выбираютъ не на серединѣ бока стойки, а ближе къ лицевой сторонѣ, чтобы задній заплечикъ былъ толще и не скололся бы отъ давленія воды на щитъ, опирающійся на этотъ заплечикъ; такъ что переднему заплечику даютъ толщину только отъ 1½ до 2 дюймовъ.

Стойки изъ одного бруса можно употреблять при глубинѣ воды за щитомъ отъ 3 до 4 футовъ; при большей же глубинѣ воды необходимо дѣлать щитовыя стойки составными изъ двухъ и даже трехъ брусевъ. При такихъ составныхъ стойкахъ въ нихъ не вынимають паза, а выбираютъ въ той и другой четверти, которыя при соединеніи брусевъ образуютъ собою пазъ. Третій, или задній брусъ, причерчи-

ваютъ и приставляютъ къ задней сторонѣ стойки какъ вспомогательный брусъ къ заплечнику паза, который безъ этого бруса могъ бы быть отколотъ напоромъ воды на щиты. Для установки среднихъ постоянныхъ стоекъ, до настилки понурнаго и сливнаго половъ, отбиваютъ шнуромъ по всей длинѣ порога ось, или средину средняго бруса его, которую принимаютъ за заднюю кромку линіи щитовъ, а потомъ по наугольнику, поперекъ порога, назначаютъ ось каждой стойки. Затѣмъ стойку на своемъ мѣстѣ пригоняютъ такъ, чтобы лицо задняго заплечика паза или четверти стойки совпадало съ осью порога, и установивъ стойку на порогѣ въ этомъ положеніи, очерчиваютъ на порогѣ ея основаніе.

Внутри очерченнаго основанія назначаютъ одно или два гнѣзда для шиновъ, нарубленныхъ на нижнемъ концѣ стойки; при долбежкѣ гнѣздъ наблюдаютъ, чтобы не передолбить брусъ порога, который уже значительно ослабляется пазомъ съ сквозными гнѣздами для шпунтоваго гребня, двумя четвертями для половой настилки и дырами для желѣзныхъ болтовъ. Пригнавъ шины по гнѣздамъ и причертивъ низъ стоекъ къ верхней поверхности порога по отвѣсу, устанавливаютъ всѣ стойки въ каждомъ пролетѣ, не исключая и боковыхъ, или стѣнныхъ, и затѣмъ придвигаютъ къ выровненнымъ стойкамъ пролета по одному брусъ съ лицевой и съ задней стороны, концы которыхъ лежатъ на двухъ смежныхъ устояхъ.

Брусъ эти врубаются немного въ верхніе концы стоекъ и сжимаютъ ихъ между собою; для этого сжиманія, послѣ пригонки врубокъ, пропускаютъ желѣзный болтъ сквозь два верхніе сжимающіе брусъ и сквозь стойку и стягиваютъ, или сжимаютъ ихъ гайкою на концѣ болта, нарѣзаннаго винтомъ. Стойки составленныя изъ двухъ или трехъ брусьевъ свинчиваются также болтами, двумя или тремя, смотря по высотѣ стоекъ. Для болѣе прочнаго соединенія стойки съ

порогомъ, кромѣ шиповъ, слѣдуетъ употреблять желѣзные наугольники, прибиваемые къ стойкѣ и порожнымъ брусьямъ.

Установленную стойку обыкновенно раскашиваютъ еще упорными брусьми со стороны понурнаго пола въ видѣ ледорѣза, а со стороны сливнаго пола въ видѣ упора. Верхніе концы этихъ подпорныхъ брусевъ причерчиваютъ къ установленной стойкѣ и слегка въ нее врубаютъ, соединяя шипомъ, сдѣланнымъ на концѣ подпорнаго бруса и входящимъ въ гнѣздо, выдолбленное въ стойкѣ; нижніе же концы наклонныхъ брусевъ упираютъ и соединяютъ зубомъ, или шипомъ, со второй или третьей насадкой по понурному и сливному поламъ. Иногда для этихъ подпорныхъ брусевъ кладутъ по половымъ насадкамъ, противъ мѣстъ стоекъ, отдѣльные брусевые прогоны, нарубая и прикрѣпляя ихъ къ насадкамъ болтами съ гайками; тогда нижніе концы подпорныхъ брусевъ становятся шипами въ гнѣзда, вынутыя въ этихъ прогонахъ. Во всякомъ случаѣ, всегда полезно усилить соединеніе брусевъ съ насадками или прогонами и стойками, желѣзною оковкою въ видѣ накладокъ, наугольниковъ или хомутовъ, прибиваемыхъ ершами или привинчиваемыхъ болтами. При настилкѣ половъ, которую должно производить послѣ окончательной установки стоекъ и подпорныхъ брусевъ, половыя доски плотно причерчиваютъ къ бокамъ подпорныхъ брусевъ, такъ что полами досками еще укрѣпляются нижніе концы этихъ брусевъ. Въ нѣкоторыхъ водоспускахъ нижніе концы упорныхъ брусевъ упираются въ половыя насадки, а по бокамъ упоровъ, взаимно половыхъ досокъ, кладутся брусевые половые прогоны, прирубленные и привинченные къ находящимся подъ ними полыми насадками. Въ то же время эти прогоны прирубаются къ бокамъ подпорныхъ брусевъ и свинчиваются съ ними болтами, такъ что нижніе концы упоровъ будутъ плотно сжаты между этими прогонными брусьями.

При установкѣ постоянныхъ щитовъ стоекъ не слѣдуетъ упускать изъ виду, замѣчаетъ г. Гаусманъ, что каждая изъ отдѣльныхъ среднихъ стоекъ, кромѣ непосредственнаго напора воды на щитъ, должна будетъ выдерживать неизбежныя сотрясенія и удары отъ льдинъ и другихъ плывущихъ предметовъ въ то время, когда щиты водоспуска будутъ вынуты или открыты. Поэтому нельзя удовольствоваться установкою одной, хотя составною изъ двухъ и трехъ брусевъ, стойкою съ переднимъ и заднимъ упорными брусьями. Такая стойка хотя и можетъ выдерживать напоръ воды на закрытый щитъ, но она можетъ быть наклонена и опрокинута на бокъ стремительно истекающею струею, когда щиты будутъ открыты; а потому соединяють эту основную треугольную систему стойки съ другими, добавочными стойками, которыя, будучи всѣ между собою расперты, связаны и обшиты съ двухъ сторонъ досками, составляя родъ малаго устоя, или бычка, болѣе или менѣе сложнаго устройства. При этомъ всѣ вспомогательныя стойки и упоры должны тесаться тоньше, чѣмъ основныя части, такъ какъ при обшивкѣ такого устоя досками, эти послѣднія должно втопить въ четверти основныхъ стоекъ и упоровъ не менѣе, какъ на $2\frac{1}{2}$ дюйма и прибить гвоздями къ бокамъ промежуточныхъ стоекъ и распорокъ.

Если боковые стѣнки водоспуска возводятся изъ камня, то является необходимость устроить подъ этими стѣнами надежное основаніе хотя бы изъ круглыхъ свай, въ дополненіе къ шtuковымъ рядамъ, которыя забиваются подъ основаніе водоспуска.

Эти добавочныя сваи будутъ служить исключительно для поддержанія груза каменной кладки, а потому ихъ слѣдуетъ забивать такъ, какъ основныя упоры передающія покоящуюся на нихъ тяжесть груза материку; число круглыхъ

свай предназначаемыхъ для поддержки каменной кладки, опредѣляется сообразно площади размѣра и вѣса стѣны.

Расстояніе между круглыми сваями бываетъ отъ 1^{1/2} до 2 аршинъ а такъ какъ толщина береговой стѣны въ ея основаніи никогда не бываетъ тоньше 3 аршинъ, то, кромѣ продольнаго шпунтоваго ряда, съ рамными сваями, которыя включаются въ основаніе подъ стѣну, вбиваются еще два или три продольныя ряда, круглыхъ свай во всю длину стѣны и вдоль крыльевъ.

Всѣ круглыя и шпунтовыя сваи идущія подъ основаніе каменной кладки, выравниваются, или подъ общій уровень со сваями фундамента водоспуска, или-же ихъ срѣзываютъ на 1 или 2 фута ниже этихъ послѣднихъ. Затѣмъ ихъ покрываютъ посадками и при засыпкѣ пространства подъ полами водоспуска, засыпку эту производятъ между сваями и посадками которыя будутъ служить основой каменнаго берегового устоя.

При настилкѣ же понурнаго и сливнаго половъ, застилаютъ однимъ рядомъ толстыхъ досокъ всю площадь основанія стѣны и заворотовъ крыльевъ, втопляя эти доски въ четверти, вынутыя въ насадкахъ на шпунтовыхъ рядахъ; этотъ настилъ и образуетъ ростверкъ подъ каменную стѣну, составляющую береговой устоя.

Камень для кладки стѣны долженъ быть плотный, не всасывающій воду и не долженъ крошиться и разслаиваться отъ дѣйствія мороза. У насъ для возведенія устоевъ употребляютъ разныя породы известковыхъ плитняковъ и хорошо выжженный кирпичъ, но лицо стѣны одѣваютъ тесанными камнями гранитныхъ, известковыхъ и песчаныхъ породъ.

Кладку и перевязъ камней соблюдаютъ самую тщательную, а облицовочные камни соединяютъ съ остальной кладкой желѣзными скобами. Растворъ для кладки готовятъ изъ гидравлической извести и разнаго рода цементовъ, ко-

торые тщательно перемѣшиваютъ съ чистымъ зернистымъ пескомъ, съ подливкою воды въ количествѣ опредѣляемомъ опытами на мѣстѣ работъ, по роду извести или цемента. Когда стѣна кладкою будетъ доведена до-верха, то производятъ засыпку и утрамбовку земли между стѣною и берегомъ, или земляною насыпью плотины. Толщину стѣны боковаго устоя дѣлаютъ не менѣе 7 футовъ и внизу доводятъ эту толщину иногда до 10 футовъ, но съ возвышеніемъ кладки эту толщину нѣсколько уменьшаютъ, или постепенно, или уступами съ внутренней стороны; кладка съ уступами, по мнѣнію г. Гаусмана, предпочтительнѣе. Въ самомъ верху толщина стѣны должна быть не менѣе 4 футовъ; верхъ стѣны покрываютъ лещадною плитою, булыжной выстилкой или бетономъ, чтобы защитить кладку отъ непосредственнаго дѣйствія дождей и морозовъ.

Г. Гаусманъ замѣчаетъ, что хорошо устроенныя каменные боковыя стѣны водоспусковъ не часто встрѣчаются, но гдѣ онѣ возведены, тамъ, можно сказать, онѣ незамѣнимы и не имѣютъ срока; хотя первоначальное построение этихъ стѣнъ обходится дорого, но за то хорошая стѣна не потребуетъ въ послѣдствіи ни ремонта, ни исправленія и первоначальный расходъ на нее съ избыткомъ вознаградится.

О поврежденіяхъ въ плотинахъ и объ уходѣ за ними.

Всякое самое обыкновенное строеніе, послѣ его окончанія, требуетъ наблюденія, ухода и ремонта. Самое ничтожное, замѣченное въ немъ поврежденіе должно быть немедленно исправлено, иначе оно часто ведетъ къ дальнѣйшему разрушенію, требующему уже значительнаго ремонта. Правило это должно быть въ особенности строго соблюдаемо

въ гидротехническихъ сооруженіяхъ. Плотины и водоспуски, возведенные правильно и прочно, могутъ быть ослаблены въ нѣкоторыхъ частяхъ отъ непрерывнаго и постояннаго дѣйствія на нихъ воды, вслѣдствіе ея давленія, ударовъ, теченія и волненія. Опытъ же показываетъ, что начавшееся поврежденіе не замедлитъ быстро распространиться въ гидротехническихъ сооруженіяхъ, если противъ него не будутъ приняты своевременно надлежащія мѣры. Но эти поврежденія часто ведутъ къ прорывамъ и совершеннымъ разрушеніямъ, если они не устранены ко времени высокихъ весеннихъ разливовъ, въ особенности соединенныхъ съ ледоходомъ; или ко времени лѣтнихъ грозowychъ ливней, или осеннихъ продолжительныхъ дождей, производящихъ иногда разливы и наводненія болѣе весеннихъ половодій и требующихъ продолжительныхъ и усиленныхъ выпусковъ воды. Въ холодныя морозныя зимы могутъ встрѣтиться особыя поврежденія, вслѣдствіе измѣненій уровня воды въ прудѣ, отъ подниманія и опусканія прудового льда, прикасающагося и примерзающаго къ частямъ сооруженія или отъ проникновенія воды въ щели и трещины и замерзанія ея. Наконецъ весною, вслѣдствіе оттаиванія земли, когда она распускается, разжижается и пучится; или оттаиваетъ одновременно въ насыпкахъ, засыпкахъ и соединеніяхъ земляной насыпи съ деревянными или каменными частями водоспусковъ. Мы не беремся здѣсь исчислять всѣ возможные поврежденія, которыя могутъ встрѣтиться въ плотинахъ и водоспускахъ, и всѣ причины, которыя могутъ производить эти поврежденія; но обратимъ вниманіе на главные и чаще встрѣчающіяся. На первое мѣсто мы должны поставить *просачиваніе*. При значительной высотѣ напора, просачиваніе воды сквозь тѣло плотины, или сквозь основаніе водоспуска, всегда существуетъ въ большемъ или меньшемъ размѣрѣ, въ зависимости отъ свойства земли въ тѣлѣ пло-

тины, отъ тщательности забивки шпунтовыхъ рядовъ и засыпокъ между рядами, и наконецъ отъ свойства самаго грунта, на которомъ произведено сооруженіе. Но просачиваніе это можетъ быть совершенно безвредно, если при постоянствѣ оно замѣтно не увеличивается и не уноситъ собою земляныхъ частицъ изъ сооруженія или его основаній и просачивающаяся вода выходитъ чистая и прозрачная. Хотя при весеннемъ оттаиваніи земли количество просачивающейся воды обыкновенно увеличивается, но тѣмъ не менѣе, вода не должна выступать наружу мутною и сильно бьющимъ ключемъ, такъ какъ это будетъ доказывать, что вода разжижаетъ мѣстный грунтъ, тѣло плотины или засыпки частей водоспуска и выноситъ земляныя части изъ ихъ сооруженія. При подобномъ просачиваніи слѣдуетъ безотлагательно доискаться мѣста поврежденія, которое всегда будетъ находиться съ верховой стороны плотины.

При этомъ замѣтимъ, что въ водоспускахъ съ основаніемъ изъ сланника и съ отсыпнымъ отмеломъ всего чаще это просачиваніе происходитъ въ самомъ отмелѣ, въ которомъ скоро образовывается воронка; при чемъ мутное просачиваніе легко замѣчается съ самаго моста водоспуска, чаще не имѣющаго сливныхъ половъ. При водоспускахъ же, съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ, съ длинными сливными полами, муть просачиванія можетъ быть замѣчаема только у конца сливныхъ половъ и слѣдовательно съ моста водоспуска ее замѣтить почти невозможно. При водоспускахъ съ сланникомъ и земляною отсыпью въ теплое время, рабочіе, раздѣвшись, прямо ходятъ по отсыпи и ногами ощупываютъ мѣсто воронки, отыскавъ которую, затыкаютъ ее навозомъ какъ можно плотнѣе и ту же забиваютъ землею, чѣмъ и останавливаютъ дальнѣйшее просачиваніе. Въ холодное время, а тѣмъ болѣе зимою, при водоспускахъ съ свайнымъ основаніемъ и понурымъ поломъ, съ успѣхомъ

можно употреблять слѣдующее средство для отыскиванія мѣста начального просачиванія и его уничтоженія. Послѣ откола и очистки льда вдоль всего сооруженія со стороны пруда, мы сыпали, говоритъ г. *Гаусманъ*, древесные опилки или мелкій и легкій конскій навозъ на воду вдоль постройки. впереди наружныхъ шпунтовыхъ линій, ряжевыхъ и каменныхъ стѣнъ и быковъ въ то время, когда вода находилась въ покоѣ, т. е. не имѣла теченія, вслѣдствіе закрытія отверстій водоспуска щитами и не колыхалась отъ вѣтра. Опилки и навозъ, плавая въ спокойной водѣ, постепенно намокаютъ и медленно опускаются на дно, при чемъ они легко уносятся отдѣльными струями воды, направляющимися къ щелямъ и неплотнымъ мѣстамъ, сквозь которыя происходитъ просачиваніе. Слѣдя за опусканіемъ и направленіемъ частицъ навоза и опилокъ, можно замѣтить, что большая часть ихъ съ извѣстнаго пространства направляется къ одному и тому же мѣсту, которое и будетъ мѣстомъ начала просачиванія. Съ этой же цѣлью можно употреблять сѣнную труху и даже мохъ. Но навозъ и опилки для этого дѣла всегда оказывались болѣе дѣйствительными, они скорѣе и вѣрнѣе опредѣляютъ мѣсто просачиванія воды изъ пруда.

Опредѣливъ, такимъ образомъ, мѣсто просачиванія, увеличиваютъ около него насыпку уже коровьяго навоза, болѣе крупнаго, и опилокъ для затыканія щелей и скважинъ допускающихъ просачиваніе и, наконецъ, суглея, если просачиваніе происходитъ въ земляномъ откосѣ плотины, и этими способами останавливаютъ его. Впослѣдствіи, когда насыпь плотины совершенно оттаиваетъ и садится, просачиваніе само собой совершенно прекращается. Но если навозъ и опилки, пущенные на воду, садятся, преимущественно, вдоль крыльевъ и береговыхъ укрѣпленій, а просачиваніе не уменьшается, то пробиваютъ верхній, мерзлый слой земли непосредственно позади укрѣпленія, гдѣ нахо-

даютъ просачивающуюся струю, обыкновенно пробирающуюся вокругъ короткихъ крыльевъ подъ мерзлымъ слоемъ, по шву земляной присыпки, прилегающей къ стѣнкѣ укрѣпленія. Послѣ подсыпки свѣжей, хорошо перемятой глины съ пескомъ и хрящемъ и тщательнаго утрамбованія ея на такой землѣ просачиваніе уменьшается и затѣмъ совершенно прекращается.

Кромѣ наблюденія просачиванія выше плотины, слѣдуетъ прислушиваться нѣтъ-ли журчанія или сильной капли воды за береговыми стѣнами водоспуска въ среднихъ быкахъ или подъ полами. Такое журчаніе, или сильная капель воды, встрѣчаются преимущественно въ ряжевыхъ постройкахъ, наполненныхъ глиною. Глина крѣпко примерзаетъ къ верхнимъ вѣнцамъ ряжевыхъ срубовъ, находящимся выше уровня воды, а ниже уровня она остается талою и въ нижнихъ слояхъ засыпки можетъ быть разжижена и выносима водою изъ ряжа. Вслѣдствіе вымыванія засыпки изъ ряжей, подъ верхнимъ мерзлымъ слоемъ глины образуются въ отдѣльныхъ срубахъ ряжа пустоты и ямы. при чемъ вода переливаясь изъ сруба въ срубъ еще болѣе размываетъ и уноситъ разжиженую глину. Лишь только будетъ замѣчено это явленіе въ береговыхъ устояхъ или середовыхъ быкахъ, слѣдуетъ немедленно выбить верхній мерзлый слой засыпки и заполнить ряжевые срубы свѣжей засыпкой, чтобы остановить дальнѣйшее просачиваніе и образованіе пустотъ въ засыпкахъ ряжей.

Когда журчаніе или сильная капель воды слышны подъ сливнымъ поломъ, то для опредѣленія глубины и пространства вымоинъ, пробуравливаютъ плотничьимъ буравомъ въ въ полу дыры и помощью желѣзнаго прута или щупа удостоверяются въ состояніи загрузки подъ поломъ.

Если это изслѣдованіе укажетъ на значительныя вымоины и пустоты въ засыпкѣ которыя могутъ быть опасны, то поднимають половыя доски и дѣлають тщательную засыпку этихъ пустотъ. Дыры пробуравленныя въ полу, по прибавкѣ досокъ снова, забиваются деревянными гвоздями.

Наблюденіе надъ просачиваніемъ должно производиться постоянно, какъ вообще наблюденія за всякимъ поврежденіемъ въ водяныхъ сооруженіяхъ. Но бываютъ времена въ теченіи года, когда требуется особенно тщательный осмотръ и свидѣтельствованіе всѣхъ частей плотины и водоспусковъ. Такого рода осмотры необходимы послѣ каждаго большого наводка или большаго и продолжительнаго выпуска воды; но въ особенности онъ долженъ быть производимъ весною какъ передъ началомъ весенняго наводка, съ ледоходомъ, которыхъ при нашихъ климатическихъ условіяхъ чаще бываетъ самый сильный и дѣйствующій наиболѣе разрушительно, такъ и послѣ его окончанія.

Весною, вслѣдствіе оттаиванія, земля пучится, распушается и разжижается: деревянныя части, вслѣдствіе замерзанія воды, попадающей въ соединенія, щели и трещины иногда перекашиваются, строгиваются со своихъ мѣстъ, колятся, разбухаютъ или усыхаютъ; каменные одежды, вслѣдствіе замерзанія воды въ щеляхъ и швахъ, разъединяются и вслѣдствіе оттаиванія земли повреждаются. Поэтому изъ всѣхъ годовыхъ осмотровъ, весенній осмотръ наблюдаютъ 1) не усилилось-ли въ теченіи земныхъ мѣсяцевъ просачиваніе воды сквозь шпунтовые ряды, ряжевыя стѣнки, въ обходъ береговыхъ крыльевъ, изъ подъ сливного пола или иными подземными путями, 2) всѣ осадки и неправильности въ земляныхъ засыпкахъ и откосахъ и неровности въ гребнѣ плотины, производя въ этомъ отношеніи возможныя и немедленныя исправленія 3) состояніе щитовыхъ стоекъ и цѣлость ихъ типовъ, мертваго бруса,

половыхъ настилокъ и обшивочныхъ досокъ, тщательно исправляя очевидныя поврежденія и добавляя гвозди тамъ, гдѣ доски окажутся слабо прибитыми или приподнятыми; 4) состояніе дна и береговъ позади сливного пола, гдѣ сдѣланы добавочныя укрѣпленія изъ фашинь или изъ крупнаго накиднаго камня. Оказавшіяся ямы и осадки заполняютъ и выравниваютъ подсыпкою или укладкою свѣжаго матеріала.

При этомъ предварительномъ и раннемъ осмотрѣ, только приблизительно можно заключить о степени дѣйствительной порчи земляныхъ насыпей и загрузокъ, которыя въ это время обыкновенно еще не вполне оттаиваютъ. Но лишь только послѣ такого осмотра и исправленія мѣстъ и частей возбуждающихъ сомнѣніе, можно спокойно ожидать весенняго разлива воды, и въ свое время начать весенній выпускъ воды, послѣдовательнымъ открываніемъ щитовъ или уборкою частей разборчатаго водоспуска.

Затѣмъ, тотчасъ послѣ схода большой воды, дѣлается вторичный, болѣе подробный весенній осмотръ всѣхъ частей сооруженія, чтобы открыть всѣ произведенныя весеннимъ разливомъ поврежденія и немедленно приступить къ ихъ исправленію.

Въ водоспускахъ, съ основаніемъ изъ слани, защита основанія отъ просачиванія и подмыва достигается только хорошимъ состояніемъ отмела. Каждый розливъ, или большой выпускъ воды, всегда уноситъ часть земли сверху отмела, и такимъ образомъ уменьшаетъ толщину его отсыпи. А потому, въ теченіи года производится нѣсколько разъ отсыпка отмела. Если ранній весенній осмотръ покажетъ значительную осадку или убыль земли въ отмелѣ, то дѣлаютъ отсыпку по крайней мѣрѣ на ширинѣ отъ 1 — 1½ сажени отъ стѣны водоспуска и доводятъ высоту насыпи всегда до самаго мертваго порога. Чаще же, первая весенняя отсыпка, дѣлается тотчасъ по спадѣ воды; вторая

отсыпка дѣлается обыкновенно около Петрова дня, какъ потому, что тутъ выходить иногда нѣсколько свободныхъ дней отъ полевыхъ работъ и покоса, такъ и потому, чтобы укрѣпить отмель ко времени Петровскихъ паводковъ. Наконецъ, третью отсыпку дѣлаютъ обыкновенно въ сентябрѣ, на все зимнее время. Но въ зависимости отъ состоянія отмела и паводковъ, отсыпка дѣлается иногда и болѣе трехъ разъ въ году. При всякой отсыпкѣ всегда употребляютъ и часть коровьяго навоза, на наброшенный слой котораго насыпаютъ слой земли, по преимуществу суглинка. Иногда, если не опасаются недостатка воды, передъ отсыпкою спускаютъ нѣкоторую ея часть, чтобы ея было менѣе на отмелѣ, тогда отсыпка отмела можетъ быть сдѣлана тщательнѣе и ровнѣе.

2) Поврежденія, происходящія отъ усиленныхъ и продолжительныхъ выпусковъ воды.

Поврежденія отъ этихъ причинъ проявляются главнымъ образомъ въ укрѣпленіяхъ дна и береговъ непосредственно за сливными полями. Подобнаго рода поврежденія, говоритъ *г. Гаусманъ*, намъ случалось встрѣчать весьма часто, и мы принимали разныя подручныя мѣры противъ дальнѣйшаго распространенія подмыва дна и береговъ. Причину такихъ поврежденій въ большихъ размѣрахъ, угрожающихъ всему сооруженію, *г. Гаусманъ* относитъ преимущественно къ небрежному присмотру и къ нераспорядительности имѣющаго надзоръ за управленіемъ водою, потому что такое поврежденіе, по его мнѣнію, всегда можетъ быть предвидимо и во время прекращено. Мы можемъ положительно заявить, говоритъ онъ, что при управляемыхъ нами выпусковъ, хотя и часто случалось такого рода подмывы, но мы никогда не позволяли имъ сдѣлаться опасными для прочности постройки.

ки. При подобнаго рода поврежденіяхъ, главное дѣло заключается въ томъ, чтобы имѣть свободный доступъ къ подмываемому мѣсту, а для этого необходимо во время распорядиться устройствомъ помоста поперекъ струи надъ подмываемымъ мѣстомъ.

Имѣя такой помостъ и готовые материалы для заградки начинающагося подмыва, всегда можно будетъ замедлить дальнѣйшее распространеніе его до опасныхъ для сооруженія размѣровъ.

Очень интересный случай приводитъ г. *Гаусманъ*, когда начавшійся подмывъ сдѣлался столь опаснымъ, что сталъ угрожать окончательнымъ прорывомъ, тѣмъ болѣе, что онъ былъ замѣченъ, когда выпускъ весеннихъ водъ не былъ еще оконченъ. Этотъ случай можетъ служить руководствомъ при исправленіи другихъ подобнаго рода поврежденій, когда обстоятельства требуютъ произвести работы безъ задержки выпуска воды изъ пруда.

Въ данномъ случаѣ прудъ занималъ площадь въ 14 кв. верстъ и въ случаѣ прорыва, вся масса прудовой воды, вмѣстѣ съ продолжающимся весеннимъ притокомъ, хлынувъ въ прорывъ, должна была бы протекать по чрезвычайно размываемому песчано-иловатому грунту.

Водоспускъ былъ деревянный, со стѣнами изъ шпунтовыхъ свай; основаніе его состояло изъ четырехъ поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, продолженныхъ крыльями въ берега и изъ 18 поперечныхъ рядовъ круглыхъ свай покрытыхъ насодками.

Загрузка подъ лапами, настланными въ два ряда досокъ, состояла изъ тощаго бетона.

Всѣ мѣстныя условія и способъ устройства водоспуска были намъ хорошо извѣстны, говорить г. *Гаусманъ*, а потому, прибывъ на мѣсто, мы тотчасъ произвели осмотръ поврежденія и нашли, что подмывъ дна непосредственно за четвертымъ шпунтовымъ рядомъ простирался во всю ширину

русла и имѣлъ въ глубину отъ 10 до 12 фут., такъ что нижніе концы свай четвертой шпунтовой линіи оставались въ землѣ на глубину не болѣе 5—7 футовъ.

Дно русла за сливнымъ поломъ было изрыто ямами; дополнительный отдѣльный уступъ былъ окончательно подмытъ, опрокинутъ и унесенъ водою, а прежняя фашинная настилка частью была унесена теченіемъ, частью сгромождена въ отдѣльныя кучи, вмѣстѣ со сваями отъ дополнительнаго уступа. Высокіе берега за водоспускомъ были подмыты и частью оборваны водою, истокъ которой былъ остановленъ закрытіемъ щитовъ водоспуска. Не смотря на такое опасное состояніе водоспуска, который съ паденіемъ или прорывомъ четвертой шпунтовой линіи уже не могъ бы устоять противъ напора воды, мы были поставлены въ необходимость, говорить г. Гаусманъ, тотчасъ же открыть всѣ щиты водоспуска, т. е. начать самый усиленный выпускъ воды изъ пруда и дать истекающей струѣ низвергаться со сливного пола на неукрѣпленное дно русла рѣки. На такую мѣру мы могли рѣшиться, замѣчаетъ онъ, только потому, что послѣ осмотра водоспуска и дна рѣки, намъ положительно было извѣстно, что всѣ сваи были вбиты въ дно русла на 18—20 футъ. и что при настоящемъ углубленіи подмыва нижніе концы ихъ еще сидѣли въ землѣ на глубинѣ до $\frac{1}{3}$ ихъ длины, такъ что онѣ временно еще могли противустоять нажиму земли съ передней стороны, тѣмъ болѣе, что прогонные брусья дѣйствовали въ пользу устойчивости шпунтоваго ряда. Только вслѣдствіе усиленнаго выпуска воды изъ пруда было остановлено дальнѣйшее возвышеніе его уровня, которое при закрытыхъ щитахъ замѣтно продолжалось, такъ что по часамъ можно было рассчитать время, когда вода начнетъ переливаться черезъ низменные берега пруда и откроетъ себѣ новый истокъ прорывомъ берега въ другомъ мѣстѣ, потому что остатки весенней воды еще пребывали въ прудѣ. На-

конецъ въ данное время мы не могли принять какія-либо другія мѣры по совершенному неимѣнію на мѣстѣ никакихъ къ тому средствъ, т. е. ни рабочихъ, ни матерьяловъ для загрузки ямы подмыва. даже нельзя было брать мѣстной земли, которая еще не успѣла оттаять. Непростительна ошибка распорядителя спуска воды заключалась въ томъ, что по обнаруженіи подмыва, онъ, закрывъ щиты водоспуска, донесъ по начальству о случившемся поврежденіи, и затѣмъ до прибытія моего на мѣсто не распорядился заготовкою необходимыхъ матерьяловъ для работъ.

Полный выпускъ воды продолжали безостановочно въ теченіи 10 часовъ; въ это же время мѣстные обыватели, ввиду явной опасности прорыва, прибыли на работу въ большемъ числѣ, на лошадахъ подвозили камень, хворостъ, талую землю и прочіе предметы. По требованію г. *Гаусмана* доставлялись къ мѣсту работъ старые и новые рогожанные кульки, которые по мѣрѣ доставки набивались рабочими землею мелкимъ камнемъ и пескомъ.

Спустя 10 часовъ отъ начала усиленнаго выпуска воды изъ пруда, мы начали замѣчать, говорить далѣе г. *Гаусманъ*, что за сливнымъ поломъ круглыя сваи съ ихъ продольными насадками качаются со стороны на сторону, изъ чего мы могли заключить, что яма подмыва углубилась до остріевъ свай круглыхъ и шпунтовыхъ, а потому опусканіемъ щитовъ мы прекратили бой воды на неукрѣпленное дно позади четвертой шпунтовой линіи.

Съ прекращеніемъ выпуска воды былъ насланъ досчатый помостъ, не на заготовленныхъ козлахъ, но по продольнымъ на сваяхъ насадкамъ и патасканы для опусканія на дно кули, наполненные землею и камнемъ. Кули укладывали довольно плотно и правильными рядами между круглыми сваями и вдоль шпунтовой линіи, зажимая ими концы свай, выравнивая вымоины и неровности дна, на длину до шести

погонныхъ саженой отъ шпунтоваго ряда и на ширину подмыва дна, простиравшуюся до 7 саженой. Между кулями кидали болѣе крупный камень, куски дерна и земли. При непрерывной и дружной работѣ, въ теченіи около 5 часовъ успѣли покрыть дно въ два и три ряда кулями, набитыми преимущественно пескомъ, а вдоль шпунтовой линіи и частью вдоль отвѣсныхъ обрывовъ береговъ, подняли загрузку нѣсколько выше. Защитивъ такимъ образомъ легко подмываемое дно ямы, вновь открыли щиты и пустили воду, которая въ прудѣ начала прибывать.

Истекающая струя, падая со сливнаго пола на сдѣланную загрузку, болѣе не повреждала и не углубляла дна ямы; сваи, сжатые кулями, вновь укрѣпились и стояли неподвижно, а такъ какъ насланный помостъ не затоплялся и струя проходила подъ насадками, то постоянно натаскивали и раскладывали на немъ свѣжіе кули и камень, сбрасывая ихъ на дно, гдѣ по промѣрамъ обнаруживались углубленія. Такимъ образомъ, въ теченіи шести сутокъ, при постоянномъ спускѣ воды изъ пруда, по мѣрѣ осадки положенныхъ, вновь набрасывались кули и камни; такъ что дальнѣйшее углубленіе дна было приоставлено. Берега хотя и обрушались и уносились большими глыбами, но такъ какъ эти поврежденія происходили ниже и внѣ предѣловъ пространства очерченнаго къ укрѣпленію для безопасности самаго водоспуска, то на эти подмывы и обрывы не было обращено вниманія. Впослѣдствіи же, когда подмывъ праваго берега началъ приближаться къ укрѣпляемому мѣсту, то здѣсь сдѣланъ былъ фашинный отводъ. На всѣ эти временныя и экстренныя работы, имѣвшія назначеніе предупредить совершенный подмывъ водоспуска, въ общей сложности издержано было съ небольшимъ 2000 руб.

Работы производились безостановочно днемъ и ночью тремя смѣнами рабочихъ, изъ которыхъ большее число обра-

щалось на набивку кулей землею, добывавшеюся на мѣстѣ изъ подъ мерзлаго слоя. Камни и кули подвозились по мѣрѣ надобности.

Весенняя прибыль постепенно начала уменьшаться и только тогда можно было закрыть щиты водоспуска и приступить къ болѣе благонадежному укрѣпленію дна русла.

3) Поврежденія, производимыя льдомъ, и способъ ихъ устраненія.

Ледъ можетъ оказывать вредное дѣйствіе на гидротехническія сооруженія какъ зимою, такъ и весною, но это дѣйствіе въ то и другое время года бываетъ весьма различно. Зимою ледъ движется въ прудѣ только вверхъ или внизъ, вмѣстѣ съ измѣненіемъ уровня воды и при томъ неразрывно всею своею массою. Весною же, во время ледохода, ледъ разбитый на отдѣльные куски, большей или меньшей величины, плыветъ внизъ по теченію со скоростью движенія воды на поверхности рѣки.

Наконецъ вода, какъ намъ извѣстно, переходя изъ жидкаго состоянія въ состояніе льда, увеличивается въ объемъ, и такимъ образомъ, будучи жидкою, по своей удобопроницаемости попадаетъ въ малѣйшія скважины и щели, а затѣмъ, замерзая въ нихъ, производитъ хотя небольшія, но по своимъ послѣдствіямъ иногда важныя поврежденія. Попадая въ гнѣзда шиповъ, она приподнимаетъ стойки и нагружаетъ связь и соединенія ихъ съ другими частями; попадая въ щели бревенъ и брусьевъ, она увеличиваетъ эти щели и производитъ трещины въ деревянныхъ частяхъ. Замерзая въ насыпкахъ подъ лагами водоспусковъ, она иногда выпучиваетъ полы и разъединяетъ плотное соединеніе до-

сокъ. Просачиваясь въ швы каменной кладки и въ особенности въ швы облицовки, разъединяетъ камни, нарушаетъ ихъ связь и, увеличивая щели, способствуетъ дальнѣйшему ихъ разъединенію, а иногда и раскалыванію.

Это свойство воды въ особенности вредно отзывается на каменныхъ сооруженіяхъ въ холодныхъ климатахъ, а потому прокладка смолянаго войлока или сукна въ соединенія деревянныхъ частей не только полезна относительно собственно устраненія просачиванія, но вообще для препятствованія проникновенію воды въ соединенія деревянныхъ частей между собою. Въ каменныхъ же кладкахъ, въ особенности облицовкахъ проникновеніе воды устраняется только хорошою, полною заливкою швовъ растворомъ питательною замазкою швовъ въ облицовкѣ хорошимъ гидравлическимъ или цементнымъ растворомъ, такъ какъ желѣзныя связи и скобы не могутъ прочно сопротивляться разширительному дѣйствію льда, особливо если вода можетъ попадать въ швы и щели въ значительномъ количествѣ, а потомъ замерзать въ нихъ.

Прудовой ледъ зимою поднимается или опускается, вмѣстѣ съ повышеніемъ или пониженіемъ уровня воды въ прудѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ имѣетъ свойство плотно примерзать къ деревяннымъ и каленнымъ частямъ сооруженія. Если онъ толстъ, то при повышеніи уровня воды онъ обнаруживаетъ большую подъемную силу и можетъ вынуть со своихъ мѣстъ щитовыя стойки, поднять вѣнцы ряжевыхъ срубовъ и наконецъ выдергиваетъ туго и глубоко забитыя сваи.

Единственное средство отъ этихъ поврежденій заключается въ обрубкѣ льда на нѣкоторое разстояніе отъ всѣхъ частей сооруженія, и повторенія прорубки такъ часто, чтобы не давать ему дѣлаться слишкомъ толстымъ.

Совершенно иного рода поврежденія производитъ ледъ во время ледохода, такъ какъ въ этомъ случаѣ онъ мо-

жетъ дѣйствовать треніемъ и ударомъ, а иногда образуетъ передъ водоспусками заторы, которые могутъ быть весьма опасны для сооруженія.

Смотря по свойству бассейна рѣки и климатическимъ условіямъ, весеннее вскрытіе водъ бываетъ мѣстами и въ нѣкоторыя весны едва замѣтно, происходитъ тихо и спокойно, обозначаясь только болѣе замѣтною прибылью воды въ прудѣ, безъ всякаго разлива и ледохода, но весеннее вскрытіе можетъ происходить при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, т. е. быстро затоплять мѣстность, производя наводненія, и сопровождаться сильнымъ ледоходомъ.

Изученіе мѣстныхъ явленій вскрытій водъ составляетъ необходимое условіе для строителя и распорядителя вододѣйствіемъ.

Весеннее вскрытіе водъ всегда значительно усложняется, если обстоятельства требуютъ пропуска льда черезъ пролеты водоспуска. Такой проходъ льда черезъ водоспускъ вынуждаетъ замѣну постоянныхъ щитовыхъ стоекъ разборчатыми, если проходящія льдины будутъ большого размѣра и при томъ будутъ идти въ большомъ количествѣ. Для защиты сливныхъ половъ отъ дѣйствія льда устраиваются на нихъ *слизы*, т. е. продольные брусья, возвышающіеся надъ поверхностью пола, верхнія ребра которыхъ покрыты полосовымъ желѣзомъ. Для раздробленія же льда на болѣе мелкія части устраиваются ледорѣзы на самыхъ среднихъ быкахъ или забиваются *кустовыя* сваи, т. е. нѣсколько свай кучкой, забитыхъ одна плотно къ другой и стянутыхъ желѣзными обручами.

При незначительномъ ледоходѣ, чтобъ не дѣлать водоспуски разборчатыми, стараются задержать ледъ въ прудѣ и не допускаютъ его проходить въ водоспускъ, посредствомъ такъ называемыхъ *оборонныхъ линій*.

Простѣйшій видъ оборонной линіи въ небольшихъ водоспускахъ заключается въ набивкѣ ряда круглыхъ свай въ прудѣ передъ водоспускомъ въ разстояніи отъ 1 до 3 аршинъ свая отъ свай, соединяемыхъ между собою насадками. Концы свай остаются выше уровня воды въ прудѣ около одного аршина; на этихъ верхнихъ концахъ зарубаются шипы, а на шипы гнѣздами кладутся насадки. Чѣмъ сильнѣе напоръ льда, тѣмъ прочнѣе должна быть оборонная линія. Въ такомъ случаѣ свай забиваются въ два или три параллельные ряда, иногда въ шахматномъ порядкѣ, и тогда на долевые насадки рядовъ врубаются поперечныя схватки, чтобы сдѣлать связь между рядами свай и тѣмъ увеличить сопротивленіе оборонной линіи. Наконецъ для усиленія оборонной линіи, вмѣсто простыхъ круглыхъ свай, образуютъ оборонную линію изъ рядовъ кустовыхъ свай, усиливая рядъ какъ числомъ свай, въ кустѣ, такъ и уменьшеніемъ разстоянія между кустами.

Для большаго обезпеченія водоспуска иногда образуютъ въ прудѣ двѣ или три оборонныя линіи, на значительномъ разстояніи одна отъ другой, съ тою цѣлью, что если напоромъ льда проломить одну оборонную линію, то сопротивленіе ею оказанное все-таки уменьшить скорость движенія льда и онъ, придя ко второй оборонной линіи съ меньшей скоростью, можетъ быть ею задержанъ и остановленъ.

А потому водоспуски, устраиваемые на рѣчкахъ, имѣющихъ ледоходъ, должны имѣть не только соотвѣтственные размѣры для пропуска массы весенней воды, но смотря по обстоятельствамъ быть приспособлены или къ задержанію льда въ прудѣ или къ пропуску его сквозь пролетки. Пропускъ весенней воды, при задержаніи льда въ прудѣ, не представляетъ затрудненій, если пролетамъ данъ надлежащій размѣръ и если завѣдующій вододѣйствіемъ своевременно распорядится поднятіемъ соотвѣтствующаго числа щитовъ.

При такихъ водоспускахъ все вниманіе должно быть направлено на то, чтобы не задержать въ прудѣ излишней воды. Въ то же время не слѣдуетъ открывать щитовъ въ большемъ числѣ, чѣмъ дѣйствительно требуется въ данное время, такъ чтобы уровень пруда, пониженный до предѣла опредѣленнаго опытомъ, не измѣнялся, или, чтобы въ первый періодъ вскрытія водъ возвышеніе этого уровня замедлялось подъемкою слѣдующихъ щитовъ. При разборчатыхъ же водоспускахъ, когда совсѣмъ убраны щиты и стойки, дальнѣйшее управленіе водою пруда уже дѣлается невозможнымъ.

Различіе весенняго вскрытія водъ въ сѣверной и средней Россіи заключается еще въ томъ, что періодъ весенняго разлива въ сѣверныхъ губерніяхъ, вслѣдствіе ихъ большей лѣсистости, бываетъ продолжительнѣе, въ среднихъ же губерніяхъ, чаще безлѣсныхъ, онъ несравненно короче. Отъ этого въ среднихъ губерніяхъ причиною поврежденій въ гидротехническихъ сооруженіяхъ чаще бываетъ быстрое вскрытіе и высокая вода; въ сѣверныхъ же болѣе разрушительно дѣйствуетъ продолжительность спуска весеннихъ водъ, вслѣдствіе чего лучшія искусственныя укрѣпленія дна и береговъ уступаютъ разрушительному дѣйствию продолжительнаго боя сильной струи. При этомъ замѣтимъ, что начавшіяся поврежденія могутъ быть гораздо удобнѣе остановлены въ створчатыхъ водоспускахъ, чѣмъ въ разборчатыхъ. Случающіяся поврежденія, при весеннемъ вскрытіи водъ, обнаруживаются обыкновенно не при началѣ вскрытія, а во второй половинѣ или передъ окончаніемъ весенняго спуска водъ. Такое позднее обнаруженіе поврежденій даетъ возможность въ створчатыхъ водоспускахъ временно прекратить выпускъ воды, произвести осмотръ сооруженію и принять мѣры къ исправленію оказавшагося поврежденія. При этомъ, если нельзя произвести правильную и основательную починку, то почти всегда возможно принять временныя

мѣры къ ограниченію распространенія начавшагося поврежденія, которое по спадѣ водъ уже исправляется окончательно. Но на остановку выпуска воды изъ пруда, во время весенняго половодья, конечно, можно рѣшиться только при полномъ и основательномъ знаніи мѣстныхъ условій и свойствъ запруженной воды. Также и для производства какихъ-либо исправленій въ это время, необходимо знать не только расположеніе шпунтовыхъ рядовъ, основанія и глубину ихъ забивки, но и всѣ подробности устройства закрытыхъ частей сооружения.

Въ разборчатыхъ же водоспускахъ нельзя во время половодья предпринять исправленіе начавшагося поврежденія, такъ какъ вслѣдствіе способа устройства ихъ, мы лишены всякой возможности временно остановить ходъ воды сквозь разъ открытые пролеты. Но зато при этихъ водоспускахъ полы, дно и самые берега за сливными полами менѣе подвержены поврежденіямъ, чѣмъ при постоянныхъ водоспускахъ, потому что вслѣдствіе общаго разлива и подпора низовой воды, а также вслѣдствіе уборки щитовъ и стоекъ, истекающая струя встрѣчаетъ менѣе препятствій и дѣйствуетъ, вслѣдствіе этого, менѣе разрушительно при проходѣ черезъ пролеты водоспуска.

А потому при постоянныхъ водоспускахъ присмотръ за управленіемъ водою во время весенняго вскрытія водъ и вообще половодій гораздо болѣе необходимъ чѣмъ при разборчатыхъ. Этотъ надзоръ долженъ быть какъ днемъ, такъ и ночью, такъ какъ вода можетъ нанести на водоспускъ разные плывущіе предметы и значительные куски, прорвавшіеся сквозь оборонныя линіи. Ударяясь о щитовыя стойки, они ихъ сбиваютъ съ мѣста или повреждаютъ; будучи же задерживаемы постоянными щитовыми стойкамп, они громоздятся около щитовыхъ отверстій, задерживаютъ свободный проходъ воды и могутъ произвести болѣе важныя поврежденія. Въ

разборчатыхъ же водопускахъ, послѣ уборки частей, хотя постоянный надзоръ за ходомъ воды и полезень, по не столь необходимъ какъ при водоспускахъ съ постоянными щитовыми стойками.

Лѣтнія наводненія и причины прорывовъ плотинъ.

Нами уже ранѣе говорено что хотя вообще у насъ весенніе разливы рѣкъ бываютъ самые большіе, но однако случаются лѣтніе паводки, въ особенности вслѣдствіе грозовыхъ ливней и продолжительныхъ дождей, которые не только не уступаютъ по своей высотѣ весеннимъ разливамъ, но превосходятъ ихъ, въ особенности быстротою своего возрастанія. Дѣйствительно, весенніе разливы продолжаются почти всегда одну, двѣ, три недѣли, наступаютъ и слѣдуютъ съ большою постепенностью, лѣтніе же продолжаются однѣ или двое сутокъ и въ это короткое время приносятъ иногда громадное количество воды, такъ что грозовой лѣтній ливень (правда, весьма рѣдко) можетъ дать въ какіе нибудь двое сутокъ слой воды равный и даже превышающій тотъ, который произошелъ бы, въ то же время отъ всего растаяннаго снѣга, выпавшаго въ теченіи всей зимы.

Но таяніе снѣга весною никогда не бываетъ вдругъ, а идетъ постепенно и продолжается сравнительно довольно долго, а это производитъ постепенное, хотя и болѣе продолжительное возвышеніе уровня, такъ что весною высокая вода продолжается дней 5—7, а иногда и болѣе. Проливные же лѣтніе дожди вдругъ поднимаютъ воду, иногда выше весеннихъ разливовъ, но эта высокая вода продолжается однѣ, много двое сутокъ, причемъ огромная масса воды быстро достигаетъ русла рѣки, течетъ нерѣдко валами отъ одного до двухъ аршинъ высотой и можетъ производить ударъ

на сооруженія. А потому чрезвычайные лѣтніе разливы бываютъ гораздо опаснѣе для гидротехническихъ сооруженій чѣмъ весенніе, которые ожидаются ежегодно, къ нимъ готовятся, принимаютъ разныя предохранительныя мѣры; лѣтніе же разливы наступаютъ быстро и неожиданно.

Не будемъ приводить примѣровъ разрушеній отъ лѣтняго разлива, но выскажемъ нѣсколько весьма важныхъ заключеній.

Во всѣхъ случаяхъ разрушеній можно видѣть, что 1) вода половодья не уменьшалась въ отверстіяхъ водоспуска и вездѣ шла черезъ гребень плотины, слѣдовательно ширина отверстій была недостаточна, 2) разрушеніе одежды низового отнoса-чаще содѣйствовало разрушенію земляного тѣла плотины и 3) подымка щитовъ во всѣхъ случаяхъ требуетъ весьма значительнаго времени, что можно отнести къ небрежному содержанію плотинъ; существуютъ такіе примѣры, что коренныя щиты не поднимались ни разу, не смотря на давность времени существованія плотины.

Г. Гаусманъ замѣчаетъ: „Одинъ изъ главнѣйшихъ недостатковъ при постройкахъ водоспускахъ состоитъ въ томъ, что сложная ширина выпускного отверстія мала и не соображаема съ количествомъ весенняго притока воды. Часто приходилось встрѣчать водоспуски и плотины, при которыхъ, не только весною, но и при лѣтнихъ паводкахъ вода переливалась черезъ гребень плотины“.

По данному вопросу г. Рожковъ высказываетъ слѣдующее: а) ширина вешняковъ въ выпускномъ окнѣ въ 1 или въ $1\frac{1}{4}$ погонныхъ аршинъ на 1 куб. аршинъ расхода воды въ рѣкѣ на меженіи, оказывается безспорно недостаточною и б) что при благопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ ширину выпускнаго окна надобно назначать по крайней мѣрѣ въ $1\frac{3}{4}$ аршина на каждый куб. аршинъ расхода, а при неблагопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ даже въ $2\frac{1}{2}$ аршина.

Къ этимъ выводамъ мы прибавимъ съ своей стороны одно существенное условіе, что выведенныя выше цифры могутъ почитаться вѣрными и служить руководствомъ для опредѣленія ширины выпускныхъ отверстій, пока характеръ бассейна рѣки остается не измѣненнымъ. Но если лѣсистый бассейнъ рѣки, вслѣдствіе вырубки лѣсовъ, обратится въ безлѣсный, тогда эти цифры окажутся недостаточными для безопасности сооруженій.

Хотя отверстіе въ водоспускѣ можетъ быть и достаточно для обыкновенныхъ среднихъ годовъ, но слагаются, хотя и рѣдко, такія метеорологическія явленія, которыя, произведя наводненіе, заставляютъ воду переливаться черезъ гребень плотины. При значительной вообще длинѣ плотинъ, сравнительно съ шириною водоспуска, вода, начиная переливаться черезъ гребень плотины, чаще идетъ по гребню тонкимъ и ровнымъ слоемъ и при этомъ почти никогда не сдѣлаетъ большого вреда плотинѣ. Но если въ гребнѣ оказывается ложбина, то, конечно, вода прежде всего потечетъ по ней и, увеличивая скорость съ глубиною теченія, непремѣнно начнетъ размывать насыпь въ этомъ мѣстѣ и въ самомъ скоромъ времени образуетъ рытвину промоину и наконецъ прорывъ всего пруда, которые предотвратить бываетъ не всегда возможно.

Сколько намъ случалось замѣчать, переливъ воды черезъ плотину производитъ особенную тревогу и суету между рабочими, въ особенности крестьянами, и въ этомъ случаѣ они спѣшатъ сдѣлать въ гребнѣ канаву, чтобы дать легчайшій стокъ воды, но эта канавка обыкновенно превращается въ промоину и прорывъ. Поэтому мы всегда строго запрещали трогать гребень плотины а, только защищали его отъ перелива, чаще же не препятствовали переливу имѣя только наблюденіе, чтобы гребень плотины былъ по возможности ровень и горизонталенъ.

Во время весенняго половодья, когда земля еще не оттаяла, переливъ воды через плотину не может быть столь опасенъ какъ во время лѣтнихъ паводковъ.

Въ случаѣ же когда предвидѣть необходимость воспрепятствовать водѣ переливаться черезъ плотину, то приведемъ здѣсь способъ, употребленный г. *Гаусманомъ* въ его практикѣ.

При весеннемъ вскрытіи воды и при исполнѣ открытыхъ щитахъ водоспуска уровень пруда быстро возвышался и поднялся до обыкновеннаго наибольшаго уровня; но вслѣдствіе особенно дружнаго вскрытія и дождливой погоды, вода въ прудѣ продолжала возвышаться, такъ что переливъ ея черезъ вновь насыпанную плотину очевидно угрожалъ совершеннымъ прорывомъ послѣдней. Новая земляная плотина только что была окончена передъ самымъ вскрытіемъ водъ и по особеннымъ обстоятельствамъ была возведена въ теченіи зимнихъ мѣсяцевъ, при этомъ хотя для устройства ея и была употреблена талая земля, но будучи насыпана при постоянномъ морозѣ и выюгахъ не отличалась особенною устойчивостью. Между тѣмъ размѣры плотины были довольно значительны. Со вскрытіемъ вода начала затоплять передній откосъ плотины, который по мѣрѣ возвышенія воды болѣе и болѣе оплывалъ, самая же насыпь, насыщаясь водою уплотнялась и сильно садилась такъ, что при настоящемъ необыкновенномъ возвышеніи воды переливъ ея черезъ плотину сдѣлался очевиднымъ,

Правда, что въ ожиданіи скорого вскрытія водъ, мы на всякій непредвидѣнный случай, говоритъ г. *Гаусманъ*, заблаговременно распорядились заготовкою неоднократно уже испытанныхъ рогожныхъ кулей, набитыхъ талою землею; кромѣ того на удобномъ возвышенномъ мѣстѣ сняли мерзлый слой земли, для того чтобы имѣть въ запасѣ талую землю, которую не всегда можно добыть во время весен-

няго вскрытія водъ. Не зависимо отъ этого у насъ находились въ распоряженіи еще не употребленныя въ дѣло для выстилки дна за сливнымъ поломъ, фашины, колья, хрящъ и песокъ, а такъ какъ постройка не была вполне окончена, то въ рабочихъ и инструментахъ не нуждались.

Наблюдая за возвышеніемъ воды, мы сначала не могли предвидѣть опасности, тѣмъ болѣе что плотина уже была поднята на 1 аршинъ надъ прежнимъ уровнемъ высокихъ водъ.

Но когда свѣжая насыпь начала опускаться и садиться, то на первыхъ порахъ мы ограничились тѣмъ, — говорить г. *Гаусманъ*, — что подвозили на тачкахъ свѣжую землю и постепенно возвышали верхній гребень плотины, а для того, чтобы эта земля не скатывалась по откосамъ, разложили по лицу верхняго гребня одинъ рядъ фашинъ, прибывая ихъ кольями. Наконецъ, когда вода поднялась до вновь насланнаго ряда фашинъ и начала вымывать землю изъ-подъ послѣднихъ, то подвозку на тачкахъ нужно было прекратить потому, что ширина верхняго гребня замѣтно уменьшилась и сообщеніе по плотинѣ сдѣлалось опаснымъ.

Въ этотъ критическій моментъ мы воспользовались заготовленными кулями и обратили всѣхъ рабочихъ на подноску ихъ и на наполненіе землею еще не набитыхъ. Кули, набитые землею, начали раскладываться по весьма не широкому гребню плотины, покрывая шовъ двухъ лицевыхъ кулей однимъ заднимъ рядомъ, а кули двухъ нижнихъ рядовъ, зажимали кулями верхняго ряда, наблюдая, чтобы всѣ кули ложились не поперекъ, а вдоль насыпи. Наложенные по высотѣ въ два ряда кули подняли плотину по крайней мѣрѣ на $\frac{3}{4}$ аршина и не дали переливаться водѣ, которая вскорѣ затѣмъ перестала возвышаться; но въ теченіе 2 — 3 час. она стояла на одномъ уровнѣ съ нижнимъ рядомъ ку-

лей. Такая остановка въ возвышеніи уровня воды служила вѣрнымъ признакомъ, что весенняя вода достигла наибольшаго своего предѣла и что опасность прорыва миновала.

Каждое небольшое поврежденіе въ гидротехническихъ сооруженіяхъ, распространяясь, можетъ быть причиною прорыва или разрушенія, а это имѣетъ неизбѣжнымъ послѣдствіемъ остановку вододѣйствія на болѣе или менѣе продолжительное время, не говоря уже о необходимости работъ и расходовъ по возобновленію разрушенной постройки. Остановка вододѣйствія, конечно, не составляетъ большой важности при малыхъ гидротехническихъ сооруженіяхъ, но она сопрягается съ значительными неудобствами и совершенно непроизводительными расходами при заведеніяхъ большихъ, съ значительнымъ числомъ рабочихъ. Денежныя затраты, производимыя для предохраненія отъ распространенія поврежденія, всегда бывають не велики, особенно если начавшееся поврежденіе замѣчено и захвачено въ началѣ. Успѣхъ при производимыхъ временныхъ работахъ, для сохраненія сооруженій, слѣдуетъ преимущественно относить къ тому, что своевременно обращалось вниманіе на начинающіяся поврежденія и тотчасъ же принимались соотвѣтственныя мѣры, не давая водѣ времени ихъ распространить и увеличить.

Для выполненія этихъ временныхъ работъ мы постоянно, — говоритъ *Гаусманъ*, — употребляли талую землю, навозъ, хрящеватый песокъ, камень, рогожные кули и фашины, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ доски, бревна, гвозди и желѣзныя оковки. Заготовка и храненіе такихъ матеріаловъ въ небольшомъ запасѣ обыкновенно обходится не дорого, почему нельзя не посовѣтовать принять за правило, при всякомъ болѣе благоустроенномъ вододѣйствующемъ заведеніи, постоянно имѣть въ запасѣ часть этихъ матеріаловъ, кромѣ обыкновенныхъ рабочихъ инструментовъ, какъ-то: топоровъ, багровъ, же-

лѣзныхъ ломовъ, пешней, лопать съ желѣзными наконечниками, тачечныхъ колесъ и т. п. предметовъ.

Что же касается до земли, то лѣтомъ она всегда имѣется подъ рукою, тогда какъ весною добываніе ея представляетъ большія затрудненія, а потому, — говоритъ г. Гаусманъ, — мы обыкновенно передъ вскрытіемъ водъ заблаговременно снимали мерзлый слой земли съ небольшой площадки по близости постройки, собственно для того, чтобы въ случаѣ необходимости легко и скоро можно было получить талую землю.

Со своей стороны мы можемъ прибавить, что снятіе мерзлаго слоя часто представляетъ крупныя неудобства, особенно ввиду того, что подъ мерзлымъ слоемъ чаще всего можетъ находиться песокъ, почему гораздо раціональнѣе и проще извѣстное пространство земли еще съ осени покрыть соломой или навозомъ, которые, въ свою очередь, прикрытые снѣгомъ, предохранять землю отъ промерзанія.

Т ю р б и н ы.

Весьма часто бываетъ что существующее въ извѣстной мѣстности количество воды недостаточно для приведенія въ дѣйствіе какихъ-бы то ни было машинъ, а движущая сила необходимо нужна, вслѣдствіе чего волей-неволей приходится прибѣгать къ помощи вододѣйствующихъ аппаратовъ, которые называются турбинами и которые при маломъ расходѣ воды развиваютъ большую силу. Мы не будемъ здѣсь подробно описывать ихъ устройство, а замѣтимъ лишь, что всѣ горизонтальныя вододѣйствующія колеса, у которыхъ ось вращенія вертикальная, приводятся въ движеніе или ударомъ воды, или давленіемъ воды, или реакціею воды; однимъ вѣсомъ воды непосредственно они не приводятся

въ движеніе. Существуетъ гораздо болѣе 20 различнаго устройства турбинъ, обыкновенно называемыхъ по имени ихъ изобрѣтателей. Всѣ части ихъ дѣлаются металлическими и требуютъ тщательной отдѣлки въ механическихъ мастерскихъ. По отношенію къ устройству плотинъ, для насъ важны существенныя свойства ихъ сравнительно съ вертикальными вододѣйствующими колесами и условія ихъ выгоднѣйшаго употребленія.

Наивыгоднѣйшій ходъ турбины происходитъ при полномъ поднятіи щита, а слѣдовательно и при наибольшемъ расходѣ воды; для уменьшенія же работы нужно уменьшить расходъ воды, для чего опускаютъ щитъ. Но уменьшеніе работы турбины произойдетъ отъ двухъ причинъ: во-первыхъ, отъ уменьшенія расхода, во-вторыхъ, отъ уменьшенія давленія воды, или отъ поглощенія живой силы; а съ этимъ вмѣстѣ уменьшается и количество работы колеса. Это поглощеніе живой силы можно сравнить,—говорить г. *Вейсбахъ*,—съ торможеніемъ колесъ экипажа, которое употребляется въ томъ случаѣ, когда проявляется избытокъ живой силы при спускѣ съ горъ. Поэтому въ вертикальныхъ колесахъ, опусканіе щита удаляетъ отъ нихъ всю излишнюю воду, между тѣмъ какъ въ турбинахъ, отъ опусканія щита, устраняется отъ турбинъ часть воды, а отъ остающейся части воды, поглощается, въ то же время, и нѣкоторая часть работы.

Въ большихъ фабрикахъ и заводахъ, гидравлическіе приемники, т.-е. вертикальныя вододѣйствующія колеса и турбины, обыкновенно помѣщаются внутри самыхъ заводскихъ строеній, относительно теплыхъ, почему онѣ не обмерзаютъ и во время остановки работы. Вода въ такомъ случаѣ проводится и отводится сквозь стѣны зданія въ закрытыхъ водопроводахъ. Въ обыкновенныхъ же сельскихъ мельницахъ очень часто колеса остаются внаружи, ничѣмъ не защищенные отъ холода; почему во время остановки работы про-

сачивающаяся по желобамъ и падающая на нихъ вода, замерзая, образуетъ иногда на нихъ большія массы льда. Обрубка этого льда, передъ началомъ работы, много вредитъ самымъ колесамъ, почему въ болѣе благоустроенныхъ мельницахъ колеса помѣщаются въ особомъ срубѣ, подъ крышею, возводимомъ на *корогодѣ* (т.-е. обвязочныхъ брускахъ на сваяхъ, на которыхъ утверждаются подшипники валовъ) и называемомъ обыкновенно парникомъ. Достаточно бываетъ этого прикрытія, чтобы колеса не обмерзали.

Какъ наилучшую и болѣе распространенную въ настоящее время турбину, мы можемъ рекомендовать таковую, извѣстную въ продажѣ подъ названіемъ „Геркулесъ“, изобрѣтенную въ Америкѣ.

Эта турбина получила широкое распространеніе повсюду и имѣется въ продажѣ у насъ въ Россіи—въ Москвѣ, Петербургѣ и другихъ значительныхъ городахъ.

Подробныя объясненія по установкѣ турбины даетъ каждая фирма, гдѣ турбина будетъ приобрѣтена.

Вѣсь удѣльный и кубическаго фута, въ пудахъ разной земли.

Названіе земли.	Удѣльный вѣсъ. отъ — до.	Вѣсъ кубическаго фута въ пудахъ. отъ — до.
Глина фарфоровая, лѣпная, ва- ляльная	1,80—2,63	3,11—4,55
Глина обыкновенная	1,52—2,85	2,63—4,93
Глинистая земля	1,50—1,90	2,60—3,28
Глинистая земля, смѣшанная съ камешками	2,00—2,29	3,50—3,96
Гравій	1,37—1,49	2,37—2,58
Гравистая земля	1,40	2,42
Иль	1,64	2,83
Мергель	1,57—1,64	2,71—2,83
Обыкновенная земля	1,36—2,40	2,35—4,15
Песокъ мелкій сухой	1,40—1,64	2,42—2,83
Песокъ мелкій мокрый, влажный .	1,90—1,95	3,28—3,37
Песокъ крупный	1,37—1,49	2,37—2,58
Песокъ землистый	1,70	2,94
Растительная земля	1,21—1,40	2,09—2,42
Черноземъ	0,83—0,86	1,43—1,49
Торфъ сухой	0,51	0,88
Торфъ влажный	0,79	1,37

Мѣры и вѣсы.

1 саж. = 7 фут. = 84 дюйм. = 840 линіямъ.

1 саж. = 3 арш. = 48 вершкамъ.

1 арш. = 4 четверт. = 16 верш. = $2\frac{1}{3}$ фут. = 28 дюймамъ.

1 футъ = 12 дюйм. = 120 линіямъ = $\frac{3}{7}$ арш. (0,42857) = 6,86 вершкамъ.

1 вершокъ = $1\frac{3}{4}$ дюйм.; 1 дюйм. = $\frac{4}{7}$ вершка.

1 футъ = 0,30299 метр.; 1 сантиметръ = 0,22498 верш. = 0,39371 дюймамъ.

1 вершокъ = 3,02092 сантиметровъ; 1 дюймъ = 2,969 сантиметровъ.

1 кв. саж. = 9 кв. арш. = 2304 кв. вершк. 49 кв. фут. = 7056 кв. дюймъ.

1 кв. арш. = 256 кв. вершк. = $5\frac{4}{9}$ кв. фут. = 384 кв. дюймъ.

1 кв. фут. = 144 кв. дюйм. = 0,18367 кв. арш. 47,0204 кв. вершковъ.

1 кв. дюйм. = 100 кв. линіи = 0,3265 кв. вершк.

1 кв. верш. = 3,06 кв. дюйм.

1 куб. саж. = 27 куб. арш. = 343 куб. фут. = 110592 куб. вершк. = 592704 куб. дюйм.

1 куб. арш. = 4096 куб. вершк. = 12,7037 куб. фут. = 21952 куб. дюйм.

1 куб. фут. = 1728 куб. дюйм. = 0,787172 куб. арш. = 322,425 куб. вершк.

1 метръ = 0,4687 саж. = 3,2809 фут. = 39,3708 дюйм. = 1,4061 арш. = 22,4976 вершк.

1 кв. метръ = 0,21968 кв. саж. = 10,7643 кв. фут. = 1550,06 кв. дюйм. = 1,97712 кв. арш. = 506,143 кв. верш.

1 куб. метръ = 0,102964 куб. саж. = 35,3166 куб.

фут. = 61027,1 куб. дюйм. = 2,78002 куб. арш. = 11386,98 куб. вершк.

1 ведро = 0,434356 куб. фут. = 750,568 куб. дюйм.;
1 четверик = $2\frac{2}{13}$ ведра = 0,9266 куб. фут.

Ведро содержит въ себѣ 30 фунтовъ чистой (перегнанной) воды, при $13\frac{1}{2}^0$ R., взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ. Фунтъ равенъ въсу 25,0189 куб. дюйм. перегнанной воды при $13\frac{1}{2}^0$ R., взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ. 1 пуд = 40 фун.; 1 фунт. = 0,40952 килограм.; 1 килограм. = 2,4419 фунтамъ.

Ранѣе мы изложили уже общія правила для устройства плотинъ и водоспусковъ по указаніямъ Гг. Неелова, Гаусмана и другихъ и PROVЪреннымъ опытомъ. Но, несмотря на это, что строительное искусство даетъ общія правила для устройства створчатыхъ плотинъ, эти плотины, въ зависимости отъ измѣненій мѣстныхъ условій и климата, устраиваются весьма не одинаково.

Ввиду этого мы приведемъ здѣсь описаніе устройства нѣкоторыхъ существующихъ уже и заслуживающихъ въ строительномъ отношеніи вниманія створчатыхъ плотинъ. Больше всего этого рода плотины распространены у насъ на Уралѣ, гдѣ онѣ строятся съ давнихъ поръ, и гдѣ, слѣдовательно, было время ихъ усовершенствовать. При томъ на Уралѣ плотины возведены въ большихъ размѣрахъ, иногда болѣе версты длиною и образуютъ за собою пруды съ поверхностью до 60 кв. верстъ.

Устройство плотинъ на Уральскихъ горныхъ заводахъ вообще. Мы заимствуемъ это описаніе изъ статей г. Рожкова въ „Горномъ журналѣ“, въ которыхъ излагается это устройство вообще въ различныхъ горныхъ округахъ и заводахъ, и изъ статьи г. Нейберга „О постройкѣ плотинъ и прорѣзовъ въ Гороблагодатскомъ округѣ“, которая въ техническомъ отношеніи изложена полиѣе и обстоятельнѣе. По

мнѣнію г. *Рожкова*, способъ постройки плотинъ на Уральскихъ горныхъ заводахъ заимствованъ изъ сѣверной Германіи, такъ какъ типъ этихъ створчатыхъ плотинъ совершенно сходенъ съ типомъ германскихъ, описанныхъ *Гагеномъ* въ его сочиненіи „Wasserbaukunst“. Поводомъ къ предпочтенію деревянной постройки плотинъ, въ сравненіи съ каменною, по его мнѣнію, служила дороговизна каменнаго матеріала въ этихъ мѣстахъ и обиліе лѣса; а потому при заложеніи горныхъ заводовъ на Уралѣ, какъ весьма богатымъ въ то время лѣсомъ отличнаго качества, не могло быть и рѣчи о постройкѣ плотинъ и водоспусковъ каменныхъ. Почти безъ малѣйшаго отступленія отъ германскаго образца, построены были, въ первыхъ годахъ прошлаго столѣтія, плотины на нѣкоторыхъ заводахъ нынѣшняго Екатеринбургскаго округа генералъ-маіоромъ *де-Геннингомъ*. Въ 1723 г. построена плотина въ городѣ Екатеринбургѣ; прежде еще устроены были имъ-же двѣ плотины при заводахъ Уктусскомъ и Пышминскомъ. Въ 1724 г. сдѣланъ проектъ на построеніе плотины нынѣшняго Верхъ-Иссетскаго завода; она должна была служить, какъ запасная, или вспомогательная, для дѣйствія Екатеринбургскаго завода. Ранѣе этого времени построены плотины, по тому же образцу, въ заводахъ Невьянскомъ, Алапаевскомъ, Каменскомъ и другихъ.

Г. *Рожковъ* слѣдующимъ образомъ очерчиваетъ общій характеръ горнозаводскихъ Уральскихъ плотинъ.

Плотины, устроенныя на всѣхъ нашихъ горныхъ заводахъ для образованія движущей силы, потребной на дѣйствіе заводскихъ машинъ, имѣютъ размѣръ въ ширину отъ 12 до 20 погон. саж. вверху (въ гребнѣ) и отъ 22 до 30 саж. внизу (въ основаніи) и въ длину простираются отъ 100 до 400 погон. саж. Онѣ состоятъ, всѣ безъ исключенія, изъ глиняной затолочки (земляной насыпи), обложенной по обо-

имъ откосамъ или камнемъ, или дерномъ, и скопляютъ столбъ воды отъ 12 до 15 аршинъ, образуя пруды нерѣдко огромнѣйшихъ размѣровъ. Для пропуска воды на заводское дѣйствіе, а равно и для выпуска оной во время водополей, какъ излишней, сдѣланы въ тѣлѣ плотины (глиняной затолочкѣ, т.-е. земляной насыпи) прорѣзы различныхъ размѣровъ, смотря по надобности, сообразуясь со свойствами запруженной рѣки и окружающей мѣстности. *Порогъ* во всѣхъ прорѣзахъ (называемый иначе мертвымъ брусомъ) заложенъ ближе къ дну русла, чѣмъ къ вершинѣ плотинъ; онъ раздѣляетъ весь скопленный ими столбъ воды на двѣ неравныя половины: верхняя, высотой отъ 7 до 10 аршинъ, назначена для живой, т.-е. дѣйствующей воды, а нижняя, отъ 3 до 5 аршинъ, для мертвой воды, не идущей на дѣйствіе. Такое глубокое заложеніе порога въ прорѣзахъ, рабочихъ и весеннихъ, требующее много и значительныхъ размѣровъ лѣса, и придающее всей постройкѣ очень тяжелый видъ, проистекаетъ вслѣдствіе той необходимости, что заводскіе пруды не только поднимаютъ уровень воды въ рѣкахъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ служатъ запасными бассейнами на зимнее время, когда количество воды въ рѣкахъ, отъ промерзанія болотъ, ключей и другихъ источниковъ, питающихъ оныя, значительно уменьшается или даже и вовсе прекращается.

Такъ какъ поверхности прудовъ нерѣдко весьма огромны, то 2 или 3 аршина запасенной такимъ образомъ воды (т.-е. слоя толщиной 2—3 арш.) даютъ возможность дѣйствовать заводу 2 даже 3 мѣсяца,—обстоятельство весьма важное въ заводскомъ хозяйствѣ.

Запруженные (на Уралѣ) рѣки принадлежатъ къ роду горныхъ потоковъ, хотя съ довольно умѣреннымъ природнымъ уклономъ русла, за небольшими исключеніями. Источниками для нихъ служатъ ключи, болота и озера, расположенные

между горами. *Расходъ* воды въ рѣкахъ (на которыхъ построены заводы) простирается, во время меженного или нормального стоянія ихъ, отъ 100 до 400 куб. фут. въ секунду, и средняя скорость теченія—отъ 3 до 8 фут. въ секунду. Конечно, есть рѣки, какъ, напр., Юрезань, гдѣ расходъ во время межени простирается до 700 куб. фут., а средняя скорость отъ 10 до 12 футовъ въ 1". Заводскія рѣки съ расходомъ въ 250 куб. фут. считаются уже довольно значительными; съ расходомъ въ 400 куб. фут. очень большими. Юрезань, съ своимъ нормальнымъ расходомъ въ 700 куб. фут., принадлежитъ къ судоходнымъ рѣкамъ. Во время зимы, когда промерзаютъ питающіе источники, заводскія рѣки уменьшаются и расходъ ихъ нисходитъ на 20% противъ нормального стоянія, а нерѣдко и того ниже. Упадокъ этотъ начинается въ концѣ ноября, а въ февралѣ мѣсяцъ воды едва достаетъ на самыя необходимыя производства. Весною, отъ таянія снѣговъ, выработанная изъ прудовъ вода вознаграждается снова.

Средній столбъ воды, скопляемый плотинами и соотвѣтствующій стоянію рѣки на межени, простирается до 12 аршинъ (28 футовъ) и эту цифру можно принять общео почти для всѣхъ заводовъ. Существующія заводскія гидравлическія устройства (плотины съ прорѣзами, водопроводными и отводными каналами) могутъ развить рабочую силу отъ 200 до 900 паровыхъ лошадей каждую секунду, а именно:

При расходѣ воды въ 150 куб. фут. работа=240 паров. лошадей.

"	"	"	"	200	"	"	"	=320	"	"
"	"	"	"	250	"	"	"	=400	"	"
"	"	"	"	500	"	"	"	=800	"	"

Во время наивысшаго уровня въ 15 арш. высотой, работа можетъ дойти до 1300 паровыхъ лошадей.

Вообще Уральскія горнрзаводскія построенія, служащія для образованія запаса рабочей воды, по громадности своихъ

размѣровъ, равно какъ и по своеобразности постройки и огромному запасу работы, свойственны только нашимъ горнымъ заводамъ; въ другихъ странахъ гидравлическія системы для рабочей воды соображены совсѣмъ иначе и на другихъ основаніяхъ, какъ мы видѣли въ ст. 8 первой части.

Выборъ водяного двигателя на заводахъ, начиная съ самаго учрежденія ихъ, по всей справедливости должно отнести къ числу самыхъ удачныхъ. Если бы въ началѣ учрежденія горнозаводской промышленности у насъ были введены паровыя машины, то лѣса наши, столько необходимые (въ формѣ дровъ и угля) для техническихъ производствъ, ужь, конечно, были бы въ другомъ положеніи, чѣмъ въ какомъ они находятся теперь: вода, замѣнивъ паръ, сохранила намъ лѣса. И въ настоящее время, съ развитіемъ и расширеніемъ производительности заводовъ, намъ ничего не остается дѣлать. говоритъ г. *Рожковъ*,—какъ развивать этотъ дешевый двигатель и пользоваться имъ наивыгоднѣйшимъ образомъ при пособіи опыта и науки.

Мы уже прежде говорили о профилѣ Уральскихъ плотинъ. Ширина ихъ въ верхнемъ гребнѣ простирается отъ 10 до 16 и даже до 20 сажень; высота плотины, отъ основанія до вершины гребня, бываетъ отъ 35 до 45 футовъ. Такъ какъ у большинства плотинъ какъ верховой, такъ и низовой откосы образуются изъ ряжей, то откосы эти дѣлаются вообще крутыми, а именно основаніе верхового откоса дѣлаютъ въ $\frac{1}{10}$ противъ высоты, а низового въ $\frac{1}{3}$, или заложеніе верхового до $3\frac{1}{2}$ фут. и низового до 7 футовъ. А потому профиль Уральскихъ плотинъ имѣетъ видъ трапеціи, весьма близко подходящей къ прямоугольнику.

Сохранившіяся въ архивахъ лѣтописи доказываютъ,—говоритъ г. *Рожковъ*,—что первыя плотины на Уралѣ имѣли иные размѣры, какъ въ толщину, такъ и въ высоту; эти размѣры были гораздо менѣе нынѣ существующихъ. Не только

лѣтописи, но и перестройка старыхъ прорѣзовъ (водоспусковъ), пришедшихъ въ ветхость, также убѣждаютъ въ этомъ; при этихъ перестройкахъ замѣчено, что плотины подняты отъ 3 до 6 аршинъ выше первоначальнаго плана, а въ толщину увеличены до 12 аршинъ; это видно по первоначальнымъ планамъ плотинъ, по которымъ толщина ихъ простиралась отъ 7 до 9 сажень въ земляномъ тѣлѣ, и до 14 сажень въ водоспускахъ, такъ что верховье прорѣзовъ было окружено землею присыпкою, отчего прудовая сторона имѣла видъ ломаной линіи. Прибавленіе толщины замѣтно также по прежнимъ шпунтовымъ сваямъ, по насыпи земли и по всѣмъ вообще искусственнымъ укрѣпленіямъ. Въ нѣкоторыхъ плотинахъ увеличеніе размѣровъ профиля сдѣлано въ два періода времени, вѣроятно, при значительныхъ исправленіяхъ водоспусковъ, въ чемъ можно убѣдиться даже разнородностью слоевъ земли, употребленной на забивку ряжей.

Заводскія лѣтописи доказываютъ также, что первоначально устроенныя плотины служили не долго и по прошествіи весьма короткаго времени своего существованія требовали большихъ исправленій. Увеличеніе размѣровъ профиля г. *Рожковъ* объясняетъ: 1) постепеннымъ развитіемъ горнозаводскаго производства, которое потребовало впоследствии болѣе значительнаго запаса движущей силы; 2) тѣмъ, что рѣки, на которыхъ заложены здѣсь заводы, суть горныя и быстрыя, производящія большіе разливы весною, отъ таянія снѣговъ и почвы, а лѣтомъ отъ проливныхъ дождей; 3) что при построеніи первыхъ плотинъ, исполнительныя работы вѣроятно, не всегда были ведены отчетливо, и, наконецъ, 4) холодный климатъ Урала могъ оказывать свое вредное вліяніе на сооруженіе, разрушая части плотины, не защищенныя отъ промерзанія. Этой послѣдней причинѣ онъ приписываетъ важное вліяніе, такъ какъ зима на Уралѣ продол-

жается ровно полгода и земля промерзаетъ на глубину отъ 3 до 4¹/₂ аршинъ, какъ доказываетъ опытъ.

Такъ какъ на Уральскихъ заводахъ нѣкоторыя части плотинъ носятъ мѣстныя названія, то для ясности описанія этихъ плотинъ какъ г. *Рожковымъ*, такъ и г. *Нейбергомъ*, приведемъ теперь-же нѣкоторыя изъ этихъ названій, которыя въ остальной „Россіи“ большею частію не употребляются. Слово „водоспускъ“ не употребляется на Уралѣ и его замѣняютъ словомъ—*прортъ*, и говорятъ весенній, или *вешняжный прортъ* и *рабочій прортъ*. Весь рядъ щитовыхъ стоекъ, между стѣнами отверстія водоспуска, называютъ *стекловымъ рядомъ*. Продолженіе стеклового ряда въ ту и другую стороны тѣла плотины на нѣкоторое протяженіе и состоящаго изъ стоекъ, обитыхъ досками, называютъ *открылками*. Все пространство надъ понурнымъ поломъ водоспуска, ограниченное стекловымъ рядомъ и боковыми стѣнами, или обращенное къ пруду, называется *водянымъ дворомъ*; пространство же по другую сторону стеклового ряда и между стѣнами отверстія водоспуска, или находящееся надъ сливнымъ поломъ, называется *стекловымъ дворомъ*, или просто *стекломъ*. Всякая ряжевая рубка, употребляемая въ частяхъ водоспуска, носитъ названіе *свинокъ*. Ряжи, служащіе иногда основаніемъ понурному и сливному поламъ (на Уралѣ *мостамъ*), называются *мертвыми свинками*. Ряжевые косорубы, ограничивающіе собою входное отверстіе водоспуска, называются *передними* или *открылочными свинками*, а ряжи, образующіе стѣны отверстія водоспуска вдоль сливныхъ половъ и ограничивающіе собою выходное отверстіе, называются *крѣпостными свинками*. Крѣпостныя свинки начинаются отъ самыхъ открылковъ и оканчиваются у входа отверстія; открылочные же свинки, начинаясь отъ входа въ отверстіе водоспуска, или отъ начала понурнаго моста, не доходятъ на нѣкоторое разстояніе до открылковъ,

или стеклового ряда; пространство между ними и открылками называется вообще *мяготью*, какъ набиваемое чистою глиною, а стѣны отверстія, на протяженіи мяготи, образуются стоечной системой, тогда какъ въ остальныхъ частяхъ прорѣза онѣ ряжевыя. Мѣстныя названія болѣе мелкихъ частей мы приведемъ при самомъ описаніи устройства плотинъ и водоспусковъ.

При слабомъ или песчаномъ грунтѣ, основаніе для тѣла земляной насыпи плотины образуютъ вообще на Уральскихъ плотинахъ слѣдующимъ образомъ: сначала, на всемъ пространствѣ, которое должна занять собою плотина, обнажаютъ грунтъ отъ растительной верховой земли, затѣмъ вдоль всей плотины вырываютъ два рва, глубиною въ 1 аршинъ и шириною отъ $1\frac{1}{2}$ до 3 аршинъ, изъ которыхъ одинъ ровъ проводится около середины ширины плотины, по линіи стеклового ряда, а другой ровъ у самой подошвы верхового откоса плотины. Во рвахъ забиваютъ шпунтовые ряды (на Уралѣ говорятъ — шпунтовый тынь) во всю длину плотины, прислоня рядъ къ прудовой стѣнѣ рва, и, по набивкѣ рядовъ, пустое пространство рва по обѣ стороны шпунтоваго ряда набиваютъ плотно чистою, сухою глиной*). Первый шпунтовый рядъ служить въ прорѣзѣ основаніемъ для *мертвого порога* и стеклового ряда и называется *кореннымъ*, а второй называется *прудовымъ* или *верховымъ*. Оба ряда проводятся параллельно между собою. Эта искусственная преграда изъ двухъ искусственныхъ рядовъ, по мнѣнію г. *Рожкова*, вполне предохраняетъ основаніе плотины отъ прожиманія воды.

Для тѣла плотины лучшей землей на Уралѣ также счи-

*) Только при каменистомъ грунтѣ, чтобы снять съ него весь наносъ, вырываютъ у прудового края ровъ, шириною и глубиною отъ 3 до 4-хъ аршинъ, который набиваютъ глиной, такъ какъ забивка шпунтового тына въ каменистый грунтъ невозможна.

таютъ суглей. Дальнѣйшая работа состоитъ изъ вывода одного или двухъ ряжей въ откосахъ плотины, которые описаны нами выше. Наружная стѣна ряжа обращеннаго къ водѣ пруда ставится или на гребень прудового тына, или плотно примыкаетъ къ нему. Стѣны этихъ ряжей опираются на круглыя сваи, вбиваемыя на разстояніи 3-хъ аршинъ свая отъ сваи. Ряжи набиваются внутри глиною и землею, какъ уже сказано выше; и между ними производится насыпка тѣла плотины по-слоино, съ возможно сильнымъ и равномернымъ утрамбованіемъ слоевъ.

Грудь плотины,—говорить г. *Рожковъ*,—по всей своей поверхности подвержена давленію водянаго столба, и иногда очень значительному, напр., около одной атмосферы, а въ верхнихъ слояхъ подвержена и ударамъ воды во время волненія. Единственно для предохраненія отъ разрушительнаго дѣйствія приведенныхъ причинъ выводятъ ряжъ по всему протяженію плотины и притомъ отъ основанія до самой вершины. По окончаніи вывода тѣла плотины, закладываютъ верховой откосъ; для этого, начиная съ половины высоты прудового ряжа, или прудового откоса, набрасываютъ чистую глину и трамбуютъ ее такъ-же плотно, какъ и въ тѣлѣ плотины, причемъ откосъ изъ нея дѣлаютъ одинокимъ. На этотъ откосъ изъ глины набрасываютъ слой изъ гравія или шлака *), перемѣшивая этотъ матеріалъ съ пескомъ, и ведутъ этотъ слой, начиная отъ самой вершины плотины по всему глиняному откосу до дна пруда. Слой этотъ защищаетъ тѣло плотины отъ ударовъ волнъ и, состоя изъ не промерзающаго матеріала, предохраняетъ отъ промерзанія и тѣло плотины.

*) Шлаками называютъ куски стекловидной массы, получающейся при выплавкѣ чугуна изъ рудъ въ доменныхъ печахъ, вслѣдствіе прибавленія къ рудамъ горнокаменныхъ породъ легкоплавкихъ, называемыхъ *флюссами*.

Иногда вмѣсто ряжевыхъ откосовъ, одѣваютъ эти откосы на Уралѣ каменною одеждою, въ особенности низовой откосъ, которому въ этомъ случаѣ придаютъ самый малый уклонъ, т.-е. дѣлаютъ каменную одежду подпорной стѣнкой, чтобы только предохранить землю отъ обсыпанія. Со стороны же воды, вмѣсто ряжа, обкладываютъ всю грудь плотины слоемъ камня на гидравлическомъ растворѣ; этотъ слой каменной одежды идетъ отъ самаго верхняго гребня, гдѣ толщина его въ одинъ аршинъ, по мѣрѣ же углубленія, или къ низу, толщина слоя увеличивается и въ пять, упирающейся въ прудовой шпунтовый тынъ, достигаетъ до 2-хъ аршинъ толщины.

То описаніе, которое мы только что привели, не отличается особенною полнотою, почему будетъ не бесполезно изложить устройство плотинъ въ Гороблагодатскомъ округѣ, придерживаясь описанію работъ г. *Нейберга*, какъ болѣе подробному. Конечно, и въ томъ и другомъ описаніяхъ будутъ неизбѣжныя повторенія, но для ясности, мы рѣшили не соединять этихъ описаній въ одно цѣлое.

На избранномъ мѣстѣ для устройства плотины пробиваютъ вѣхами и кольями линіи направленія плотины, отъ одного берега до другого, потомъ, отмѣривъ ширину плотины (въ подошвѣ), пробиваютъ вторую линію и кольями означаютъ мѣста для прорѣзовъ. На всемъ пространствѣ между двумя первыми линіями снимаютъ дернъ и на всемъ протяженіи плотины вырывается канава, глубиною отъ 2—2½ саженой и шириною отъ 5—8 саженой, съ откачкою при этомъ изъ нея воды. Въ срединѣ канавы, во всю ея длину, забивается тынъ изъ шпунтовыхъ свай и все пространство канавы по обѣ стороны шпунтоваго ряда, затрамбовывается плотно чистою, всякою глиною, чрезъ что основаніе плотины дѣлается непроницаемымъ для воды.

Лучшими землями для насыпки плотины, набивки подъ полами и забивки свинокъ, считаются глина и суглинокъ.

Послѣ такого устройства основанія, приступаютъ прежде всего къ работамъ прорѣзовъ, а затѣмъ уже къ образованію насыпи тѣла плотины. Или впереди прорѣзовъ, или подъ серединою переднихъ свинокъ, бьется шпунтовый тынъ изъ досокъ, препятствующій водѣ подъ самые прорѣзы. Для этого тына употребляются доски, называемыя *ларевыми*, толщиною въ три вершка, шириною отъ 5—5½ вершковъ и длиною отъ 3 до 5 сажений, смотря по глубинѣ залеганія материка. Какъ шпунтъ, такъ и гребень дѣлаются прямоугольные, шириною въ 1 вершокъ и глубиною въ 1¼ вершка. Шпунтъ дѣлается въ станкѣ или жомахъ, инструментомъ, называемымъ шпунтовникомъ.

Тѣсъ и доски, какъ для тына, такъ и вообще для устройства прорѣзовъ, употребляютъ листовичный или сосновый; еловый и пихтовый не имѣютъ прочности двухъ первыхъ породъ. Досчатые сваи заостряются съ двухъ сторонъ, на концы свай надѣваются башмаки изъ котельнаго желѣза, прибиваемые къ сваѣ каждый шестью трехъ-вершковыми гвоздями. Забивка шпунтоваго тына производится между двумя рамами, изъ которыхъ одна рама обхватываетъ доску у земли, а другая на высотѣ одной сажени отъ первой рамы. Каждая свая забивается отдѣльно, обыкновеннымъ ручнымъ копромъ и бабою вѣсомъ отъ 30 до 40 пудовъ. По забивкѣ всѣхъ шпунтовыхъ свай верхи ихъ выравниваются подъ ватерпасъ и на нихъ зарубается къ верху суживающійся гребень, до 1½ вершковъ шириною и до 3 вершковъ высотой.

Круглыя сваи забиваютъ подъ всѣ деревянные части прорѣзовъ, какъ-то: подъ переднія и заднія свинки и подъ лежни понурнаго и сливнаго мостовъ. Подъ каждую изъ переднихъ свинокъ бьются сваи, во-первыхъ, подъ углы, и

во-вторыхъ, подъ середину каждой стѣны свинокъ. Подъ каждую переднюю свинку забивается 9 круглыхъ свай, когда шпунтовый тынъ проходитъ подъ ихъ серединой, и 13 свай, когда онъ проходитъ впереди прорѣза. Подъ заднія свинки сваи бьются также подъ углы и середины стѣнъ, но подъ каждой задней свинкой будетъ 17 свай. потому что заднія свинки семи-стѣнные, а переднія только пяти-стѣнные. Подъ лежни понурнаго и сливнаго половъ сваи бьются въ разстояніи одна отъ другой на сажень во всѣ стороны. Бревна на круглыя сваи подъ прорѣзы берутся въ 6 и 7 вершковъ толщиною; длина же ихъ зависитъ отъ глубины твердаго слоя, до котораго онѣ должны быть вбиты. На назначенной высотѣ сваи срѣзаются подъ ватерпасъ и на концахъ всѣхъ свай зарубаются шипы.

На круглыхъ сваяхъ прежде всего рубятся основныя, или мертвыя свинки, т.-е. срубы, на которыхъ основывается сливной полъ въ прорѣзѣ и которому они служатъ фундаментомъ. Мертвыя свинки проходятъ подъ сливнымъ поломъ въ двухъ мѣстахъ и, служа основаніемъ концамъ сливнаго пола, служатъ вмѣстѣ и основаніемъ передней и задней крѣпостнымъ свинкамъ. Въ настоящее время мертвыя свинки рубятся вверхъ въ два, три и большее въ 4 вѣнца, а прежде рубились вѣнцовъ въ 10, 11 и болѣе. Рубка ихъ производится въ лапу и шпунтъ изъ бревенъ отъ 6 до 7 вершк. толщиною. Нижніе вѣнцы свинокъ гиѣздами кладутся на шипы круглыхъ свай. Всѣ углы мертвыхъ свинокъ отесываются съ обѣихъ сторонъ, для плотнаго утрамбованія около нихъ глины.

Понурный и сливной мосты дѣлаются двойные, т.-е. въ два ряда досокъ. Лежни подъ нижніе мосты, понурный и сливной, кладутся гиѣздами на шипы круглыхъ свай, поперекъ прорѣза, а концами своими врубаются въ лапу въ стѣны переднихъ и крѣпостныхъ свинокъ; причемъ концы

лежней врубленные въ свинки пропускаются во внутрь этихъ послѣднихъ вершковъ на 12, чтобы лежни не могли выдвинуться изъ свинокъ. Лежни кладутся такимъ образомъ, чтобы насланный на нихъ полъ имѣлъ надлежащій уклонъ, причемъ верхъ лежней отесывается по этому уклону, а въ поперечномъ направленіи по ватерпасу.

Первый шпунтовый тынъ, какъ уже видѣли, пробивается во всю длину плотины по линіи начала понурнаго пола, другой шпунтовый тынъ, называемый *основнымъ* (кореннымъ), пробивается параллельно первому у другого конца понурнаго пола у самыхъ переднихъ крѣпостныхъ свинокъ (фиг. 31). Этотъ шпунтовый рядъ пробивается для того, что еслибы вода прожалась подъ понурный мостъ, то этотъ тынъ воспрепятствуетъ ей пройти подъ сливной полъ. Длина этого тына равна всей ширинѣ прорѣза вмѣстѣ съ свинками, такъ какъ онъ бьется отъ наружной стороны одной изъ переднихъ крѣпостныхъ свинокъ до наружной же стороны другой противоположной передней крѣпостной свинки. Этотъ шпунтовый тынъ дѣлается также изъ ларевыхъ досокъ и по забивкѣ на немъ задѣляется сѣуживающійся кверху гребень, на который насаживается мертвый брусъ. Брусъ этотъ составляется изъ двухъ брусевъ, изъ нихъ нижній называется собственно *мертвымъ брусомъ*, а верхній *подпорож-нымъ*. Въ мертвомъ брусѣ снизу дѣлается шпунтъ, или пазъ, по формѣ гребня, а сверху гребень, входящій въ пазъ подпорожнаго бруса. Ширина шпунта въ подпорожномъ брусѣ до 2¹/₂ вершк., а въ мертвомъ до 3-хъ вершковъ. Нижнія кромки мертваго бруса отесываются для удобнаго набиванія подъ него глины, а выемки между обоими брусьями служатъ для втопленія въ нихъ концовъ досокъ понурнаго и сливнаго половъ. Какъ мертвый брусъ, такъ и подпорожный кладутся на гребни на просмоленной кошмѣ (войлокѣ). Оба бруса соединяются еще желѣзными шпильями; для нихъ

пробуравливаются дыры въ разстояніи 2 аршинъ одна отъ другой; головки шпилей обвертываются смоленнымъ сукномъ, и шпиль забиваются ручными бабами въ одинъ пріемъ. Длина шпилей дѣлается такою, что они, проходя насквозь оба бруса, входятъ еще вершка на 4 или на 5 въ шпунтовый тынъ.

Мертвый и подпорожный брусъ, по длинѣ, составляются каждый изъ трехъ брусевъ, которые между собою соединяются стычнымъ шипомъ въ проушину; стыки брусевъ должны приходиться въ мяготи, а не подъ стекломъ рядомъ, гдѣ брусъ долженъ быть цѣльный. Въ стыкахъ брусевъ прокладывается смоленая кошма. Средніе брусъ, т.-е. подъ стекловымъ рядомъ, дѣлаются толщиною въ 14 и 15 вершковъ, а крайніе, въ мяготи, въ 10 и 12 вершковъ. Брусъ на шпунтовомъ тынѣ впереди понурнаго пола приготовляются и укладываются такимъ же образомъ; имъ даютъ меньшую толщину, отъ 10 до 11 вершковъ; ихъ также два бруса; они извѣстны подъ названіемъ *безыменныхъ брусевъ*.

Попутно съ вышеописанными работами производится и рубка переднихъ, или открывочныхъ, и заднихъ, или крѣпостныхъ свинокъ. Рубка свинокъ производится изъ бревенъ толщиною 6 — 7 вершковъ, въ лапу и пазъ, обтесывая при томъ всѣ углы и тѣ стороны, къ которымъ становятся мяготныя, или обшивочныя, стойки. Обтеска сторонъ и угловъ у свинокъ дѣлается для болѣе плотной и удобной забивки глины между стѣнами ихъ и обшивкою.

По ширинѣ плотины свинки располагаются симметрически, по обѣ стороны выпускнаго отверстія, причемъ разсвѣтъ между передними свинками, для образованія входной воронки, дѣлается на $\frac{1}{3}$ болѣе ширины прохода воды между коренными стойками. Промежутокъ между передними и задними свинками, по ширинѣ плотины, или пространство, называемое мяготью, оставляется не менѣе 2 сажень и набивается лучшею глиною, для воспрепятствованія малѣйшей течи воды

къ заднимъ свинкамъ, если бы она какъ нибудь и прошла по пазамъ переднихъ свинокъ. Какъ уже сказали выше, переднія свинки пяти-стѣнные, а заднія семи-стѣнные. Три продольныя стѣны (т.-е. направленныя вдоль плотины) въ каждой изъ переднихъ свинокъ параллельны между собою и общему направленію плотины, внѣшняя, поперечная, къ нимъ перпендикулярна, а пятая, внутренняя поперечная, вслѣдствіе разсѣта, не составляетъ съ продольными прямого угла. Стѣны переднихъ свинокъ, обращенныя къ прудовой водѣ, рубятся не вертикально, а съ откосомъ, давая основанію $1\frac{1}{2}$ аршина на каждыя 3 сажени высоты, т.-е. дѣлая откосъ въ $\frac{1}{6}$. Длина переднихъ свинокъ, въ зависимости отъ ширины самой плотины, дѣлается отъ 5 до 10 сажень; ширина прудовой стѣны бываетъ отъ 8 до 12 аршинъ, а ширина стѣны, обращенной къ мяготи, на $\frac{1}{6}$ часть длиннѣе. Высота вырубki свинокъ зависитъ отъ высоты земляной насыпи плотины, съ которою онѣ выводятся наравнѣ. Перерубъ, или пятую стѣну въ этихъ свинкахъ, дѣлають иногда по срединѣ ихъ, а иногда нѣсколько ближе къ прудовой стѣнѣ (короткой).

По мѣрѣ возвышенія рубки свинокъ, слѣдуетъ затрамбовка ихъ глиною, а вмѣстѣ и насыпка землянаго тѣла плотины между прорѣзами и берегами, оставляя лишь мѣсто теченія рѣки, если не сдѣлано отвода ея теченія. Концы насыпи плотины врѣзываются въ берега на протяженіи отъ 3 до 5 сажень, чтобы между плотиною и берегомъ не могла просачиваться вода. Глина и суглей для насыпки плотины подвозятся, или на лошадяхъ въ телѣгахъ, или въ тачкахъ людьми, или приносятся на носилкахъ и разбрасываются равномерно. Для утрамбованія насыпаемой земли, на каждую квадратную сажень плотины ставится 5 до 8 человѣкъ, которые уколачивають землю колотушками. Колотушки состоятъ изъ деревяннаго черена (ручки) длиною въ $\frac{3}{4}$ роста чело-

вѣка и толстаго деревяннаго наконечника, большею частію березоваго, или какого-нибудь тяжелаго металлическаго тѣла, вѣсящаго отъ 6 до 10 фунтовъ, насаживаемаго на конецъ черепа. Иногда насаживаютъ гранату, иногда же дѣлаютъ особыя четырехъугольныя желѣзныя пластинки, въ видѣ большихъ гаскъ, и трамбуютъ ими. Каждый трамбуемый слой не долженъ быть толще 2—3 вершковъ, чтобы возможно было придать ему большую плотность. Когда насыплютъ и утрамбуютъ 3 или 4 слоя, то продолговатыми лопатами, сдѣланными изъ толстыхъ горбылей, начинаютъ утрамбовывать откосы съ той и съ другой стороны, пока они сдѣлаются также плотными и твердыми. Это прибавленіе откосовъ продолжается до самыхъ верхнихъ слоевъ, причемъ нижній слой убиваютъ сильнѣе, а верхній слабѣе, чтобы верхній слой не осыпался. Послѣ насыпки двухъ или трехъ слоевъ, проходятъ по поверхности насыпи съ ватерпасомъ и ставятъ ватерпасныя колья не выше одного фута, чтобы видѣть, какъ ровно идетъ слой и сколько онъ оседаетъ отъ трамбованія. Поднявъ насыпь на сажень высоты, натягиваютъ шнуръ и рѣзаками обравниваютъ откосы, что повторяютъ чрезъ каждую сажень высоты. Обрѣзанную съ откосовъ землю вскидываютъ на поверхность плотины. Если при трамбованіи слоевъ насыпи, по какому-либо случаю, работа останавливается, то при ея возобновленіи верхній слой земли нѣсколько взрыхляютъ, чтобы вновь насыпаемая земля лучше связалась и сплотнилась съ прежнею. На самые верхніе слои плотины, до которыхъ прудовая вода не достигаетъ, насыпаютъ мелкій щебень или гравій и потомъ песокъ.

Прежде забивки шпунтоваго тына, который долженъ прекратить теченіе рѣки, устраиваютъ двѣ небольшія свинки съ наружной стороны плотины (т.-е со стороны пруда на обоихъ берегахъ теченія); потомъ кладутъ поперекъ рѣки обтесан-

ныя бревна, одно у свинокъ внизу, а другое вверху Эти бревна придають вертикальное направлѣніе шпунтовымъ сваямъ, несмотря на усиливающейся, при забиваніи ихъ, напоръ скопляющейся воды; а свинки служатъ въ этомъ случаѣ какъ упоры, для удержанія бревенъ и свай постоянно въ надлежащемъ положеніи. При забивкѣ послѣднихъ свай стремленіе воды еще болѣе усилится и можетъ затруднить работу; для отвращенія этого, противъ оставшагося промежутка опускаютъ щитъ и при помощи его забиваютъ послѣднія сваи. По мѣрѣ забивки свай, по обѣ стороны ихъ присыпается и трамбуется глина, а по прекращеніи теченія, промежутокъ быстро и тщательно задѣлывается и выравнивается съ остальною насыпью плотины.

Одежда откосовъ, для защиты ихъ отъ размыванія водою и осыпанія, дѣлается на Уральскихъ заводахъ изъ дерна, и камня. Дернъ, для покрытія откосовъ, рѣжутъ желѣзными лопатами, стараясь захватить какъ можно глубже, съ землею, чтобы онъ лучше принимался. Укладываютъ же деренъ двояко: травой вверху и травой внизъ. Дернъ, положенный зеленою стороною внизъ, по мнѣнію г. *Нейберга*, весьма проченъ и въ короткое время покрывается травою. Во всякомъ случаѣ онъ долженъ быть приколотенъ деревянными шпильками, чтобы держался и не сползалъ съ откоса, и при настиланіи плотно прибить къ землѣ. Деревянная одежда въ послѣднее время совсѣмъ выходитъ изъ употребленія, такъ какъ скоро сгнивають, замѣчаетъ г. *Нейбергъ*; каменная же одежда хотя сначала обойдется дороже дерновой и деревянной, но зато она гораздо прочнѣе и впоследствии требуетъ мало поправки. При заложеніи такой одежды нужно стараться основать ее на твердомъ грунтѣ, а если онъ залегаетъ глубоко, то на сваяхъ и ростверкѣ. Когда камни имѣютъ видъ плитъ, то, по мнѣнію г. *Нейберга*, ихъ должно класть ребромъ, перпендикулярно къ откосу, что придастъ большую

прочность каменной одеждѣ. Въ такомъ случаѣ камень, служащій основаніемъ всѣмъ остальнымъ, долженъ имѣть нижнюю сторону горизонтальную, а верхнюю перпендикулярную къ откосу.

Каменную одежду изъ булыжнаго камня дѣлають также съ прокладкою свѣжимъ мохомъ и укалачивая молоткомъ. Когда мохъ разрастается и своими корнями переплететъ камни, тогда и этотъ родъ каменной одежды бываетъ очень проченъ.

Въ плотинахъ Гороблагодатскаго округа, при скоромъ притоцѣ воды и большими массами, устраивають для выпуска излишней воды по два прорѣза, шириною каждый отъ 7 до 9 сажень и одинъ рабочій прорѣзъ для выпуска воды на гидравлическія колеса; или по два прорѣза для выпуска излишней воды, изъ которыхъ въ одномъ помѣщается водопроводъ для доставленія воды на дѣйствіе колесъ. При незначительномъ притоцѣ воды, устраиваются по одному прорѣзу, шириною отъ 5 до 7 сажень, для выпуска излишней воды, и одному рабочему прорѣзу; или по одному прорѣзу для выпуска воды, который служить вмѣстѣ и рабочимъ прорѣзомъ. Впрочемъ, при плотинахъ съ однимъ прорѣзомъ для выпуска весенней воды, лучше устраивать, говоритъ г. *Нейбергъ*, отдѣльный рабочій прорѣзъ, для того, чтобы въ случаѣ перестройки одного прорѣза, можно было пустить воду на дѣйствіе колесъ изъ другого.

Изъ предыдущихъ двухъ описаній (хотя недостаточно полныхъ и не вездѣ совершенно ясныхъ) устройства плотинъ и водоспусковъ на Уральскихъ горныхъ заводахъ, можно составить себѣ довольно точное понятіе о способахъ и системѣ этого устройства, Разсматривая общій характеръ устройства прорѣзовъ створчатыхъ плотинъ на Уралѣ, видимъ, что коренной тынъ съ мертвымъ и краснымъ брусьями, или весь стекловой рядъ съ открылками, составляютъ основную, не-

проницаемую преграду прорѣза. Вся эта водоподпорная плоскость удерживается отъ напора на нее воды, внизу, глубоко забитымъ шпунтовымъ тыномъ, съ положеннымъ на него мертвымъ брусомъ; по концамъ—контрфорсами, или подпорами, ей служатъ крѣпостныя, или нижнія свинки, въ которыя упираются коренныя стойки съ откылками, а также концы мертвого бруса, а чрезъ коренныя стойки и концы красного; въ серединѣ—водоподпорная стеклявая плоскость подпирается рядомъ водорѣзныхъ устоевъ. Такимъ образомъ, съ механической точки зрѣнія, вся эта преграда имѣетъ прочное и устойчивое положеніе.

Верхнія свинки охраняютъ собою плотину и прорѣзъ отъ напора воды и стремленія ея при входѣ въ воронку водослива, представляя собою неподвижныя и неразмываемыя водою части. Мяготь, раздѣляя собою свинки, не представляетъ водѣ возможность пробираться сквозь всю ширину плотины по пазамъ свинокъ, что могло бы случиться, если бы свинка залегали непрерывно во всю ширину земляной насыпи, безъ 2-хъ-саженной перемычки изъ чистой, крѣпко убитой глины, образующей мягость. Плотнo убитая и заключенная между двумя свинками, она не производитъ почти никакого давленія на стоечную стѣнку, ограничивающую ее со стороны водяного двора. Толстая шпунтовая обшивка, съ затылочкою за ней вязкою сухою глиною, предохраняетъ доступъ воды во внутрь ряжевыхъ свинокъ, рубленныхъ, при томъ, также въ шпунтъ и тщательно набитыхъ глиною.

Скользеніе свинокъ, какъ основныхъ устоевъ водоспуска, устранено величиною ихъ собственнаго груза и посадкою на шипы круглыхъ свай изъ нижнихъ вѣнцовъ.

Непроницаемость и неразмываемость основанія достигается, не столько двумя шпунтовыми рядами, сколько широкими и глубокими канавами, въ которыхъ забиваются эти ряды, и которыя забиваются плотно глиною по обѣ стороны забитыхъ рядовъ, составляя двойной замокъ основанія.

Забивка вязкой сухой глины между шпунтовыми рядами подъ понурнымъ поломъ, съ устраненіемъ изъ-подъ него на значительную глубину слабыхъ наносныхъ или песчаныхъ слоевъ и замѣна ихъ плотною глиною, отвращаетъ всякій доступъ воды къ коренному тыну. Наконецъ большіе размѣры профиля земляной насыпи: толщина бревенъ, брусевъ, стоекъ, половыхъ и обшивочныхъ досокъ; двойные полы, понурный и сливной, дѣлаемые въ шпунтъ; распорные брусья и стойки въ воронкѣ и дворѣ, охраняющій прорѣзъ отъ льда — все это вмѣстѣ указываетъ на весьма предусмотрительную прочность всей системы постройки. Особое устройство водянаго двора въ Уральскихъ плотинахъ защищаетъ ставни и весь стеклявой рядъ отъ волнъ, а также даетъ возможность предохранить въ немъ воду отъ замерзанія, такъ какъ, по обязанямъ распорныхъ стоекъ, весь водяной дворъ покрывается сверху зимою тесомъ, а по тесу, для большей теплоты, можетъ быть и прикрытъ соломой или хвоей.

Такое устройство водянаго двора представляетъ и то удобство, что въ случаѣ необходимыхъ исправленій верхнихъ частей прорѣза, не покрытыхъ водою, а также и стекляваго ряда, въ чемъ нерѣдко бываетъ надобность, эти исправленія можно сдѣлать въ короткое время и безъ большихъ издержекъ, запирая воду временнымъ заборомъ изъ досокъ въ верховьѣ водянаго двора. Такимъ образомъ общій характеръ Уральскихъ плотинъ отличается чрезвычайною тщательностію и прочностію ихъ устройства; главнымъ основаніемъ этой прочности служить преувеличенная толщина насыпей и въ особенности широкое употребленіе лѣсныхъ матеріаловъ самыхъ большихъ размѣровъ, при отличномъ еще качествѣ лиственницы и сѣверной сосны. Это стремленіе Уральскихъ строителей къ чрезвычайной прочности ихъ плотинъ, въ ущербъ, во многихъ случаяхъ, благоразумной экономіи въ

матеріалахъ и работѣ, объясняется, во 1-хъ, богатствомъ въ прежнее время превосходныхъ лѣсовъ въ той мѣстности, во 2-хъ, тѣмъ, что работа горныхъ заводовъ, основанная главнымъ образомъ на вододѣйствіи, должна быть вполне обезпечена въ этомъ отношеніи, во избѣжаніе остановки завода, приносящей всегда большіе убытки при большомъ числѣ заводскихъ рабочихъ и большихъ размѣровъ производства, и въ 3-хъ, нѣтъ сомнѣнія, что и холодный климатъ вынудилъ отступить отъ размѣровъ нѣмецкихъ плотинъ, для увеличенія прочности, не смотря на сохраненіе въ основныхъ чертахъ системы сѣверо-германской плотины.

Но во всѣхъ строительныхъ работахъ, а въ особенности гидротехническихъ, кромѣ хорошо избранной системы и благонадежныхъ размѣровъ частей, прочность сооруженія плотинъ много зависитъ отъ тщательности и точности плотничныхъ работъ, въ хорошемъ выборѣ земли для набивки свинокъ и подпольевъ и въ тщательности этой набивки; а потому постоянный присмотръ за производствомъ работъ опытнаго техника составляетъ самое существенное условіе для дѣйствительной прочности гидротехническаго сооруженія.

Въ заключеніе нашей книги считаемъ не лишнимъ привести здѣсь три доклада, читанные въ Императорскомъ Московскомъ Обществѣ Сельскаго Хозяйства въ 1892 году и представляющіе крупный интересъ для каждаго сельскаго хозяина. Изъ этихъ докладовъ мы ясно увидимъ ту громадную пользу, которую приносятъ плотины, и какъ необходимо ихъ сооруженіе.

Докладъ 1-й.

Общественныя обводительныя работы въ Тамбовской губерніи въ 1892 г.

Докладъ уполномоченнаго по Тамбовской губ.

С. Н. Горденина.

М. Г.

Общественныя работы по сооруженіямъ съ цѣлью борьбы съ засухой были назначены въ Тамбовской губерніи по р. Битюгу въ предѣлахъ Тамбовскаго и Усманскаго уѣздовъ и Дону въ Лебединскомъ уѣздѣ.

Въ основу проектировки плана работъ были положены слѣдующія соображенія:

Если бы съ высоты посмотрѣть на землю, то наблюдатель могъ бы замѣтить, что рѣки, ручьи и овраги природа расположила какъ бы по заранѣе строго обдуманному плану согласно точной нивелировкѣ для осушенія данной площади.

Если бы наблюдатель имѣлъ терпѣніе слѣдить нѣсколько десятилѣтій, какъ дѣйствуетъ осушительная сѣть, то онъ замѣтилъ бы, что ручьи и рѣки углубляютъ свое русло, а овраги кромѣ того удлиняются въ глубь территоріи, слѣдовательно онъ рѣшилъ бы, что осушеніе съ каждымъ годомъ дѣлается послѣдовательнѣе. Далѣе, онъ подмѣтилъ бы, что ускореніе или замедленіе развитія овраговъ зависитъ отъ большаго или меньшаго углубленія русла рѣкъ.

Пусть, напримѣръ, ручей течетъ по ровной плоскости и

его вода сполна наполняетъ русло, тогда еще нѣтъ карьеры для развитія оврага; но если тотъ же ручей пророетъ себѣ глубокий желобъ, тогда обязательно перпендикулярно къ нему начнутъ возникать и развиваться овраги; достаточно ливня или весенняго половодья, чтобы прорыть обрывистый берегъ и такимъ образомъ положить начало будущему оврагу. Однимъ словомъ рѣки и овраги можно разсматривать, какъ искусственно, согласно нивелировкѣ, проведенныя канавы по болотистой мѣстности для удаленія избытка водъ, съ цѣлью сдѣлать изъ болота культурную площадь, но если эти канавы слишкомъ глубоки и ихъ слишкомъ много, тогда и болото можетъ представлять пересохшую пашню, которая потребуетъ обильныхъ дождей, чтобы дать урожай. Такую ниву можно поправить, если поставить на канавахъ шлюзы и не давать по нимъ стекать водѣ и можно вновь настолько поднять воды, что изъ пересохшей нивы вернуться къ старому болоту.

Если рѣки и овраги сами собой углубляютъ свои русла, а овраги, кромѣ того, удлиняются и умножаются, то, можетъ быть, теперь послѣднее десятилѣтіе и ихъ осушающее вліяніе уже перешло за предѣлы, когда возможно было терпѣть и настала пора борьбы.

Проводя аналогію далѣе, орудіемъ борьбы должны быть тѣ же средства, т. е. необходимо поднять воды по возможности выше рядомъ плотинъ.

Намъ приходится считаться съ двумя періодами: во время таянія снѣговъ или во время ливней цѣнная влага уносится рѣками и оврагами шумными потоками. Это періодъ—очень наглядный. Но другой, къ которому мы привыкли и который гораздо болѣе губителенъ,—это потеря воды въ ручьяхъ и рѣчкахъ, непрерывно дѣйствующая круглый годъ и потому въ суммѣ болѣе вредная, такъ какъ она уноситъ грунтовая воды въ количествѣ гораздо большемъ, чѣмъ весенній разливъ.

Каждый ручеекъ, разъ онъ не подпруженъ, можно разсматривать, какъ рану, изъ которой течетъ кровь тогда, когда въ этой крови ощущается уже большой недостатокъ.

Итакъ, первая мѣра борьбы съ засухой, которая была намъ предписана, была устройство запрудъ.

Чтобы придать имъ нѣкоторую, хотя бы слабую, связь, мы постарались познакомиться въ общихъ чертахъ съ топографіей района нашихъ работъ и съ геологическимъ строеніемъ грунтовъ.

Тамбовскій и Усманскій уѣзды есть мѣсто истока Битюга, слѣдовательно, намъ пришлось имѣть дѣло съ самыми верховьями, приблизительно на протяженіи 40 верстъ.

Исслѣдуя выпадающіе овраги, наша полоса работъ представляла извивающуюся ленту въ 25—30 верстъ ширины.

Въ топографическомъ отношеніи этотъ районъ представляетъ три плоскости; первая, съ которой Битюгъ беретъ начало, лежитъ почти горизонтально на 120 саженъ выше уровня моря. Эта плоскость покрыта болотами; на ней ежегодно получается застой снѣговыхъ водъ, питающихъ Битюгъ. Но здѣсь опъ еще не обнаружился, даже въ видѣ ручейка: это только резервуаръ съ запасомъ воды. Овраговъ на этой плоскости нѣтъ.

Вторая площадь, средняя высота которой надъ уровнем моря въ 80 саженъ, представляетъ наклонную плоскость, по которой уже текутъ небольшіе ручейки. Мѣстные жители одинъ изъ нихъ называли Битюгомъ, а другіе его притоками.

Самъ Битюгъ не поноводитъ своихъ притоковъ и всѣ они имѣютъ общій видъ ручья шириною не болѣе поларшина, глубиною 4 — 5 вершковъ съ протокомъ отъ одной до двухъ кубическихъ саженъ воды въ минуту. Плоскость имѣетъ значительный уклонъ, ручьи текутъ въ обрывистыхъ желобахъ, которые при паводкахъ представляются настоящими рѣчками шириною въ 10—15 саженъ. Окрестность

значительно изрыта оврагами, изъ которыхъ каждый несетъ болѣе или менѣе постоянный ручей, дополняющій водою названныя рѣчки.

Вершины овраговъ, ежегодно развѣтвляясь и развиваясь, имѣютъ наступательное движеніе вглубь окрестныхъ пашень на 1—2 сажени. Наконецъ, послѣдняя площадь района нашихъ работъ лежитъ на 40 — 60 сажень надъ уровнемъ моря, значительно менѣе поката второй: Битюгъ по ней течетъ уже настоящей рѣкой въ 15—20 сажень ширины, такъ какъ онъ впервые подпруженъ и даетъ двигательную водяную силу для четырехъ поставовъ Орловской мельницы.

Въ этой послѣдней плоскости впадающихъ въ Битюгъ овраговъ нѣтъ.

Итакъ началомъ района нашихъ работъ намѣтилось близъ села Политова тамъ, гдѣ кончается вліяніе подпруды Битюга, а конецъ до первой плоскости, гдѣ онъ затерялся въ рядѣ болотъ.

Съ точки зрѣнія геологіи нашъ районъ былъ очень однообразенъ и очень удобенъ для цѣлей обводнѣнія. Вездѣ залегалъ мощный, тучный черноземъ, толщиною до двухъ аршинъ, а подъ нимъ или лессовидный суглинокъ или глинистый пластъ, водонепроницаемый: мы констатировали его толщину до 10 сажень и далѣе не считали для себя нужнымъ бурить.

Къ осени на указанномъ пространствѣ мы построили 13 ручныхъ плотинъ, которыя подняли воды ручьевъ отъ 1¹/₂ до 2-хъ сажень, т. е. до высоты уровня воды во время паводковъ.

Плотина слѣдовала за плотиной съ такимъ расчетомъ, чтобы дать непрерывную ленту шириною около 10—15 сажень и длиною въ суммѣ нѣсколько болѣе 50 верстъ.

Эта полоса воды должна каптировать грунтовые воды долинъ, прекратить размывъ овраговъ въ ихъ поступатель-

номъ движеніи вглубь земной поверхности и на долгое время поддержать данный фарватеръ Битюга и его притоковъ. На главныхъ оврагахъ, съ согласія крестьянскихъ обществъ и владѣльцевъ, мы построили нѣсколько плотинъ двухъ типовъ. Первый типъ представляетъ глухую плотину выше вершины дѣятельнаго урвища оврага и ея значеніе по возможности удержать большую часть снѣговой воды, дать подпоръ грунтовыхъ водъ окрестныхъ пашень, прекратить поступательное движеніе оврага въ поля, такъ какъ плотина имѣетъ отводное плечо, выводящее избытокъ внешней воды на ровную плоскость, по возможности далѣе отъ оврага, и, наконецъ, эти пруды дадутъ водою во время полевыхъ работъ.

Второй типъ плотинъ въ серединѣ или концѣ оврага съ цѣлью поднять грунтовые воды до чернозема.

Два оврага были отдѣланы въ видѣ опытной станціи, т.-е. всѣ ихъ отвержки были подпружены плотинами перваго типа. Отводныя плечи плотинъ должны постепенно переливать воду изъ верхнихъ прудовъ въ нижнія съ такимъ расчетомъ, чтобы вся весенняя вода была отведена отъ оврага. Отводнымъ плечамъ былъ данъ уклонъ не болѣе 0,0004 на сажень. При такомъ уклонѣ вода должна стекать со скоростью, не производящей размывовъ, и ея мутныя частицы должны будутъ отсѣсть или въ прудахъ или на поляхъ между прудами.

Среди этихъ прудовъ въ самомъ оврагѣ построена плотина второго типа и, наконецъ, само устье оврага затоплено ниже-лежащей рѣчной плотиной. Весною владѣлецъ имѣлъ въ виду облѣсить всю площадь, ограниченную этими прудами.

Опытная станція была бы полнѣе, если бы была сдѣлана вторая серія прудовъ въ поляхъ того же самаго бассейна.

Если бы время и средства позволяли закончить всѣ овраги по этому типу, тогда грунтовые воды были бы въ значительной

мѣрѣ удержаны и въ силу капиллярныхъ свойствъ чернозема въ гораздо большемъ количествѣ поднялись бы до высоты корней, даже злаковъ, сфера развитія которыхъ въ главной массѣ около 4-хъ вершковъ, а отдѣльные корни которыхъ идутъ на аршинъ и 1½ аршина, и, мнѣ кажется, что можно было бы не страдать отъ засухи даже и при рѣдко падающихъ дождяхъ. Мы видимъ это воочию на поляхъ плоскогорья, съ котораго р. Битюгъ беретъ начало.

Разъ грунтовые воды пойдутъ на пользу сельскаго хозяйства, тогда, само собой разумѣется, желательно увеличить ихъ количество. Это возможно сдѣлать, если накоплять снѣгъ путемъ защитъ на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ укажетъ топографія, или если построить рядъ невысокихъ валиковъ - плотинъ, которые давали бы весною временные заливы, подерживая снѣговые воды до ихъ впитыванія оттаивающей землей.

Въ видѣ опыта у частнаго владѣльца Шустрова на 17 десятинахъ въ саду устроено затопленіе.

Наконецъ, говоря о мѣрахъ борьбы съ засухой, нельзя не вспомнить о системѣ орошенія А. М. Жеребцова девятилѣтніе труды котораго дали выработанную законченную систему. Въ короткихъ словахъ система г. Жеребцова, заключается въ томъ, что вся снѣговая вода даннаго водосбора путемъ водопроводныхъ сооружений собирается и удерживается въ прудѣ. Съ помощью сифона, по желанію, въ любое данное время она переливается черезъ гребень плотины въ каналъ, выводящій ее на орашаемую площадь. Здѣсь каналъ начинаетъ дробиться на цѣлую сеть канавъ и бороздъ и по всей этой водной системѣ, благодаря ея проектировкѣ, очень медленно течетъ вода съ расчетомъ быть поглащенной полемъ.

Мы считали своею обязанностью сдѣлать одну опытную станцію орошенія по системѣ г. Жеребцова на 27 десятинахъ близъ ст. Грязи въ имѣніи Г. Н. Вельямина.

Итакъ, наши сооруженія по Битюгу даютъ 12 рѣчныхъ

плотинъ, нѣсколько полевыхъ прудовъ, двѣ укрѣпленныхъ системы овраговъ, одну опытную станцію затопленія и одну станцію орошенія.

Перехожу къ работамъ по р. Дону.

Въ основѣ этихъ работъ были положены тѣ же соображенія, но отношеніе къ дѣлу пришлось измѣнить въ силу топографическихъ и геологическихъ данныхъ.

Донъ Лебедянского уѣзда представляетъ рѣку, замѣтно мелѣющую. Изъ его притоковъ въ настоящее время течетъ только одна Красивая Мечь; остальные, какъ, напримѣръ. Лебедянка представляютъ песчаное русло исчезнувшей рѣчки или, напримѣръ, Сквирня почти безъ воды, если не считать небольшихъ плесовъ, верстахъ въ 10 отъ Дона, которые даютъ представленіе, что это была рѣка. Можно сказать, что за исключеніемъ Красивой Мечи остальные рѣчки Лебедянского уѣзда, память о которыхъ еще живетъ въ настоящемъ поколѣніи, исчезли и вмѣсто потока непрерывныхъ водъ цѣлый годъ, т.-е. лѣто и зиму представляютъ песчаное русло; лишь весеннимъ разливомъ или во время ливня по нимъ несутся мутные потоки.

Параллельно съ этимъ замѣчается ежегодное пониженіе водъ въ колодцахъ. 1891 годъ, особенно безснѣжный и сухой, настолько понизилъ грунтовые воды, что пропало большинство березъ отъ засыханія.

Корневая система березы, какъ извѣстно, развита менѣе глубоко, а потому, очевидно, что сушь для нее должна быть губительнѣе.

Населеніе почти всего уѣзда питается прудовой водой, но пруды плохо держатъ воды. Большимъ селамъ приходится возить воду за нѣсколько верстъ.

Вся мѣстность изрыта громадными оврагами. Ихъ вершины имѣютъ поступательное движеніе вглубь окрестныхъ пашень ежегодно на 3 и до 16 сажень.

Напримѣръ, селеніе Отсочный верхъ подумываетъ бросить свой надѣлъ и уйти на новыя мѣста. Оставшіяся пашни этого надѣла отдѣляются отъ населка пропастями и чтобы привести копну или поѣхать на пахату, надо сдѣлать нѣсколько верстъ крюку. Ощущается поголовная нужда въ водѣ для водопоя и въ селахъ и въ поляхъ, но часто пруды послѣ буренія оказываются невозможнымъ сдѣлать.

Геологическія изслѣдованія показали напластованіе въ слѣдующемъ порядкѣ: черноземъ въ 1 аршинъ, песчано-глинистый слой 2—3 аршина, пески 8—12 аршинъ, желтовато-бѣлая глина $1\frac{1}{2}$ аршина и, наконецъ, трещеноватые известняки, опредѣлять мощность которыхъ мы не имѣли средствъ.

Въ песчаномъ слоѣ на днахъ овраговъ почти всегда встрѣчаются случайныя прослойки глинъ. Ихъ присутствіе мы понимаемъ, какъ наносъ самаго поздняго времени, послѣ того какъ началъ выполняться оврагъ.

Какъ рѣчки, бывшіе притоки Дона, такъ и овраги промыли черноземные и глинистые пласты и болѣе или менѣе углубились въ пески. Итакъ, небольшія рѣчки, которыя должны быть первыми кандидатами на запруды, уже сухи. Въ оврагахъ песчаное дно и бока также не могутъ держать снѣговую воду.

Выше урвыицъ, вершинъ овраговъ, гдѣ промытъ песчано-глинистый слой, пруды будутъ держать воду плохо. Удалаясь выше, въ пашни, при проектировкѣ прудовъ пришлось столкнуться съ вопросомъ малоземелія. Крестьянскія общества не охотно соглашались на занятіе большихъ пространствъ подъ днища будущихъ прудовъ, постройка же пруда глубиною менѣе одной сажени не желательна. Подобный прудъ будетъ высыхать, промерзать, вода будетъ сильно прогрѣваться солнцемъ, можетъ дать цѣлую арену для развитія микроорганизмовъ. Заиленіе подобныхъ прудовъ есть

тоже нѣкоторое зло, хотя это и желательно въ смыслѣ укрѣпленія дѣятельной вершины оврага.

Итакъ, мы растерялись въ смыслѣ организаціи какого-либо связаннаго плана, который могъ бы осуществляться немедленно, но зато, проводя сравненіе между Битюгомъ и Дономъ, можно съ большою увѣренностью сказать, что рано или поздно и Битюгъ представитъ такую же печальную картину, т.-е. тогда, когда онъ промоетъ глинистый пласть. И съ другой стороны было время, когда притоки Дона покрывали сѣтью быстрыхъ рѣчекъ Лебедянскую територію, обводняя поля и поселки. Память объ этомъ времени еще живетъ въ настоящемъ поколѣніи. Это было тогда, когда ихъ ложемъ служилъ верхній песчано-глинистый слой.

Началомъ нашихъ работъ была разсылка 600 бланковъ по адресу владѣльцевъ и крестьянскихъ обществъ съ рядомъ вопросовъ, изъ которыхъ два были главныхъ: нуждается-ли въ водопоѣ, желаете-ли принять участіе въ расходахъ по сооруженію прудовъ.

Отвѣты на нихъ указали, гдѣ начинать работы: конечно тамъ, гдѣ не хватаетъ воды людямъ и животнымъ.

Желая, чтобы наши постройки ремонтировались и сохранялись, мы настаивали на участіи въ расходахъ. Со стороны крестьянскихъ обществъ это участіе выражалось въ формѣ даровой работы, размѣръ которой опредѣлялся или числомъ рабочихъ дней, или извѣстной суммой денегъ, которую богатые вносили рублями, а бѣдняки отработывали.

Въ началѣ новизна отношенія между производителями работъ и мѣстнымъ населеніемъ порожидала рядъ препятствій. Мѣстные жители настаивали при выборѣ мѣста для прудовъ, гдѣ прудъ былъ не экономиченъ или сомнителенъ въ смыслѣ водоудержанія; они смотрѣли узко на дѣло обводненія и желали лишь имѣть поближе воду къ мѣсту своего

жительства. Всякую вершину оврага, которую еще можно пахать, они берегли для пашень, не хотѣли отдавать подъ днища прудовъ. Разъяснять имъ огромное значеніе обводненія было и некогда и трудно. Мы рѣшили, чтобы не терять времени на переговоры, начать работы, не очень настаивая на своихъ требованіяхъ, въ надеждѣ, что чрезъ мѣсяцъ или два ходъ дѣла самъ поможетъ намъ идти логическимъ путемъ. И дѣйствительно, по мѣрѣ того, какъ оканчивался прудъ за прудомъ, развивалась въ средѣ крестьянъ все большая и большая охота привлечь наши работы на свои земли, и мы могли уже ставить свои требованія. При составленіи проекта пруда для водопоя было утверждено, что кубъ воды не долженъ стоить болѣе 25 копѣекъ. Норма для полевого пруда была назначена не дороже 10 копѣекъ за кубъ воды. Размѣры сооруженія мы ставили въ зависимости отъ цѣны куба удержанной воды и на мѣстахъ, гдѣ онъ обходился не дорого, мы старались поднимать, какъ можно выше, наши плотины.

Главная масса прудовъ Лебедянского уѣзда, оконченныхъ къ зимѣ нынѣшняго года, есть пруды выше вершины урвища оврага съ глухой плотинкой и отводнымъ плечомъ. Далѣе слѣдуютъ пруды чистоводопойнаго характера среди селъ.

Эти пруды мы старались обставить различными типами дополнительныхъ сооруженій, на примѣръ, фильтрами, отводными валами для того, чтобы по возможности удовлетворить санитарныя требованія.

Наконецъ, въ сентябрѣ, когда наши работы были въ полномъ разгарѣ, на Лебедянскихъ прудахъ стояло 6000 человекъ, мы наткнулись на слѣдующее явленіе.

Раскапывая сухое песчаное днище оврага, на большей или меньшей глубинѣ отъ 3 до 8 аршинъ, мы обязательно встрѣчали воду. Тамъ, гдѣ логъ, по заявленію стариковъ,

былъ рѣчкой, подѣ мощію песковъ мы встрѣчали больше воды, мнѣ хочется сказать, обильный водяной потокъ.

Получилась вѣра, что пропавшія рѣчки, бывшіе притоки Дона, продолжаютъ и теперь еще течь подѣ слоемъ наносовъ, и еслибы поставить ихъ теченію преграды въ видѣ водонепроницаемыхъ плотинъ въ наносномъ слоѣ, то, можетъ быть, ихъ воды можно было бы поднять вновь на поверхность.

И такъ, тотъ же планъ по отношенію къ дѣлу обводненія, какъ и по Битюгу, былъ бы возможенъ и по Дону въ предѣлахъ Лебедянского уѣзда, т. е. устраивать подпруды съ глубокими замками рѣчныхъ, наносныхъ, песчаныхъ днищъ съ цѣлью вызвать къ жизни пропавшія рѣчки, — во-вторыхъ, подпруды устьевъ громадныхъ песчаныхъ овраговъ съ цѣлью преградить песчаные потоки въ рѣки, — въ третьихъ, подпруды выше вершины урвыща оврага съ цѣлью прекратить развитіе вершины поступательнымъ движеніемъ вглубь пашень, — въ четвертыхъ, еще выше въ поляхъ, по горизонталямъ рядъ длинныхъ не высокихъ плотинъ-валиковъ съ цѣлью задержать снѣговую воду, дабы она впитывалась черноземомъ и увеличивала бы сумму верхней грунтовой воды песчано-глинистаго слоя, а тогда снѣговая вода, оставшись въ черноземѣ верхнихъ плоскогорій, медленно стекала бы въ видѣ грунтовой воды и равномерно достигала бы Дона, регулируя его теченіе въ цѣляхъ судоходства.

Итакъ, наши работы въ Лебедянскомъ уѣздѣ, числомъ 150, разбросаны по Лебедянской территоріи въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ крайняя нужда въ водѣ заставляла насъ рѣшать мѣста работъ. Онѣ не представляютъ связной системы въ общемъ своемъ числѣ, но, группируя ихъ между собой, можно указать, напримѣръ, на 28 прудовъ, регулирующихъ теченіе бывшей рѣчки Сухой Парой и р. Мартынецъ. Эта группа достаточно закончена.

Есть другая группа 6 прудовъ въ дачахъ Отсочный верхъ. Она можетъ служить опытной станціей укрѣпленія одного изъ самыхъ большихъ и дѣятельныхъ овраговъ Лебедянского уѣзда.

Далѣе есть группа сооруженій, осуществленныхъ близъ Сезенова монастыря. Вся снѣговая вода этой группы путемъ невысокихъ дамбъ, минуя овраги, должна быть удержана въ большомъ прудѣ, изъ котораго устроено орошеніе монастырскаго сада.

Близъ селенія Шовскаго въ небольшой дачѣ владѣльца Зарѣцкаго, расположенной какъ-разъ на водораздѣлѣ, устроена опытная станція съ цѣлью удержать всю снѣговую воду отъ естественно упавшаго на данную площадь снѣга.

Наконецъ, еще въ настоящее время заканчивается опытная работа, заключающаяся въ шпунтовомъ рядѣ свай, идущемъ поперекъ долины р. Сквирни, съ цѣлью вызвать ея воды на поверхность.

Заканчиваю свое изложеніе повтореніемъ, что неотложно настало время организовать планъ воднаго хозяйства.

Принципъ плана—задержать падающій снѣгъ на водораздѣлахъ и плоскогоріяхъ, заставить его, по возможности, медленно таять весной, рядомъ искусственныхъ мѣръ стремиться, чтобы вода отъ тающихъ снѣговъ поглощалась непосредственно пашней. Избытокъ воды постараться удерживать въ сѣти полевыхъ прудовъ и, наконецъ, то, что будетъ невозможно удерживать въ предыдущихъ сооруженіяхъ, удерживать въ громадныхъ оврагахъ, построивъ въ ихъ устьяхъ большія плотины и такимъ образомъ всю снѣговую воду не допустить весной до рѣкъ.

Тогда обиліе грунтовыхъ водъ, насыщенные весенними водами, поля дадутъ обильное испареніе, которое не разъ упадетъ на землю благодатнымъ дождемъ втеченіи лѣта. Пересохшіе источники начнутъ по старому питать чистой

водой притоки Дона и такимъ образомъ регулировать его теченіе въ цѣляхъ судоходства. Во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ сложились бы благопріятныя условія, необходимо воспользоваться результатами трудовъ А. М. Жеребцова и создать сѣть орошенія. Пруды населить рыбами, чтобы водное пространство давало бы ежегодный доходъ. Всѣ песчаныя днища овраговъ, которыя не будутъ залиты водой, засадить ивой, въ равной степени облѣсить вершины урвыищъ оврага.

Докладъ 2-й.

О мѣрахъ къ уменьшенію засухъ.

Докладъ М. Н. Анисимова.

Нѣсколько лѣтъ сряду, вслѣдствіе сильныхъ засухъ, наши восточныя губерніи страдаютъ отъ неурожая, который въ минувшемъ году вызвалъ недостатокъ продовольствія въ 21 губ. съ населеніемъ около 35 милліоновъ. При разсмотрѣніи вопроса о причинахъ означеннаго неурожая, нѣкоторые старались искать ихъ въ такихъ обстоятельствахъ, которыя очевидно въ данномъ случаѣ не могли имѣть вліянія; такъ, наприм., говорятъ, что за послѣдніе 15 лѣтъ замѣчается слѣдующее явленіе западный вѣтеръ, прежде обязательно нагонявшій дождь въ черназемную Россіи, сталъ въ послѣднее время сухимъ и если и приноситъ влагу, то въ количествѣ недостаточной для потребностей существующей тамъ искони земледѣльческой культуры; явленіе это приписывается исключительно осушкѣ пинскихъ болотъ. Между тѣмъ означенныя явленія, само собою разумѣется, происходятъ отъ цѣлаго ряда причинъ, къ числу которыхъ несомнѣнно принадлежатъ: обезлѣсеніе, уменьшеніе воды въ рѣкахъ, быстрый сходъ весеннихъ водъ, постоянное углубленіе овраговъ и тальвеговъ, рѣчекъ и рѣкъ, пониженіе горизонта почвенной воды и вообще измѣненіе климата. По мнѣнію многихъ сельскихъ хозяевъ восточныхъ губерній,

одною изъ главныхъ причинъ засухъ являются Сѣверо-восточные и Юго-восточные вѣтры, которые въ теченіи мая, іюня и іюля мѣсяцевъ дуютъ все въ одномъ и томъ же направленіи. Причина означенныхъ вѣтровъ объясняется слѣдующимъ образомъ. Рубка лѣсовъ вдоль правыхъ притоковъ Волги началась еще въ прошломъ столѣтіи и шла все время; а такъ какъ въ послѣдніе годы весьма сильно вырубались лѣса по притокамъ Волги съ лѣвой стороны, въ особенности по берегамъ Ветлуги и Камы, гдѣ образовалось почти безлѣсное пространство, то вѣтеръ нашелъ себѣ новые пути, по которымъ и доходитъ нынѣ безпрепятственно до Малороссіи. Тутъ, конечно, пинскія болота ни причемъ: осушка ихъ если и могла имѣть вліяніе, то только лишь на уменьшеніе количества воды въ Днѣпрѣ и Припети. Это объясненіе сельскихъ хозяевъ имѣетъ свою долю правды, хотя далеко не заключаетъ въ себѣ полного опредѣленія причины засухъ; но главныя причины неурожаевъ, кромѣ вырубки лѣсовъ, заключаются въ неумѣнны пользоваться водными источниками и отсутствіи какой бы то не было организаціи въ веденіи воднаго хозяйства. Изслѣдованіями послѣдняго времени доказано, что какъ въ степныхъ мѣстностяхъ Россіи, такъ и въ горныхъ странахъ (какъ Южн.-Франціи, Испаніи и Венгріи) рѣки обратились, такъ сказать, въ водосточныя трубы; вмѣсто того, чтобы сходить весною медленно, онѣ стали проходить необыкновенно быстро, давая громадное количество воды въ самый короткій срокъ; тамъ, гдѣ прежде вода спадала въ теченіи нѣсколькихъ недѣль, нынѣ она проходитъ въ 3—4 дня, причемъ теряется до 60 проц. всей воды. Въ Россіи послѣдствіемъ этого являются постоянныя засухи; въ Западной Европѣ, гдѣ близость океана даетъ большое количество дождей, сильными наводненіями, разрушающими многолюдныя, цвѣтушія поселенія. По этому поводу предсѣдатель Пиренейскаго ученаго Общества, докторъ Гаригу, гово-

рить, что уровень рѣкъ, берущихъ начало на склонахъ центральнаго плоскогорія Фрнаціи т. е. въ мѣстности, почти лишенной лѣсовъ и идущихъ по известковой почвѣ, во время наводненія значительно на 6—8 метровъ) превосходить уровень Гароны.

Аррьежъ является однимъ изъ самыхъ опасныхъ Пиренейскихъ рѣчекъ, въ смыслѣ наводненія, потому что Сулана абсолютно лишена лѣса и только мѣстами хвойные лѣса расположены уступами вдоль этой рѣки. Поэтому, во время даже не очень сильныхъ наводненій, вся мѣстность заливается на протяженіи нѣсколькихъ километровъ. Рѣки, берущія начало между вершиной Карлифъ и обрывами южной Каригу, представляютъ собою болѣе умѣренные потоки и менѣе подвержены выходу изъ береговъ, потому что въ мѣстности ими орошаемой лѣса еще не настолько истреблены, какъ въ остальныхъ Пиренеяхъ: одно и то же явленіе, т.-е. необычайно быстрый сходъ весеннихъ водъ по рѣкамъ замѣчается почти повсемѣстно, причину этого слѣдуетъ искать вообще въ несоблюденіи того правила, которое жители средней Азіи, наученные многовѣковымъ горькимъ опытомъ, формулируетъ слѣдующимъ образомъ: „Рѣка должна быть охраняема и берегаема, какъ дѣвушка до вступленія ея въ бракъ“. Между тѣмъ извѣстно, что у насъ въ этомъ отношеніи, можно сказать, никогда и никакихъ серьезныхъ мѣръ не принималось; хотя засореніе рѣкъ и уменьшеніе количества воды въ нихъ становится съ каждымъ годомъ явленіемъ все болѣе и болѣе очевиднымъ; подобное положеніе отражается не только на судоходствѣ по рѣкамъ, но еще въ меньшей степени и на земледѣліи страны, ежегодно рѣки и ручьи быстро и совершенно бесполезно уносятъ массу плодороднаго ила и другихъ осадковъ, которые въ послѣднее время значительно увеличились вслѣдствіе постояннаго распаханья овраговъ. Инженеръ Когнаръ го-

ворить, что одна только рѣка Дюрансъ выбрасываетъ ежегодно въ море такое количество ила, что стоимость его равноцѣнна стоимости всѣхъ покупаемыхъ для Франціи удобреній. Масса теряемаго такимъ образомъ ила могла бы покрыть въ продолженіи 500 лѣтъ почти всѣ пахотныя земли одного изъ большихъ департаментовъ Франціи. Можно себѣ представить, сколько похищаютъ такимъ образомъ плодородной земли всѣ рѣки, взятыя вмѣстѣ, на основаніи замѣчательнаго сочиненія Надо-де-Рюфонъ, каждая рѣка должна удовлетворять слѣдующимъ назначеніямъ: 1) быть средствомъ передвиженія; 2) быть рабочей силой и 3) служить цѣлямъ агрономическимъ, ирригаціоннымъ и обводненія въ послѣднее время почти исключительно занимались рѣками съ точки зрѣнія удобствъ судоходства; вездѣ старались уничтожать пороги, каменные гряды, перекаты, служившіе препятствіемъ для судоходства; но этимъ самымъ содѣйствовали еще болѣе быстрому сходу весеннихъ водъ. Нынѣ взглядъ этотъ измѣнился: Шелю, въ своемъ сочиненіи о Нилѣ (*Le Nil, le Soudan et l'Egypte* Paris, 1891 p. 73) говоритъ: „если бы катаракты въ Нилѣ не существовали, ихъ слѣдовало бы создать. Онѣ существуютъ, но къ скорому нѣкоторыя изъ нихъ Нилъ и время избороздятъ слишкомъ многими широкими и глубокими прорывами, задача выразится въ томъ, чтобы возстановить рано или поздно лѣсистые пороги и ограничить число прорывовъ, задержавъ ихъ, дабы поднять уровень воды въ Нилѣ, съ цѣлью увеличенія растительности и пространства культурныхъ земель, т.-е. для борьбы съ пустыней и для того, чтобы сдѣлать Нилъ судоходнымъ отъ Средиземнаго моря до экватора“. Почти то же самое говорится въ весьма почтенномъ трудѣ профессора Богуславскаго о волжскихъ перекатахъ, которые считаются имъ естественными преградами, мѣшающими водѣ быстро сходить весною; сохраненіе перекатовъ, какъ

средство для задерживанія воды, отнюдь не мѣшать устройству водяныхъ проходовъ въ этихъ перекатахъ, т.-е. Шлюзовыхъ каналовъ, которые позволяли бы проходить судамъ и не уничтожали бы благотѣльнаго вліянія задержанія воды во время обычныхъ весеннихъ наводненій. До какой степени перекаты и пороги служатъ для задержанія весенней воды, видно изъ сочиненія изданнаго Женевскимъ муниципалитетомъ; въ немъ описаны работы, исполненныя въ 1880 году при выходѣ Роны изъ Леманскаго озера и состоявшія въ томъ, что пороги, уничтоженные ранѣе для удобствъ судоходства, были восстановлены вновь въ видѣ плотинъ со шлюзами. И дѣйствительно, этимъ было достигнуто задержаніе весеннихъ водъ отъ слишкомъ быстрого схода и устранена опасность отъ наводненій, разрушавшихъ ранѣе города и селенія по нижнему теченію Роны. Въ сѣверныхъ штатахъ Америки мѣстныя управленія отдѣльныхъ штатовъ недавно боролись съ обмеленіемъ своихъ рѣкъ и принимали различныя мѣры къ улучшенію по нимъ судоходства. Большинство рѣкъ въ Америкѣ имѣетъ высокія весеннія воды и широкія разливы; онѣ несутъ массу ила и песку, которые, подобно тому какъ въ нашей Волгѣ, отлагаются во всѣхъ удобныхъ пунктахъ и образуютъ мели и перекаты, дѣлающіе судоходство весьма затруднительнымъ; слабые берега на поворотахъ подмываются и, падая постепенно въ воду, увлекаясь теченіемъ, способствуютъ приращенію мели или переката. Въ семидесятыхъ годахъ улучшение водныхъ сообщеній признано было дѣломъ государственной важности и сосредоточилось въ рукахъ конгресса, который назначилъ рѣчныя комиссіи и ассигновалъ на изысканія и работы средства изъ государственнаго бюджета; съ тѣхъ поръ опытъ по отдѣльнымъ, такъ сказать, частнымъ инициативамъ, примѣнялся къ дѣлу широко и плодотворно. Подробныя изысканія этихъ комиссій выяснили

условія образованія отмелей, перекатовъ и ихъ приращеніе въ зависимости отъ почвы, уклона, поворотовъ, скорости теченія, размываемости береговъ и т. д. и привели къ убѣжденію, что единственная дѣйствительная мѣра къ исправленію зла заключается въ коренномъ устраненіи причинъ, вызывающихъ такія вредныя образованія; для этого признавалось необходимымъ: 1) придать рѣкѣ, на всемъ ея протяженіи, очертаніе русла, которое бы по глубинѣ и ширинѣ соответствовало количеству расходуемой воды и уклону мѣстности; 2) укрѣпить берега въ почвахъ, подвергающихся размывамъ; 3) не препятствуя необходимости отложенія осадковъ, направлять ихъ такимъ образомъ, чтобы они происходили не въ руслѣ, кромѣ того, въ виду исключительныхъ по сухости годовъ, признано необходимымъ въ верховьяхъ рѣкъ образовать нѣсколько резервуаровъ, путемъ устройства запрудъ въ озерахъ и балкахъ. Первый и весьма удачный опытъ этого рода былъ произведенъ въ системѣ р. Миссисипи. Изложенныя данныя несомнѣнно подтверждаютъ, что, очищая рѣчное дно, уничтожая пороги и перекаты, но не заботясь объ устройствѣ въ возвышенныхъ частяхъ рѣчного бассейна достаточныхъ резервуаровъ воды, все скорѣй и скорѣй приближаются къ тому гибельному состоянію, когда рѣки вмѣсто орошенія земли осушаютъ еѣ; явленіе это въ особенности подтверждается въ странахъ уже пустынныхъ. При такомъ порядкѣ вещей теченіе рѣкъ и очертаніе ихъ бассейновъ неминуемо подвергается значительнымъ измѣненіямъ. Извѣстно, что древнія страны, теперь совершенно пустынные и необитаемые, были нѣкогда населенными и цвѣтущими. Исторія рисуетъ намъ различныя судьбы исчезновенія этихъ обширныхъ государствъ, которыя занимали такое важное мѣсто въ исторіи древности, но, къ сожалѣнію, не объясняетъ намъ хорошенько, какимъ образомъ пустыни слѣдовали за такими счастливыми періодами.

Александръ Македонскій нашелъ надписи Семирамиды, которая говорить: „я заставляла рѣки течъ тамъ, гдѣ хотѣла, а я хотѣла, чтобы онѣ текли тамъ, гдѣ это было нужно; орошая землю своими рѣками, я сдѣлала ее изъ бесплодной плодородной“. Обращеніе въ пустыни многихъ нѣкогда цвѣтущихъ странъ не зависитъ ли отъ того, что мудрое изреченіе знаменитой царицы древняго востока было позабыто? Постепенное уменьшеніе водяныхъ резервуаровъ — явленіе, которое встрѣчается повсемѣстно. Такъ во многихъ долинахъ Шотландіи видны гряды земли направляющіи отъ одного склона къ другому; около Каледонскаго залива имѣются параллельныя террасы, происхожденіе которыхъ можно объяснить только существованіемъ здѣсь въ прежнее время озеръ. Замѣчательна также Венгрія, которая такъ недавно стала выходить изъ состоянія болотной мѣстности и уже начинаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ страдать отъ засухи. Фактъ почти повсемѣстнаго ускореннаго прохода весеннихъ водъ не подлежитъ сомнѣнію и у насъ онъ имѣетъ чрезвычайно важное значеніе не только для судоходства, но для общаго благосостоянія государства. Главными причинами быстрого спада водъ слѣдуетъ признать: 1) отсутствіе мѣръ къ удержанію ихъ весною путемъ устройства особыхъ для сего приспособленій, 2) истребленіе лѣсовъ, въ особенности на горныхъ склонахъ, и 3) непринятіе мѣръ къ осушенію озеръ, прудовъ и болотъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ это не сопряжено съ вредными послѣдствіями для земледѣлія и вообще для окрестныхъ мѣстъ. Въ засѣданіи Императорской Академіи Наукъ читано было въ 1876 г. донесеніе комиссіи, гдѣ, между прочимъ, говорится, что наводненія, т. е. быстрый проходъ весеннихъ водъ по Волгѣ, Дону и Днѣпру были бы значительно уменьшены, если бы можно было охранять ихъ берега отъ лѣсоистребленія именно бываютъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, которыя

лишены лѣсовъ; сухія балки, благодаря вѣшнимъ водамъ, превращаются въ шумные потоки, отрывающіе части плодородной земли и губящіе ее. Лѣса и болота, безспорно, должны считаться регуляторами атмосферной влаги и проточной воды въ рѣкахъ. Такого же мнѣнія держатся и коммисіи, назначенныя Копенгагенской Академіей Наукъ и отъ Австрійскаго общества инженеровъ и архитекторовъ; вліяніе, говоритъ послѣдняя изъ нихъ, осушенія болотъ, спуска озеръ и прудовъ на уменьшенія лѣсовъ, въ особенности на отлогостяхъ горъ; послѣдняя причина—одинъ изъ главныхъ фактовъ, безусловно вліяющихъ на распредѣленіе текущихъ водъ. “ Все вышесказанное находитъ себѣ достаточное подтвержденіе и у насъ. Когда судохозяева Тверской губерніи, въ 1836 году, стали жаловаться на уменьшеніе воды въ Волгѣ—и вслѣдствіе этого, на то, что судоходство затруднено, была снаряжена коммиссія для ближайшаго изслѣдованія. Количества воды у верховьевъ Волги имѣло главной своей причиной истребленіе лѣсовъ въ Осташковскомъ уѣздѣ. Г. Воейковъ дѣлалъ свои наблюденія надъ Волгою у Астрахани и приходитъ къ тому убѣжденію, что прежде въ Астрахани вода прибывала по-немногу, теперь же она скоро прибываетъ, вслѣдствіе значительнаго истребленія лѣсовъ въ большей части бассейна Волги. Не защищаемый деревьями снѣгъ скорѣе таетъ и вода, не задерживаясь листьями и корнями, сбѣгаетъ въ рѣки и достигаетъ Каспійскаго моря. Прежде было иначе: по мѣрѣ того, какъ испарились снѣга, лѣсная почва жадно задерживала воду отъ каждаго лѣтняго ливня и только излишку давала стекать въ Волгу. Что касается горныхъ возвышенностей, то истребленіе лѣсовъ на нихъ оказывается еще болѣе гибельнымъ. Если горныя отлогости обнажены отъ покрывающихъ ихъ лѣсовъ, то вслѣдствіе сухости почвы въ обыкновенное время и недостатка растительнаго слоя, выпавшій дождь быстро стекаетъ внизъ, соединяясь въ гро-

мадный потокъ, все болѣе и болѣе врѣзывающійся въ почву и уносящій съ собою камни и разные обломки въ равнину. Изъ вышеизложеннаго становится понятнымъ, что лѣса играютъ весьма важную роль въ дѣлѣ сохраненія и правильнаго распредѣленія воды, какъ для цѣлей судоходства, такъ и для орошенія полей. Послѣ всего вышеизложеннаго, нельзя себѣ представить, чтобы управление общественныхъ работъ столь горячо сочувствующее сохраненію лѣсовъ, какъ средству увеличенія количества воды, могло содѣйствовать (какъ нѣкоторые о томъ говорили и писали) истребленію лѣсовъ. Тутъ ясное недоразумѣніе. Дѣло въ томъ, что Министерство Государственныхъ Имуществъ, ведущее (черезъ посредство лѣснаго департамента) лѣсное хозяйство, ежегодно продаетъ на срубъ, на основаніи правильнаго лѣснаго оборота, известное количество казенныхъ дачъ. Дачи эти продавались частнымъ предпринимателямъ, составлявшимъ себѣ на этомъ дѣлѣ огромныя состоянія. Въ этомъ году мѣстные участки, подлежащіе, на основаніи правильной лѣсоразработки, вырубкѣ, были предоставлены управленію общественныхъ работъ; этимъ самымъ управленію дана была возможность поддерживать значительное число пѣшихъ и конныхъ рабочихъ въ губерніяхъ, пострадавшихъ отъ неурожая, такъ какъ оно, не преслѣдуя коммерческихъ цѣлей, могло дать рабочимъ плату болѣе высокую, чѣмъ та, которую въ нынѣшнемъ году платили бы частные лѣсопромышленники. Возвращаясь затѣмъ къ нашимъ главнымъ воднымъ источникамъ: Волгѣ, Дону и др., прилежающимъ въ мѣстностяхъ, страдающихъ отъ засухъ, нельзя не обратить вниманія на совокупность причинъ, содѣйствующихъ быстрому прохождению весеннихъ водъ, имѣющему столь значительное и важное вліяніе на благоденствіе страны. Волга начинается свое теченіе въ Осташковскомъ уѣздѣ, Тверской губерніи, изъ болотнаго ключа и представляется въ этомъ мѣстѣ въ

видѣ пересыхающаго лѣтомъ ручья, шириною не болѣе 1½ аршина. Далѣе она течетъ озерами, переливаясь короткими протоками, пока не пройдетъ озеро Волго, послѣ чего теченіе ея болѣе не прерывается озерами. Верхневоложскія озера всѣ имѣютъ значительную глубину. Сѣверныя части Осташковского и Вышневолоцкаго уѣздовъ усѣяны озерами, которыхъ тамъ насчитывается до 250. Не представляютъ ли эти озера указанія, данныя премудрою природою, какъ нужно устраивать верховья рѣкъ для того, чтобы онѣ могли разлиться въ могучія водныя артеріи? Многія изъ нихъ окружены высокими и крутыми берегами, имѣютъ весьма значительную глубину только въ срединѣ, а съ краевъ зацвѣтаютъ разными водяными растеніями, которыя, становясь съ каждымъ годомъ все гуще и гуще, образуютъ постепенно болотистые берега, быстро уменьшающіе водную поверхность.

Донъ вытекаетъ изъ Епифаньскаго уѣзда, Тульской губерніи, Рязанской, Тамбовской, Воронежской и черезъ землю войска донскаго вливается въ Азовское море. Донъ съ притоками течетъ въ высокихъ берегахъ, прорѣзанныхъ глубокими балками, которыя, какъ и овраги, встрѣчаются здѣсь въ изобиліи по берегамъ рѣкъ и часто достигаютъ до 20 и болѣе сажень глубины. Они не имѣютъ значенія и особой цѣнности въ хозяйствѣ, даже часто никому не нужны, потому что почти совершенно обнажены: хлѣбъ на нихъ не растетъ, да и самый посѣвъ невозможенъ на этихъ крутизнахъ,—они, можно сказать, пропадаютъ совершенно безъ пользы и служатъ тогда лишь выгономъ для скота, да и то плохимъ. Бывшіе по берегамъ Дона и Донца обширные строевые лѣса теперь, въ послѣднія 20 лѣтъ, сильно вырублены. Наприм., въ Коньколодезѣ, гдѣ въ настоящее время существуетъ устроенная земствомъ сельско-хозяйственная школа, Петръ Великій, нѣкогда заблудился въ лѣсахъ, даро-

ванныхъ затѣмъ адмиралу Синавину; нынѣ-же тамъ нѣтъ ни одного прута. Можно сказать безъ приувеличенія, что теперь осталась лишь тѣнь прежнихъ строевыхъ лѣсовъ, которые своею массой задерживали быстрое весеннее таяніе снѣговъ, тѣмъ не менѣе изъ послѣдующаго описанія способовъ для удержанія скопляющихся весеннихъ водъ, будетъ видно, что вліяніе въ этомъ отношеніи лѣсовъ едва-ли имѣетъ такое исключительное значеніе, какъ это полагали до сихъ поръ; лѣса, повидимому, съ успѣхомъ могутъ быть замѣнены проектируемыми нынѣ мѣрами, примѣненіе коихъ, какъ будетъ видно изъ дальнѣйшаго изложенія, осуществимо весьма легко, быстро и съ незначительными затратами. Принятіе мѣръ къ возможно большому собранію водъ въ большихъ и малыхъ рѣкахъ, въ особенности въ мѣстностяхъ, страдающихъ отъ засухъ и настоятельно нуждающихся въ обводненіи и орошеніи, необходимыхъ для улучшенія ихъ экономическихъ условій, слѣдуетъ признать неотложнымъ. Петръ Великій съ геніальностью, отличающей всѣ его предпріятія, доказалъ, что самымъ дѣйствительнымъ средствомъ къ поддержанію судоходнаго уровня р. Волги является устройство водохранилищъ, расположенныхъ на притокахъ этой рѣки, и что эти водохранилища особенно удобно устраивать въ Россіи, гдѣ быстрота теченія рѣкъ сравнительно незначительна. Первое водохранилище съ площадью разлива до 60 кв. верстъ, такъ называемое „заводское“, устроено по распоряженію Петра Великаго у Вышняго Волочка на р. Цнѣ. Спускныя воды этого водохранилища питали какъ р. Мсту, такъ и притокъ Волги — Тверцу. Очевидность пользы петровскихъ водныхъ сооружений вызвали дальнѣйшее ихъ развитіе и въ 1843 году. Въ царствованіе Наколая Павловича появился верхне-волжскій бейшлотъ, который, выпуская 5 куб. сажень воды въ секунду, поднимаетъ уровень Волги, распространяя свое дѣйствіе на 600 верстъ,

до устьевъ р. Мологи. Въ 1805 году, по проекту генсрала Геради, предполагалось соорудить Селижаровское водохранилище по рр. Возузь, Созь, Медвѣдицѣ и Нерчи. На перекатахъ Волги, какъ, наприм., Телячьемъ бродѣ, Безводнинскомъ, Чебоксарскомъ, Шилатовскомъ, Осельскомъ, Сосупиженскомъ и другихъ, можно ожидать увеличенія глубины отъ запасныхъ резервуаровъ, устроенныхъ на р. Окѣ и ее притокахъ: Цнѣ, Сурѣ, Мокшѣ, Клязьмѣ, по рѣкамъ Унжѣ, Ветлугѣ и проч. Но такъ какъ, при крутомъ паденіи перекатовъ, увеличеніемъ количества расхода воды быть можетъ и нельзя вполнѣ достигнуть возвышенія уровня, то можно замѣнить необходимыя въ этомъ случаѣ дорого стоящія плотины поперекъ р. Волги, обходными каналами со шлюзами. Въ мѣстахъ, гдѣ Волга разбивается островами на нѣсколько протоковъ, цѣлесообразно сбить эти протоки въ одно русло. Не подлежитъ сомнѣнію, что шлюзованіемъ и устройствомъ водохранилищъ, при сравнительно ничтожныхъ затратахъ, достигнется желаемое поднятіе уровня Волги и увлажнится климатъ на значительное пространство. Совѣщаніе, созванное въ Воронежѣ, лѣтомъ 1890 года, изъ представителей различныхъ вѣдомствъ, торговцевъ, промышленниковъ и судовладѣльцевъ, признало громадное экономическое значеніе упорядоченія р. Дона для безпрепятственного судоходства и въ то же время признавало выгоды судоходства на столько значительными, что считало возможнымъ установить посудовый сборъ съ груза, какъ на поддержаніе въ порядкѣ рѣки, такъ и на возмѣщеніе расходовъ по ея устройству. Въ руслѣ р. Дона, на пространствахъ отъ г. Воронежа до Калача, признается полезнымъ выполнить слѣдующія работы: 1) Съюзить, по возможности, живое сѣченіе рѣчного русла, мѣстами спрямить русло и устроить запасные резервуары. 2) Уменьшить весенніе и иные разливы. 3) Прекратить доступъ въ рѣчную долину

вообще и на рѣчной фарватеръ въ особенности грубыхъ наносовъ (галечника, песку и проч.), съ каковою цѣлью: а) обсадить древесною растительностью ближайшія побережья рѣки, особенно сосѣдніе пески и обсыпающіеся нагорные берега, и б) по возможности заградить плетнями (или инымъ способомъ) устья овраговъ, открывающіеся въ рѣчныя долины и, главнымъ образомъ, засоряющіе рѣку и 4) уничтожить перекаты и карчи.

Мѣры къ обводненію полей.

Переходя, затѣмъ, къ указанію мѣръ, которыя нынѣ считается умѣстнымъ принять для обводненія полей, необходимо остановиться на общихъ условіяхъ вліянія количества влаги на урожай. Вліяніе влаги на урожай извѣстно по опыту каждому сельскому хозяину. Въ мѣстахъ, подверженныхъ засухѣ, сберечь влагу—это значитъ обезпечить урожай многихъ лѣтъ, если не постоянный. Для того, чтобы имѣть запасы влаги, надо собрать ихъ въ надлежащемъ количествѣ. Такому накопленію въ почвѣ зимней влаги содѣйствуетъ, между прочимъ, задержаніе на поляхъ снѣга, который или легко сдувается съ полей, или быстро таетъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей. Весеннія воды, лишенная всякой задержки, устремляются со страшною быстротою внизъ, наполняютъ балки и оттуда потоками низвергаются въ притоки рѣкъ, унося по дорогѣ въ море плодородныя слои, камень, песокъ и проч. Все это только бесполезно засоряетъ дно большихъ рѣкъ. При обычныхъ условіяхъ таянія снѣга вся масса зимнихъ осадковъ пропадаетъ безслѣдно, до тѣхъ поръ, пока совсѣмъ не растаетъ снѣгъ, оттаиваетъ лишь самый поверхностный слой почвы, не бо-

лѣе $\frac{1}{2}$ вершка; ниже этого слоя земля мерзлая, не могущая воспринять влагу: лишь крайне рѣдко, когда весна недружная, въ случаѣ таянія снѣга исподволь и при ничтожномъ уклонѣ почвы, вода быстро не стекаетъ и задерживается самыми ничтожными преградами, а также и тогда, когда снѣгъ послѣ перваго схода вновь выпадаетъ, въ этихъ случаяхъ почва впитываетъ больше осадковъ, которые для роста растений играютъ немаловажную роль.

Самый обыкновенный способъ сберечь зимніе осадки—есть задерживаніе воды для орошенія плотинами, проведенными въ балкахъ и оврагахъ, т.-е. устройство запрудъ. Этими скопленіями воды затопляются большія пространства полей или простою заливкою ихъ, или проведеніемъ по полямъ орошительныхъ канавъ. Такая система, однако, прививается довольно трудно по своей сравнительной дороговизнѣ: 1) Приходится, поэтому, искать болѣе дешевый способъ полученія влаги въ нужное время. Но мысли завѣдывающаго общественными работами, запасы влаги можно дѣлать изъ зимнихъ осадковъ, во 1-хъ, въ видѣ снѣга, а во 2-хъ, въ видѣ воды, въ первомъ случаѣ надо воспользоваться силой вѣтра, переносающаго массы снѣга и помощью разнообразныхъ загражденій, но не представляющихъ собою сплошныхъ стѣнъ или заборовъ, заставить снѣгъ отложиться въ предназначенныхъ мѣстахъ, преимущественно въ наиболѣе высокихъ частяхъ полей для облегченія дальнѣйшаго распределенія влаги. Для того же, чтобы эти снѣжные сугробы не таяли подъ вліяніемъ солнца ранней весной (когда и безъ того влаги достаточно), желательно, по возможности, покрыть ихъ хворостомъ, соломой, землей, торфомъ и т. п., вслѣдствіе чего можно будетъ давать почвѣ влагу въ самое засушливое время, богатство воды, получающейся отъ таянія прикрытаго снѣга, лежащаго на поляхъ помимо сугробовъ, можно сдѣлать возведеніемъ ряда несплошныхъ валиковъ небольшой высоты.

Способъ этотъ основанъ на слѣдующемъ наблюдении. Если обратить вниманіе, проѣзжая зимою по желѣзной дорогѣ, огражденной щитами, то можно замѣтить, что вдоль полотна тянутся снѣжные сугробы, снѣгъ, задержанный щитами, таетъ медленно, чѣмъ имѣющійся на поляхъ. Съ другой стороны въ Саратовской и другихъ губерніяхъ гдѣ мало ручейковъ съ хорошею водою, крестьяне задерживаютъ влагу за избами высокими досками; вѣтеръ наноситъ туда сугробы, и вода изъ нихъ держится до августа мѣсяца. Всѣмъ извѣстно также, что въ южныхъ губерніяхъ такимъ образомъ сохраняется снѣгъ, замѣняя ледники при винокуренныхъ заводахъ. Ту же идею предполагается примѣнить къ орошенію полей. Въ этомъ случаѣ очень важно выбрать хорошее мѣсто, гдѣ слѣдуетъ устроить щитъ и хотя вслѣдствіе этого нѣкоторая часть поля (около $\frac{1}{20}$) должно пропадать подъ вымочками, но лучше потерять эту часть, чѣмъ не имѣть урожая на всемъ полѣ. Что касается подробностей устройства валиковъ, то онѣ заключаются въ слѣдующемъ: сравнительно невысокій гребень ихъ долженъ быть горизонталенъ и обсаженъ деревьями. Главная задача ихъ—не образовать постоянныхъ водомѣстилищъ, каковую роль исполняютъ болѣе глубокіе пруды,—а лишь удержатъ весеннюю воду до тѣхъ поръ, пока оттаявшая и нѣсколько отогрѣвшаяся земля будетъ въ состояніи впитать ее въ себя. Ихъ главная функція—переводъ поверхностной воды въ грунтовую; задерживая до извѣстнаго потребнаго сельско-хозяйственными условіями времени снѣговую воду, они тѣмъ самымъ производятъ одинъ изъ видовъ обводненія, а именно затопленіе. Почва питается водою; излишняя вода переходитъ въ нижніе проницаемые слоя, усиливаетъ дѣятельность родниковъ и ключей и питаясь отъ землистыхъ и органическихъ примѣсей, равномерно питаетъ рѣки. Это тѣ сооруженія, которыя, при возвысившейся рентѣ на землю, могутъ только выполнить

роль лѣсовъ въ дѣлѣ правильнаго питанія рѣкъ и увлажненія мѣстности: обсаженные деревьями валики будутъ служить прекрасными живыми изгородьями и будутъ вполне пригодны для накопленія и удержанія снѣга. Необходимо замѣтить, что этимъ способомъ утилизируется вся скопленная вода, между тѣмъ, какъ при сплошныхъ лѣсныхъ пространствахъ масса ея уходитъ на самое питаніе деревьевъ. Такимъ образомъ, планъ водяного хозяйства можетъ быть выполненъ слѣдующими сооруженіями для эксплуатаціи снѣговой воды въ цѣляхъ агрономическихъ и для перевода ее въ грунтовую воду въ цѣляхъ питанія ключей и рѣчекъ. Первая по значенію сооруженія—это пруды, расположенные въ верховьяхъ овраговъ, въ томъ мѣстѣ, гдѣ дно ихъ съ наименьшимъ уклономъ, а берега съ естественнымъ откосомъ. Эти пруды должны быть прежде всего устроены для цѣлей орошенія и спуски для воды должны быть различнаго устройства. Затѣмъ слѣдуетъ устройство небольшихъ валиковъ по дорогамъ и меженниковъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ по этимъ валикамъ можно направлять грунтовые дороги. При разномъ уклонѣ всей мѣстности, напр., въ ¹ в.о., валы въ одинъ аршинъ дадутъ подпоръ въ 50 сажень и слѣдовательно могутъ быть расположены другъ отъ друга. Въ такомъ разстояніи обыкновенно проходятъ и полевые дороги или меженники, отграничивающіе десятины. Слой воды, подпертый аршиннымъ валикомъ, скоро впитается растаявшею землею, въ тѣхъ случаяхъ, когда уклоны болѣе значительны, потребуются болѣе высокіе валики, причемъ скопится и большая масса воды; дабы она долго не заставалась, что можетъ повести къ вымочкѣ озимыхъ или задержки посѣвовъ яровыхъ, должны быть устраиваемы отверстія со щитомъ для спуска воды на нижележащія поля, если они требуютъ орошенія, или же дно такого временнаго пруда должно имѣть сообщеніе съ нижележащимъ хорошо пропускающимъ воду грунтомъ помощію колодца или трубы.

При полномъ устройствѣ этихъ временно дополняющихъ сооруженій двухъ типовъ—постоянныхъ прудовъ, щитовъ, или валиковъ, временно удерживающихъ воду, снѣговые осадки могутъ быть использованы въ значительной степени и именно на столько, на сколько цѣль означенныхъ сооружений будетъ тщательно выполнена. Тогда разрушающіеся овраги, лишенные коренной причины ихъ размывовъ, сами собой закрѣятся, а человекъ съ своей стороны долженъ помочь въ этомъ направленіи природѣ путемъ облѣсенія склоновъ и дна овраговъ. Вопросъ о прудахъ, какъ видно изъ вышесказаннаго, тѣсно связанъ съ вопросомъ объ ирригаціи и о пользованіи рѣками, въ смыслѣ обводненія сосѣднихъ прибрежныхъ мѣстностей. Такъ какъ важнѣйшій недостатокъ нашихъ рѣкъ состоитъ въ томъ, что по нимъ весною напрасно проносится огромное количество воды, то задача, очевидно, должна состоять въ томъ, чтобъ уменьшить это количество. Другихъ средствъ нѣтъ, какъ перехватить эту весеннюю и дождевую воду въ верховьяхъ главной артеріи, урегулировать въ то же время и теченіе питательныхъ ея вѣтвей. Цѣль эта можетъ быть достигнута именно при условіи осуществленія только что указанныхъ мѣръ. И такъ цѣлый рядъ причинъ, изложенныхъ выше, ведетъ къ тому что рѣки мѣняютъ свой характеръ. Явленіе это повсемѣстное и наблюдается во всѣхъ странахъ. Возможна ли борьба съ этими причинами! нѣтъ никакого сомнѣнія, что она не только возможна, но и обязательно необходимо начать съ охраненія истоковъ рѣкъ, расчистить источники, задержать снѣговую и дождевую воду на поляхъ, запруживая верхніе овраги съ цѣлью образовать скопленіе весенней воды и помѣшать выносамъ земли; наконецъ, нужно запруживать мелкія и среднія рѣки съ цѣлью образовать естественные резервуары, но это только первоначальныя дѣйствія, которыя, будучи проведены систематически и съ должною настойчи-

востью, несомѣнно приведуть къ хорошимъ результатамъ. Дальше же не слѣдуетъ идти, руководясь великими идеями Петра I, который запруживалъ и болѣе значительныя рѣки, съ цѣлю задержать ихъ быстрый ходъ. Затѣмъ, надлежитъ произвести цѣлый рядъ изслѣдованій по каптажу подземныхъ источниковъ, для усиленія ими существующихъ подземныхъ и, наконецъ, выводить часть подземной воды на поверхность, при помощи артезианскихъ колодцевъ, для увеличенія влаги, столь необходимой въ агрономическомъ отношеніи, отнюдь не трогая почвенной воды, которая служитъ для той же цѣли. Само собою разумѣется, что осуществленіе подобной программы есть дѣло многихъ лѣтъ, и что многихъ изъ этихъ работъ должны предшествовать точныя и продолжительныя изслѣдованія. Нынѣ же вопросъ этотъ можетъ быть разработанъ только въ самомъ первоначальномъ фазисѣ. Управление общественныхъ работъ, въ самомъ началѣ его учрежденія, получило со всѣхъ сторонъ массу заявленій, о крайнѣ важномъ значеніи устройства прудовъ для цѣлей сельскаго хозяйства. Многіе даже указывали, что тамъ, гдѣ нынѣ больше прудовъ и дожди болѣе часты. Обстоятельство это еще не изслѣдовано, но, признавая полезнымъ включить устройство прудовъ въ число общественныхъ работъ, управление желало опредѣлить, какое вліяніе можетъ имѣть устройство запрудъ на увеличеніе и уменьшеніе засухъ; изслѣдованіе это привело къ той мысли, что устройство, какъ каптажъ источниковъ и задержаніе весенней воды, можетъ войти однимъ изъ полезныхъ элементовъ, которые столь желательны для устройства воднаго хозяйства. Особое совѣщаніе разрѣшило произвести эти работы въ бассейнѣ верхняго и средняго Дона. Для того, чтобы привести въ исполненіе рѣшеніе Особаго Совѣщанія, завѣдывающимъ общественными работами была предпринята поѣздка по Дону и его притокамъ, съ участіемъ профес-

соровъ: Мушкетова (геологіи) и Костычева (агрономіи), главного инженера Черниховскаго, представителей отъ Императорскаго Московскаго Общества Сельскаго Хозяйства и мѣстныхъ уполномоченныхъ. Поѣздка эта выяснила обиліе воды въ верховьяхъ Дона, и вмѣстѣ съ тѣмъ, полное неумѣніе пользоваться ею, вслѣдствіе чего весьма часто обнаруживается недостатокъ воды, не только для цѣлей земледѣлія, но даже для потребленія жителей. Сходъ весенней воды происходитъ необыкновенно быстро; въ этомъ году вода въ верхнемъ Донѣ, можно сказать, прошла въ три дня, при чемъ были снесены почти всѣ мельничныя плотины. Послѣдствіе быстрого спада водъ, а также отсутствія до 15-го мая дождей, было то, что озимые почти пропали, яровыя были плохи, и не выпали дождь 15-го мая, урожай былъ бы хуже прошлогодняго. Поэтому является настоятельной необходимостью вывести земледѣльца изъ состоянія вѣчнаго опасенія неурожая и устроить водное хозяйство. Съ этой цѣлью управленіе общественныхъ работъ рѣшило на первое время избрать Донъ съ его притоками, такъ какъ онъ проходитъ въ предѣлахъ пяти губерній, наиболѣе пострадавшихъ отъ засухи, для первоначальныхъ работъ въ смыслѣ увеличенія количества воды. Признано было наиболѣе цѣлесообразнымъ, запрудить съ согласія сельскихъ обществъ и землевладѣльцевъ верховья овраговъ близъ деревень и обсадить ихъ деревьями, а такъ какъ отнущенныхъ на каждый уѣздъ шестидесяти тысячъ рублей не достаточно, то рѣшено было выбрать непременно въ каждомъ уѣздѣ одну характерную систему рѣчки или оврага, и произвести въ ней вполнѣ законченныя работы; въ остальныхъ же мѣстностяхъ—производить работы по мѣрѣ возможности. Задача облегчается тѣмъ, что во многихъ мѣстахъ, хотя и безъ строгой системы произведены работы аналогичныя съ принимаемыми нынѣ, по почину самихъ землевладѣльцевъ.

Такъ напримѣръ, въ долину рѣки Непрядвы, графомъ Бобринскимъ произведена посадка до 900 десятинъ лѣса и во многихъ мѣстахъ задержана вода для мельницъ; такія же работы произведены въ верховьяхъ этой рѣки, въ имѣнии профессора Н. А. Стебута, посвятившаго много статей вопросу о защитѣ овраговъ отъ выносовъ; въ долину рѣки Битюга, княземъ Орловымъ устроено до 300 прудовъ и г-жи Шлихтингъ до 250 прудовъ, въ системѣ рѣки Икорца, въ имѣнии И. А. Звягинцева, также устроено значительное число прудовъ и т. д. Кромѣ запрудъ, въ верхнемъ теченіи Дона и его притоковъ, а также въ каждомъ изъ десяти уѣздовъ, выбранныхъ для производства этихъ работъ, съ цѣлью увеличить количество влаги и восполнить два недостающихъ дождя въ маѣ и сентябрѣ, предполагается устроить еще двѣ опытныхъ станціи: а) Въ Конь-Колодезь (Задонскаго уѣзда), при Земской Сельско-Хозяйственной школѣ, гдѣ имѣются характерные овраги и гдѣ предполагается каптажъ водъ съ обводненіемъ, при помощи валиковъ и снѣжныхъ защитъ, и б) Близъ с. Шовскаго (Лебедянскаго уѣзда), гдѣ уже въ этомъ отношеніи опыты начались, необходимо замѣтить, что многіе землевладѣльцы выразили готовность произвести такіе же опыты у себя и за свой счетъ, прося лишь указанія со стороны техникувъ управленія общественныхъ работъ, которое, конечно, изъявило на это полное согласіе. Комиссія, совершившая свою поѣздку по Дону и его притокамъ въ періодъ сильныхъ жаровъ, вездѣ получала одно и то же извѣстіе, что дождя не было съ весны. Духовенство, при стеченіи массы народа, во многихъ мѣстахъ служило молебны о ниспосланіи дождя, причемъ вездѣ замѣчалось сильное уныніе, въ виду ожидавшагося вновь неурожая. И только съ 15 мая пошли дожди, которые возвратили нѣкоторую надежду на урожай. Невозможно оставлять земледѣльца подлѣ постояннымъ гнетомъ, мысли о могущемъ быть неурожаѣ и

не помочь ему въ этомъ отношеніи; помощь эта, можно полагать, достигнется именно работами, ведущими къ увеличенію количества влаги, столь необходимой для сельскаго хозяйства.

О неотложности борьбы съ оврагами.

Докладъ землевладѣльца Симбирской губ.

М. С. Нагаткина.

М. Г.

Всѣ современныя злобы дня отправляются отъ 1891 года, и не даромъ: въ 91 году Милосердный Госнодь Богъ, любя наказующій, явилъ намъ Себя въ праведномъ гнѣвѣ Своемъ. Неурожайный 91 годъ явился весьма плодотворнымъ въ томъ смыслѣ что это былъ годъ однако открытія высочайшей важности; въ Россіи, въ сознаніи русскаго общества, въ 91 году была открыта земледѣльская Россія какъ такая обширная область, интересы которой не только нельзя игнорировать, но отъ пренебреженія къ которымъ остальные цѣнности обращаются въ величины воображаемыя (*valeurs imaginaires*). Было признано, что мануфактура, ремесла индустрія, торговля, финансы, скажу болѣе все до наукъ и искусствъ включительно болѣе или менѣе зависятъ отъ этого универсальнаго потребителя—землевладѣльца, этому начавшемуся движенію русскаго сознанія, можетъ быть, суждено завершится признаніемъ чисто-русскаго политико-экономическаго закона, что всѣ экономическія, явленія суть нѣкоторая функція пуда ржи и что величину земледѣльческаго прибытка въ этомъ уравненіи нельзя занять нижеизвѣстнаго значенія безъ того, чтобы за этимъ придѣломъ и остальные

экономическіе элементы, наши балансы и финансовыя выкладки, не стали величинами мнимыми, призранными.

Тракуемый животрепещущій вопросъ, собравшій здѣсь многочисленное почтенное общество, есть слѣдствіе и заслуга 91 года: каждый не только вправѣ, но и долженъ высказаться, что лежитъ на умѣ и на сердцѣ въ связи съ вопросомъ о водяномъ хозяйствѣ, объ орошеніи, лѣсонасажденіи, объ укрѣпленіи овраговъ; отсюда я и почерпнулъ смѣлость сказать посильное слово, достойное урока 1891 года.

Вы изволили здѣсь слышать обстоятельные доклады по лѣсо-водяному хозяйству съ научной, гидротехнической, геологической и другихъ сторонъ. Моя тема болѣе ограниченная. Чтобы разобраться въ подробностяхъ вопроса, разорвать замкнутый кругъ его сложностей, я постараюсь оглядѣть позицію, выбрать пригодное мѣсто для приступа къ практическому разрѣшенію задачи, такъ чтобы замыслъ рѣшенія отвѣчалъ сознанію и умѣнью перваго заинтересованнаго лица т.-е крестьянина принаровленъ къ мужичьему представленію о дѣлѣ и возможности съ нимъ справиться.

По этому я ограничусь только оврагомъ и прежде всего позволю себѣ передать исторію моего знакомства съ этимъ хозяйственнымъ зломъ. Мой интересъ къ оврагу граничитъ у меня съ нѣкоторымъ болѣзненнымъ настроеніемъ, которое откровенно назову болѣзнию „оврагобоязни“, потому я былъ бы счастливъ, если бы сумѣлъ выразить ужасъ, внушаемый мнѣ словомъ „оврагъ“. Что это дѣйствительно страшное слово свидѣтельствуетъ русскій народъ, говоря не „оврагъ“ а врагъ мое знакомство съ этимъ врагомъ кормилицы — земли восходитъ къ годамъ дѣтства. Я землевадѣлецъ Симбирской губерніи, Ардатовскаго уѣзда, съ рѣки Суры, протикающей по Пензенской, Симбирской губерніямъ и въ предѣлахъ Нижегородской губерніи впадающей въ Волгу. Ардатовскій и Алатырскій уѣзды самые черноземные

въ этой черноземной губерніи, обильной когда то водой и лѣсомъ. Въ 55-хъ годахъ, мы тогда мальчики теперь припоминаемъ что раней весной около Троицына дня, когда теперь дуютъ суховей, около лѣсныхъ опушекъ, срывая ландыши, видали залегающими въ логахъ и долахъ сугробы, постепенно подтаивающаго снѣга, этого запаса, такъ сказать „скрытой водоемкости“. Неудивительно, что половодья тогда были неразрушительны, рѣки круглое лѣто судоходны, Волга безъ перекатовъ и полноводна и, какъ волжскіе судопромышленники выражаютъ это прекраснымъ терминомъ: „вода была сочная“. Еще одно свидѣтельство отъ того давняго времени удержалось въ памяти: между городами Алатыремъ и Ардатовымъ на разстояніи 22-хъ верстъ было тогда 3 моста черезъ овраги, теперь ихъ 42. Затѣмъ мои отношенія къ этимъ наблюденіямъ временно прервались и только въ свою бытность на Днѣпрѣ въ 70 году я изумился разногласію описанію великаго Гоголя, какъ ни одна птица не долетитъ до середины Днѣпра, съ горькой дѣйствительностью. Въ 73 году я вернулся къ родной рѣкѣ — Волгѣ въ г. Сызрань той же Симбирской губерніи и вотъ съ тѣхъ поръ страдаю „нижеслѣдующей оврагобоязню“. Отъ хлѣбныхъ волжскихъ купцовъ я узналъ о тѣхъ убыткахъ, которыя несетъ хлѣбная торговля, слѣдовательно и хлѣбный производитель, отъ засоренія и обмѣленія Волги съ ея притоками обуславливающаго паузки судовъ со 2-го рейса т. е. съ начала мая, ибо бурныя половодья вслѣдствіе внезапнаго стаиванья снѣговъ сносятъ въ Волгу по всему бассейну, черезъ овраги, неисчисленные милліарды кубовъ пахотнаго слоя. Въ то время отъ моего вниманія уже ускользало образованіе овраговъ на моихъ глазахъ. Перехожу теперь ближе къ цѣли моего сообщенія, а именно къ послѣднему періоду моего уже личнаго знакомства съ удручающимъ меня оврагомъ, или врагомъ „Мой участокъ, въ 450 десятинъ, лежитъ

на границѣ Алатырскаго и Ардаговскаго уѣздовъ гдѣ между двумя городами, какъ я сказалъ, за послѣднія 40 лѣтъ вмѣсто 3-хъ выросло 42 моста надъ оврагами. Живую грань участка вдоль лучшаго поля въ длину болѣе $1\frac{1}{2}$ верстъ представляютъ овраги глубиной въ 2° до 6° , то сѣуживающійся то расширяющійся отъ 3° до 15° и грозившіи начать вѣдраться въ грудь моего главнаго кормильца. Я рѣшился осенью 89 года съ своимъ недругомъ схватиться въ рукопашную, и что же оказалось? Врагъ оказался хотя стойкимъ, но очень примѣримымъ борцомъ, уважающимъ усилія своего противника. Нужно замѣтить что отъ Саранской дороги, гдѣ тепери проводится Казанская чугунка, къ моему участку, при долинѣ рѣки Алатыря, впадающей въ Суру, идетъ верстъ на 15 уклонъ, такъ что Саранская дорога служить оврагораздѣломъ, въ верховьяхъ этого уклона и начинаются развѣтвленія нашего оврага. Я разсудилъ такъ: овражная сила почвеннаго сноса есть вѣдь, и сила приноса и бороться съ оврагомъ нужно его же оружіемъ. Такъ какъ верхніе отрожки оврага не въ моемъ владѣніи то я—что оказалось очень кстати—долженъ былъ начать съ устья и осенью 89 года заложилъ въ болѣе узкомъ мѣстѣ двойную перемычку изъ колевъ елошника переплетеннаго лознякомъ, задѣлавъ щели навозомъ съ мусоромъ и сорьемъ, собраннымъ на межникахъ послѣ бороньбы. Господь Богъ благословилъ успѣхомъ этотъ небольшой трудъ: въ наступившую весну и лѣто мой „врагъ“ услужливо принесъ мнѣ изъ верховьевъ милліоны кубовъ наносу и собственноручно заложилъ первую преграду. „Силѣ уноса“ загативъ устье на $1\frac{1}{2}^{\circ}$ въ высоту и вверхъ сажень на 100; перемычка представляла сзади каскадъ живой зелени изъ ивняка а спереди образовался прудокъ для водооя. Я продолжалъ въ 90 и 91 годахъ загражденія, идя поступательно вверхъ по узкимъ мѣстамъ набилъ ветловыхъ колевъ и чрезъ 3 года мѣсто становит-

ся неузнаваемымъ. Оврагъ самъ покрылся порослью, кру-
 тья обнаженія округлились задержались а въ лучшихъ мѣстахъ
 нынѣшнимъ лѣтомъ уже можно было взять покосъ. Словомъ
 мой „врагъ“ пошелъ на мировую, хотя всѣ мои расходы
 по примитивнымъ загражденіямъ простирались до 67 рублей.
 Непріятно говорить, что въ началѣ своей возни съ овра-
 гомъ я сталъ мишенью для насмѣшекъ. Мой сосѣдъ по ов-
 рагу не вѣдалъ серьезныхъ внушеній послѣдняго и свое
 участіе проявилъ лишь тѣмъ, что не препятствовалъ мнѣ
 примыкаться къ его берегу. Я также не мало терпѣлъ отъ
 озорства крестьянскихъ ребятъ и отъ заминанія поросли,
 такъ какъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ образовался сносный пе-
 реѣздъ черезъ оврагъ. Но наличность улучшенія-лучшій
 союзникъ и наилучшая пропаганда дѣла; теперь стали по-
 являться перемычка близъ земскихъ мостовъ, и нынѣшнимъ
 лѣтомъ я получилъ первое нравственное удовлетвореніе:
 крестьянинъ изъ ближайшаго Мордовскаго села Баева, съ
 которымъ я осматривалъ по склонамъ велъ со мной такую
 рѣчь: на его замѣчаніе что сдѣлалось съ оврагомъ, и на
 мой вопросъ почему Баевцы не пичинятъ свой оврагъ, из-
 гадившій ихъ поле, онъ отвѣчалъ, твое дѣло хозяйское, а
 мы что. Какъ что, вѣдь мнѣ работа денегъ стоитъ, а у
 васъ руки свои? „Вѣстимо такъ коли намъ обществомъ взяться,
 то на 2—3 дня работы, да кому народъ сбить кому при-
 казать? въ обществѣ хозяина нѣтъ“. М. Г. простите мнѣ
 если я скажу что въ этихъ не мудрыхъ, но важныхъ сло-
 вахъ баевского мордвина я слышу одно изъ указаній къ
 практическому осуществленію занимающаго насъ вопроса.
 Далѣе въ октябрѣ сего года въ Ардатовскомъ Земскомъ
 Собраніи въ частной бесѣдѣ съ гласными, преимущественно
 съ волостными старшинами я постигнулъ тотъ живой инте-
 ресъ, который нынѣ земледѣльческій классъ питаетъ къ
 овражному вопросу. Всѣ мнѣнія объединялись въ одномъ

положеніи: въ необходимости укрѣпленія овраговъ не въ одиночку а повсемѣстно и неотложно, и въ этомъ видѣли не столько трудности, сколько то что въ единичныхъ усиліяхъ это дѣло *ничто* въ усиліяхъ же общихъ — *все*, даже въ смыслѣ исправленія нашего теперь несчастнаго климата. Я обязалъ себя, чуть не клятвенно, въ качествѣ губернскаго гласнаго поднять тотъ вопросъ и не переставать говорить объ оврагахъ до конца своихъ дней и всюду, гдѣ только буду выслушенъ.

Я уже считаю цѣль моего сообщенія наполовину выполненной, если мнѣ удалось засвидѣтельствовать передъ почтеннымъ собраніемъ съ какимъ живымъ трепетомъ земледѣльская Россія ждетъ постановки на практическую почву вопроса о закрѣпленіи овраговъ, какъ задачи преимущественной передъ всѣми другими, завѣщанной намъ урокомъ 1891 года да будетъ онъ въ этомъ смыслѣ незабвеннымъ. Очевидно не достаточно поставить ясно задачу еще важнѣе изыскать способъ для пракческаго ея разрѣшенія. Переходя къ положительной части моего сообщенія, прежде всего заявляю, что я лично поборникъ простѣйшихъ, примитивныхъ приступовъ къ дѣлу уже потому одному соображенію, что общедоступныя приемы захватываютъ въ работу наибольшую массу населенія и дальнѣйшій ходъ дѣла, дальнѣйшіе улучшенные приемы вытекаютъ попутно изъ самаго дѣланія, вырастая такъ сказать, органически изъ народной приспособляемости къ выполненію общей, начатой работы. Народное сознаніе осваивается съ цѣлями и средствами задачи не абстрактно, а на конкретныхъ фактахъ, истинные друзья прогресса знаютъ, что таковой нерѣдко сбивается въ созиданіе на разрушеніе, если не удовлетворяетъ условію естественнаго органическаго развитія. Таковымъ именно неразумнымъ прогрессомъ объясняются многія изъ современныхъ золъ въ томъ числѣ и лѣсоистребленіе, и возникновеніе

овраговъ и пр. Естественно - историческое происхожденіе овраговъ очень просто: размывной, поверхностный слой нуждается въ древесномъ прикрытіи и связи его мочками растеній. Если крѣпостное, что не въ мѣру оклеветанное поколеніе — мы согласно привитымъ намъ предразсудкамъ относительно всего прошлаго, такъ навывкли представлять себѣ помѣщика бариномъ — лежабокомъ, то по крайнѣй мѣрѣ согласимся, что не по размѣрамъ его лѣни было — добираться до вырубокъ по оврагамъ, когда и строевые лѣса иногда переставались на корню. Такъ называемый крѣпостникъ смѣнился дѣятельнымъ не по разуму прогрессистомъ, который въ расхищеніи лѣсовъ не побѣдился спуститься и въ лѣсные мочежины: черепъ родной земли оголился и богатство страны, по какому-то праву и не у насъ однихъ, размѣнено на алтыны и доллары. Изъ добросовѣстнаго отношенія къ прошлому мы извлечемъ много дѣльныхъ указаній къ облегченію нашего настоящаго положенія, хозяйство добраго, стараго времени находилось въ болѣе правильномъ взаимодѣйствіи съ природой: устройство прудовъ и запрудъ было любимымъ занятіемъ помѣщичьяго общиннаго быта, вмѣстѣ съ затѣненіемъ прудовъ лѣсными обсаженіями до тѣнистыхъ парковъ включительно, и тогда строго соблюдалось, чтобы малѣйшая водомоина въ полѣ — съ чего начинается всякій оврагъ немедленно заграждалась плетешкомъ. Природа справедливо наказываетъ за перазумное отношеніе къ себѣ. Чтобы спасти себя отъ засухъ и неурожаевъ, современному поколѣнію предстоитъ трудная но вмѣстѣ благородная и благодарная задача возстановить правильное воздѣйствіе нашего хозяйства съ природой, отъ хищничества въ лѣсахъ и водахъ перейти къ лѣсоводному хозяйству, и въ этомъ отношеніи предпринятыя общественныя работы представляютъ въ высшей степени отрадное знаменіе времени. Чтобы облегчить себя, упростить вынавшую на нашу долю задачу, разберемся въ

окружающей климатической обстановкѣ дѣла, которую можно охарактеризовать нѣсколькими словами: сверху—барометрическіе максимумы и минимумы, а снизу—пониженіе уровня грунтовыхъ водъ, какимъ простымъ воззрѣніемъ объяснить это пониженіе? Разрѣжьте каравай хлѣба—онъ быстро высохнетъ. Что такое овраги? Это многочисленные и глубокія разрѣзы, прошедшіе по всѣмъ направленіямъ и изсушившіе поверхность нашей черноземной полосы, на среднюю глубину этихъ разрѣзовъ, по законамъ гидравлики, необходимо долженъ былъ понизиться уровень подпочвенныхъ водъ. Вотъ почему я отвожу закрѣпленію овраговъ, первое мѣсто въ приступѣ къ дѣлу. Укрѣпленный оврагъ, по моему, долженъ стать базисомъ для дальнѣйшихъ работъ въ этомъ направленіи, т. е. въ видѣ лѣсопосаженія орошенія, или оригаціи и вообще лѣсо-водяного хозяйства. Лѣсо-водяное хозяйство въ самомъ обширномъ смыслѣ, я конечно считаю вѣнцомъ дѣла, и чѣмъ страстнѣе я желаю скорѣйшаго осуществленія онаго во всей полнотѣ, тѣмъ болѣе позволяю себѣ въ краткихъ словахъ отнестись критически къ составнымъ его частямъ, въ отношеніи ихъ пригодности быть общедоступной точкой отправленія въ занимающимъ насъ вопросѣ. 1) чтобы начинать съ лѣсопосаженія, или съ общаго облѣсенія, мы для этого слишкомъ маломощны; для того у насъ не хватитъ рукъ и, можетъ быть потребовалось бы новая общая повинность чтобы создать армію лѣсонасадителей. Вы изволили вчера выслушать авторитетныя сужденія о недостаточности у насъ даже питомниковъ и вообще о дороговизнѣ лѣсныхъ посадокъ. Укрѣпленный же оврагъ, съ своимъ водотекомъ, самъ по себѣ уже есть лѣсонасадительный пунктъ, исходя изъ котораго населеніе воспитасть въ себѣ инициативу лѣсопосаженія за собственный счетъ страхъ и рискъ. 2) что касается орошенія въ обширномъ размѣрѣ, то ирригаціонныя работы, а равно и буренія артезіанскихъ колодцевъ,

могутъ быть пока работами исключительными, необщедоступными за недостаткомъ и техническихъ условій и практическихъ указаній, масса владѣльцевъ и крестьянскихъ обществъ пока должна остаться въ сторонѣ отъ этого прогресса, не смотря на всю его важность.

3) Необходимо замѣтить, что возможность улучшенныхъ приѣмовъ ставятъ нынѣ въ тѣсную связь съ вопросомъ о меліоративномъ кредитѣ. Какъ не велика сила кредита, но всякій кредитъ есть орудіе обоюдно-острое, и я лично нѣсколько искушенъ въ дѣлѣ практическаго примѣненія разныхъ формъ кредита и по опыту позволяю предупредить, что кредитъ тогда лишь благое начало, когда почва для него уже подготовлена, если онъ встрѣчается съ органически развитой обстановкой дѣла; иначе я не рѣшаюсь признать кредитъ созидателемъ цѣнностей и скорѣе только распредѣлителемъ цѣнностей и часто въ дурномъ направленіи. Резюмируя все сказанное, я утверждаю: тактическіе приѣмы въ борьбѣ съ засухой разнообразны, но стратегически-удобный пунктъ для приступа единственный — это укрепленный оврагъ. „Вчера представитель общественныхъ работъ“ Михаилъ Николаевичъ Анненковъ вразумительно опредѣлилъ позицію дѣла словомъ: „Обводненіе“ укрепленный же оврагъ есть уже въ миниатюрѣ и обводнительный, и лѣсообсадительный снарядъ: и такъ начать нужно съ повсемѣстнаго и неотложнаго укрѣпленія овраговъ. Прошу извиненія, что мое сообщеніе затянулось, но изъ вышесказаннаго уже вытекаютъ мои практическіе тезисы я признаю укрѣпленіе овраговъ началомъ и цѣлесообразнымъ, и цѣлестижимымъ: оно — начало цѣлесообразное, ибо повторяю, что укрѣпленіе овраговъ есть заразъ и обводненіе, и лѣсообсажденіе; оно начало цѣлестижимое ибо средства для того въ рукахъ самаго крестьянскаго населенія, которое прекрасно умѣетъ, не хуже техникувъ, прудить мельничныя плотины; слѣдова-

тельно, по своей технике, работа населенію не нова, оно завтра же сумеет ее начать и сдѣлать; кромѣ того выполненіе ея для крестьянскихъ обществъ считаю матеріально доступнѣе, чѣмъ даже для частныхъ владѣльцевъ, ибо вмѣсто денежныхъ затратъ послѣднихъ со стороны первыхъ требуется скорѣе усилія натурой, т.-е. нѣсколькими рабочими днями; главнѣе же всего то, что сознаніе населенія уже готово къ воспринятію важности дѣла, оно чутко ждетъ лишь властнаго хозяйскаго почина. По мудрой народной пословицѣ: начинъ дороже всего; но откуда и какъ произойдетъ самый призывокъ дѣлу? М. Г. я, одинаково съ крестьянствомъ, вѣрю не въ разговоры, а въ начинъ сильной власти, объединяющей нами разрозненные стремленія проявленіе разумной власти, анологично великому физическому закону; сохраненія энергіи работа общественной мысли подобна молекулярнымъ колебаніямъ системы: сильный авторитетъ правительственной власти превращаетъ разрозненные молекулярныя стремленія въ кинетическую энергію общественной работы. Повторяю слова Баевского землекопа: вѣстимо, обрядить оврагъ только два три дня работы только всѣмъ обществомъ, да какъ срядить, столковать народъ? „Такимъ образомъ прежде всего и выше всего я ставлю властный призывъ, общественный къ населенію, начать укрѣплять овраги повсемѣстно въ черноземной полосѣ и неотложно; затѣмъ нужны серьезныя юридическія гарантіи для охраны сдѣланнаго. Остановлюсь нѣсколько на послѣднемъ условіи т.-е. на необходимости гарантіи для охраны сдѣланнаго, и въ поясненіе этого, для сокращенія времени, ограничусь однимъ собственнымъ признаніемъ, что собственноручно насадилъ 5000 деревъ, но не берусь сохранить и 50 деревъ т.-е. у насъ сторицею легче сдѣлать что-либо, чѣмъ охранить сдѣланное, что касается властнаго призыва къ населенію, то подѣ этимъ я разумѣю, что во-

прось долженъ быть поставленъ, какъ вопросъ всецѣло государственный, и укрѣпленіе овраговъ признано обще-обязательной для населенія мѣрой, санкціонированной правительствомъ. Посему я беру на себя смѣлость предложить Императорскому Московскому Обществу Сельскаго Хозяйства войти въ этомъ смыслѣ съ ходатайствомъ къ правительству и вмѣстѣ просить Его Высочайшее, Михаила Николаевича Анненкова, принять наше ходатайство подъ свое покровительство. Ближайшимъ собственно въ дѣлѣ укрѣпленія овраговъ высшимъ правительственнымъ органомъ представляется теперь Министерству Внутреннихъ Дѣлъ, и къ назрѣвшему вопросу, весьма понятенъ путь, по которому властный призывъ дойдетъ до послѣднихъ рядовъ населенія, по Министерскому указанію? мѣстныя Губернаторы благоволятъ явиться первыми вдохновителями повсемѣстной работы и руководителями черезъ посредство уѣздныхъ администрацій и земствъ на мѣстѣ; особенно же выдающаяся роль въ дѣлѣ укрѣпленія овраговъ должна принадлежать гг. земскимъ начальникамъ по тому значенію которое Высочайшей Волѣ угодно было въ сельской жизни придать этому институту уже оправдавшему себя въ дѣлѣ продовольственномъ. Гг. земскіе начальники потрудятся немедленно составить ситуаціонные планы овраговъ, каждый въ своемъ участкѣ, и къ заданному сроку, при настойчивомъ содѣйствіи сельскихъ властей, привлекутъ сельское населеніе какъ владѣльческое, такъ необходимое, къ закрѣпленію своихъ овраговъ. И велика будетъ ихъ заслуга предъ лицомъ Монарха призвавшаго институтъ земскихъ начальниковъ къ живой дѣятельности вашъ абрисъ программы простѣйшаго дѣйствія, какъ я его понимаю. Но какова бы ни была предложенная и выработанная программа, для меня непреложны два положенія: во-первыхъ, необходимо установить общедоступную, несложную норму работъ, общеобязательность

которой для всего населенія черноземной полосы должна быть санкціонирована Правительствомъ, какъ мѣра общегосударственной важности; во-вторыхъ, въ занимающемъ насъ вопросѣ мало обдумывать и разсуждать, но нужно прямо начать дѣлать, руководясь моралью всѣмъ намъ извѣстнаго разсказа о древнемъ мудрецѣ, на вопросъ прохожаго: далеко-ли до такого-то мѣста? отвѣтившаго только тогда, когда тотъ дѣйствительно пошелъ. Въ заключеніе, я не могу удержаться, чтобы не привести историческую справку о знаменитомъ геологѣ лордѣ Мурчисонѣ. Послѣ своего научно-геологическаго путешествія по Россіи, лордъ Мурчисонъ, представляясь Императору Николаю Павловичу, на вопросъ Государя, какое важнѣйшее наблюденіе и впечатлѣніе онъ вынесъ изъ своей ученой поѣздки, отвѣчалъ приблизительно слѣдующее: Великій Государь, я въ восторгѣ отъ Вашей страны, ея климата, плодородія, характера народа и его быта, но замѣчается одно печальное явленіе — это начавшееся лѣсоистребленіе, которое грозитъ великими бѣдствіями и способно исказить фizioномію Вашей страны“. Предсказанія знаменитаго геолога сбываются на нашихъ глазахъ: нашъ загадочный климатъ, подобно древнему сфинксу, стоитъ передъ каждымъ изъ насъ съ угрожающимъ требованіемъ: или разрѣши дилемму, или я тебя сожру. По примѣру древняго мужа, начинавшаго и кончавшаго каждое свое сужденіе словами: „а все-таки думаю, что Кароагенъ долженъ быть разрушенъ“ — да позволено будетъ и мнѣ свое сообщеніе заключить такъ, какъ-бы то ни было, а овраги должны быть укрѣплены; укрѣплятся овраги и приложится все остальное: *in minimis mazima sunt*. Добавлю еще нѣсколько словъ: будутъ укрѣплены овраги, произойдетъ по выраженію: нѣтъ худа безъ добра.

Теперь черноземная полоса покрыта сѣтью сухихъ обнаженій, балокъ; при укрѣпленіи овраговъ та же сѣть обра-

тится въ систему естественныхъ резервуаровъ того, что я выше назвалъ „скрытой водоемкостью“, ослабится та оригинальная особенность нашего климата послѣднихъ лѣтъ. которую я рѣшаюсь охарактеризовать названіемъ „мегидрологическіе столбняки“, подъ которыми разумѣю то явленіе, что на цѣлыя мѣсяцы устанавливается или сѣножной, или засуха, и эти барометрическія максимумы и минимумы значительно утратятъ свой злокачественный характеръ. Если ко всему сказанному прибавить бы еще и переходъ нашего юга, откуда теперь большею частью несутся суховѣи, къ прежнему степному хозяйству юга, если вернуться къ его прежнимъ роскошнымъ степямъ, гдѣ должны бы процвѣтать вывозъ и обработка животныхъ продуктовъ и сукнодѣлательное производство, то вышло бы и совсѣмъ хорошо. Теперь же практическій хозяинъ твердо убѣжденъ, что кромѣ суховѣевъ, изъ распаханыхъ не въ мѣру степей юга на наши поля пожаловали разныя „куськи“, гессенскія мухи и всякія напасти. Прошу великодушнаго извиненія, что долго задерживалъ вниманіе почтеннаго собранія и кончаю все тѣмъ же повтореніемъ: а овраги все-таки должны быть укрѣплены.

Отъ автора.

Нами уже было сказано, что настоящая книга можетъ служить практическимъ руководствомъ при всякихъ водныхъ сооруженіяхъ, т. е. плотинъ, запрудъ и перемычекъ лицъ-же интересующихся теоритическими деталями строительнаго искусства, мы отсылаемъ къ тѣмъ авторамъ, которые служили намъ руководствомъ при составленіи нашей книги, и кромѣ сего можемъ рекомендовать печатующуюся новую книгу подъ названіемъ:

ПОЛНАЯ ШКОЛА СТРОИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА.

Практическій самоучитель и руководитель по всякаго рода сооруженіямъ и постройкамъ городскихъ, загородныхъ (дачныхъ) шоссе и сельскихъ зданій.

Полное руководство по всѣмъ отраслямъ архитектуры, строительной механики и техники, и производства строительныхъ работъ: инженерное искусство, грунтовая и шоссейная дороги, портовые сооружения, водопроводы и канализация и примѣненіе электричества къ гражданской архитектурѣ. Съ приложеніемъ точнаго смѣтнаго исчисленія на количество строительныхъ матеріаловъ и рабочихъ, потребныхъ на каждую работу и строеніе. Описаніе скорѣйшаго изслѣдованія почвы материка грунта, опредѣленіе качества строительнаго матеріала какъ каменныхъ, такъ и деревянныхъ построекъ.

Необходимая спеціально практическая книга для техниковъ, архитекторовъ, механиковъ, плотниковъ, столяровъ, каменщиковъ, печниковъ, агрономовъ, управляющихъ, мельниковъ, домовладѣльцевъ, сельскихъ хозяевъ, подрядчиковъ, десятниковъ и другихъ лицъ, близко стоящихъ къ разнымъ отраслямъ строительной практики.

Съ приложеніемъ нужныхъ статей **ВЫСОЧАЙШЕ** утвержденнаго урочнаго положенія строительнаго устава, обнародованнаго по 1 января 1898 г., со всѣми послѣдними измѣненіями и дополненіями обязательныхъ думскихъ постановленій. Въ 6-ти книгахъ, въ 2-хъ томахъ большого формата, около 1700 стрн. плотнаго шрифта, 800 политипажныхъ рисунковъ чертежей, съ полнымъ объясненіемъ въ текстѣ и 6-ми хромолитогр. картинами.

Составили инженерный техникъ Галкинъ, Владимірскій-Зубренко, практикъ Томсонъ, техникъ Пискаревъ, при ближайшемъ участіи инженеръ-архитекторовъ Икореньева и Левина.

Подъ общей редакціей Инженеръ-строителя **А. Д. Асѣва**.

Цѣна полному изданію до выхода въ свѣтъ 2 тома **6 р.** до 1 іюня 1898 г., по выходѣ въ свѣтъ 2-го тома **7 руб.**

Складъ изданія, Москва, Тверская, пас. Постникова у Г. Т. Бриллиантова.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Часть I.

	Стр.
Гл. 1-я. Для чего строятся плотины	1.
Гл. 2-я	17.
Гл. 3-я. Каменные материалы	25.
Гл. 4-я. Дерево	32.
Гл. 5-я	36.

Часть II.

Гл. 6-я. Искусственные основанія	65.
Гл. 7-я. Фашины	94.
Гл. 8-я. Укладныя сооруженія	102.
Гл. 9-я. Нѣсколько словъ объ устойчивости земляныхъ и каменныхъ плотинъ и опредѣленіе боковаго ихъ вида	129.

Часть III.

Гл. 10-я. Описаніе подпорныхъ плотинъ	143.
Гл. 11-я. Глухія плотины	143.
Гл. 12-я. Водосливныя плотины	143.
Гл. 13-я. Створчатыя плотины	146.
Гл. 14-я. Разборчатыя плотины	149.
Гл. 15-я. Выборъ мѣста для сооруженія плотины	151.
Гл. 16-я. Перемычки	157.
Гл. 17-я. Откачка воды	164.
Гл. 18-я. Глухая плотина	164.
Гл. 19-я. положеніе и далевыя формы плотины	166.
Гл. 20-я. Водоспуски	181.
„ „	192.
„ „	198.
Гл. 21-я. Устройство понурныхъ и сливныхъ половъ	206.
Гл. 22-я. Устройство щитовыхъ стоскъ и бѣлоножекъ	212.

Гл. 23-я. О поврежденіяхъ въ плотинахъ и объ уходѣ за ними	219.
Гл. 24-я. Поврежденія происходящія отъ усиленныхъ и продолжительныхъ выпусковъ воды	226.
Гл. 25-я. Поврежденія производимыя льдомъ и способъ ихъ устраненія	231.
Гл. 26-я. Лѣтнія наводненія и причины прорывовъ плотины	237.
Гл. 27-я. Тюрбины	243.
Гл. 28-я. Вѣсъ удѣльный и кубическаго фута, въ путахъ разной земли	246.
Гл. 29-я. Мѣры и вѣсы	247.
Гл. 30-я. Устройство плотинъ на уральск. горныхъ зав.	248.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

О мѣрахъ къ уменьшенію засухъ	282.
Общественныя обводинельныя работы	289.
Мѣры къ обводненію полей	294.
О неотложности борьбы съ оврагами	302.
Чертежи и рисунки.	

НАЗВАНІЕ КНИГЪ,

служившихъ для руководства при составленіи нашей книги.

Устройство плотинъ. Д. Д. Нееловъ 1884 г.

Плотины. Рожкова горный журналъ 1856 г.

Лекціи профессора. К. Гаусмана С.-ПБ. 1876 г.

Урочное положеніе. (изд. 1870 г.).

Сочиненіе о фашинахъ. г. Зеге.

Журналъ глав. упр. пут. сообщ. и публичныхъ зданій

1850 г. Рѣчныя подпорныя плотины полк. Полибинъ.

Печатныя лекціи. инст. путей сообщенія 1881 г. г. Глушинскій.

АМЕРИКАНСКІЯ ТУРБИНЫ *)

„ГЕРКУЛЕСЪ“

Эти турбины находятся теперь въ употребленіи въ большомъ количествѣ въ Финляндіи, Швеціи и Норвегіи, а также и въ Россіи, Франціи, Германіи и Италіи. Онѣ отличаются слѣдующими преимуществами: недорогой цѣной, уборчивостью постройки, малой подверженностью порчѣ, большою производительностью сравнительно съ своей величиной и **выгоднѣйшимъ пользованіемъ водой при всякомъ открытіи щита, начиная отъ полного и до половиннаго.** Достиженіе хорошихъ результатовъ при частичномъ открытіи щита имѣетъ большое значеніе. Если имѣется въ виду въ послѣдствіи увеличить производство, то слѣдовало бы брать турбину такой величины, которая при семи-осьминномъ открытіи щита развивала бы первоначально требующуюся силу, чтобы въ послѣдствіи можно было увеличить силу или скорость вращенія. Турбина, хорошо работающая только при полномъ открытіи щита, дастъ большую потерю воды при семи-осьминномъ открытіи, а при половинномъ открытіи щита, такая турбина не дастъ и половины той силы, которую разовьетъ турбина «Геркулесъ» при одинаковомъ количествѣ воды. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія турбины «Геркулесъ» при полномъ и половинномъ открытіи щита варьируетъ только на $12\frac{1}{2}\%$.

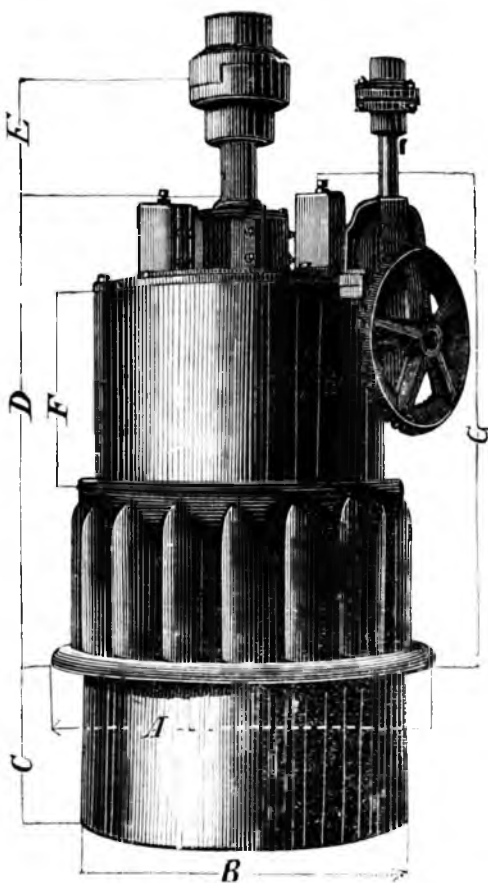
Турбина «Геркулесъ» развиваетъ большую силу сравнительно съ ея діаметромъ, что во многихъ случаяхъ особенно важно по отношенію къ мѣсту, потребному для постановки ея; разница въ скорости вращенія между малой и большой турбиной имѣетъ также значеніе, въ особенности при незначительной высотѣ паденія.

*) Настоящая турбина „Геркулесъ“ имѣется въ продажѣ въ Москвѣ у Г. Кеппенъ. (Мясницкая).

Диаметръ турбиннаго колеса дюйм.	9	12	15	18	21	24	27	30	33
Сумма всѣхъ площадей отверст. въ направл. колесѣ кв. дюйм.	24 ³ / ₄	42 ³ / ₄	69 ¹ / ₄	96 ¹ / ₂	136	168	221	265	335
Длина вала дюйм.	27 ⁵ / ₁₆	38	43 ³ / ₈	47	52 ³ / ₄	58 ³ / ₈	61 ³ / ₁₆	67 ³ / ₈	80 ¹ / ₈
Диаметръ вала дюйм.	1 ³ / ₄	2 ³ / ₂₀	2 ⁴ / ₁₀	2 ⁹ / ₁₀	3 ³ / ₂₀	3 ⁴ / ₁₀	3 ¹³ / ₂₀	3 ⁹ / ₁₀	4 ³ / ₂₀
Приблизительный вѣсъ пуд.	12	25	34	43	56	71	91	117	163
Цѣна руб.	385	580	730	900	1100	1285	1485	1820	2325

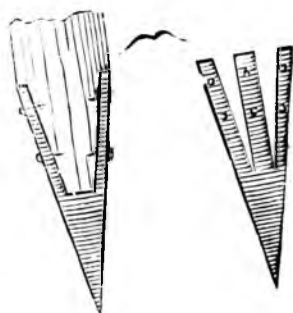
Диаметръ турбиннаго колеса дюйм.	36	39	42	45	48	51	54	57	60
Сумма всѣхъ площадей отверст. въ направл. колесѣ кв. дюйм.	379	466	555	623	687	776	897	969	1074
Длина вала дюйм.	819	84 ¹ / ₄	91 ¹ / ₈	94 ³ / ₈	97	112 ¹ / ₈	112 ¹ / ₄	118	118
Диаметръ вала дюйм.	4 ⁹ / ₁₀	5 ⁵ / ₈	5 ⁷ / ₈	5 ⁷ / ₈	6 ³ / ₈	7 ¹ / ₄	7 ¹ / ₂	8	8
Приблизительный вѣсъ пуд.	173	230	272	330	406	524	630	—	—
Цѣна Руб.	2640	3190	3700	4360	5275	6450	7770	—	—

Чертежи.

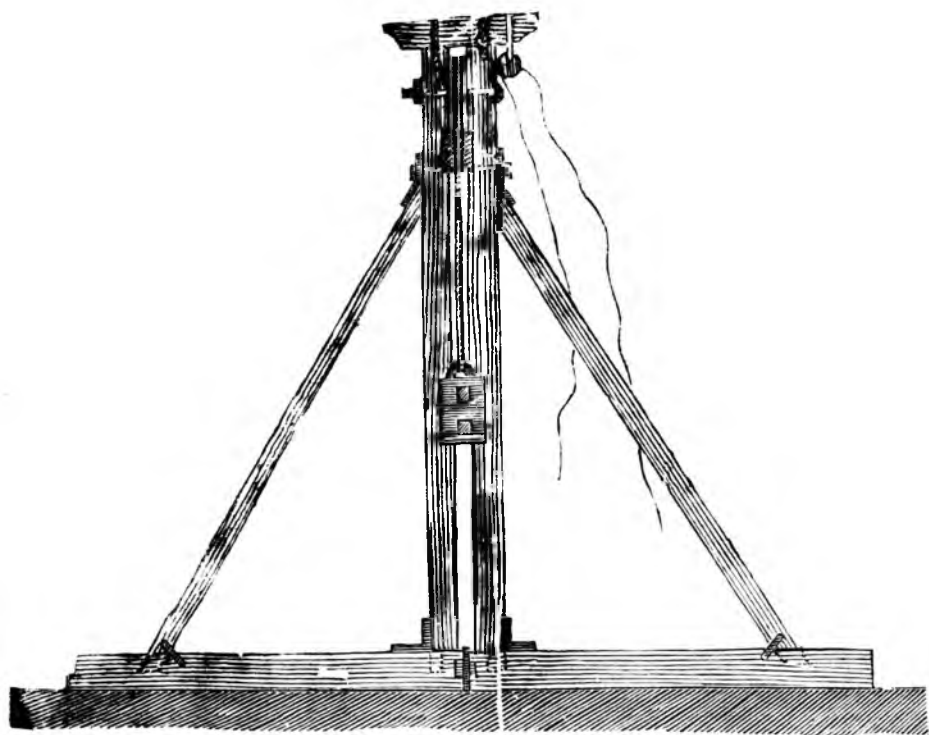


Чертежъ турбины.

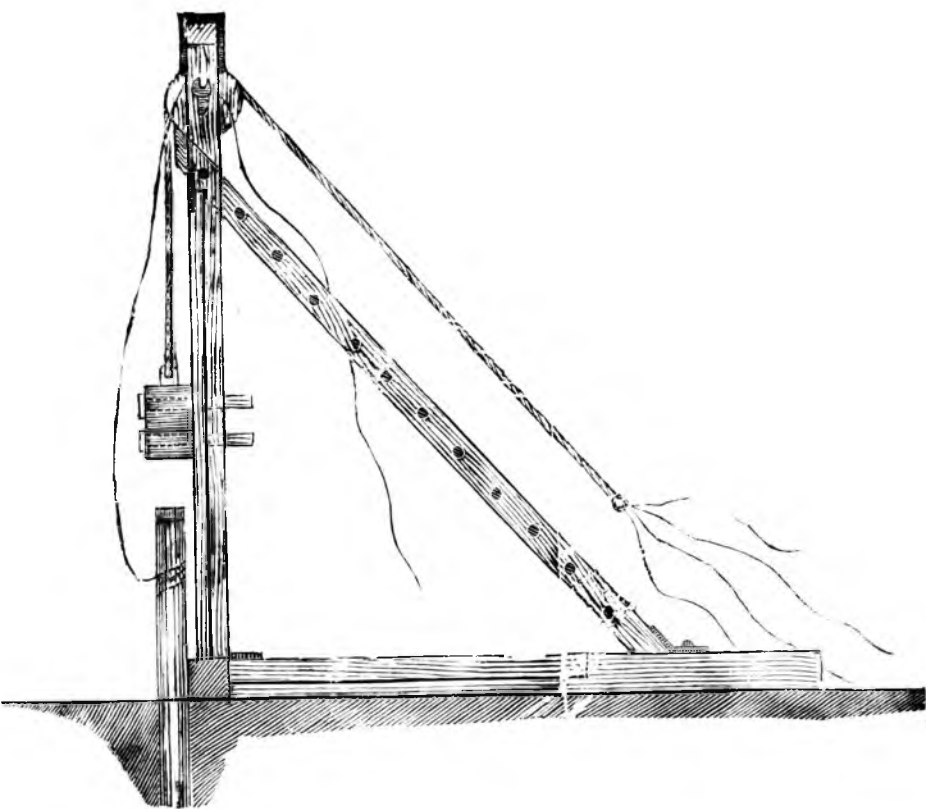
Чертежъ № 1, стр. 6 (см. помѣщ. на обложкѣ).



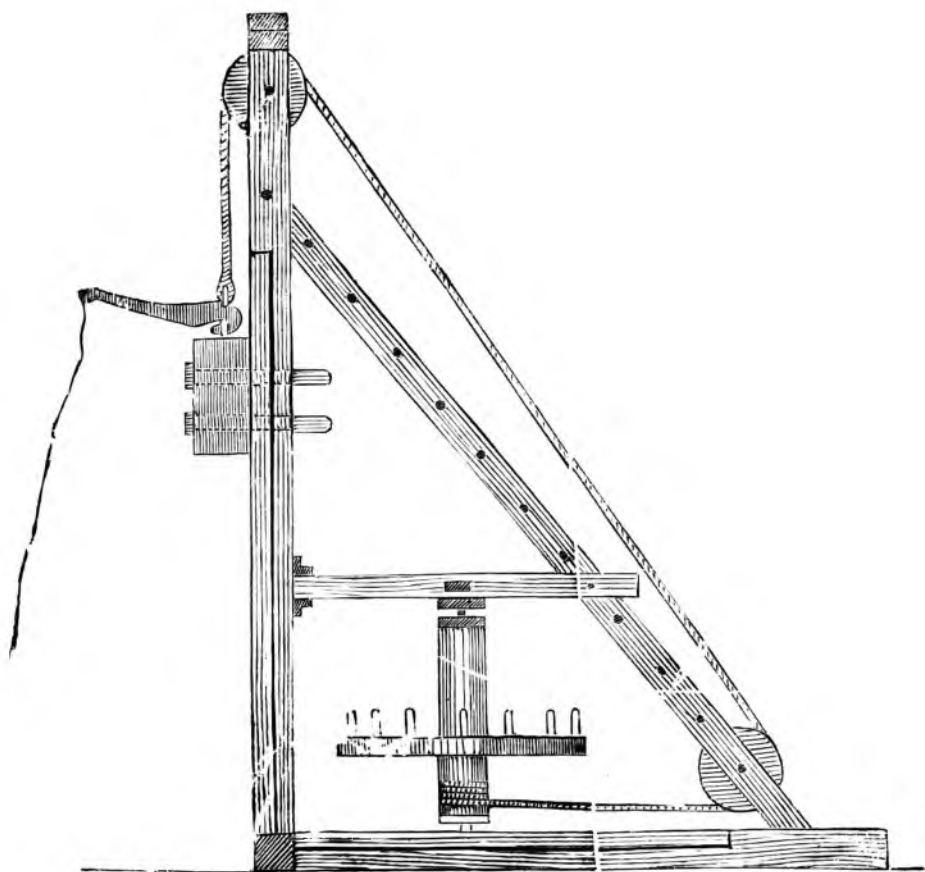
Чертежъ № 2, стр. 74.



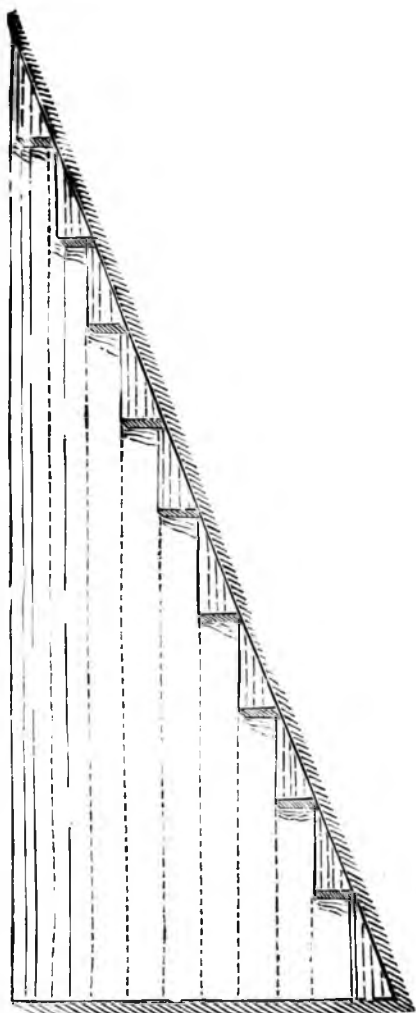
Чертежъ № 3—4, стр. 75.



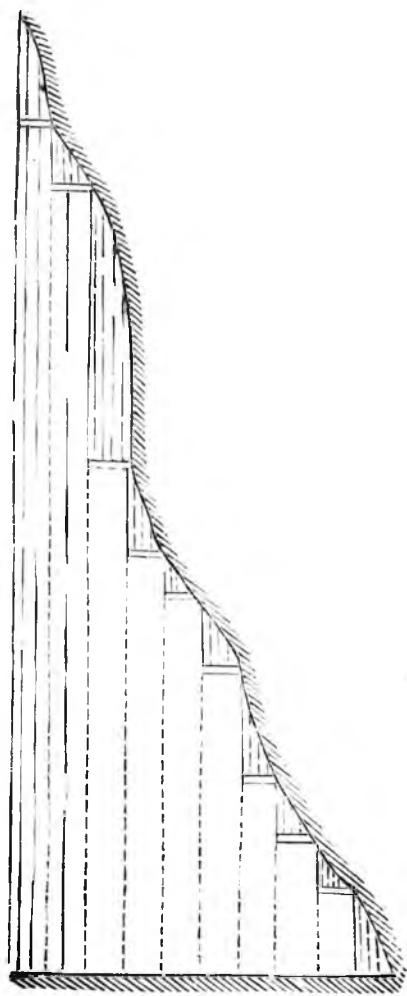
Чертежъ № 5, стр. 76.



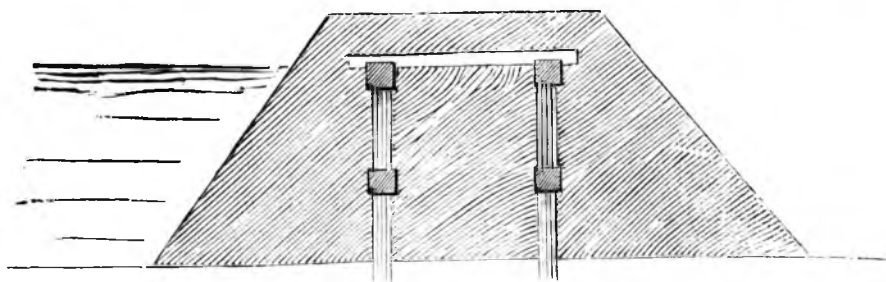
Чертежъ № 6, стр. 76.



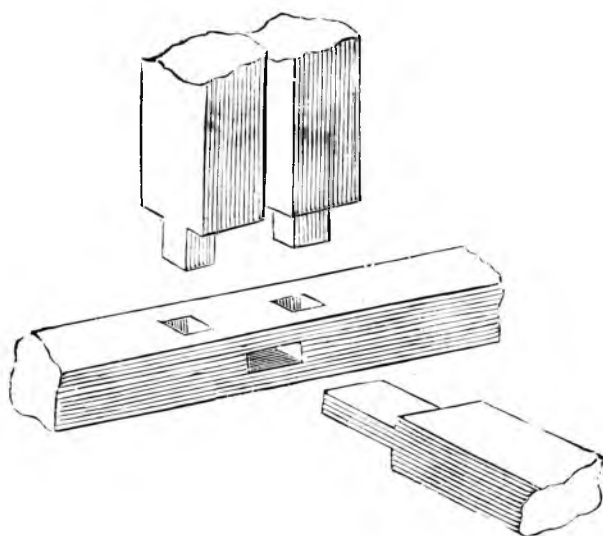
Чертежъ № 13, стр. 161.



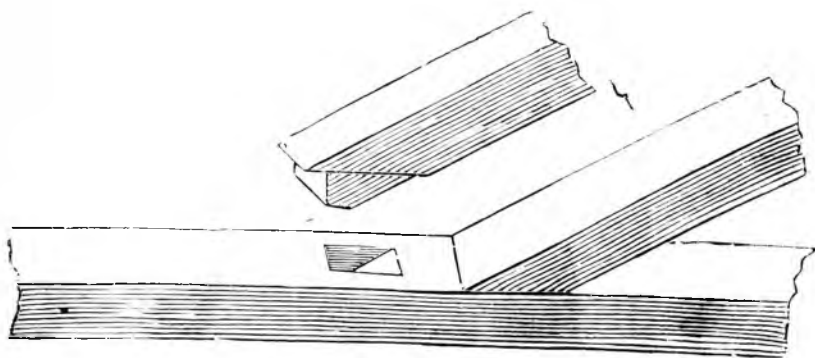
Чертежъ № 14—15, стр. 162.



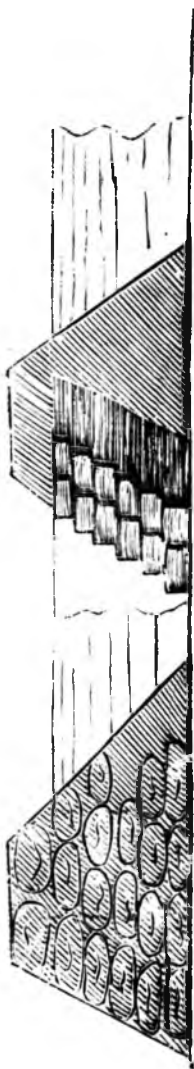
Чертежъ № 16, стр. 162.



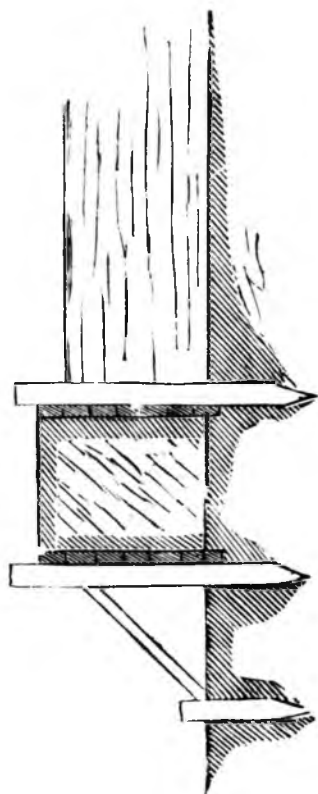
Чертежъ № 7, стр. 76.



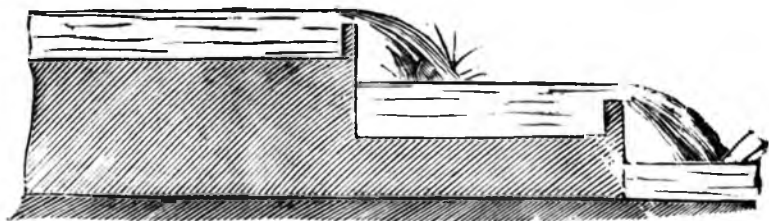
Чертежъ 8, стр. 76.



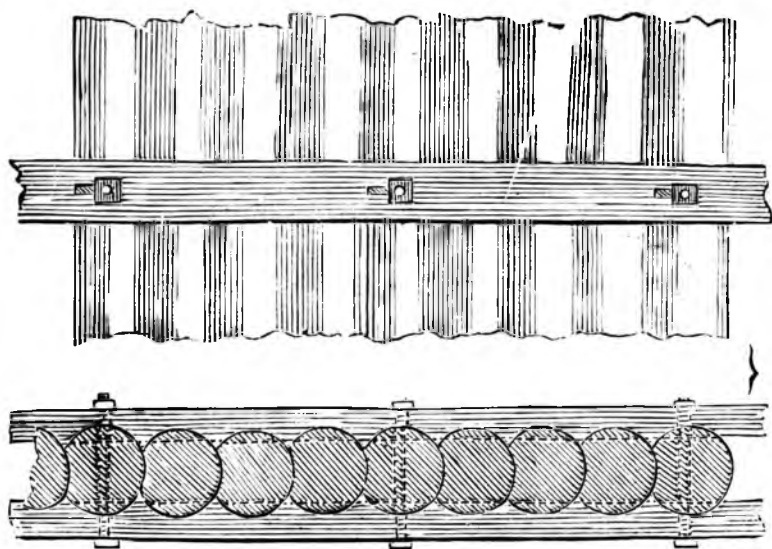
Чертежъ № 9—10, стр. 106—120.



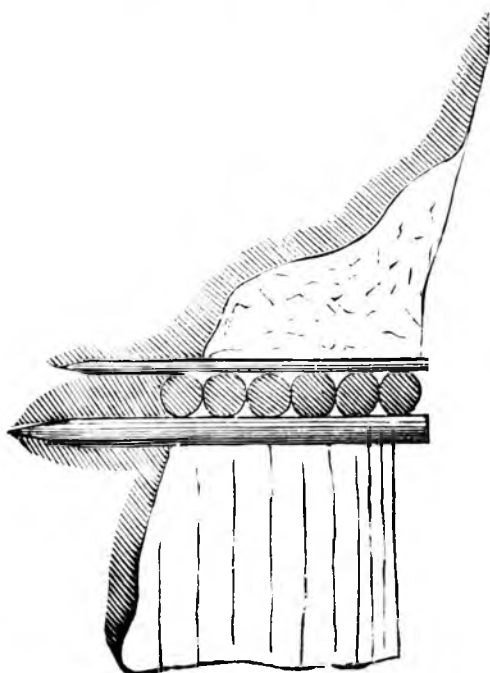
Чертежъ № 11, стр. 138.



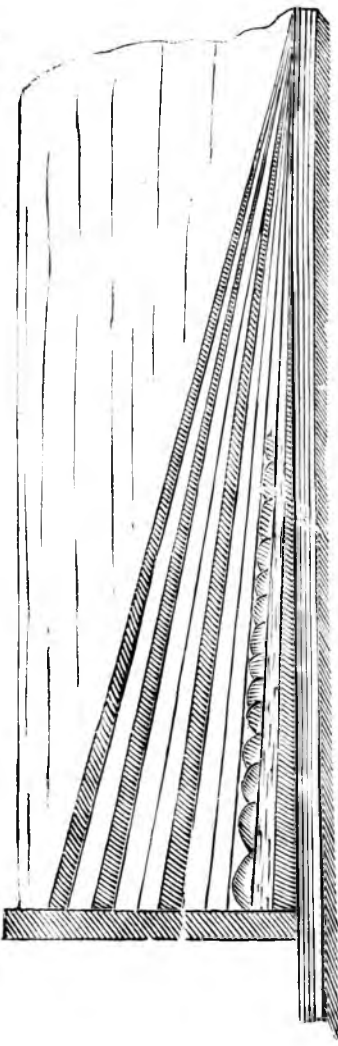
Чертежъ № 12, стр. 145.



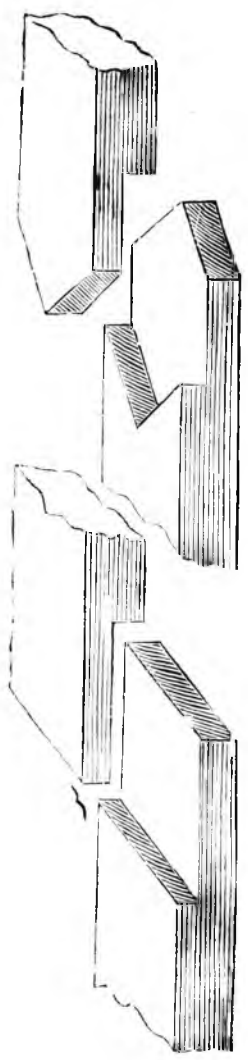
Чертежъ № 17, стр. 163—167.



Чертежъ № 18, стр. 163—167.

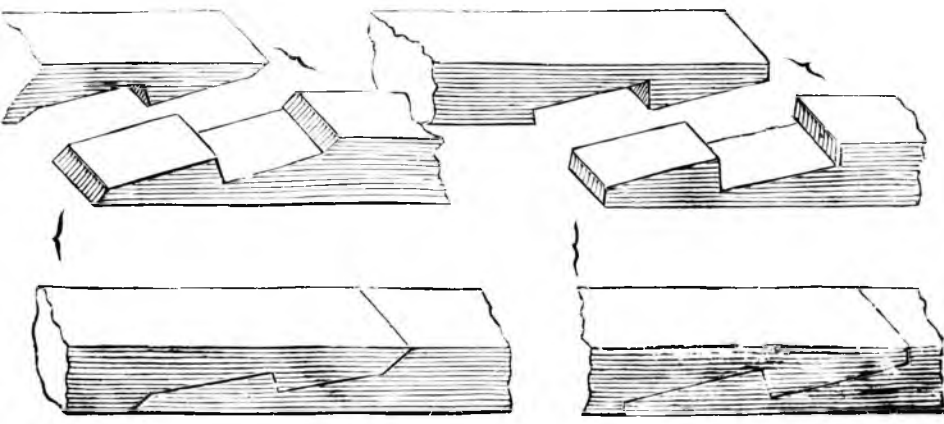


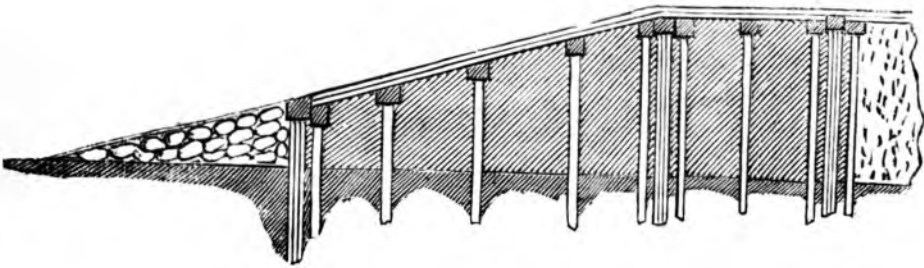
Чертежъ 19а, стр. 176.



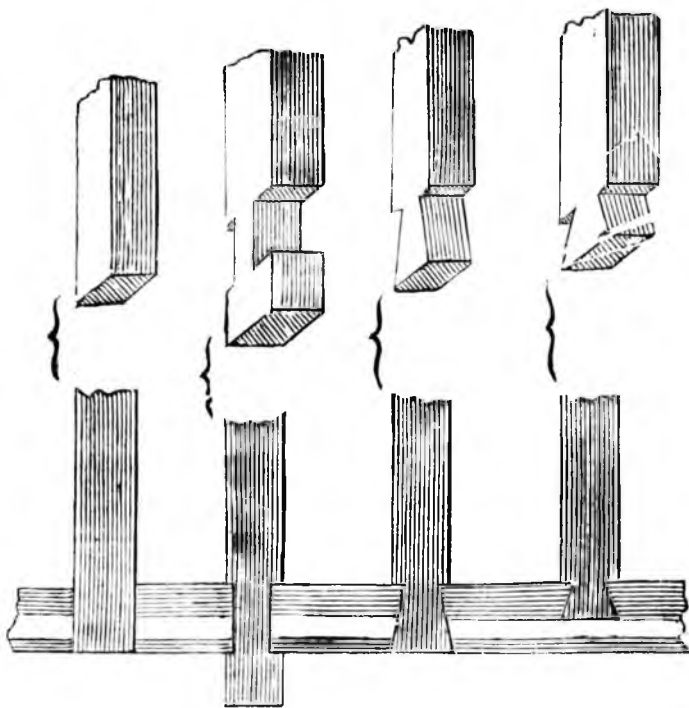
Чертежъ № 9в—г, стр. 176.

Чертежъ № 19б, стр. 176.

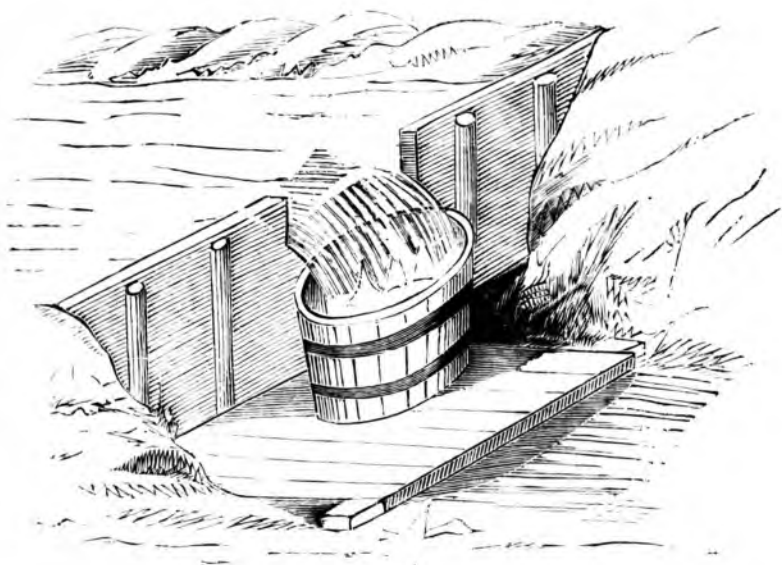




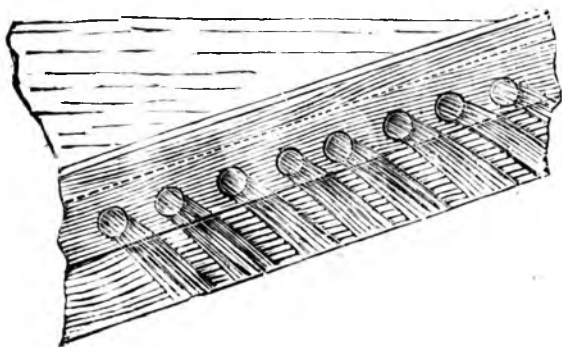
Чертежъ № 14—20—21, стр. 177.



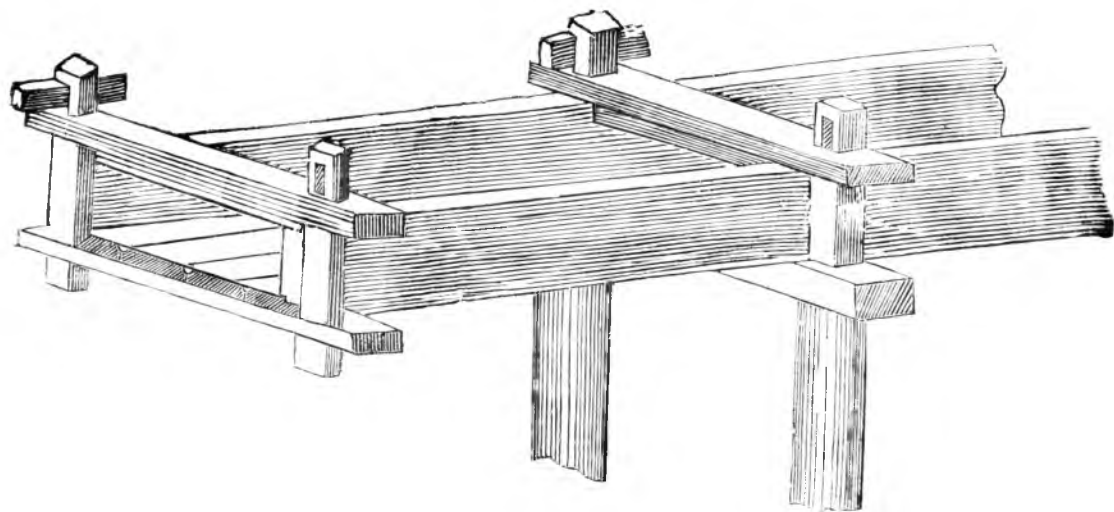
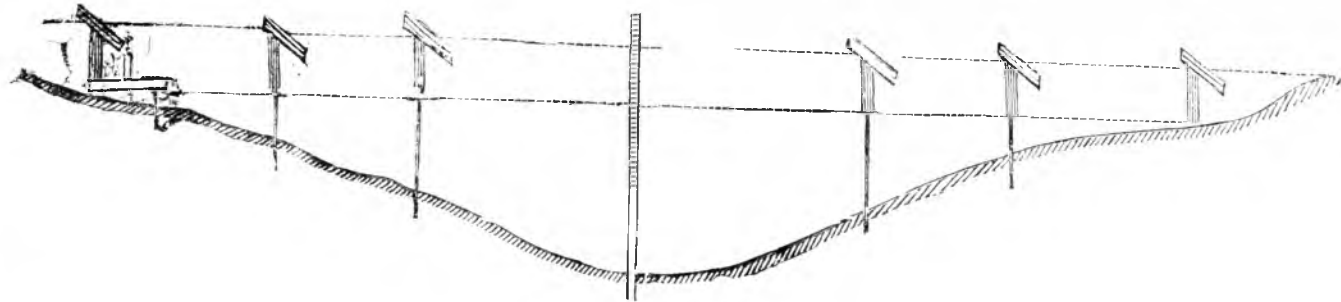
Чертежъ № 22—23, стр. 177.

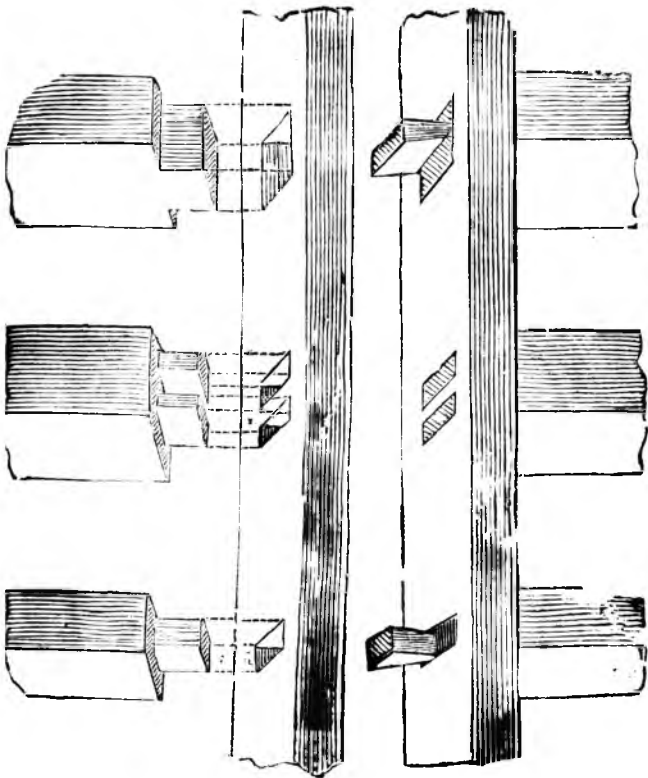


Чертежъ № 24а, стр. 187.



Чертежъ № 24б, стр. 187.

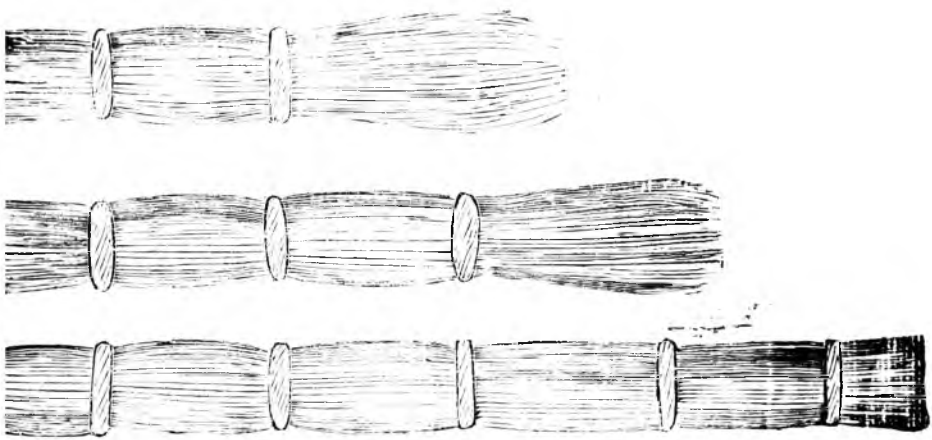




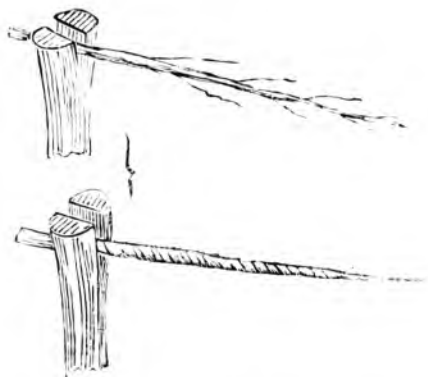
Чертежъ № 28, стр. 192.



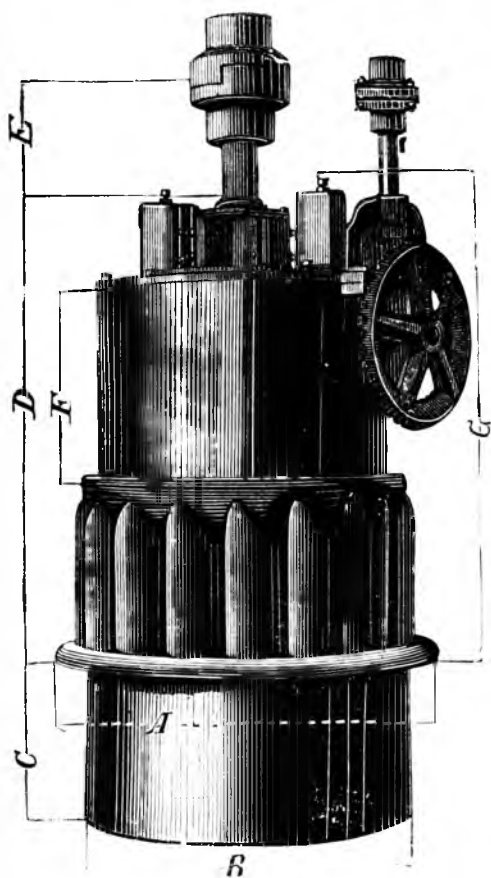
Чертежъ къ главѣ о фашинахъ.



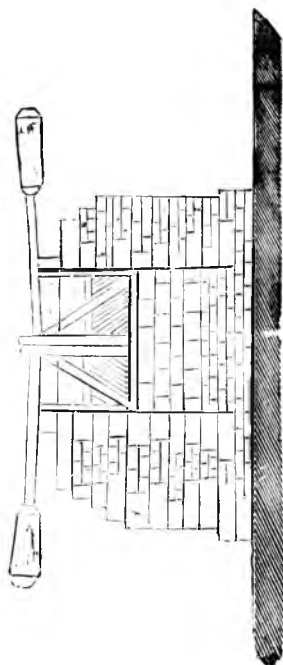
Чертежъ къ главѣ о фашинахъ.



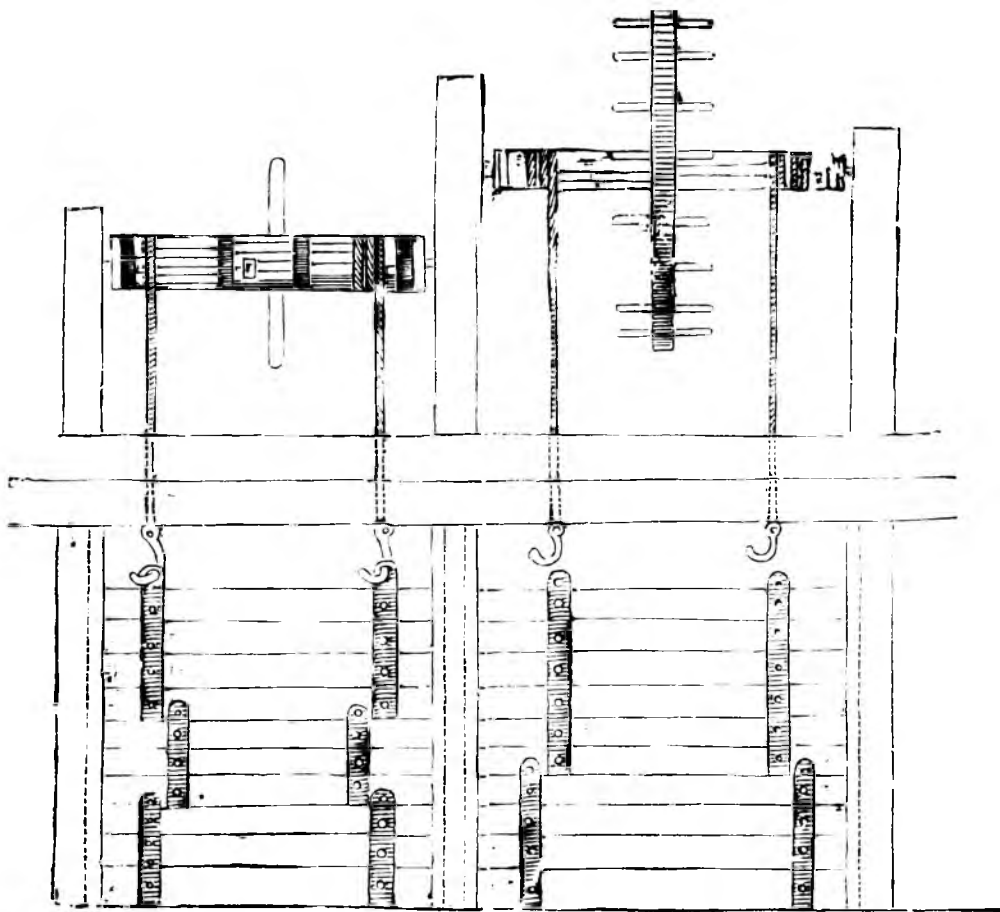
Чертежъ къ главѣ о фашинахъ.



Чертежъ тюрбины.

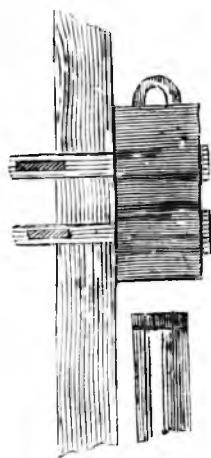


Чертежъ къ главѣ о водопускахъ.

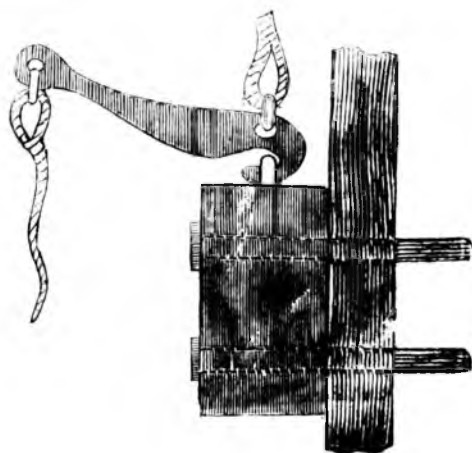


Чертежъ къ главѣ о водоспускахъ.

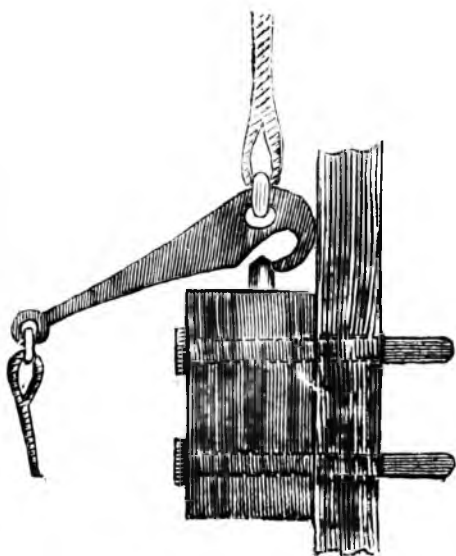
Чертежи къ № 4—5—6.



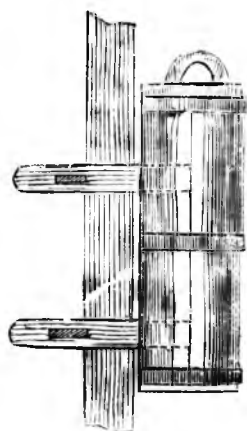
Черт. къ № 4—5—6.



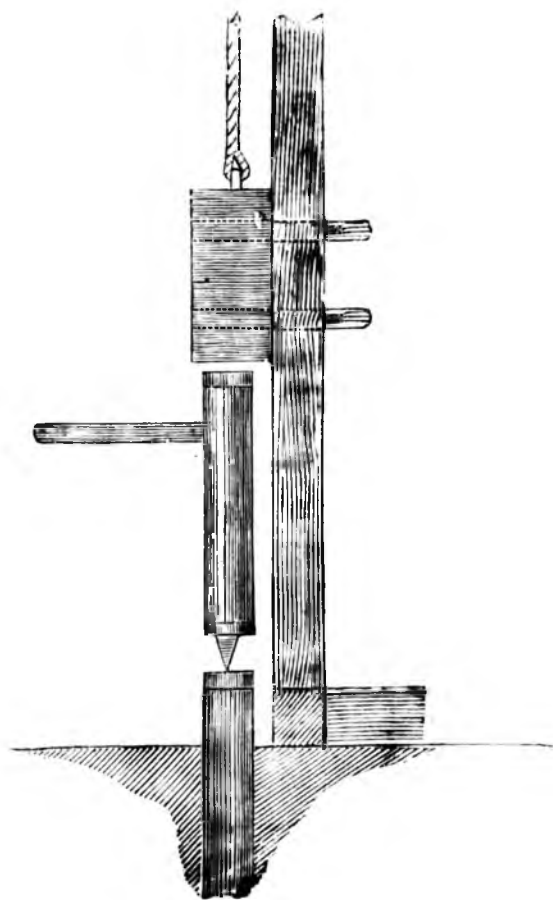
Черт. къ № 4—5—6.



Черт. къ № 4—5—6.



Черт. къ № 4—5—6.

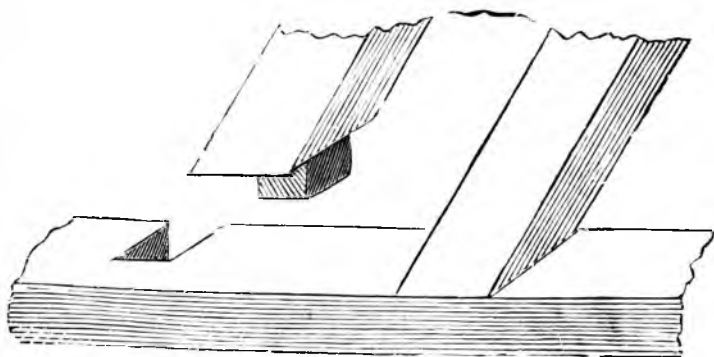


Чертежъ къ № 4—5—6

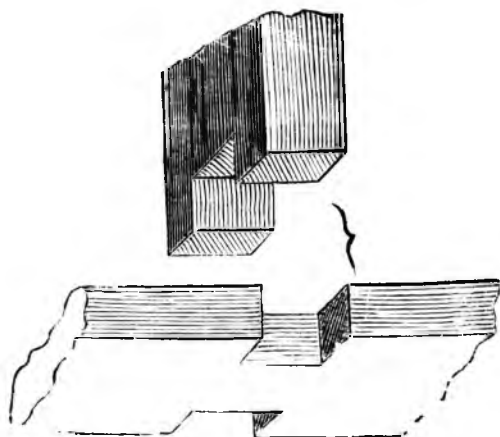
Прибавленіе.

Разныя формы зарѣзки шиповъ для соединенія.

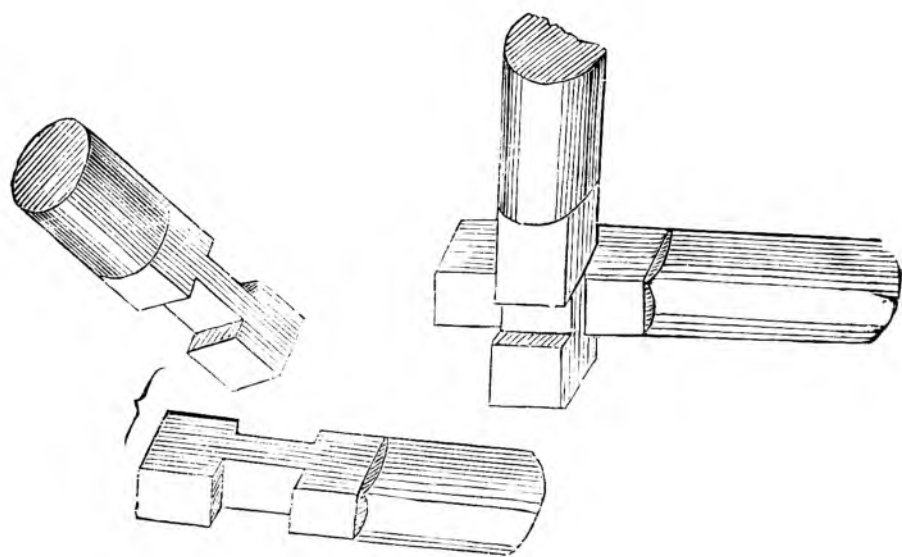
№№ отъ 1 до 17.



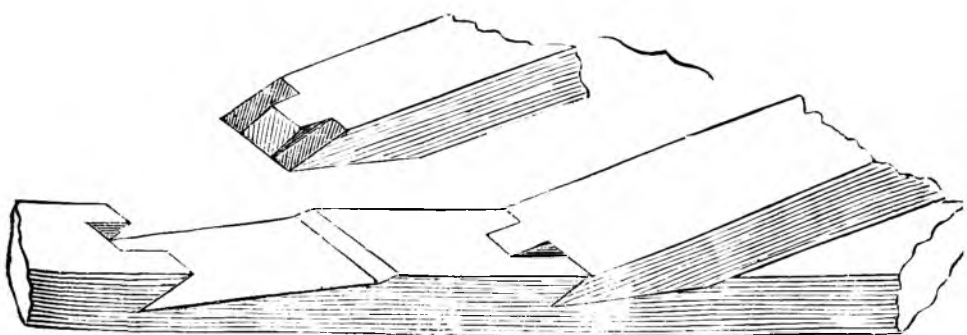
Прибавленіе № 1.



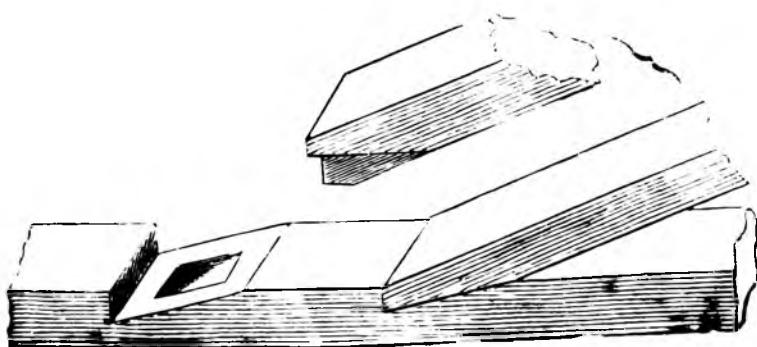
Прибавленіе № 2.



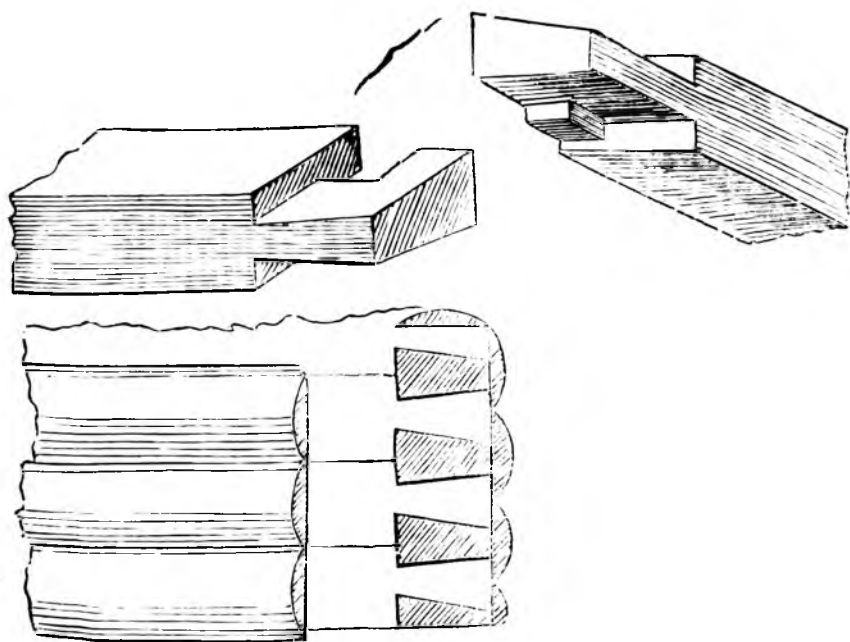
Прибавленіе № 3.



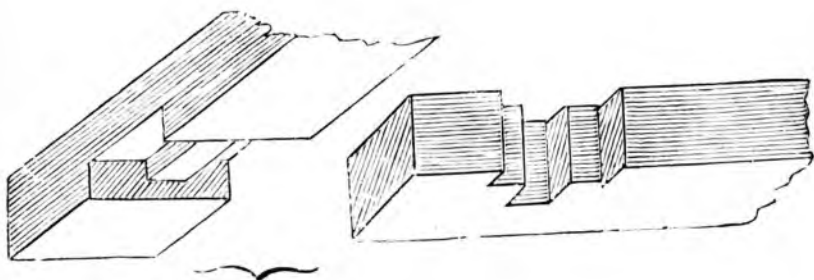
Прибавленіе № 4.



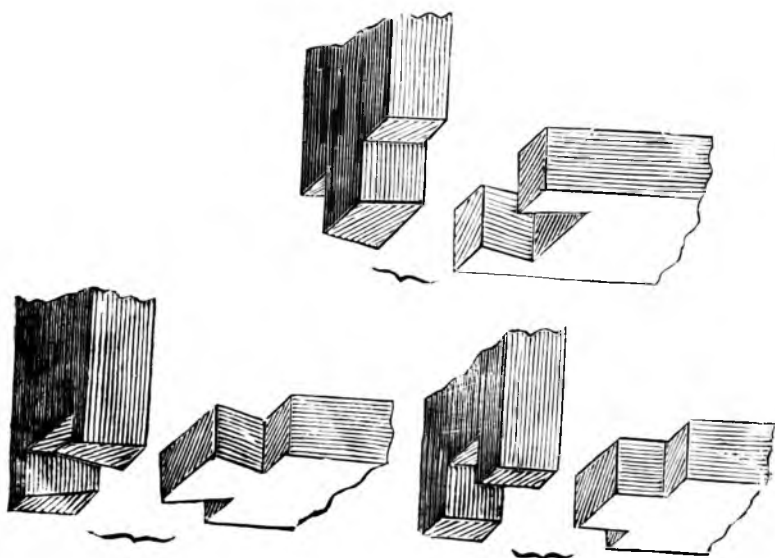
Прибавленіе № 5.



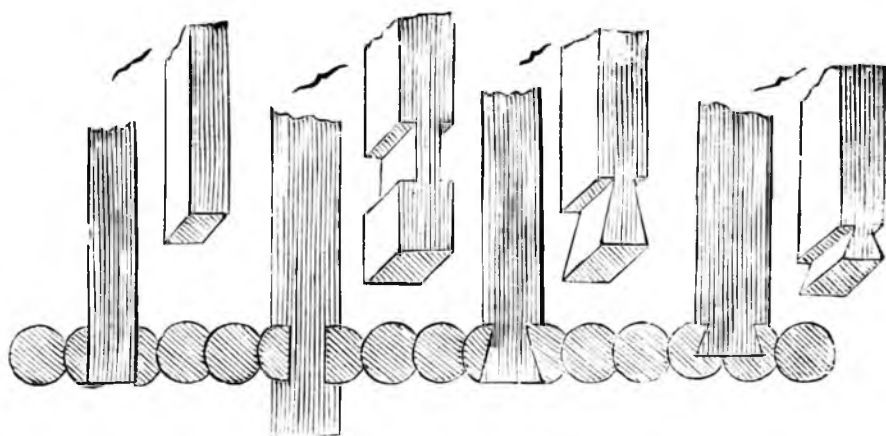
Прибавленіе № 6.



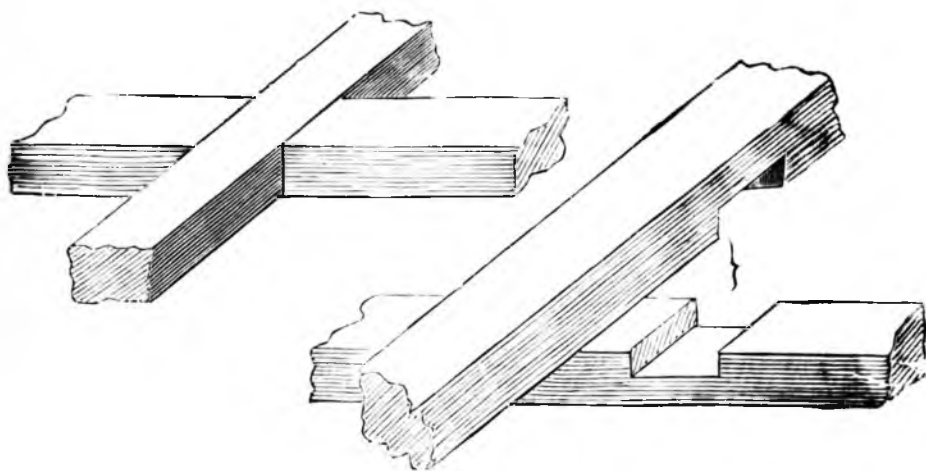
Прибавленіе № 7.



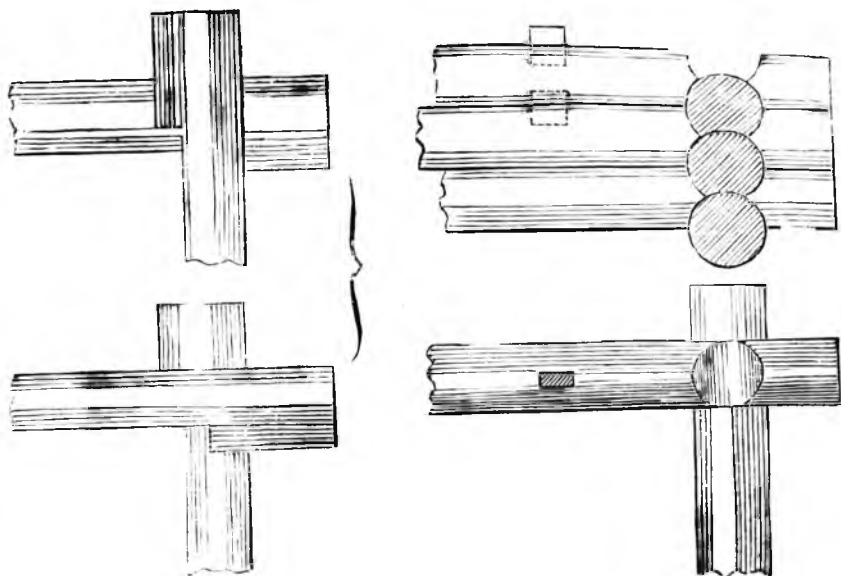
Прибавленіе № 8.



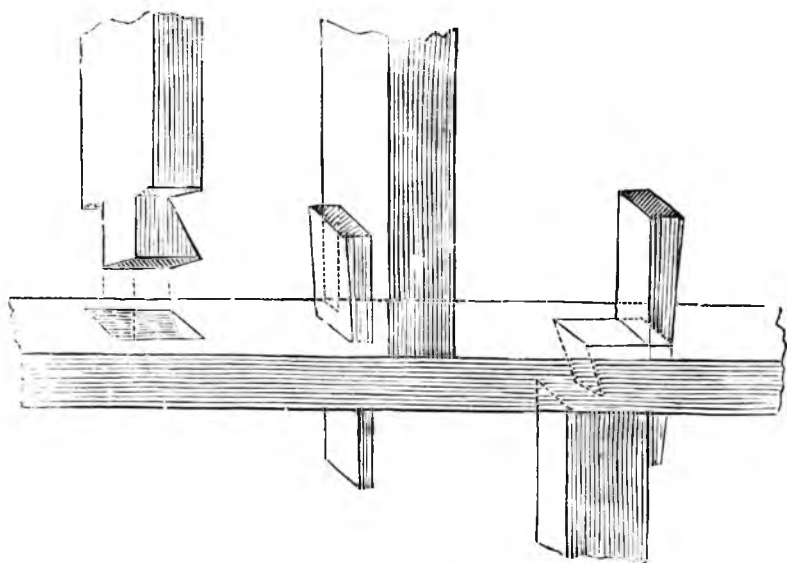
Прибавленіе № 9.



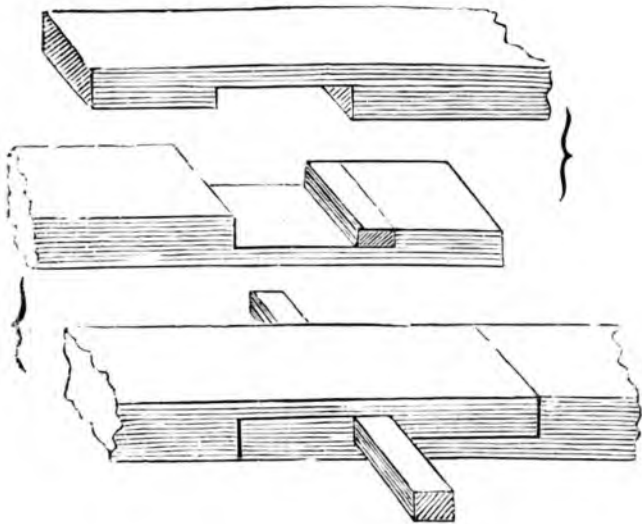
Прибавленіе № 10.



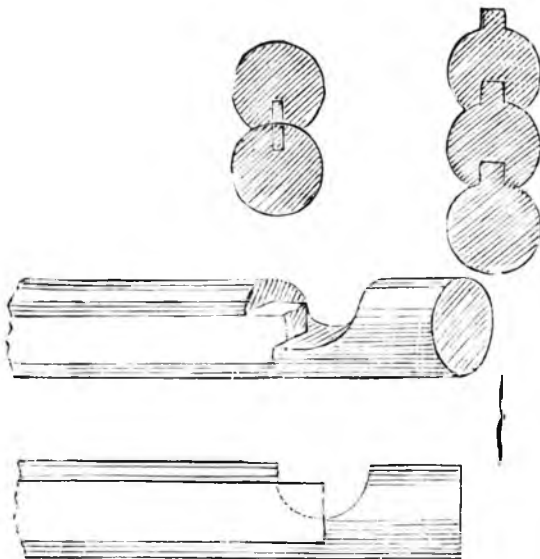
Прибавленіє № 11.



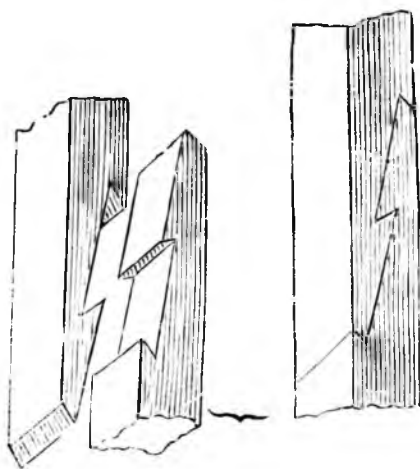
Прибавленіє № 12.



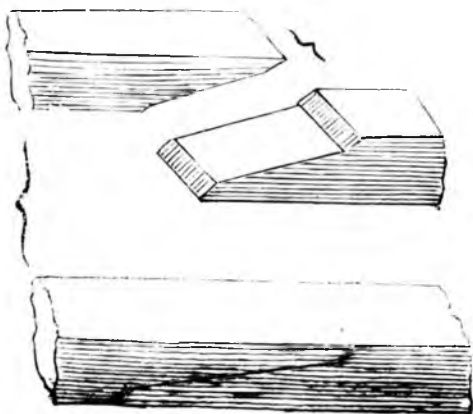
Прибавление № 13.



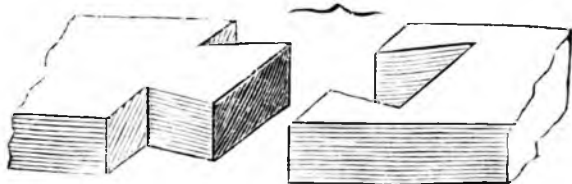
Прибавление № 14.



Прибавленіе № 15.



Прибавленіе № 16.



Прибавленіе № 17.

Число силъ развиваемыхъ турбинами при различныхъ высотахъ напора воды.

Высота напора фут.	9"			12"			15"			18"			21"			24"		
	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.
3	—	—	—	1 ¹¹²	248	168	1 ¹⁸¹	400	134	2 ³⁵³	559	112	4 ⁴⁷	787	96	4 ⁴⁰	972	83
4	—	—	—	1 ⁷³	287	194	2 ⁷⁹	462	155	3 ¹⁹⁰	645	129	5 ⁴⁹	909	111	6 ⁷⁸	1123	96
5	—	—	—	2 ¹⁴¹	320	216	3 ¹⁹⁰	517	173	5 ⁴⁴	721	145	7 ⁶⁶	1015	124	9 ⁴⁷	1255	107
6	—	—	—	2 ¹¹⁸	351	238	5 ¹⁴	567	190	7 ¹⁷	791	158	10 ⁰⁸	1113	136	12 ⁴⁶	1375	118
7	—	—	—	4 ¹⁰⁰	379	256	6 ⁴⁷	612	205	9 ⁰³	854	171	12 ⁷⁰	1202	147	15 ⁷⁰	1485	128
8	—	—	—	4 ⁸⁹	405	274	7 ⁹⁰	654	219	11 ⁰²	912	183	15 ⁵²	1285	157	19 ¹⁸	1588	136
9	—	—	—	5 ⁸⁴	430	291	9 ⁴³	694	233	13 ¹⁶	968	194	18 ⁵²	1363	166	22 ⁸⁸	1684	145
10	—	—	—	6 ⁸⁴	453	306	11 ⁰⁴	731	245	15 ⁴⁰	1020	205	21 ⁶⁹	1437	175	26 ⁸⁰	1775	153
15	7 ²⁹	322	501	12 ⁸⁷	555	376	20 ²⁷	895	300	28 ³¹	1250	251	39 ⁸⁶	1760	215	49 ²⁴	2174	188
20	11 ²³	372	578	19 ³⁵	641	434	31 ²²	1034	347	43 ⁵⁸	1443	289	61 ⁴⁰	2033	248	75 ⁸⁰	2510	217
25	15 ⁷⁰	416	647	27 ⁰⁷	717	485	43 ⁶⁴	1156	388	60 ⁸⁹	1613	324	85 ⁷⁷	2272	277	105 ⁹⁶	2807	243
30	20 ⁶¹	455	708	35 ⁵⁶	785	532	57 ³⁹	1267	425	80 ⁸⁴	1767	354	112 ⁷⁵	2489	304	139 ³⁰	3075	267
35	26 ⁰⁰	492	765	44 ⁸¹	848	574	72 ³⁰	1368	459	100 ⁸⁹	1909	3-3	142 ¹¹	2689	328	175 ⁵¹	3321	288
40	31 ⁷⁷	526	818	54 ⁷²	906	614	88 ³⁰	1462	491	123 ²²	2040	409	173 ⁵⁹	2874	350	214 ⁴²	3550	308

Высота напора фут.				45"				48"				51"				54"				57"				60"				
				Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.					Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.					Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.					Развиваетъ дѣйствительныхъ силъ.	Расходъ воды въ минуту куб. фут.	Число оборотовъ въ минуту.	
3	16, ³⁴	3606	45	18, ⁰⁰	3976	42	20, ³⁴	4491	39	23, ⁸²	5191	37	25, ⁴⁰	5608	35	28, ¹⁶	6216	33										
4	25, ¹⁵	4164	52	27, ⁷³	4591	48	31, ³²	5186	45	36, ²¹	5995	43	39, ¹¹	6476	40	43, ³⁶	7178	38										
5	35, ¹²	4652	58	38, ⁷²	5130	54	43, ⁷⁴	5794	51	50, ³⁷	6698	48	54, ⁶²	7235	45	60, ³⁴	8019	43										
6	46, ²¹	5101	63	50, ⁹⁶	5625	59	57, ⁸⁶	6353	56	66, ⁵⁴	7344	52	71, ⁸⁸	7934	50	79, ⁶⁶	8793	47										
7	58, ²²	5508	68	64, ²⁰	6074	64	72, ⁸²	6861	60	83, ⁸³	7931	57	90, ³²	8567	54	100, ⁸⁷	9496	51										
8	71, ¹¹	5887	73	78, ⁴²	6492	69	88, ⁵⁸	7333	65	102, ⁴⁰	8477	61	110, ⁶²	9157	57	122, ⁶⁰	10149	54										
9	84, ⁸⁷	6245	78	93, ³⁹	6887	73	105, ⁷²	7779	69	122, ²⁰	8992	65	132, ⁰¹	9714	61	146, ³²	10767	58										
10	99, ⁴⁰	6583	82	109, ⁶¹	7259	77	123, ⁸²	8200	72	143, ¹²	9478	68	154, ⁶¹	10239	64	171, ⁸⁷	11349	61										
15	182, ⁶⁰	8062	100	201, ³⁸	8891	94	227, ⁴⁷	10043	88	262, ⁹⁴	11609	83	284, ⁰³	12540	79	314, ⁸¹	13899	75										
20	281, ¹⁹	9311	116	310, ⁰⁹	10268	108	350, ²⁶	11598	102	404, ⁸⁶	13406	96	437, ³⁶	14482	91	484, ⁷⁷	16052	87										
25	392, ⁹⁴	10409	129	433, ³³	11479	122	489, ⁴³	12965	114	565, ⁷⁶	14987	108	611, ¹⁷	16190	102	677, ⁴²	17945	97										
30	516, ⁵¹	11403	142	569, ⁶⁵	12575	133	643, ⁴⁴	14204	125	743, ⁷⁸	16419	118	803, ⁴⁹	17737	112	890, ³⁵	19659	107										
35	650, ⁹³	12317	153	717, ⁸¹	13582	144	810, ⁶²	15342	135	937, ²⁴	17734	128	1012, ³⁰	19158	121	1122, ²²	21234	115										
40	795, ²²	13166	163	876, ⁸⁹	14518	153	990, ⁸⁰	16399	144	1144, ⁹⁴	18956	136	1236, ⁸⁷	20478	130	1370, ⁹⁰	22697	123										

Высота напора фут.

27"

30"

33"

36"

39"

42"

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

Развиваетъ дѣйст-
вительныхъ силъ.

Расходъ воды въ
минуту куб. фут.

Число оборотовъ въ
минуту.

3	5, ⁸⁷	1296	75	6, ⁹³	1534	67	8, ⁷⁸	1939	61	9, ⁹³	2193	56	12, ¹⁷	2697	52	14, ⁵³	3212	48
4	9, ⁰⁴	1497	86	10, ⁷⁰	1771	78	13, ⁵²	2239	70	15, ³⁰	2533	65	18, ⁸¹	3114	60	22, ⁴⁰	3709	55
5	12, ⁶²	1672	96	14, ⁹⁴	1979	87	18, ⁸⁸	2501	79	21, ³⁷	2830	72	26, ²⁷	3479	68	31, ²⁹	4144	62
6	16, ⁶²	1834	106	19, ⁶⁶	2170	95	24, ⁸⁵	2743	86	28, ¹¹	3103	79	34, ⁵⁶	3815	72	41, ¹⁷	4514	68
7	20, ⁹³	1980	114	24, ⁶²	2343	103	31, ³¹	2962	93	35, ⁴²	3351	86	43, ⁵⁵	4120	79	51, ⁸⁷	4907	73
8	25, ⁵⁷	2117	122	30, ²⁵	2504	110	38, ²⁴	3166	100	43, ²⁶	3581	91	53, ²⁰	4404	84	63, ³⁶	5245	78
9	30, ⁵²	2246	129	36, ¹¹	2657	116	45, ⁶³	3358	106	51, ⁶³	3799	97	63, ⁴⁹	4672	89	75, ⁶¹	5564	83
10	35, ⁷¹	2367	136	42, ²⁸	2800	123	53, ⁴⁵	3540	111	60, ⁴⁸	4005	102	74, ³⁵	4924	94	88, ⁵³	5864	88
15	65, ⁶⁶	2899	167	77, ⁶⁷	3429	150	98, ¹⁹	4335	137	111, ¹⁰	4905	125	136, ⁶⁰	6031	116	162, ⁶⁹	7183	107
20	101, ¹¹	3348	193	119, ⁵⁹	3960	174	151, ²¹	5007	158	171, ⁰⁵	5664	144	210, ³⁴	6965	133	250, ⁵¹	8295	124
25	141, ³⁰	3743	215	167, ¹⁶	4428	194	211, ²⁹	5597	176	239, ⁰³	6332	162	293, ⁹²	7786	149	350, ⁰⁵	9273	139
30	185, ⁷³	4100	236	219, ⁷⁰	4850	212	277, ⁷⁸	6132	193	314, ²⁵	6937	177	386, ⁴¹	8530	164	460, ²⁰	10159	152
35	234, ⁰⁷	4429	255	276, ⁸⁸	5239	230	350, ⁰³	6623	209	396, ⁰⁰	7493	191	486, ⁹¹	9213	177	579, ⁹²	10973	164
40	285, ⁹³	4734	272	338, ²⁴	5600	245	427, ⁵⁷	7079	223	483, ⁷⁴	8009	205	594, ⁸⁸	9848	189	708, ³³	11729	175