

627,82 v
11 42

УСТРОЙСТВО
ПЛОТИНЪ

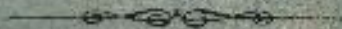
ВЪ ТРЕХЪ ЧАСТЯХЪ.

СЪ АТЛАСОМЪ ЧЕРТЕЖЕЙ.

СОСТАВИЛЪ

Д. Д. НЕЕЛОВЪ.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. М. Сидорова. Вас. Остр. 2 лин., 7.

1884

2018

УСТРОЙСТВО



627.82
626.4
H-42

ПЛОТИНЪ

ВЪ ТРЕХЪ ЧАСТЯХЪ.

СЪ АТЛАСОМЪ ЧЕРТЕЖЕЙ.

СОСТАВИЛЪ

Д. Д. НЕЕЛОВЪ.



2018
Муниципальная библиотека
г. Петрозаводск



ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. М. Стасюлевича. Вас. Остр., 2 лин., 7.

О 1884



[881]

УСТРОЙСТВО ПЛОТИНЪ.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

УСТРОЙСТВО РАЗНАГО РОДА ПЛОТИНЪ И ПРЕДОХРАНЕНИЕ
ИХЪ ОТЪ ПОВРЕЖДЕНІЙ, А ТАКЖЕ УСТРОЙСТВО ПРИВОДНЫХЪ
И ОТВОДНЫХЪ КАНАЛОВЪ И РУСЛЬ.

ОГЛАВЛЕНИЕ ТРЕТЬЕЙ ЧАСТИ.

ОТДѢЛЪ СЕДЬМОЙ.

ХАРАКТЕРИСТИКА РЪЧНЫХЪ ПЛОТИНЪ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ИЗЫСКАНІЯ ДЛЯ ИХЪ УСТРОЙСТВА.

Г Л А В А XV.

	СТР.
46. <i>Ближайшая характеристика рѣчныхъ подпорныхъ плотинъ.</i> Введеніе. Наименованіе плотинъ по способу пропуска ими воды. Глухія плотины. Водосливныя плотины. Створчатыя и разборчатыя. Выборъ рода плотины	1
47. <i>Выборъ мѣста для устройства плотинъ.</i> Несвободный выборъ. Свободный выборъ. Выборъ въ зависимости: отъ свойства русла и бере- говъ; отъ направленія рѣки; отъ увеличенія притока. Указанія г. <i>Роже-</i> <i>кова</i> . Указанія гг. <i>Ф. Майера</i> , <i>Буницкаго</i> и <i>Скаржинскаго</i> . Достаточ- ность и близость матеріаловъ. Удобство проѣзда. Вліяніе на выборъ мѣст- наго грунта и присутствія ключей. Устраненіе проницаемости дна бас- сейна или приводнаго канала	11

Г Л А В А XVI.

48. <i>Различные способы измѣренія объема воды протекающей въ рѣкѣ.</i> Общее замѣчаніе. Мѣстныя наблюденія. Выборъ времени для на- блюденій. Непосредственные способы опредѣленія объема: мѣрникъ: во- дяной дюймъ. Опредѣленіе объема на основаніи опытовъ <i>Понселя</i> и <i>Лебро</i> . Опредѣленіе посредствомъ водослива. Опредѣленіе площади живаго сѣченія. Опредѣленіе скоростей теченія посредствомъ поплава. Гидро- метрическое колесо. Трубка <i>Пито</i> . Гидрометрическій отвѣсъ, или маят- никъ. Мельница <i>Вольмана</i> . Тахтометръ <i>Брюнинга</i> . Гидрометрическій безмѣръ <i>Мичелотти</i> и <i>Полетти</i> . Опредѣленіе наибольшаго объема. Пра- вило <i>Лесли</i> для опредѣленія ординарнаго расхода	21
49. <i>Нивелировка и разбивка. Объемъ водохранилища.</i> Нивелиро- ваніе. Мѣрная свая. Ватерпасъ. Визирки. Нивелированіе ватерпасомъ и	

визирками. Проведеніе односкатныхъ линій. Опреѣленіе нивелировкой предѣловъ будущаго пруда. Разбивка на мѣстности предполагаемаго сооруженія. Опреѣленіе объема пруда или бассейна. Предварительное определеніе, когда прудъ еще безъ воды. Опреѣленіе объема когда прудъ уже наполненъ водою. Опреѣленіе объема помощію горизонталей. Учетъ воды	СТР. 43
---	------------

ОТДѢЛЪ ВОСЬМОЙ.

УСТРОЙСТВО ПЕРЕМЫЧЕКЪ, ЗЕМЛЯНЫХЪ НАСЫПЕЙ ПЛОТИНЪ И ФАШИННЫХЪ ЗАПРУДЪ.

Г Л А В А XVIII.

50. <i>Устройство перемычекъ.</i> Перемычки. Выборъ мѣста. Роды перемычекъ. Размѣры перемычекъ. Выборъ перемычекъ. Загрузка. Устройство перемычекъ. Отливъ воды изъ-за перемычекъ	54
51. <i>Устройство земляныхъ насыпей глухихъ и створчатыхъ плотинъ.</i> Земляныя насыпи плотинъ. Продольная форма. Поперечный профиль. Связь съ грунтомъ и съ берегами. Выборъ и распреѣленіе земли. Производство насыпи. Искусственныя сооруженія въ насыпи. Защита отъ косовъ	61
52. <i>Смыканіе глухихъ плотинъ при построеніи ихъ въ текущей водѣ.</i> Примѣръ устройства и смыканія Сестрорѣцкой глухой запруды. Мѣстныя условія. Прежняя попытка смыканія. Основанія новаго проекта. Производство работы. Смыканіе боковыхъ отверстій. Укрѣпленіе dna. Смыканіе средней части, поверхъ шпунтовыхъ рядовъ	75
53. <i>Устройство фашинныхъ запрудъ.</i> Назначеніе фашинныхъ плотинъ. Предварительныя приготовленія. Производство работы. Смыканіе	84

ОТДѢЛЪ ДЕВЯТЫЙ.

УСТРОЙСТВО ВОДОСПУСКОВЪ ВЪ СТВОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНАХЪ.

Г Л А В А XVIII.

Устройство основныхъ частей водоспусковъ.

54. <i>О водоспускахъ вообще.</i> Выборъ мѣста для весенняго и рабочаго водоспусковъ, въ зависимости отъ рѣки и расположенія вододѣйствующихъ заведеній. Общій характеръ ряжеваго водоспуска на фундаментѣ изъ слани. Опреѣленіе ширины отверстія для пропуска воды	91
---	----

55. *Устройство ряжевых водоспусков на основаніи изъ слани.* Кладка слани. Примѣръ устройства небольшого ряжеваго водоспуска съ хвостомъ, на основаніи изъ слани и круглыхъ свай. Отсыпка отмела. Недостатки этого рода водоспусковъ 95

56. *Устройство водоспусковъ съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ и отдѣльныхъ круглыхъ свай.* Начертаніе и разбивка. Части водоспуска. Устройство основанія. Число шпунтовыхъ рядовъ. Мертвый порогъ и насадки на шпунтовыхъ рядахъ. Насадки на круглыхъ сваяхъ и ихъ укрѣпленіе 108

57. *Устройство половъ, понурнаго и сливнаго, и береговыхъ крыльцевъ.* Понурный полъ. Сливной полъ. Засыпка и загрузка основанія. Береговые крылья 118

58. *Устройство ряжеваго основанія.* Проведеніе рововъ. Рубка срубовъ. Перевязка срубовъ. Засыпка ящниковъ. 124

Г Л А В А XIX.

Верхнія надстройки водоспусковъ и предохранительныя сооруженія.

59. *Настилка понурнаго и сливнаго половъ. Устройство боковыхъ стѣнъ отверстія водоспуска и быковъ.* Настилка половъ. Боковыя стѣны выпускнаго отверстія: а) изъ шпунтовыхъ свай; б) изъ стоекъ обшитыхъ досками; в) изъ ряжевыхъ срубовъ и г) каменные. Середовые устои, или быки 128

60. *Устройство щитовыхъ стоекъ и быковъ.* Постоянный и разборчатый водоспуски. Щитовыя стойки боковыя и середовыя, или бѣлоножки. Середовая стойка изъ одного бруса. Стойки составленныя изъ двухъ и трехъ брусевъ. Подпорные брусья и ледорѣзы. Образованіе изъ нихъ бычка. Боковыя стойки Разборчатыя щитовыя стойки. Неудобство обыкновенныхъ разборчатыхъ водоспусковъ. Чугунныя коробки г. Гаусмана. 138

61. *Устройство щитовъ, заставокъ (вешекъ), шандоровъ и окончательная отдѣлка.* Створы. Заставки, или вешки. Щиты. Шандоры. Изготовленіе заставокъ и щитовъ. Оковка щитовъ Устройство и оковка шандоровъ. Способы подниманія щитовъ. Подъемные бруски. Подъемныя вѣроты. Лебедка. Вычисленіе усилія для подъема щита и размѣровъ вѣрота. Конопатка и осмолка частей водоспуска. Настилка верхняго моста. . . 147

52. *Укрѣпленіе дна и береговъ за сливными полами.* Дѣйствіе воды при сходѣ съ сливныхъ половъ. Различныя способы укрѣпленія дна: замѣнная наброска; наброска между сваями; выстилка фашинами: погруженіе тяжелыхъ двухомельныхъ фашинъ. Удлинненіе сливныхъ половъ. Построеніе фашинныхъ туюфяковъ. Загруженіе хворостомъ. Укрѣпленіе береговъ. 158

ОТДѢЛЪ ДЕСЯТЫЙ.

ОПИСАНІЕ УСТРОЙСТВА НѢКОТОРЫХЪ СУЩЕСТВУЮЩИХЪ СТВОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

Г Л А В А XX.

Устройство Уральскихъ и нѣкоторыхъ другихъ плотинъ и водоспусковъ.

63. *Уральскія плотины.* Введеніе. Краткій историческій очеркъ. Общій характеръ Уральскихъ плотинъ. Мѣстныя названія. Устройство основанія. Тѣло плотины. Защита откосовъ. Начертаніе водоспуска. Углубленіе въ грунтъ и шпунтовые ряды. Мертвый брусъ. Круглыя сваи. Понурный полъ. Разнаго рода стойки. Открылки. Красный брусъ. Расположеніе и устройство свинокъ. Обшивка водянаго двора. Щиты. Сливной мостъ 164

64. *Устройство плотинъ и прорывовъ въ Гороблагодатскомъ округѣ.* Разбивка и основаніе. Шпунтовые ряды. Круглыя сваи. Начертаніе водоспуска. Понурный и сливной полы. Основной тылъ и мертвый брусъ. Свинки. Земляная насыпь. Настилка половъ. Стойки. Устройство водянаго двора. Быки. Порогъ. Защита отъ льда. Сливной мостъ. Захватъ воды. Защита откосовъ. Заключение 176

65. *Каменный Сестрорыкскій водоспускъ устроенный г. Гаусманомъ.* Расположеніе водоспуска. Начертаніе и расчеты. Свойства грунта. Сваи. Причины устройства каменнаго. Устройство основанія. Особое устройство сливныхъ половъ. Забивка свай. Бетонная засыпка. Каменная кладка. 189

66. *Деревянный Сестрорыкскій водоспускъ и плотина на р. Самбрѣ.* Опредѣленіе размѣровъ. Основаніе. Ростверки и засыпки. Укрѣпленіе дна. Форма сливныхъ половъ и загрузка подъ ними. Устройство каменной шандорной плотины на р. Самбрѣ. 201

Г Л А В А XXI.

Описаніе устройства нѣкоторыхъ высокихъ плотинъ земляныхъ и каменныхъ.

67. *Водоспуски съ спусковыми трубами и колодцами, или башнями.* Спусковыя трубы и колодцы. Уманьская красная плотина. Прежнее ея устройство. Устройство новаго ея водоспуска. Плотины резервуаровъ Монтобри и Пангье. 207

	стр.
68. <i>Сифонные водоспуски</i> . Сифонный водоспускъ плотины Миттерсгеймъ	217
69. <i>Высокія каменные плотины</i> . Сетгонская плотина. Плотина на р. Фюренсъ. Плотина резервуара Банъ	222

ОТДѢЛЪ ОДИНАДЦАТЫЙ.

УСТРОЙСТВО ГЛУХИХЪ ВОДОСЛИВНЫХЪ ПЛОТИНЪ, СПУСКОВЪ ПРИ НИХЪ И РАЗБОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

ГЛАВА XXII.

Устройство водосливныхъ плотинъ и спусковъ при нихъ.

70. *О водосливныхъ плотинахъ вообще*. Плотины для канализационнаго рѣзъа и для вододѣйствія. Выгода и неудобства этого рода плотинъ. Опредѣленіе длины водослива и толщины слоя переливающейся воды. Матеріалы. Профили. Устойчивость 230

71. *Общія правила для устройства глухихъ водосливныхъ плотинъ*. Предварительныя изысканія. Выборъ мѣста. Устои и дамбы. Форма водослива. Соединеніе различныхъ матеріаловъ. Начертаніе криволинейнаго профиля. Профиль съ уступами. Основаніе плотины. Отводъ воды. Употребленіе крупнаго и мелкаго камня въ кладкѣ. Рисберма изъ каменной наброски, правильной кладки и фашинныхъ тюфяковъ 237

72. *Ближайшее устройство различныхъ водосливныхъ плотинъ*. Устройство ряжевой плотины. Устройство деревянной свайной плотины. Устройство невысокихъ каменныхъ плотинъ на свайномъ основаніи. Устройство водосливной плотины на р. Саррѣ. Устройство высокой каменной водосливной плотины на бетонномъ основаніи 244

73. *Устройство спусковъ, или полушлюзовъ, и ихъ затворовъ для пропуска судовъ и лѣсныхъ гонокъ*. Полушлюзы и камерные шлюзы. Затворъ въ плотинѣ Трюшеръ. Затворъ въ плотинѣ на р. Оазъ. Затворъ спусковъ на р. Юннѣ. Затворъ спуска на р. Мариѣ. Спуски для лѣсныхъ гонокъ 251

ГЛАВА XXIII.

Устройство разборчатыхъ плотинъ.

74. *О разборчатыхъ плотинахъ вообще*. Части разборчатыхъ плотинъ. Высота флюдбета. Опредѣленіе размѣровъ частей. Затворы. Стойки. Пелы флюдбета. Основанія. Деревянные плотины. Установка порожнаго бруса. Насадки и полы. Ряжевое основаніе. Устои и быки. Мосты. Съёмныя стойки. Установка стоекъ. Щиты и шандоры. Каменные плотины, 260

75. Устройство сельских разборчатых плотин на основаніи изъ слани. Устройство основанія изъ слани. Лежень. Смыканіе плотины . . .	273
76. Описаніе различныхъ системъ разборчатыхъ плотинъ. Введеніе. Система Пуаре. Измѣненія въ ней Пуаре-сыномъ. Измѣненія въ ней Шануанемъ. Измѣненія въ ней Гаранье. Плотины Пуаре въ Россіи. Система Тенара. Обратные шиты Менаже. Соединеніе системъ Пуаре и Тенара. Самодѣйствующія плотины Шануаня. Самодѣйствующая плотина Луишъ-Дефонтена. Американская система Система Буле. Самодѣйствующій шитъ Шобара. Самодѣйствующій затворъ посредствомъ плота . . .	280
77. Отзывы французскихъ инженеровъ о разныхъ системахъ разборчатыхъ плотинъ. Мнѣнія и отзывы Лаурене, Камбюза, Сент-Ива и Кранца	296

ОТДѢЛЪ ДВѢНАДЦАТЫЙ.

БЕРЕГОВЫЯ РѢЧНЫЯ И МОРСКІЯ ПЛОТИНЫ.

Г Л А В А XXIV.

78. Береговя рѣчныя плотины. Ломбардская долина какъ бассейнъ р. По. Ирригація въ Египтѣ и въ Ломбардіи. Береговя плотины р. По. Вопросъ о возвышеніи русла р. По. Луарскія береговя плотины. Сравненіе плотинъ рѣкъ Луары и По. Береговя плотины Миссисипи . . .	301
79. Морскія береговя плотины и пользованіе механической работой приливной воды. Медленныя колебанія земной поверхности. Опусканія береговъ Сѣвернаго моря. Морскія береговя плотины. Захваты моря. Трудность морскихъ гидротехническихъ сооружений. Сила морской волны. Высота и ширина волнъ. Скорость распространенія волнъ. Глубина дѣйствія волнъ. Всплѣски волнъ. Давленіе волнъ. Разрушительное дѣйствіе волнъ. Защита откосовъ плотинъ. Само море насыпаетъ плотину. Пользованіе работой прилива и отлива. Морскія плотины, или молы и брекватеры	311

ОТДѢЛЪ ТРИНАДЦАТЫЙ.

УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДНЫХЪ КАНАЛОВЪ, РУСЛЬ И ТРУБЪ.

Г Л А В А XXV.

80. Допускаемая скорость теченія и уклоны. Теоретическія основанія. Скорости теченія и уклоны. Потери въ высотѣ напора Общія правила	327
--	-----

81. <i>Устройство приводнаго канала</i> Выборъ мѣста и направленія. Глубина канала. Откосы. Производство работъ. Мѣры противъ просачиванія. Начало канала. Конецъ канала. Переходъ канала черезъ ручьи и рѣчки	335
82. <i>Устройство руслъ и трубъ приводящихъ воду къ гидравлическимъ приемникамъ.</i> Водопроводное русло. Расположеніе заводскихъ строеній. Устройство деревянныхъ руслъ вообще. Устройство руслъ на Уральскихъ заводахъ. Трубообразныя деревянныя русла. Чугунныя и желѣзныя русла и трубы	347

Г Л А В А XXVI.

Проведеніе воды изъ руслъ и трубъ на колеса и устройство отводныхъ руслъ

83. <i>Проведеніе воды изъ руслъ на колеса.</i> Проведеніе воды на верхо-бойное наливное колесо. На средобойное наливное колесо. На полуналивныя колеса. На подливныя, или пошвенныя. На колесо <i>Понселе</i> . Проведеніе воды на турбины: <i>Борды</i> , <i>Фурнейрона</i> , <i>Жонваля</i> или <i>Геншеля</i> , <i>Кадіа</i> . Проведеніе воды на колеса въ сельскихъ мельницахъ. Устройство отводныхъ руслъ	366
--	-----

ОТДѢЛЪ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ.

О ПОВРЕЖДЕНІЯХЪ ВЪ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХЪ СООРУЖЕНІЯХЪ И УХОДЪ ЗА ЭТИМИ СООРУЖЕНІЯМИ.

Г Л А В А XXVII.

84. <i>Осмотръ плотинъ и чаще случающіяся въ нихъ поврежденія</i> Просачиваніе. Случаи просачиванія. Устраненіе просачиванія. Поврежденія мертваго бруса и его исправленіе. Выбои дна за сливнымъ поломъ. Случаи этого рода поврежденій и ихъ исправленіе. Поврежденія производимыя льдомъ и способы ихъ устраненія. Поврежденія въ сливныхъ полахъ	380
85. <i>Лѣтніе паводки и главныя причины прорывовъ и разрушеній въ плотинахъ.</i> Сравненіе паводковъ весеннихъ и лѣтнихъ. Лѣтній паводокъ на Уральскихъ заводахъ. Разливъ р. Чусовой и ея притоковъ. Разрушенія плотинъ на различныхъ заводахъ. Общіе выводы о причинахъ разрушеній. Запасы матеріаловъ и орудій	402

ОГЛАВЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ КЪ ТРЕТЬЕЙ ЧАСТИ.

	СТР.
XXXIX. Трость Кабса для измѣренія скоростей теченія воды	429
XL. Опредѣленіе объема воды протекающаго черезъ водосливъ	—
XLI. Построеніе кривыхъ для опредѣленія объема воды во время по- ловодій	431
XLII. Подъемная сила воды и сопротивленіе гвоздей выдергиванію	432
XLIII. Нѣкоторыя простѣйшія системы деревянныхъ мостовъ	434
XLIV. Процентъ средней скорости отъ наибольшей	436
XLV. Способъ уменьшенія давленія на щиты	437
XLVI. Опредѣленіе величины подпруды по способу <i>Пуаре</i>	—
XLVII. Нѣсколько словъ о теоріи волнъ	440
XLVIII. Крѣпость веревокъ, цѣпей и болтовъ. Гвозди	442
XLIX. О фермахъ и затворахъ Москворѣцкихъ плотинъ (Пуаре)	445
L. Деревянная самодѣйствующая плотина М. А. Шистовскаго	449
LI. Мѣры и вѣсы	451

ОТДѢЛЪ СЕДЬМОЙ.

ХАРАКТЕРИСТИКА РѢЧНЫХЪ ПЛОТИНЪ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ИЗЫСКАНІЯ ДЛЯ ИХЪ УСТРОЙСТВА.

ГЛАВА XV.

46. Ближайшая характеристика рѣчныхъ подпорныхъ плотинъ. — Въ первой части мы перечислили почти всѣ цѣли, съ которыми устроиваются плотины. Что же касается собственно рѣчныхъ подпорныхъ плотинъ, то въ первой части мы упомянули лишь о различныхъ видахъ этого рода плотинъ, не входя въ ближайшее разсмотрѣніе ихъ устройства; но такъ какъ эти плотины составляютъ главный предметъ нашего изслѣдованія, то теперь и займемся прежде всего подробною ихъ характеристикою. Хотя тотъ или другой видъ рѣчныхъ плотинъ, главнымъ образомъ, опредѣляется способомъ пропуска въ нихъ рѣчной воды, но иногда подпираемая плотиною текущая вода рѣки вовсе не пропускается плотиною и не переливается чрезъ ея гребень, если этой водѣ данъ иной истокъ, или посредствомъ другой плотины, или посредствомъ канала; въ такомъ случаѣ плотина, или запруда, называется *глухою*. Когда же подпертая плотиною вода рѣки, поднявшись до извѣстной высоты (рѣдко болѣе 10 фт.) переливается чрезъ гребень плотины болѣе или менѣе толстымъ слоемъ, тогда глухая плотина называется *водосливною*. Когда излишняя вода бассейна, подпертая плотиною на довольно большую высоту (доходящую иногда до 160 и болѣе футовъ), пропускается въ плотинѣ чрезъ особый, тщательно обдѣланный въ ней прорѣзъ, или водоспускъ, запираемый щитами, шандорами, воротами, которые, удерживая воду за плотиною на опредѣленной высотѣ, даютъ возможность постоянно регулировать ея уровень въ бассейнѣ, то плотины съ такимъ устройствомъ называются *створчатыми*, или *водоспускными*. Наконецъ, когда плотина представляетъ возможность быстро открыть ходъ водѣ въ мѣстѣ загражденія во всю ширину и почти во всю глубину русла рѣки, то плотины, удовлетворяющія этому условію, носятъ названіе *разборчатыхъ* плотинъ.

Такимъ образомъ отъ способа пропуска воды, плотины получаютъ свое наименованіе и отъ устройства своего, въ этомъ отношеніи, приводятся къ слѣдующимъ главнымъ четыремъ видамъ: 1) *Глухія* плотины, которыя только задерживаютъ воду, но вовсе не пропускаютъ ее; 2) *водосливныя*, въ которыхъ вода переливается чрезъ гребень плотины, и въ которыхъ слѣдовательно гребень плотины покрывается водою; 3) *створчатыя*, въ которыхъ гребень никогда не долженъ покрываться водою и въ которыхъ открываются только нѣкоторыя отверстія для пропуска воды и, наконецъ, 4) *разборчатыя*, въ которыхъ разбирается весь составъ водянаго полотна для пропуска быстро прибывающихъ водъ, причемъ открытіе всего отверстія дѣлается, или помощію рабочихъ, или автоматически, дѣйствіемъ самой возвышающейся воды. Но рѣчныя плотины одного и того же вида имѣютъ часто различное устройство, въ зависимости отъ давности времени ихъ сооруженія, свойствъ грунта, климата и рѣки, — цѣлей, для которыхъ онѣ устраиваются, средствъ и матеріаловъ, которыми располагають, или располагаетъ строитель. Хотя всѣ рѣчныя плотины могутъ служить, какъ для механическаго вододѣйствія, такъ для снабженія водою городовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ, потребностей сельскаго хозяйства, нуждъ судоходства, предупрежденія наводненій и т. п., но однако нѣкоторыя изъ нихъ соотвѣтствуютъ болѣе, а другія менѣе тѣмъ цѣлямъ, для которыхъ онѣ предназначаются.

Чтобы уяснить себѣ, какой именно типъ плотинъ наиболѣе соотвѣтствуетъ извѣстной цѣли, а также намѣтить тѣ существенные вопросы и тѣ части плотинъ, на которыя необходимо обратить особенное вниманіе въ строительномъ отношеніи, мы изложимъ здѣсь нѣсколько подробнѣе, какъ характеръ вышеуказанныхъ четырехъ видовъ рѣчныхъ плотинъ, такъ и составныхъ частей ихъ, подлежащихъ ближайшему изслѣдованію. Затѣмъ перейдемъ къ изложенію устройства разнаго рода рѣчныхъ плотинъ и ихъ частей и, наконецъ, приведемъ описаніе нѣсколькихъ наиболѣе типичныхъ или наиболѣе практически устроенныхъ плотинъ.

1) *Глухія плотины*, или *запруды*, обыкновенно устраиваются съ цѣлью предохранить какую-либо мѣстность отъ затопленія водою пруда, подпираемаго плотиною другаго вида; для загражденія рукава рѣки, чтобы направить всю ея воду въ одно русло; для измѣненія направленія русла рѣки; для направленія водъ рѣки въ какой-либо бассейнъ или каналъ и т. п. Тѣло глухой плотины почти всегда образуется изъ земляной насыпи, представляющей профиль прочнаго сопротивленія; форма же этого профиля, почти всегда трапеціодальная, зависитъ отъ свойства земли, изъ которой образуется тѣло плотины и тѣхъ укрѣпленій, фашиновыхъ, деревянныхъ или каменныхъ, которыя иногда употребляются для поддержанія и защиты откосовъ плотины отъ дѣйствія воды. Въ зависимости отъ дѣйствія грунта, на которомъ возводится глухая плотина, для ея непроницаемости, употребляются въ этихъ плотинахъ глиняные замки, а иногда шпунтовые ряды или ряжевыя срубы. Всѣ условія для возведенія тѣла глухихъ земляныхъ плотинъ, совершенно сходны съ усло-

віями возведенія земляныхъ частей створчатыхъ плотинъ, а потому все что будетъ сказано объ однихъ, примѣнимо и къ другимъ. Глухая плотина можетъ быть возводима на сухомъ мѣстѣ, если воды бассейна, котормя она должна задерживать, еще не подперты другою плотиною. Далѣе, глухая плотина можетъ быть возводима въ стоячей или текущей водѣ; во второмъ случаѣ вода будетъ подниматься за плотиною во время самаго ея устройства, а это обстоятельство требуетъ особыхъ техническихъ соображеній. При устройствѣ глухихъ земляныхъ плотинъ главное вниманіе должно быть обращено: на профиль, соотвѣтствующій высотѣ напора воды; на неразмываемость грунта подъ плотиною; на свойство земли и способъ насыпки тѣла плотины, на прочное соединеніе тѣла плотины съ грунтомъ и берегами; на смыканіе тѣла плотины, если она возводится въ текущей водѣ; заложенія и обдѣлку откосовъ.

2) *Водосливныя плотины*, какъ уже это мы говорили въ первой части, у насъ устроиваются рѣдко; во Франціи же, Бельгіи, Германіи и Англіи онѣ наиболѣе встрѣчаются на незначительныхъ рѣкахъ и назначаются, какъ для потребностей вододѣйствующихъ заведеній, такъ и для судоходства; въ послѣднемъ случаѣ онѣ снабжаются сплавными спусками или камерными шлюзами. На рѣкахъ судоходныхъ или сплавныхъ, водосливныя плотины должны имѣть водоспуски (pertuis), которые на основаніи, наприм. французскихъ законовъ, составляютъ необходимость всякой подпорной плотины. Они устроиваются съ двоякою цѣлью: для періодическаго спуска воды въ помощь судоходству и для пропуска черезъ плотину судовъ или плотовъ, а потому, по важности судоходнаго значенія рѣки, водоспуски бывають судоходные, т.-е. въ формѣ шлюзовъ, или только пропускные, или сплавные спуски, для плотовъ и лѣса, сгоняемаго розсыпью. Какъ для той, такъ и для другой цѣли, устройство затворовъ спуска должно удовлетворять условію внезапнаго открытія ихъ по требованію судоходства.

Хотя водосливныя плотины рѣдко поднимають воду до высоты 10 футовъ, обыкновенно же не выше 6 футовъ, но во всякомъ случаѣ возвышеніе плотины надъ рѣчнымъ ложемъ производитъ стѣсненіе живаго сѣченія во время прибылыхъ водъ и при невысокихъ берегахъ рѣки причиняетъ затопленіе прибрежныхъ мѣстностей. Съ другой стороны, перепадъ воды черезъ гребень плотины толстымъ слоемъ, производя сильные водовороты у низовой подошвы плотины, образуетъ легко подмой у этой подошвы и требуетъ особенно сильнаго укрѣпленія дна, для предупрежденія вреднаго дѣйствія удара падающей воды, которое не всегда удается отстранить. Поэтому въ водосливныхъ плотинахъ прежде всего стремятся уменьшить толщину переваливающагося черезъ гребень слоя воды. Для этого, какъ уже мы замѣтили выше, водосливныя плотины строятся на рѣкахъ, которыя мало мѣняютъ объемъ протекающей воды, а также даютъ водосливнымъ плотинамъ большую длину. чтобы развитіемъ протяженія переливающагося слоя воды уменьшить его толщину. Для этой цѣли даютъ плотинѣ въ руслѣ рѣки криволинейное или ломанное направленіе. или ставятъ ее наклонно къ направленію теченія,

Черт. XXXIII.

«пг. 446.

чтобы по возможности удлинить ее гребень, или водосливъ. Последний изъ этихъ способовъ наиболее употребителенъ, какъ проще удовлетворяющій условію развитія длины плотины. По наблюденіямъ (бывшаго профессора въ парижской школѣ путей сообщенія) г. *Мари* наъ многими водосливными плотинами во Франціи, оказывается, что тѣ изъ которыхъ длина водослива по крайней мѣрѣ втрое болѣе ширины рѣки въ запруживаемомъ мѣстѣ. Очевидно, что подобное условіе увеличиваетъ почти втрое издержки на устройство водосливной плотины и указываетъ на ихъ невыгодность. Но кромѣ того, наклоненныя къ направленію теченія рѣки плотины имѣютъ еще то неудобство, что переваливающійся чрезъ нихъ слой воды ударяется въ противоположный берегъ и разрушаетъ его. Когда же для уменьшенія этого дѣйствія, весьма сильнаго во время высокихъ водъ, дѣлаютъ низовой откосъ плотины вертикальнымъ, тогда получается новое неудобство для самаго сооруженія, потому что перепадъ воды выбиваетъ у низовой подошвы плотины глубокія вымоины, или омуты, которые трудно предупредить совершенно всѣми извѣстными мѣрами. Въ этомъ отношеніи расположеніе плотины по криволинейному или ломаному направленію, въ видѣ шеврона, обращеннаго вершиною противъ теченія, имѣетъ то преимущество, что струи переливающегося чрезъ водосливъ слоя воды устранены отъ береговъ и, встрѣчаясь на рѣчномъ фарватерѣ, взаимно разбиваются. А потому при такомъ расположеніи плотинъ гребень водослива дѣлается наклоннымъ, чѣмъ отстраняется вертикальный перепадъ воды, уменьшается его дѣйствіе на дно рѣчнаго ложа и удаляется подмывъ его отъ подошвы сооруженія. Другое средство предохраненія береговъ состоитъ въ возвышеніи краевъ запруды надъ ея срединою; тогда вода, ближе къ берегамъ, будетъ переливаться черезъ плотину болѣе тонкимъ слоемъ, чѣмъ на серединѣ и будетъ слабѣе дѣйствовать на берега. Съ тою же цѣлю у прямыхъ, косвенно поставленныхъ къ направленію теченія, плотинъ, высота плотины у *b* дѣлается болѣе, чѣмъ у *a*. Но всѣ эти мѣры не устраняютъ главныхъ недостатковъ водосливныхъ плотинъ и заставляютъ искать для нихъ рѣкъ, въ которыхъ уровень воды мало колеблется.

Черт. XXXIII.
стр. 446.

Г. *Палибинъ* замѣчаетъ, что водосливныя глухія плотины едва-ли могутъ быть введены на нашихъ нѣсколько значительныхъ рѣкахъ, которыя покрываются зимою толстымъ слоемъ льда и при весеннемъ вскрытіи несутъ его большими массами и съ большою быстротою. Но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, на малыхъ рѣчкахъ, гдѣ и теперь устраиваются у насъ постоянныя, весьма несовершенныя, впрочемъ, мельничныя запруды, можетъ, по его мнѣнію, встрѣтиться возможность полезнаго примѣненія глухихъ водосливныхъ плотинъ. Мы указывали на существованіе водосливныхъ плотинъ въ юго-западной Россіи, на р. Нейвѣ на Уральскихъ заводахъ, на Александровскомъ заводѣ въ Петрозаводскѣ. Намъ, къ сожалѣнію, неизвѣстны причины устройства подобныхъ плотинъ на р. Нейвѣ; что же касается до плотины Александровскаго завода на р. Лососинкѣ, то тамъ возможно было устроить подобную плотину и притомъ прямую

и перпендикулярную къ направленію теченія, потому именно, что рѣчка Лососинка регулируется вышележащимъ озеромъ, у истока ея изъ котораго существуетъ плотина съ водоспускомъ. Вслѣдствіе чего, весной вода задерживается въ озерѣ и р. Лососинка почти вовсе не имѣетъ весенняго разлива.

Мы уже говорили, что тѣло водосливныхъ плотинъ у насъ чаще образуется изъ каменной кладки на-сухо или на цементѣ въ юго-западной Россіи, преимущественно же изъ весьма большихъ, грубо обтесанныхъ камней мѣстнаго гранита, и изъ ряжевой рубки, наполняемой глиною, или камнями, съ обшитіемъ досками, на сѣверѣ Россіи. Въ западной же Европѣ эти плотины бывають, или цѣльныя каменные, выстроенныя изъ плиты, бутоваго камня, съ облицовкой тесаннымъ камнемъ твердой породы, или составленныя изъ брусчатыхъ деревянныхъ рамъ, заполненныхъ каменной кладкой или навиднымъ камнемъ и обшитыхъ досками.

Такимъ образомъ въ водосливныхъ плотинахъ, кромѣ направленія ихъ относительно теченія, которое мы изложили здѣсь, намъ необходимо будетъ подробнѣе разсмотрѣть при ихъ устройствѣ: 1) наиболѣе соответствующій для нихъ профиль; 2) устройство тѣла плотины и его основанія; 3) предохраненіе грунта подъ плотиною отъ проникаемости и размыванія; 4) защита тѣла плотины отъ размыванія переливающейся черезъ гребень ея воды; 5) предохраненіе подошвы и рѣчнаго ложа за плотиною отъ падающей воды; 6) устройство шлюзовъ для пропуска судовъ и сплавныхъ спусковъ; 7) устройство спускной трубы въ глухихъ водосливныхъ плотинахъ, на случай ихъ исправленія, если онѣ не имѣють сплавныхъ спусковъ.

3) *Въ створчатыхъ плотинахъ* прорѣзь плотины, или все отверстіе для пропуска воды, раздѣляется постоянными быками или стойками на нѣсколько отдѣльныхъ пролетовъ, запираемыхъ щитами, шандорами или воротами различнаго устройства. Плотины эти, представляя въ своемъ составѣ цѣлый рядъ водоспусковъ, даютъ возможность спускать, по требованіямъ вододѣйствія или судоходства, всю или большую часть массы воды запруды, или поддерживать уровень ея на постоянной высотѣ, чрезъ послѣдовательный спускъ избыточныхъ водъ, по мѣрѣ ихъ возвышенія. На сколько въ западной Европѣ, кромѣ Бельгій и Голландіи преобладають водосливныя плотины сравнительно съ створчатыми, на столько, или еще болѣе, эти послѣднія преобладають у насъ въ Россіи, сравнительно съ водосливными. Система створчатыхъ плотинъ, преимущественно употребляемая также въ Бельгій и Голландіи, при канализаціи рѣкъ и въ различныхъ примѣненіяхъ обширной сѣти каналовъ этихъ государствъ, имѣетъ, говорить г. *Палибинъ*, множество видоизмѣненій. смотря по мѣстнымъ требованіямъ и степени искусства той эпохи, въ которую сооруженія эти были построены. Всѣ различныя створчатыя плотины которыя мы имѣли случай видѣть, говорить онъ, отъ простой мельничной запруды сельскаго жителя, до послѣдняго произведенія просвѣщеннаго искусства, каковы напр. щитовой шлюзъ въ Катвейнѣ, на

устѣ одного изъ рукавовъ Рейна; 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 водоподпорнаго полотна, должны быть, или непосредственно на береговыхъ устояхъ и промежуточныхъ быкахъ, или передаваться на эти постоянныя части посредствомъ поперечной системы брусевъ. Вслѣдствіе такого начала, возникла необходимость ставить въ руслѣ рѣки нѣсколько промежуточныхъ быковъ, которые стѣсняють живое сѣченіе рѣки и вовлекають въ большіе расходы, требуя особенной прочности устройства ¹⁾.

Поэтому система створчатыхъ плотинъ непримѣнима на значительныхъ рѣкахъ, подверженныхъ сильнымъ наводкамъ, покрывающихся зимою толстою корою льда и разливающихся весною на обширныхъ пространствахъ, съ густымъ ледоходомъ. Равнымъ образомъ эта система неудобна и крайне невыгодна въ примѣненіи для рѣчныхъ плотинъ, устраиваемыхъ съ цѣлю возвышенія рѣчнаго уровня большею частію на небольшую высоту, при невысокихъ берегахъ рѣки и въ видахъ канализаціи ея для цѣлей судоходства. Но эта система оказывается полезною на небольшихъ рѣкахъ и рѣчкахъ, когда требуется поддерживать высокій напоръ воды и гдѣ, поэтому, весьма полезно раздѣлять давленіе воды на большія плоскости сопротивленія, представляемыя основаніемъ массивныхъ и прочныхъ быковъ и устоевъ.—А потому эта система принята въ плотинахъ заводскихъ, въ водохранилищахъ снабжающихъ водою города, въ плотинахъ устраиваемыхъ въ верховьяхъ большихъ рѣкъ для предупрежденія наводненій и вообще въ тѣхъ случаяхъ гдѣ требуется поднимать воду плотиною на большую высоту. Эта же система, перешедшая къ намъ изъ Голландіи и сѣверной Пруссіи, принята у насъ почти для всѣхъ заводскихъ и сельскихъ плотинъ устраиваемыхъ на небольшихъ рѣчкахъ и рѣкахъ.

Въ створчатыхъ плотинахъ, поднимающихъ воду не выше 40—50 футовъ, тѣло плотины можетъ быть земляное, а водоспускъ деревянный или каменный; при поднятіи же воды выше 50 футовъ, плотина должна быть каменная и съ каменнымъ же водоспускомъ.

Щитами называютъ въ створчатыхъ плотинахъ затворы, составляемые изъ горизонтально на ребро поставленныхъ досокъ, соединенныхъ между собою въ четверти или въ шпунты и сгнгличенныхъ по нѣсколько между собою въ одинъ цѣльный щитъ, удерживающійся прямо въ четвертяхъ или пазахъ устоевъ, стоекъ и мертваго бруса. Шандорами же называютъ, или горизонтально укладываемые одинъ на другой четырехгранные брусья, или отвѣсно поставленные четырехгранные же, болѣе тонкіе брусски, съ круглыми рукоятками въ верхнемъ концѣ, которые плотно прилегая другъ къ другу, составляютъ сплошную стѣну закрывающую отверстіе водоспуска. Нижними концами вертикальные шандоры упираются въ четверть мертваго бруса, а верхними удерживаются поперечнымъ горизонтальнымъ

¹⁾ Журналъ Главн. Управл. Пут. Сообщ. и публ. зданій 1850 годъ. Томъ XII. «Рѣчныя подпорныя плотины» Подполковника *Палибина*.

брусомъ, утвержденнымъ въ быки и устои или въ промежуточные стойки. Когда вертикальные шандоры образуются изъ очень тонкихъ и легкихъ брусковъ, или планокъ съ рукоятками, какъ въ нѣкоторыхъ разборчатыхъ плотинахъ, тогда они называются *спицами* (needles); какъ щиты такъ и шандоры удерживаются на своемъ мѣстѣ, вертикальной стѣнкой, давленіемъ на нихъ воды.

Въ деревянныхъ водоспускахъ крайніе береговые устои, или *плечи* водоспуска, а также и середовые устои, или быки, бываютъ рубленныя деревянные, или ряжевые; въ каменныхъ же — и тѣ и другіе образуются каменной бѣтовой кладкой, съ облицовкой ихъ тесаннымъ камнемъ. Въ малыхъ сельскихъ плотинахъ, не имѣющихъ, по величинѣ водоспуска, середовыхъ быковъ, весь водоспускъ, или ставъ, дѣлается изъ ряжевой рубки, иногда же все водяное полотно поддерживается стойками, подпираемыми подкосными брусками. Ходъ воды сквозь водоспускъ въ створчатыхъ плотинахъ происходитъ по понурному и сливнымъ поламъ чрезъ мертвый порогъ. Этотъ ходъ для воды въ плотинахъ, обыкновенно называютъ *флюдбетомъ*. Поэтому всякій водоспускъ состоитъ собственно изъ боковыхъ устоевъ и иногда одного или нѣсколькихъ середовыхъ быковъ, если длина водоспуска велика; изъ щитовыхъ или шандорныхъ полотень, для которыхъ опорами служатъ устои и быки, и наконецъ флюдбета, или дна водоспуска, образуемаго понурнымъ и сливными полами.

Въ створчатыхъ плотинахъ образуемыхъ земляною насыпью, самую трудную и дорого стоящую постройку составляютъ водоспуски; а потому всегда желательно уменьшить по возможности размѣры этой постройки. Но однако водоспускъ долженъ быть въ состояніи пропустить сквозь себя наибольшій притокъ воды, который можетъ случиться въ рѣкѣ во время самыхъ наибольшихъ ея разливовъ. При выполненіи этого главнаго условія, чѣмъ при меньшихъ своихъ размѣрахъ водоспускъ въ состояніи пропустить большій объемъ воды, тѣмъ конструкція его будетъ выгоднѣе. Въ первой части мы уже обратили вниманіе на то, что понурный полъ много способствуетъ проходу большаго количества воды сквозь водоспускъ; и что слѣдовательно при хорошо устроенномъ понурномъ полѣ, ширина отверстія водоспуска можетъ быть менѣе сравнительно съ длиною водослива. Далѣе, положеніе мертваго порога ниже или выше надъ естественнымъ русломъ рѣки въ мѣстѣ запруды, можетъ также вліять на количество воды проходящей сквозь водоспускъ въ данное время. Чѣмъ ниже заложенъ порогъ, тѣмъ болѣе толстымъ слоемъ вода можетъ быть пущена по флюдбету и слѣдовательно тѣмъ уже можетъ быть отверстіе водоспуска и слѣдовательно тѣмъ менѣе могутъ быть размѣры самаго водоспуска. Но въ этомъ отношеніи также должны быть нѣкоторые предѣлы; иногда вода, проходящая глубокимъ слоемъ сквозь водоспускъ съ большою скоростью, требуетъ болѣе прочнаго его устройства и его сливныхъ половъ и производитъ болѣе сильныя водовороты, а слѣдовательно и большіе выбои ниже плотины, чѣмъ вода падающая хотя съ нѣкоторой высоты, но тонкимъ слоемъ, при болѣе высокомъ

положеніи мертвого порога и нѣскольео большей ширинѣ отверстія водоспуска.

Мы уже замѣтили въ первой части, что глубина слоя текущей воды по флюдбегу въ водоспускахъ рѣдко допускается до 7 футовъ, чаще же она допускается гораздо менѣе (кромѣ уральскихъ водоспусковъ какъ увидимъ это ниже).

Въ высокихъ створчатыхъ плотинахъ, вмѣсто водоспуска, иногда устраиваются спускныя трубы, замѣняющія собою водоспускъ. Иногда спуски въ нихъ воды устраиваются на разныхъ горизонтахъ и только нижній спускъ служитъ къ полному осушенію бассейна. Такъ какъ створчатыя плотины устраиваются большею частію на малыхъ рѣкахъ и рѣчкахъ, преимущественно не судоходныхъ, то онѣ не имѣютъ надобности въ шлюзахъ для пропуска судовъ; если же по этимъ рѣкамъ производится сплавъ лѣса и дровъ розсыпью, то въ нихъ должны быть устроены сплавные спуски, т.-е. наклонныя плоскости, по которымъ бревна и дрова спускаются изъ бассейна въ рѣку ниже плотины, или въ спускномъ отверстіи порогъ закладывается ниже, такъ что въ полоую воду лѣсъ и дрова прямо плывутъ изъ пруда въ нижнюю воду, которая въ это время значительно поднимается. Что же касается до основаній водоспусковъ, то для деревянныхъ водоспусковъ это основаніе можетъ быть: 1) изъ сланника; 2) свайное съ подстилкою сланника; 3) свайное съ шпунтовыми рядами; 4) ряжее. Для каменныхъ же водоспусковъ и плотинъ это основаніе можетъ быть: 1) свайное на роствербѣ съ шпунтовыми рядами; 2) ряжее или изъ шпунтовыхъ рядовъ съ заполненіемъ ящиковъ бетономъ, или 3) прямо грунтовое, если этотъ грунтъ состоитъ изъ плотной и твердой скалы.

Такимъ образомъ при устройствѣ створчатыхъ плотинъ главное вниманіе должно быть обращено: 1) на соотвѣтственный напору воды профиль землянаго или каменнаго тѣла плотины. При этомъ, что касается землянаго тѣла плотины, то условія для него одинаковы съ устройствомъ землянаго тѣла глухой плотины; относительно же устройства тѣла каменной плотины, то кромѣ самой каменной кладки, необходимо дать ей прочное основаніе сообразно грунту и грузу самой плотины; равнымъ образомъ предохранить это основаніе отъ подмыванія и просачиванія; 2) въ водоспускѣ: а) на способность его пропускать наибольшій объемъ воды, который можетъ случиться въ рѣкѣ во время самыхъ большихъ разливовъ; б) на расположеніе въ немъ мертвого порога, понурнаго и сливныхъ половъ и на ихъ необходимую прочность и непроницаемость; в) на способность водоспуска прочно сопротивляться напору поднятой воды и на прочное сопротивленіе этому напору щитовъ и шандоровъ запирающихъ отверстіе; г) на прочность, неразмываемость и непросачиваніе основанія водоспуска; д) на неразмываемость dna русла подъ сливными полами и ниже по теченію, непосредственно за этими полами. 3) На достаточные размѣры спускныхъ трубъ, когда ими замѣняется водоспускъ; 4) на соотвѣтственное устройство сплавныхъ спусковъ, если они необходимы въ створчатой плотинѣ; 5) на прочное и соотвѣтственное

устройство рабочего прорѣза, или рабочего водоспуска, если запруда предназначается для механическаго вододѣйствія.

4) *Къ разборчатымъ* относятся тѣ рѣчныя плотины, къ которыхъ всѣ составныя части водоподпорнаго полотна могутъ быть, или совершенно разбираемы, или укладываемы на дно, оставляя полное отверстіе для свободнаго протока прибылыхъ водъ или прохода льда. Причемъ этого рода плотины подраздѣляются на самодѣйствующія и разбираемыя помощію рабочей силы. Самодѣйствующія различныхъ системъ вошли въ употребленіе недавно и въ особенноти во Франціи, гдѣ наиболѣе употребительны системы Тенара, Пуаре, Шануаня, Кранца и др. „Преимущества этихъ плотинъ, замѣчаетъ г. *Палибинъ*, еще болѣе будутъ оцѣнены 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, болшею частію безлѣсныхъ (въ средней и юго-восточной Россіи) равнинъ, рѣки наши почти совершенно изсыкаютъ 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 разливовъ и густаго ледохода, разрушительнаго для сооруженій помѣщаемыхъ въ рѣчномъ ложѣ. А потому если разборчатая плотина Пуаре встрѣтили единодушное одобреніе во Франціи, 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 рѣчнаго судоходства, въ дѣлѣ столь важномъ для общественной экономіи нашего края, имѣющаго обширную систему рѣкъ болшею частію мелководныхъ въ меженное время года. Единственный недостатокъ разборчатыхъ плотинъ системы Пуаре заключается въ невысокомъ подъемѣ воды и значительной ея потерѣ, происходящей отъ состава ихъ водянаго полотна. По это обстоятельство можно считать важнымъ когда плотина назначена для вододѣйствія, но не представляетъ прагматическаго неудобства въ дѣлѣ улучшенія рѣчнаго судоходства, для котораго эти плотины главнымъ образомъ и предназначаются. Во многихъ мѣстностяхъ, продолжаетъ г. *Палибинъ*, въ видахъ удешевленія, соединяли каменную глухую плотину съ частью разборною, сокращая отверстіе для этой послѣдней части и замѣняя это уменьшеніе живаго сѣченія рѣки каменнымъ водосливомъ направленнымъ наклонно къ теченію. Но подобное расположеніе вредитъ свободному протоку прибылыхъ водъ рѣки и подвергаетъ разрушенію, какъ прилегающій берегъ, такъ и самое сооруженіе ¹⁾. Очевидно, что рѣки съ большимъ паденіемъ и слѣдовательно быстрыя, не могутъ быть

¹⁾ Рѣчныя подпорныя плотины. Г. Палибина.

съ удобствомъ канализованы для судоходства; съ паденіемъ же малымъ онѣ могутъ быть канализованы плотинами, поднимающими воду и на небольшую высоту. При болѣе же высокомъ подъемѣ воды разборчатая плотина, какъ увидимъ ниже, теряютъ одно изъ главныхъ своихъ преимуществъ—легкость и слѣдовательно удобоподвижность разборчатыхъ своихъ частей. Разборчатая плотина, для исполненія главной задачи своей—пропускать воду во всю ширину и глубину русла и быстро открывать отверстіе для пропуска внезапно прибывлой воды, должны состоять изъ двухъ береговыхъ устоевъ, каменныхъ или деревянныхъ, почти не стѣсняющихъ русла своими выступами въ него; флютбета между ними очень мало поднята надъ дномъ рѣки и системы разборныхъ брусевъ, удерживающихъ щиты запирающіе воду, опорными точками для которыхъ должны быть, или береговые устои, или система подкосныхъ брусевъ. Очевидно, что береговые устои могутъ быть опорными точками для всего водянаго полотна только при небольшомъ разстояніи между ними и слѣдовательно при небольшой ширинѣ рѣки; при значительной же ширинѣ ея, можетъ служить опорой для поднятой за щитами воды, только какая либо подкосная система, способы устройства которой и принадлежать различнымъ изобрѣтателямъ. При устройствѣ разборчатыхъ плотинъ главное вниманіе должно быть обращено: 1) на устройство береговыхъ устоевъ; 2) на устройство флютбета и 3) устройство разборчатыхъ частей. Что касается до этихъ послѣднихъ, то простота, дешевизна, легкость разборки, соединенныя съ достаточной прочностью, должны служить оцѣнкою ихъ достоинствъ.

Такимъ образомъ въ зависимости отъ свойствъ рѣки, характера ея бассейна и количества протекающей въ ней въ нормальномъ состояніи воды, избираютъ ту или другую систему рѣчныхъ подпорныхъ плотинъ на слѣдующемъ главномъ основаніи: 1) когда рѣка несетъ большое количество воды, въ нормальномъ своемъ состояніи, т.-е. достаточно для всѣхъ нашихъ производствъ или даже превышающее потребность; когда эта рѣка не подвержена быстрымъ и внезапнымъ разливамъ, но во всѣ времена года въ ней протекаетъ мало мѣняющійся объемъ воды и ледоходъ въ ней не существуетъ, или очень незначителенъ, тогда бываетъ возможна и иногда выгодна плотина водосливная; 2) когда рѣка въ нормальномъ состояніи несетъ достаточный объемъ воды, но вмѣстѣ подвержена внезапнымъ и сильнымъ разливамъ, вслѣдствіе свойствъ своего бассейна, и имѣетъ значительно густой ледоходъ, тогда преимущественно слѣдуетъ устраивать плотину разборчатую; 3) если рѣка несетъ объемъ воды недостаточный, но вмѣстѣ съ тѣмъ уровень воды въ рѣкѣ много колеблется, ледохода на ней или вовсе нѣтъ или онъ незначителенъ; если незначительность величины самой рѣчки и протекающей въ ней воды требуютъ высокаго подъема этой воды за плотною, тогда строится створчатая плотина.

Въ зависимости же отъ цѣлей для которыхъ устраиваются плотины, то: 1) всѣ три рода рѣчныхъ плотинъ, т.-е. створчатая, водосливная и разборчатая, могутъ служить для механическаго вододѣйствія; но изъ

нихъ только первыя служатъ обыкновенно для гидравлическихъ наливныхъ колесъ, какъ поднимающія воду высоко; водосливныя же и разборчатыя дозволяютъ дѣйствовать только на нижнюю воду, т.-е. колесами средобойными и пошвенными; 2) вообще же створчатыя плотины чаще употребляются для приведенія въ дѣйствіе заводовъ и фабрикъ, а равно для образованія бассейновъ питающихъ водою города, станціи желѣзныхъ дорогъ, или для задержанія воды въ верховьяхъ рѣкъ, для предупрежденія наводненій или для питанія каналовъ; 3) водосливныя плотины, устраиваемыя у насъ рѣдко, служатъ также для механическаго дѣйствія заводовъ и мельницъ, въ западной же Европѣ чаще для тѣхъ же цѣлей и судоходства; 4) наконецъ разборчатыя, въ западной Европѣ, служатъ главнымъ образомъ для канализаціи рѣкъ въ цѣляхъ улучшенія и развитія судоходства; у насъ онѣ могутъ быть устраиваемы съ той же цѣлью, а равно и для механическаго дѣйствія на нижнюю воду, если рѣка имѣетъ достаточный притокъ воды для потребностей вододѣйствія.

47. Выборъ мѣста для устройства плотинъ.—При выборѣ мѣста для устройства плотинъ, условія мѣстности играютъ столь важную роль и онѣ такъ разнообразны, что въ этомъ отношеніи невозможно рѣшить вопроса вообще, а можно лишь указать чего должно избѣгать и къ чему стремиться. Очевидно, что выборъ этотъ будетъ зависѣть: 1) отъ бѣльшей или меньшей свободы самаго выбора мѣста; 2) отъ цѣли съ которой устраивается плотина; 3) отъ рода или вида плотины; 4) отъ свойствъ запруживаемой рѣки и ея бассейна; 5) отъ грунта русла и рѣчной долины; 6) отъ объема протекающей воды, если плотина особенно назначается для вододѣйствія; 7) отъ средствъ которыми располагаемъ для устройства и т. д. Всѣ эти условія иногда находятся въ тѣсной зависимости одно отъ другаго. Иногда кажущаяся на первый взглядъ выгода мѣстности, можетъ, при техническомъ исполненіи, напр. по свойству обазавшагося грунта, привести къ важнымъ невыгодамъ, значительно удорожить сооруженіе, или заставить искать для плотины другаго мѣста.

Если выборъ нашъ не свободенъ, напр. стѣсненъ близостью чужихъ угодій или чужихъ вододѣйствующихъ заведеній, расположенныхъ выше по теченію рѣки, и которыя плотина наша можетъ подтопить; когда расположеніе нашихъ собственныхъ угодій относительно рѣчки прямо указываетъ на единственное мѣсто въ которомъ мы можемъ заложить плотину,—тогда остается только избрать ту или другую систему запруды сообразно нашимъ цѣлямъ и условіямъ мѣстности и затѣмъ уже бороться съ тѣми техническими неудобствами и препятствіями, которыя могутъ представить свойства рѣки и свойства грунта ея русла и береговъ. Но и при этихъ условіяхъ всетаки необходимо обследовать грунтъ и убѣдиться въ отсутствіи ключей въ томъ именно мѣстѣ, гдѣ предполагается заложеніе плотины и водоспуска; такъ какъ и при несвободномъ выборѣ мѣста мы еще всетаки можемъ подвинуть плотину хотя на нѣсколько саженой выше или ниже по рѣкѣ, гдѣ грунтъ окажется благопріятнѣе и ключи не будутъ подъ плотиною, а по преимуществу въ

бассейнѣ, или прудѣ. При совершенно свободномъ выборѣ мѣста для устройства плотины створчатой, поднимающей воду на значительную высоту, лучше всего избирать такое мѣсто, въ которомъ рѣчная долина суживается и вторые берега особенно близко подходятъ къ руслу рѣки и гдѣ выше этого мѣста долина озерообразно расширяется, представляя большую вмѣстимость для бассейна, или пруда. Въ такомъ мѣстѣ плотина будетъ короче; связь ея концовъ со вторыми берегами будетъ прочнѣе. бассейнъ же запруды достаточно обширенъ. Лучше если въ этомъ мѣстѣ уклонъ долины (или паденіе русла рѣки) будетъ не великъ и даже горизонталенъ; такъ какъ при этомъ площадь пруда можетъ быть обширнѣе и во время сильныхъ разливовъ вода не дойдетъ до плотины съ большой скоростью и при обширности пруда не повыситъ много его уровня. При сильномъ же уклонѣ долины бассейнъ будетъ коротокъ и малъ и быстрый разливъ можетъ произвести ударъ воды на плотину. Значительная площадь пруда много умѣряетъ дѣйствіе воды на плотину во время разливовъ, уменьшаетъ высоту разлива и скорость теченія, съ которой вода подходитъ къ плотинѣ. Но само собою разумѣется, что величина этой площади должна быть соображена съ количествомъ затопляемыхъ угодій своихъ или чужихъ, съ длиною подпруды, которая, какъ уже мы говорили въ первой части, можетъ быть въ $1\frac{1}{2}$ и 2 раза длиннѣе распространенія горизонтальнаго уровня воды вверхъ по теченію и можетъ произвести подтопъ выше расположенныхъ вододѣйствующихъ заведеній.

Плотины водосливныя и разборчатыя строятся въ самомъ руслѣ рѣки и какъ поднимающія воду не высоко, не образуютъ за собою обширныхъ прудовъ; для этого рода плотинъ очень важны свойства непосредственныхъ береговъ и грунта русла рѣки. Чѣмъ составъ береговъ плотинѣ, тѣмъ связь плотины съ берегами можетъ быть прочнѣе. Для всякой системы плотинъ необходимо убѣдиться нивелировкой, чтобы прудъ ограничивался естественными берегами русла или вторыми берегами долины при высобомъ подъемѣ воды, не вынуждая строить боковыхъ глухихъ плотинъ для защиты нѣкоторыхъ мѣстностей отъ затопленія или для загражденія хода водѣ помимо плотины и отклоненія теченія всей рѣки въ сторону отъ прежняго русла, что можетъ значительно удорожить постройку и ввести въ процессы съ сосѣдями. Необходимо также наблюдать, чтобы выше плотины, въ берегахъ бассейна, не оказалось бы покинутыхъ старицъ съ торфянымъ наслоеніемъ, по которымъ, вслѣдствіе поднятія уровня, вода можетъ проложить себѣ ходъ мимо плотины.

Относительно направленія рѣки, лучше если плотина будетъ поставлена не въ томъ мѣстѣ гдѣ рѣка выше имѣетъ на большомъ протяженіи прямое направленіе, а гдѣ она дѣлаетъ излучины; потому что во время весеннихъ и внезапныхъ лѣтнихъ разливовъ плотина избѣгаетъ тогда прямого и непосредственнаго удара воды и быстрое теченіе которой, устремляясь въ берега, доходитъ до плотины уменьшеннымъ и притомъ встрѣчаетъ плотину въ косвенномъ направленіи. Но никогда

не слѣдуетъ ставить плотину въ самой излучинѣ рѣки, примыкая одинъ ея конецъ къ крутобережному и размываемому берегу, а напротивъ должно ставить въ промежуткѣ между двумя излучинами, на перекаѣ, гдѣ естественно образуются отложенія.

Инженеръ *Боррель* замѣчаетъ, что во всякой рѣкѣ съ русломъ каменнымъ, образуются на извѣстныхъ мѣстахъ естественныя отмели, или наносы, которые разь уничтоженные, опять образуются и имѣютъ относительно русла и направленія рѣки чаще одно опредѣленное положеніе, какъ бы вытекающее изъ формы самаго русла рѣки. Такія мѣста сами собою указываютъ, что здѣсь вода производитъ наименьшее разрушительное дѣйствіе на дно русла и потому подобныя мѣста лучше всего соотвѣтствуютъ помѣщенію плотины; направленіе же гребня естественной отмели укажетъ собою и направленіе, которое должно дать въ этомъ мѣстѣ плотинѣ. Это замѣчаніе въ особенности важно при выборѣ мѣста для водосливныхъ плотинъ.

Имѣя въ виду, что большинство нашихъ рѣкъ страдаетъ лѣтомъ и зимою скорѣе недостаткомъ воды чѣмъ ея обиліемъ, нужно прежде всего всѣми мѣрами постараться устранить этотъ недостатокъ. А потому если въ нашу рѣку впадаютъ недалеко другіе притоки или ручьи, то нужно чтобы они питали напѣ прудъ, а не впадали въ рѣку ниже его; чтобы ключи находящіеся въ берегахъ рѣчки и овраги по которымъ идутъ стоки въ рѣку, по возможности находились выше нашего пруда или въ самомъ прудѣ и содѣйствовали бы увеличенію объема протекающей сквозь водоспускъ воды, если въ этомъ настоитъ надобность. Съ этой же цѣлю необходимо расчищать русло рѣчки выше запруды и русла ея притоковъ; замѣчать весной направленія теченія ручьевъ и гдѣ можно проводить потомъ небольшія канавы изъ прилежащихъ болотъ, вода которыхъ можетъ стекать въ нашу рѣчку, увеличивать ея бассейнъ и объемъ протекающей въ ней воды.

Относительно выбора мѣста для плотинъ г. *Рожковъ* замѣчаетъ: „при заложеніи прудовъ надобно имѣть въ виду чтобы вся вода дождевая и полая, отъ таянія снѣговъ происходящая, равно какъ и въ боковыхъ ручьяхъ текущая, собиралась въ бассейнѣ. При выборѣ мѣстности для прудовъ должно обращать вниманіе и на то обстоятельство, что чѣмъ менѣе поверхность ихъ при данной вмѣстимости и чѣмъ ближе одинъ берегъ къ другому, тѣмъ выгоднѣе, ибо въ первомъ случаѣ вода разливомъ своимъ не будетъ затоплять поля и дуга, а вслѣдствіе малой поверхности представить менѣе потери въ водѣ отъ испареній, а во второмъ менѣе потребуетъ издержекъ на сооруженіе плотины. На основаніи приведенныхъ двухъ причинъ пруды закладываютъ въ бассейнахъ (рѣкѣ) которыхъ откосы были бы болѣе крутыя чѣмъ отлогіе и притомъ тамъ гдѣ долина суживается“ ¹⁾.

Если ниже плотины должны быть расположены заводскія или мельничныя строенія, то нужно чтобы для нихъ было достаточно мѣста и

¹⁾ Плотины. Рожкова. стр. 78 и 79.

чтобы это мѣсто не заливалоcь весенними водами, а грунтъ его былъ достаточно хорошъ и не требовалъ бы дорого стоящихъ его укрѣпленій.

Говоря о мельничныхъ плотинахъ, *Ф. Х. Майеръ* замѣчаетъ: „надобно стараться сыскать мѣсто, гдѣ бы одинъ берегъ представлялъ возможность отвести для молотной воды каналъ, чтобы мельничный амбаръ удалить по возможности отъ самага русла, наблюдая при томъ, чтобы амбаръ былъ въ безопасности отъ льда и не слишкомъ удаленъ отъ русла рѣки; въ противномъ случаѣ копаніе отводнаго канала ниже молотнаго амбара потребовало бы много земляной работы, потому что вода въ каналѣ ниже амбара должна быть въ одномъ уровнѣ съ волюю въ самомъ руслѣ рѣки ниже плотины“.

Относительно выбора мѣста для плотинъ, при образованіи водохранилищъ въ южныхъ степяхъ Россіи, г. *Палмигсестовъ* приводитъ слѣдующія мнѣнія опытныхъ хозяевъ, которые въ большинствѣ случаевъ примѣнимы и къ рѣчнымъ плотинамъ. Нужно избирать мѣсто для плотины тамъ, говоритъ г. *Бунинскій*, гдѣ русло балки имѣетъ меньшій уклонъ, т.-е. гдѣ онъ ближе подходитъ къ горизонтальному. Чѣмъ покатость меньше, тѣмъ лучше, во-первыхъ потому, что во время притока вода, стремленіе и давленіе ихъ на плотину будетъ въ этомъ случаѣ слабѣе и во-вторыхъ длина самага пруда, по мѣрѣ возвышенія плотины тѣмъ болѣе, чѣмъ покатость дна балки ближе будетъ подходить къ горизонтальному уровню. Совѣтуютъ чтобы передъ плотиною вдавались въ русло балки два, или по крайней мѣрѣ одинъ мысъ и притомъ такъ, чтобы они заходили одинъ за другой. Эти мысы могутъ служить опорами для плотины выдерживая на себѣ напоръ воды при быстромъ ея теченіи. Надобно избирать мѣсто для плотины возможно узкое, и расширяющееся къ верховью пруда; по мнѣнію г. *Скаржинскаго* расширенная вершина водохранилища можетъ удерживать стремленіе снѣговыхъ или дождевыхъ сильныхъ водъ и такимъ образомъ ослаблять дѣйствіе ихъ на плотину. Г. *Скаржинскій* совѣтуетъ также давать предпочтеніе такому мѣсту для плотины, гдѣ не въ дальнемъ разстояніи отъ вершины пруда впадаютъ въ запруживаемую балку, балки побочныя, или по крайней мѣрѣ одна такая балка. Кромѣ увеличенія воды въ прудѣ, по его мнѣнію, эти побочныя балки выгодны тѣмъ, что текуція по нимъ воды будутъ прорѣзывать потокъ главной балки и тѣмъ умѣрять его силу; здѣсь произойдетъ, какъ выражаются, спорная вода сама себя обезсиливаетъ. Для запруды, по его мнѣнію, слѣдуетъ избирать балку извилистую, а не прямую. Извилистое направленіе балки измѣняя быстро направленіе теченія, поглощаетъ много живой силы потока, уменьшаетъ его скорость и ослабляетъ его гидравлическое давленіе на плотину. „Я всегда предпочиталъ для запрудъ, говоритъ г. *Скаржинскій*, такія мѣстности, гдѣ одинъ берегъ возвышенъ, или болѣе или менѣе крутъ, а другой, противоположный ему, пологъ или отплесистъ. Такая мѣстность представляетъ ту выгоду, что весеннія воды, при обиліи своемъ, уклоняются къ пологому берегу, у котораго дѣлается водоспускъ и тогда не нажимаютъ всею своею массою на плотину или

водоспускъ. Чтобы отклонить выпускную воду от крутого, въ общей сложности менѣе надежнаго берега, и у которыхъ насыпь плотины всегда выше, и направить ее къ пологому гдѣ плотина ниже, и имѣетъ большую устойчивость, представляя давленію воды меньшую поверхность и глубину, *Скаржинскій* говоритъ, что онъ шлюзы, или водоспуски, ставилъ всегда къ этому отлоному берегу и 36-лѣтніе опыты доказали ему, что онъ поступалъ рационально.

Въ виду разнообразія дѣйствія воды во время разливовъ, разнообразія свойства самыхъ рѣкъ, грунтовъ и мѣстныхъ условій, невозможно установить общихъ и безусловныхъ правилъ относительно выбора мѣста для устройства плотинъ.

При выборѣ мѣста для плотины, въ особенности земляной, нужно обращать также вниманіе на присутствіе, по близости, такого качества земли которая соотвѣтствуетъ для образованія тѣла плотины. Часто случается, что по мѣстнымъ условіямъ неудобно брать землю непосредственно прилегающую къ мѣсту сооруженія, привозка же земли нѣсколько удаленной отъ этого мѣста, значительно увеличиваетъ издержки сооруженія, особенно если плотина высока и длинна. Притомъ необходимо имѣть въ виду, чтобы былъ всегда запасъ этой земли на неопредѣленно долгое время для досыпки осѣдающей насыпи, при смытіи гребня, насыпи обваловъ, промонъ или прорывовъ и т. п. Для каменныхъ плотинъ также необходимо чтобы матеріалъ находился недалеко, такъ какъ перевозка грубаго, тяжелаго матеріала на нѣсколько далекое разстояніе обходится дорого. При большихъ сооруженіяхъ находятъ часто выгоднымъ даже устройство временной желѣзной дороги отъ мѣста выломки камня или отъ пристани, куда онъ доставляется водою, до мѣста возведенія плотины.

Если черезъ плотину должна проходить проѣзжая дорога, то выборъ мѣстности долженъ быть соображенъ и съ этимъ обстоятельствомъ, чтобы не слишкомъ удлинить обыкновенный путь и не устраивать новой дороги на мѣстности неудобной; чтобы спуски дороги на плотину были удобны для проѣзда и не требовали частыхъ поправокъ. Если же мѣстность представить затрудненіе для веденія дороги чрезъ плотину, то бываетъ выгоднѣе устроить проѣздъ чрезъ мостъ ниже плотины и вообще принять необходимые мѣры чтобы не затруднить сообщенія черезъ рѣку.

Когда плотины устраиваются для канализаціи рѣкъ, въ цѣляхъ развитія судоходства, тогда выборъ мѣста для таковыхъ плотинъ, кромѣ указанныхъ выше правилъ, долженъ еще сообразоваться и съ спеціальными требованіями судоходства. Но въ этихъ случаяхъ устройство плотинъ обыкновенно поручается опытнымъ инженерамъ и предметъ этотъ не входитъ въ предѣлы настоящаго сочиненія.

Одно изъ самыхъ важныхъ условій при выборѣ мѣста для плотины — это свойства грунта. Эти свойства могутъ потребовать того или другаго основанія для нашего сооруженія и тѣмъ повести къ значительному большимъ или меньшимъ издержкамъ, а иногда вынуждаютъ

безусловно отказаться от мѣста, во всѣхъ другихъ отношеніяхъ представляющагося выгоднымъ для возведенія плотины. Внимательное изслѣдованіе грунта въ мѣстѣ заложения плотины очень важно въ томъ отношеніи, говоритъ г. *Рожковъ*, что показывая составъ и свойство породъ его составляющихъ, это изслѣдованіе можетъ указать, къ какимъ средствамъ должно прибѣгнуть для укрѣпленія основаній, чтобы предупредить малѣйшее разрушеніе возводимыхъ сооружений и чтобы онѣ обладали прочностью на весьма продолжительное время.

Благонадежнымъ грунтомъ можно считать тотъ, при которомъ слои его не могутъ давать осадки отъ груза плотины, въ особенности высокой каменной, и при которомъ онѣ не пропускаютъ воду. Но подобнаго рода грунты весьма рѣдки; подъ высокія каменные плотины, если только грунтъ не плотная и толстая скала, чаще приходится укрѣплять его искусственнымъ основаніемъ во избѣжаніе осадки и въ особенности осадки неравномѣрной въ частяхъ сооружения. Для земляныхъ и невысокихъ каменныхъ плотинъ, если нѣтъ опасенія отъ неравномѣрной осадки, то часто приходится защищать основаніе отъ просачиванія воды, если только грунтъ не состоитъ изъ толстаго и плотнаго слоя глины. Изъ предыдущаго разсмотрѣнія состава различныхъ грунтовъ, изложеннаго во II части въ ст. 23, мы уже можемъ составить себѣ ясное понятіе о томъ, какой именно грунтъ мы должны искать для заложения плотины и какаго грунта должно по возможности избѣгать. Очевидно мы должны избѣгать грунтовъ илистыхъ, болотныхъ и торфяныхъ, а также такихъ, въ которыхъ значительные слои образованы изъ пльвуновъ и вообще слоевъ сильно пропитанныхъ водою и залегающихъ на значительную глубину. Укрѣпленіе основаній на такихъ грунтахъ и предохраненіе ихъ отъ просачиванія требуютъ всегда значительныхъ усилій и расходовъ. Но если подобнаго рода грунты и слои не глубоки, то, какъ уже видѣли, подъ ними часто залегаютъ довольно толстые пласты глины; тогда при выгоды другихъ условій мѣстности, лучше вынуть весь слабый грунтъ до глины и на ней основать сооруженіе при возможности отвода изъ выемки воды. При глубокомъ же подобномъ рыхломъ и пропускающемъ грунтѣ, лучше вовсе отказаться отъ возведенія сооружения на этомъ мѣстѣ и искать другаго, съ болѣе выгоднымъ грунтомъ, если мѣстныя обстоятельства это допускаютъ.

Если подъ наносомъ, глубиною не болѣе трехъ аршинъ, залегаетъ скалистый грунтъ, то также лучше вынуть весь наносный слой и утвердить основаніе сооружения на скалѣ. Но при скалистомъ грунтѣ необходимо обратить особенное вниманіе на его плотность и достаточную толщину. Должно подробно изслѣдовать нѣтъ ли въ породахъ трещины сквозныхъ или заполненныхъ иломъ, глубоко ли идутъ онѣ и не будутъ ли пропускать воду. При горнокаменной, въ особенности известковой породѣ, въ ней встрѣчаются не только трещины, но иногда значительныя пустоты и пещеры, въ которыя можетъ ухлѣсть значительное количество воды изъ пруда, или бассейна. Всѣ трещины, и въ особенности ведущія въ подобныя пещеры, должно хорошо забивать глиною. На

Уралѣ, говоритъ г. *Рожковъ*, есть много примѣровъ подобныхъ грунтовъ и опыты указали на ихъ вредное вліяніе на запруды. Необходимо также буромъ или ломомъ изслѣдовать толщину скалистого слоя; иногда онъ бываетъ тонокъ и залегаетъ на рыхлыхъ слояхъ пропитанных водою. Если слой тонокъ, то онъ можетъ не выдержать тяжести сооруженія и дать неравномѣрную осадку, а сквозь нижній, рыхлый слой, при высокомъ напорѣ воды, можетъ произойти просачиваніе и подмывъ. Если бы грузъ во всѣхъ частяхъ плотины былъ одинаковъ, то равномѣрное сжиманіе грунта и нѣкоторая осадка, также равномѣрная, всѣхъ частей плотины не вредила бы ея прочности. Но если осадка происходитъ отъ неодинаковаго сопротивленія грунта, частями, то производя разрывъ частей плотины и образуя въ тѣлѣ плотины трещины, она даетъ доступъ сквозь нихъ водѣ и можетъ повести къ размыванію и затѣмъ къ прорыву. При грунтѣ каменистомъ, чаще пропускномъ, слѣдуетъ убѣдиться въ глубинѣ этого грунта; если онъ не глубокъ, то слѣдуетъ также сдѣлать выемку его до слоевъ чисто песчаныхъ или глинистыхъ. Въ глубокомъ каменистомъ грунтѣ забивка свай невозможна, для предупрежденія просачиванія, и потому въ такомъ грунтѣ необходимо прибѣгать къ ряжевымъ основаніямъ.

Чистый песчаный грунтъ, какъ уже мы знаемъ, несжимаемъ; но чтобы онъ былъ непроницаемъ и неразмываемъ, его необходимо окружить шпунтовыми рядами; бойка же свай въ нѣкоторыхъ песчаныхъ грунтахъ весьма трудна и сваи подаются въ немъ очень туго.

Плотный глинистый грунтъ, залегающій на довольно большую глубину отъ 2 до 3 аршинъ, есть безспорно лучший и самый благонадежный для основанія плотинъ; но глина требуетъ предохраненія ея отъ размыванія и промерзанія. Отъ промерзанія она значительно увеличиваетъ свой объемъ, а потому ее опасно допускать подъ основаніе или набивать ею части сооруженія огражденныя шпунтами, срубамъ, или стѣнами, не охранивъ отъ промерзанія. Поэтому глина можетъ быть допускаема только въ частяхъ находящихся подъ водою, гдѣ она не промерзаетъ. При этомъ замѣтимъ, что даже подъ земляное тѣло плотины, верхній дерновой, или черноземный, болотный, торфяной и иловатый слой должны быть сняты до болѣе твердаго настоящаго грунта, не говоря уже о мѣстѣ назначенномъ для водоспусковъ и каменныхъ плотинъ; тѣмъ болѣе, что эти верховые слои чаще не залегаютъ очень глубоко въ рѣчныхъ долинахъ и руслахъ. Во II части, говоря о грунтахъ, мы уже говорили и о способахъ развѣдки ихъ посредствомъ желѣзнаго щупа или бура. Но всегда лучше вырыть нѣсколько колодезь небольшого размѣра въ разныхъ мѣстахъ избраннаго подъ плотину пространства, такъ какъ при этомъ свойство и наслоеніе грунта и его качества относительно проницаемости и сжимаемости будутъ видны яснѣе.

Одинъ изъ важныхъ недостатковъ грунта, на мѣстѣ избираемомъ для плотины, — если въ немъ сказываются ключи; они въ особенности часто оказываются въ рыхлыхъ песчаныхъ слояхъ и кувалкахъ. Забив-

кой ихъ уничтожить нельзя, потому что они опять пробьютъ себѣ выходъ по близости и будутъ вредно дѣйствовать на основаніе плотины. Для открытія ключей въ изслѣдуемомъ грунтѣ, слѣдуетъ провести ровъ во всю ширину рѣчной долины; этимъ способомъ легче и вѣрнѣе можно опредѣлить число и силу ключей на избираемомъ мѣстѣ. При ихъ изобиліи, должно безусловно избрать другое мѣсто для сооруженія плотины.

Проницаемость грунта можетъ имѣть значеніе при выборѣ мѣста, не только относительно устройства самой плотины, но и относительно пруда, или водохранилища. Когда на рѣчкѣ обильной водою устроивается плотина водосливная или разборчатая, то вопросъ этотъ не имѣетъ большой важности; но когда строится плотина створчатая на рѣчкѣ съ небольшимъ притокомъ воды и поднимаетъ воду высоко для механическаго вододѣйствія, или когда таковая плотина устроивается для образованія водохранилища, какъ запаса воды для питанія города, канала; или какъ въ нашихъ южныхъ и юго-восточныхъ степяхъ для хозяйственныхъ цѣлей, скопля весеннюю воду для пользованія ею лѣтомъ когда притока не бываетъ; или наконецъ, когда приходится прокладывать приводный каналъ на значительномъ протяженіи, — то степень удобопроницаемости грунта, на которомъ предполагаютъ заложить бассейнъ или каналъ, представляетъ огромную важность и можетъ уничтожить всѣ выгоды отъ предполагаемаго сооруженія.

Неблагонадежными грунтами, въ этомъ отношеніи, должно считать породы изъ известковыхъ пластовъ или изъ раковистыхъ известняковъ; изъ глубокихъ слоевъ крупнаго гравія или хряща и крупныхъ песковъ. Грунтъ будетъ не пропускающей и благонадежной, если онъ состоитъ изъ слоя плотной глины, хотя не болѣе $\frac{1}{2}$ аршина толщиною; или изъ слоя глинистаго или пловатаго чернозема, а также суглинка толщиною отъ 1 до 2 аршинъ. Илистый черноземъ содержащій глину, уже не пропускаетъ воду при толщинѣ слоя въ $\frac{1}{2}$ аршина, а чистая жирная глина или синяя глина, часто залегающая подъ торфяниками, не пропускаетъ воду даже при толщинѣ слоя только въ $\frac{1}{4}$ аршина; но при такой толщинѣ слоевъ нужно чтобы подъ ними не находились уже слишкомъ рыхлыя пропускающыя грунты, какъ напр. состоящія изъ крупнаго гравія и т. п.

При нѣкоторой опытности, можно удостовѣряться въ свойствахъ грунта, относительно проницаемости или непроницаемости, простымъ его осмотромъ, высверливая ямы землянымъ буромъ, или выкапывая заступомъ, затѣмъ можно наливать въ эти ямы воду и непосредственно наблюдать надъ медленностію или скоростью ея просачиванія въ грунтъ. При сомнительномъ грунтѣ можно повѣрять составъ его отмучиваніемъ; если при отмучиваніи въ грунтѣ окажется отъ 60⁰/₀ до 70⁰/₀ глины, при слоѣ достаточной толщины (т.-е. отъ $\frac{1}{2}$ 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.

Если грунт окажется не совершенно благонадежнымъ относительно просачиванія воды, а между тѣмъ условія мѣстности и обстоятельства вынуждаютъ насъ основать на немъ нашъ бассейнъ или провести въ немъ каналъ, то мы здѣсь же укажемъ на нѣкоторыя болѣе дешевыя и возможные средства для отстраненія въ немъ этого недостатка. Около 1840 года, *Мишель Шевале* (извѣстный французскій политико-экономистъ) указалъ на способъ употребляемый въ Баваріи для уничтоженія проницаемости песчаныхъ почвъ и состоящей въ наполненіи бассейна, или части канала, съ проницаемымъ грунтомъ, искусственно и сильно взмученной водой. Если эта муть состоитъ изъ глины и ила въ взвѣшенномъ состояніи, то оседаая, они заполняютъ промежутки между песчинками, которыя сами по себѣ непроницаемы, и такимъ образомъ чрезъ повтореніе этого дѣйствія, песчаный грунтъ, заполненный до нѣкоторой глубины въ промежуткахъ и прикрытый сверху осѣвшимъ непроницаемымъ слоемъ глины и ила, дѣлается самъ непроницаемымъ. Но способъ этотъ, удающійся въ бассейнахъ, иногда не достигаетъ дѣли въ каналахъ. Напримѣръ большія работы въ этомъ отношеніи производились французскими инженерами въ каналѣ соединяющемъ рѣки Роду и Рейнъ, въ которомъ на протяженіи болѣе 100 верстъ (120 километровъ) грунтъ оказался весьма проницаемымъ, такъ какъ состоялъ изъ песка и гравія. Сначала надѣялись уменьшить эту проницаемость впуская въ каналъ мутныя воды рр. Шля и Рейна, во время разлива этихъ рѣкъ; но это не удалось, такъ какъ мутная вода едва могла пробѣгать протяженіе въ 5—6 верстъ длины канала, какъ уже вся просачивалась въ этой части канала; въ мутную воду бросали много земли для увеличенія муты, но и это не помогало дѣлу. Затѣмъ, для увеличенія муты, устраивали чрезъ каждые 15—20 метровъ по длинѣ канала, небольшія земляныя поперечныя плотинки, съ тѣмъ чтобы вода, смывая ихъ, разнесла землю ихъ равномернымъ слоемъ по дну. Хотя это нѣсколько помогло, но земля ложилась неравномерно, такъ какъ скорость теченія уменьшалась передъ плотинками. Поэтому вынуждены были дѣлать искусственную набивку дна и боковъ канала изъ непроницаемой земли. Для сплошной набивки и прежде всегда употребляли свѣжую песчано-глинистую землю, или суглинокъ, такъ какъ чисто глинистая земля для этого всегда оказывалась хуже. Съ дна и боковъ канала снимался слой до 0,6 метра (около 2 футовъ) естественной проницаемой земли и замѣнялся постепенно слоями суглинка въ 0,1 метра (въ $\frac{1}{3}$ фута), которые сильно трамбовались; если суглинокъ былъ слишкомъ сухъ подъ трамбовкой, то каждый слой, при трамбованіи, смачивался водою.

Въ прудахъ и бассейнахъ всегда наполненныхъ водою и при не слишкомъ проницаемыхъ грунтахъ, искусственная подобная набивка чаще достигаетъ цѣли; въ каналахъ же, которые по временамъ должны осушаться, набивка трескается, особенно когда она слишкомъ глинистая и дѣлается снова проницаемою по трещинамъ. Если же земля употребляемая для набивки недостаточно глиниста, то поливаютъ ее известко-

вымъ молокомъ, въ пропорціи отъ 5 до 15 литровъ извести на одинъ кубическій метръ земли. Прибавка извести къ суглинку полезна еще и въ томъ отношеніи, что уничтожаетъ червей и насѣкомыхъ дѣлающихъ ходы въ грунтѣ и удаляетъ кротовъ, которые такъ опасны для земляныхъ плотинъ. Когда въ набивкѣ, отъ мѣстныхъ просачиваній, образуются ямы и впадины, то ихъ засыпаютъ очень мелкимъ пескомъ, который хорошо затыкаетъ эти мѣстныя воронки. *Ренкинъ* совѣтуетъ для искусственныхъ набивокъ употреблять глину содержащую мелкій песокъ въ количествѣ соотвѣтственномъ ея способности принимать воду; если мало песку, то тѣсто будетъ трескаться въ сухую погоду (до наполненія бассейна или канала водою). Приготавливаютъ это тѣсто накладывая глину слоями, толщиной въ 9 дюймовъ, съ такимъ количествомъ воды, какое нужно для составленія тѣста, перемѣшивая и разбивая ее пещнями для образованія однородной и плотной массы. Но во всякомъ случаѣ лучшая земля для подобныхъ набивокъ это суглей, который будучи смоченъ известковымъ молокомъ (въ пропорціи даже отъ 5 до 10 литровъ извести на кубическій метръ земляной набивки) составляетъ родъ тощаго бетона или цемента. Сильно глинистыя земли должны быть на столько смѣшаны для этого съ пескомъ, если нѣтъ подъ рукой естественнаго суглинка, чтобы въ смѣси, на $1\frac{1}{2}$ части по объему песку, приходилась одна часть глины. Песокъ для этой смѣси долженъ быть по возможности мелкій.

При искусственной набивкѣ дна канала и его боковъ и дна бассейна, кротовыя норы забиваются деревянными пробками. Въ каналѣ соединяющемъ р. Марну съ Рейномъ, непроницаемость грунта достигалась набивкою слоевъ изъ бетона; но этотъ способъ слишкомъ дорогъ; погонный метръ канала этой набивки требовалъ около 2 кубическихъ метровъ бетона и обходился около 56 франковъ.

ГЛАВА XVI.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ИЗЫСКАНІЯ, НАБЛЮДЕНІЯ И ИЗМѢРЕНІЯ.

48. Различные способы измѣренія объема воды, протекающей въ рѣкѣ.— Когда плотина сооружается въ цѣляхъ вододѣйствія для завода, фабрики, мельницы, и т. п., то прежде всего, какъ уже это было объяснено въ первой части, опредѣляютъ объемъ протекающей въ рѣкѣ воды, чтобы убѣдиться, будетъ ли этотъ объемъ достаточенъ для образованія такого количества механической работы, которое потребно для нашихъ производствъ. На этомъ основаніи, какъ уже знаемъ, опредѣляютъ необходимую высоту, на которую вода должна быть поднята за плотиной, а слѣдовательно и высоту самой плотины; затѣмъ сообразно цѣли устройства плотины, свойству рѣки и объему протекающей въ ней воды, устанавливаются въ принятіи той или другой системы для запруды. Опредѣленіе объема протекающей воды необходимо также при заложении плотины съ цѣлю снабженія водою городовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ, каналовъ, устройства орошенія и т. п. Поэтому мы теперь и укажемъ на техническіе приемы и приборы для этого опредѣленія и изложимъ подробно лишь самыя простыя и наиболѣе вездѣ исполнимыя, о другихъ же, менѣе практичныхъ или болѣе сложныхъ, дадимъ лишь краткое понятіе. Предыдущее разсмотрѣніе явленій происходящихъ въ рѣкахъ, указываетъ уже, какое важное значеніе имѣютъ предварительныя изслѣдованія свойствъ бассейна и характера рѣки, на которой предполагаютъ устроить запруду. Предѣлы уменьшенія объема протекающей въ рѣкѣ воды въ лѣтнее меженное или суровое зимнее время, болѣшая или меньшая продолжительность въ теченіе года ея нормальнаго уровня и количество воды протекающее при этомъ уровнѣ; болѣе или менѣе частое повтореніе лѣтнихъ разливовъ, ихъ высота и продолжительность; наконецъ наибольшая высота весеннихъ разливовъ и условія ледохода — всѣ эти обстоятельства имѣютъ большое значеніе при соображеніи устройства вододѣйствующихъ и другихъ заведеній, тѣсно связанныхъ съ устройствомъ плотины, а равно и при сооруженіи самой плотины.

При измѣнчивости, изъ года въ годъ, метеорологическихъ условій въ бассейнѣ данной рѣки, наблюдение и изучение характера явлений происходящихъ въ рѣкѣ, требовали бы нѣсколькихъ лѣтъ времени. Но часто строитель не имѣетъ возможности дѣлать самъ долговременныя наблюдёнія; поэтому на немъ лежитъ безусловная обязанность, кромѣ своихъ личныхъ наблюдёній и измѣреній, собрать всѣ возможныя въ этомъ отношеніи свѣдѣнія отъ мѣстныхъ старожиловъ, мельниковъ, прудниковъ, или заводскихъ людей, въ заведеніяхъ прежде основанныхъ на той же рѣкѣ, выше или ниже, но недалеко лежащихъ отъ той мѣстности, на которой предполагается устроить плотину. Если такія заведенія находятся недалеко и если между ними и избранною нами мѣстностью нѣтъ притоковъ впадающихъ въ рѣку, то указанія и свѣдѣнія, которыя можно почерпнуть изъ этихъ заведеній, могутъ быть весьма важны. Если даже даваемая свѣдѣнія, изъ видовъ конкуренціи, были бы и не совсѣмъ добросовѣстны, преувеличены или уменьшены, то для опытнаго строителя время устройства плотинъ и размѣры ихъ водоспусковъ, число дѣйствующихъ гидравлическихъ приѣмниковъ и ихъ размѣры, могутъ уже дать драгоцѣнныя указанія; а число случившихся наводненій и высота ихъ, число бывшихъ прорывовъ и ихъ причины, время простоевъ отъ недостатка воды и подобныя свѣдѣнія, могутъ уже дать значительный и положительный матеріалъ для нашихъ соображеній. Затѣмъ личное знакомство строителя съ обширностью, характеромъ и свойствами части бассейна рѣки, развѣдка ключей и ближайшихъ болотъ, наконецъ личные наблюдёнія и измѣренія, могутъ дать, хотя до нѣкоторой степени приблизительныя, но довольно безошибочныя данныя для окончательныхъ заключеній. Если есть плотины лежація недалеко выше и ниже по рѣкѣ, то ихъ водоспуски даютъ возможность удобно опредѣлить объемъ протекающей сквозь нихъ воды, на основаніи указаній изложенныхъ въ первой части; а эти объемы и получаемыя изъ нихъ среднія величины, могутъ служить до нѣкоторой степени повѣркою того объема, который найдемъ изъ нашихъ непосредственныхъ измѣреній на самомъ мѣстѣ, избранномъ для нашей плотины.

Такъ какъ мы уже знаемъ, что уровень воды въ рѣкѣ часто колеблется, то является вопросъ, при какомъ состояніи уровня мы должны производить наши измѣренія, для опредѣленія объема протекающей въ рѣкѣ воды? Если мы имѣемъ въ запасѣ цѣлое лѣто для производства нашихъ наблюдёній и измѣреній, то конечно лучше произвести цѣлый рядъ ихъ, какъ въ меженное время года, такъ и въ другіе мѣсяцы, когда нѣтъ слишкомъ избылой воды; тогда мы опредѣлимъ приблизительно, по среднему выводу изъ всѣхъ наблюдёній, нормальный притокъ, съ которымъ чаще придется работать нашимъ вододѣйствующимъ заведеніямъ. Если же мы не имѣемъ достаточно времени для наблюдёній и измѣреній, то должны опредѣлить *наименшій объемъ* протекающей воды, т.-е. сдѣлать измѣренія въ іюлѣ и августѣ (смотря по мѣсяностямъ) или въ январѣ и февралѣ, т.-е. во время сильныхъ засухъ и сильныхъ морозовъ, когда объемъ воды протекаетъ наименшій. Затѣмъ,

если имѣемъ безусловную необходимость работать водою постоянно и непрерывно, то всѣ расчеты на вододѣйствіе и необходимыя потери, должны быть сдѣланы по этому наименьшему объему, тѣмъ болѣе, что въ нашихъ рѣкахъ, какъ уже неоднократно замѣчали, кромѣ случайныхъ лѣтнихъ и весеннихъ разливовъ, все остальное время чаще бываетъ недостатокъ воды, чѣмъ излишекъ. Далѣе, намъ необходимо, хотя приблизительно, опредѣлить *самый наибольшій объемъ* воды протекающей въ рѣкѣ во время самыхъ наибольшихъ разливовъ, такъ какъ, на этомъ наибольшемъ объемѣ долженъ быть основанъ расчетъ устойчивости и прочности сооруженія, а также размѣръ отверстія водоспуска. Выше и ниже лежащіе водоспуски, если они есть, могутъ и въ этомъ отношеніи дать полезныя указанія.

Мы уже знаемъ, что величина объема воды протекающей въ данномъ мѣстѣ рѣки получится, если умножимъ площадь живаго сѣченія русла рѣки въ этомъ мѣстѣ, на среднюю скорость теченія воды въ этомъ сѣченіи. Называя искомый объемъ воды чрезъ Q , площадь живаго сѣченія чрезъ S и среднюю скорость теченія, для всего сѣченія S , чрезъ v , этотъ объемъ $Q = v \cdot S$. Если наибольшую скорость на срединѣ рѣки и притомъ у самой поверхности воды, назовемъ чрезъ V , то изъ многочисленныхъ опытовъ для малыхъ и небольшихъ рѣкъ найдено, что въ большинствѣ случаевъ $v = 0,84 V$ ¹⁾, и слѣдовательно $Q = 0,84 V \cdot S$. А потому для опредѣленія величины Q нужно непосредственными измѣреніями опредѣлить величины S и V , т.-е. площадь живаго сѣченія и скорость теченія на стремнинѣ рѣки.

Укажемъ сначала на способы опредѣленія величины Q непосредственно, т.-е. безъ предварительныхъ измѣреній S и V .

Для измѣренія объема воды, протекающаго въ секунду времени въ небольшихъ ключевыхъ ручьяхъ или очень маленькихъ рѣчкахъ, употребляють слѣдующіе способы:

I. Ручей запруживаютъ временно досками, удерживаемыми кольями, Черт. XXXIII.
или сваями, забитыми рукою бабою; позади досокъ, со стороны воды, набиваютъ навозъ и суглинокъ, чтобы прервать совершенно теченіе ручья или рѣчки. Въ верхней доскѣ, стоящей на ребро, дѣлаютъ искусственный водосливъ такой величины, чтобы вся вода поднимавшаяся за запрудой шла черезъ него, не переливаясь чрезъ ребро верхней доски, какъ видно на прилагаемой фиг. 447. Когда установится теченіе 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 наполнится 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 чи-

фиг. 447.

1) См. приложение XLIV.

сло секундъ, въ теченіе которыхъ мѣрникъ наполняется, дать въ частномъ число кубическихъ футовъ и частей куб. фут. воды, протекающей въ ручьѣ 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 надвинуть пустой 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 одинъ край, и 5) чтобы наблюдатель точно начиналъ счетъ секундъ при первомъ паденіи воды въ мѣрникъ и оканчивалъ этотъ счетъ немедленно при совершенномъ наполненіи мѣрника. Если мѣрникъ составляетъ обрѣзъ прямо сдѣланный для цѣли измѣренія, то ему дается видъ усѣченного конуса, фиг. 448, и его внутренней объемъ $Q' = \frac{\pi}{3} \cdot h (R^2 + r^2 + R \cdot r)$, гдѣ h есть его высота внутри, r —радіусъ круга у дна, R —радіусъ верхняго отверстия и π —отношеніе окружности круга къ діаметру = 3,1415926, а $\frac{\pi}{3} = 1,0472$. Если для мѣры берется обыкновенная кадка, фиг. 449, то внутренней объемъ ея опредѣляется по этой же формулѣ. Если для мѣрника берется обрѣзъ отъ бочки распиленной по-поламъ, то онъ также принимается за усѣченный конусъ и внутренней объемъ его вычисляется по этой же формулѣ. Наконецъ, если для мѣрника берется бочка съ однимъ вынутымъ дномъ, то она разсматривается какъ составленную изъ двухъ усѣченныхъ конусовъ и ея объемъ $Q' = \frac{\pi}{12} \cdot h (D^2 + d^2 + D \cdot d)$, гдѣ h вся внутренняя высота бочки, D —наибольшій внутренней діаметръ, а d —наименьшій у дна; $\frac{\pi}{12} = 0,2618$. Еще удобнѣе для мѣрника употреблять ящикъ, хорошо зашпаклеванный и осмоленный, чтобы онъ не давалъ течи, съ двумя ручками съ боковъ, фиг. 451, для удобства быстрого подставленія его подъ водосливъ. Тогда объемъ его $Q' = a \cdot b \cdot c$, или его прямо можно сдѣлать объемомъ въ определенное цѣлое число кубическихъ футовъ. Для подобнаго мѣрника еще важнѣе, чтобы онъ стоялъ подъ водосливомъ по возможности горизонтально.

II. Въ ручьяхъ и небольшихъ рѣчкахъ объемъ протекающей воды еще удобнѣе и точнѣе опредѣляется непосредственно слѣдующимъ простымъ способомъ. Ручей или рѣчка запруживаются, какъ и въ первомъ способѣ, 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 нѣкоторыя отверстія, можно достигнуть чтобы уровень воды за стѣнкой держался на одной постоянной высотѣ надъ отверстиями. Тогда очевидно, что количество воды, вытекающее черезъ отверстія оставшіяся открытыми, будетъ равно объему воды протекающему въ ручьѣ или

Черт. XXXIII.

фиг. 448.

фиг. 449.

фиг. 450.

фиг. 451.

Черт. XXXIII.

фиг. 452.

рѣчка. Зная разъ навсегда, сколько сквозъ каждое отверстіе, опредѣленнаго діаметра и подъ тѣмъ же самымъ небольшимъ напоромъ, вытекаетъ воды въ опредѣленное время и зная сколько отверстій открыто, легко опредѣляется количество воды даваемое источникомъ. Принимаемая въ этомъ случаѣ за единицу мѣры величина діаметра отверстія и величина надъ нимъ, или надъ его центромъ, напора, называется *водянымъ дюймомъ* (rouce d'eau), такъ какъ обыкновенно діаметръ отверстій дѣлаютъ величиною въ одинъ дюймъ и величину напора воды надъ центрами отверстій назначаютъ также въ одинъ дюймъ, т.-е., что центры всѣхъ отверстій лежатъ ниже уровня воды на глубинѣ одного дюйма. Такимъ образомъ горизонтальная линія *pq*, на которой находятся центры всѣхъ отверстій, параллельна линіи *mn*, до которой долженъ быть поднятъ уровень воды и разстояніе *a'b'* между ними, должно быть равно одному дюйму; равнымъ образомъ діаметръ *ab* cadaго отверстія долженъ быть равенъ одному дюйму.

Если отверстія продѣлываются въ деревянной доскѣ, имѣющей нѣкоторую толщину, то со стороны воды необходимо расширить и обругллить эти отверстія, какъ видно въ *cd*, оставляя точнымъ діаметръ отверстія въ одинъ дюймъ только въ *ab*, чтобы истечение совершалось какъ бы сквозъ тонкую стѣнку. Но лучше вмѣсто верхней деревянной доски прибавить неширокую полосу изъ толстаго листоваго желѣза и въ ней дѣлать отверстія, размѣръ которыхъ будетъ точнѣе и притомъ вода будетъ протекать сквозъ тонкую стѣнку. Для этого въ водосливномъ вырѣзѣ верхней деревянной доски прибавляется желѣзный листъ *ab*, въ которомъ продѣлываются отверстія. Между желѣзнымъ листомъ и деревомъ, во время прибавки, прокладывается толстое сукно, чтобы въ щели не проходила течь. Принятая высота напора воды надъ центрами отверстій въ одинъ дюймъ, означается видимою чертою *mn* на всемъ желѣзномъ листѣ со стороны воды, чтобы по ней наблюдать устанавливающийся уровень воды по мѣрѣ открытія или закрытія отверстій, и который долженъ въ точности совпадать съ этой чертой и оставаться на ея высотѣ постоянно. При этомъ очевидно, что эта черта должна быть установлена по ватерпасу, совершенно горизонтально. Очевидно также, что длина желѣзнаго листа *ab* и число въ немъ отверстій будетъ зависѣть отъ количества протекающей воды, т.-е. чѣмъ многоводнѣе рѣчка, тѣмъ число отверстій должно быть болѣе. Необходимо чтобы оказывался излишекъ отверстій, а не недостатокъ ихъ. Для того чтобы скорѣе и прочнѣе установить уровень воды по назначенной чертѣ на высотѣ одного дюйма надъ центрами отверстій, кромѣ многихъ дюймовыхъ отверстій, 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. Затѣмъ тѣ или другія отверстія приготовленными деревянными пробками, или отрывая ихъ, устанавливаютъ уровень воды въ запрудѣ по чертѣ надъ отверстиями. Если по наблюдению, по крайней мѣрѣ въ теченіе часа времени, окажется, что уровень воды въ запрудѣ сдѣлался постояннымъ,

Черт. XXXIII.

• ил. 453.

• ил. 454.

• ил. 455.

точно совпадая съ верхнею чертою, тогда число и діаметръ отверстій, сквозь которыя протекаетъ вода, дадутъ объемъ протекающей воды въ рѣчки или ручьи. Слѣдующая таблица показываетъ количество воды вытекающее изъ отверстій при этихъ условіяхъ:

Напоръ надъ центрами отверстій въ 1 дюймъ.	Количество воды, даваемое отверстиемъ (въ кубическихъ футахъ).			
	Въ секунду.	Въ минуту.	Въ часъ.	Въ сутки.
1 дюймъ	0,00744033	0,44642	26,785	642 к. ф.
$\frac{1}{2}$ дюйма	0,002038	0,12228	7,336	176 —
$\frac{1}{4}$ дюйма	0,00052833	0,03170	1,904	45,7 —
$\frac{1}{8}$ дюйма	0,000146333	0,00878	0,524	12,6 —

Напримѣръ, если уровень воды въ подпруженномъ ручьи установленъ на чертѣ, проведенной на высотѣ одного дюйма надъ центрами отверстій, когда оставались открытыми и пропускающими воду 10 отверстій дюймовыхъ, одно отверстие $\frac{1}{2}$ дюймовое и 2 отверстия $\frac{1}{4}$ дюймовыхъ, тогда объемъ воды протекающей въ ручьи въ секунду времени будетъ:

$$Q = (0,0074403) \cdot 10 + 0,002038 + (0,0005283) \cdot 2 = 0,074403 + 0,002038 + 0,0010566 = 0,0774979 \text{ куб. футовъ.}$$

Черт. XXXIII.
фиг. 456.

Въ очень малыхъ ключевыхъ ручьяхъ, вмѣсто запруды изъ досокъ, употребляютъ для измѣренія объема воды ящикъ, фиг. 456, въ одной продольной стѣнѣ котораго, изъ листового желѣза, сдѣланы отверстия, а съ внутренней стороны означена черта для установленія уровня. Этотъ ящикъ открытою стороною ставится противъ теченія и горизонтально поперекъ русла ручья и затѣмъ у дна и боковъ засыпается и убивается глиною съ навозомъ, чтобы всю воду ручья направить сквозь ящикъ и его отверстия.

III. Основываясь на опытахъ *Понселе* и *Лебро*, можно сдѣлать въ деревянной перегородкѣ, запруживающей воду, прямоугольное отверстие высотой взятою изъ таблицы первой части ст. 13; но это отверстие должно быть настолько мало, чтобы уровень воды поднялся до нѣкоторой высоты надъ верхнимъ краемъ этого отверстия и настолько велико, чтобы запруженная вода не переливалась черезъ гребень верхней доски запруды. Когда установится теченіе чрезъ это отверстие и уровень воды въ запрудѣ сдѣлается постояннымъ, тогда объемъ вытекающей сквозь отверстие воды найдется по правиламъ, указаннымъ въ 1-й ч., въ ст. 13-й и онъ будетъ равенъ объему воды протекающей въ рѣчкѣ.

IV. Въ рѣчкахъ неглубокихъ и при объемѣ протекающей въ нихъ воды отъ 10 до 40 кубич. фут. въ секунду, но не болѣе, можно вос-

пользоваться для опредѣленія этого объема устройствомъ временнаго искусственнаго водослива. При этомъ необходимо выполнить слѣдующія условія: 1) чтобы ширина отверстія въ водосливѣ была не болѣе половины ширины всего русла рѣки въ этомъ мѣстѣ; 2) чтобы высота уровня воды текущей надъ гребнемъ водослива была измѣрена на нѣкоторомъ разстояннн выше водослива, какъ это указано въ 1-й части; 3) чтобы края отверстія водослива были сдѣланы изъ тонкихъ досокъ или ребра ихъ заострены, а еще лучше, если они образованы изъ полосокъ толстаго листоваго желѣза, прибитыхъ къ доскамъ, образуя края водослива своими острыми, тонкими ребрами, фиг. 457, лишь бы эти края не загибались отъ прохода воды; 4) чтобы нижнее ребро *ab* водослива было совершенно горизонтально (по ватерпасу), а боковыя ребра *ac* и *bd* были совершенно вертикальны (т.-е. по наугольнику съ нижнимъ ребромъ). При устройствѣ подобнаго временнаго водослива нѣтъ необходимости поднимать уровень воды въ рѣкѣ высоко; достаточно поднять его на высоту 2-хъ футовъ, и даже менѣе, противъ естественнаго уровня воды въ рѣкѣ. Для устройства подобнаго водослива забиваютъ ручною бабою поперекъ рѣки нѣсколько свай, число которыхъ будетъ зависѣть отъ ширины рѣки, причемъ сваи не должны быть забиваемы противъ мѣста назначеннаго для водослива, или верхи ихъ должны быть ниже ребра *ab* по крайней мѣрѣ на $\frac{1}{2}$ фута. Концы же свай не приходящихся противъ водослива должны возвышаться надъ естественнымъ уровнемъ воды фута на три. За сваями закидываются доски и къ нимъ присыпается земля, съ забивкою коровьимъ навозомъ, чтобы совершенно прервать теченіе рѣки и просачиваніе и направить всю воду рѣки только чрезъ водосливъ. Доски, между которыми образованъ водосливъ, лучше если будутъ забраны въ шпунтъ; онѣ должны быть, послѣ вывѣрки ватерпасомъ, прибиты гвоздями къ сваямъ, чтобы нижнее ребро *ab* водослива не утратило своего горизонтальнаго положенія. А для того чтобы сваи отъ присыпки земли и подъема воды не наклонились, онѣ съ низовой стороны должны быть подперты подкосами, фиг. 458. Прибивка досокъ, образующихъ водосливъ, должна быть сдѣлана только тогда, когда всѣ упоры въ сваи укрѣплены и когда можно надѣяться, что запруживаніе не измѣнитъ горизонтальнаго положенія гребня.

Длиннѣ гребня водослива лучше давать равное число футовъ; тогда при опредѣленнн протекающаго объема воды можно пользоваться таблицей (въ 1-й части, ст. 13), не производя лишнихъ вычисленій. Когда водосливъ готовъ и чрезъ него возстановилось теченіе, а уровень воды въ запрудѣ за водосливомъ пересталъ колебаться, тогда нужно только непосредственнымъ измѣреніемъ опредѣлить высоту напора воды надъ гребнемъ водослива. Въ практикѣ это измѣреніе оказывается вовсе не столь легкимъ, чтобы можно было считать его безошибочнымъ; мы уже знаемъ, что подходя къ водосливу уровень воды понижается и это пониженіе начинается на нѣкоторомъ разстояннн выше водослива. Одно изъ средствъ для этого измѣренія заключается въ предварительной за-

Черт. XXXIII.

• фиг. 457.

• фиг. 458.

• фиг. 457.

Черт. XXXIII. бивеѣ нетолстой сваи a выше водослива, на разстояніи отъ гребня равномъ удвоенной ширинѣ водослива, съ прибитой къ сваѣ шкалой, и гдѣ, еще до запруды, по ватерпасу, съ возможной точностью отмѣчается высота гребня водослива на шкалѣ въ точкѣ n . Затѣмъ, когда уровень воды установится при теченіи чрезъ водосливъ, на шкалѣ сваи a замѣчаютъ точку m , на которой держится постоянный уровень воды; тогда $mn = h$ и будетъ выражать величину высоты напора надъ гребнемъ водослива. Можно еще измѣрить этотъ напоръ непосредственно надъ гребнемъ водослива, положивъ на воду длинный деревянный брусокъ, бѣльшая часть длины котораго плавала бы на горизонтальной поверхности воды, а одинъ конецъ котораго находился бы на вѣсу надъ гребнемъ водослива. Но этотъ способъ уже не такъ точенъ, потому что если брусокъ нѣсколько толстъ, то часть его при плаваніи погружается въ воду и разстояніе между нижней его плоскостью и ребромъ водослива дастъ для напора величину нѣсколько меньшую. Если же онъ будетъ сдѣланъ въ видѣ плоской линейки, то хотя погруженіе его въ воду будетъ невелико, но онъ можетъ дать провѣсъ, такъ какъ ближе къ водосливу и надъ водосливомъ онъ уже не поддерживается водою и будетъ находиться на вѣсу. Такой брусокъ, или линейка, удерживаются на водѣ шнуркомъ, привязаннымъ къ другому концу и закрѣпленному на берегу.

Черт. XXXIII. *Бидонъ* (Bidone) указалъ на весьма простой и точный способъ измѣренія этого напора, посредствомъ стеклянной, загнутой трубки открытой съ обѣихъ концовъ, которая погружается вертикально въ воду за стѣнкой водослива съ обращеніемъ загнутаго, короткаго конца противъ теченія. Вода въ вертикальномъ концѣ трубки поднимается до настоящаго уровня запруды и величина водянаго столба $mn = h$, будетъ искомая величина напора. *Буаю* (Voileau) непосредственными, точными опытами, подтвердилъ правильность получаемаго такимъ образомъ уровня воды, но при этомъ онъ напелъ также, что нѣтъ необходимости имѣть загнутую трубку и достаточно употреблять прямую стеклянную трубку съ внутреннимъ діаметромъ отъ 5 до 6 миллиметровъ, или отъ 2 до 3 линій, прикрѣпленную къ деревянной шкалѣ, и которую нужно только приложить за стѣнку водослива вертикально, чтобы на шкалѣ ея замѣтить точки n и m гребня водослива и высоты на которую поднялась вода въ трубкѣ, и такимъ образомъ непосредственно измѣрить высоту напора. Этотъ способъ безъ сомнѣнія самый удобный, точный и простѣйшій, если только мы можемъ получить подобную трубку, которую впрочемъ легко приобрѣсти во всякой аптекѣ.

Когда высота напора будетъ опредѣлена, тогда объемъ воды протекающій чрезъ водосливъ, и слѣдовательно количество ея протекающее въ рѣкѣ, найдется въ таблицѣ, или по формуламъ приведеннымъ въ 1 части, ст. 13.

Г. *Штукенбергъ* приводитъ формулу *Векса* ¹⁾, для опредѣленія

¹⁾ А. Штукенбергъ. Устройство водопроводовъ. Спб. 1873. стр. 77.

объема воды протекающей через водосливъ, при которой измѣряется толщина слоя $n' m'$, фиг. 462, воды протекающей надъ водосливомъ, а не величина $n m$ дѣйствительнаго напора, измѣряемаго на разстояніи не менѣе удвоенной ширины водослива выше его гребня, гдѣ, по *Понселе* и *Лебро*, уровень воды еще горизонталенъ и не подверженъ дѣйствию водослива. Если дѣйствительный напоръ на этомъ разстояніи, или m , означимъ чрезъ H , а толщину слоя $m'n'$ означимъ чрезъ h' , то по *Вексу* $H = 1,178 . h'$. Затѣмъ онъ пользуется формулой:

$Q = \frac{2}{3} n . l . H \sqrt{2gH}$; и измѣривъ съ точностію толщину слоя воды надъ гребнемъ водослива равную h' , онъ вставляетъ въ формулу вмѣсто H величину $1,178 h'$. Въ этой формулѣ l — есть ширина водослива. n — численный коэффициентъ; H — дѣйствительный напоръ надъ гребнемъ и $g = 32,18$ футовъ. Если ширина l водослива равна средней ширинѣ русла рѣки, то коэффициентъ $n = 0,856$; если же она уже, какъ обыкновенно бываетъ, то $n = 0,615$. Г. *Штукенбергъ* утверждаетъ, что онъ имѣлъ случай на практикѣ убѣдиться въ точности этой формулы. Въ одномъ изъ испытанныхъ имъ случаевъ, толщина слоя воды надъ гребнемъ водослива, была $h' = 2$ дюйма, а ширина водослива $l = 12$ дюйм. Слѣдовательно $H = 1,178 . h' = 2,356$ дюйм.; и при $n = 0,615$ и $g = 32,18$ фут. = 386,16 дюйм., предыдущая формула *Векса* обращается въ $Q = 8,548 . l . H \sqrt{H} = 8,548 . 12 . 2,356 . \sqrt{2,356} = 370,91$ кубич. дюйм. въ секунду.

Для опредѣленія объема въ рѣкахъ съ непостояннымъ расходомъ, или притокомъ, лучшая форма водослива, по опытамъ *Джемса Томсона*, есть треугольникъ обращенный вершиною книзу, потому что при немъ, какъ большія, такъ и малыя количества воды, измѣряются съ одинаковою точностію и коэффициентъ сжатія почти постоянный. Если одного такого отверстія мало, то г. *Томсонъ* совѣтуетъ поставить ихъ нѣсколько, одно возлѣ другаго, и въ одномъ уровнѣ. Черт. XXXIII.
фиг. 463.

При треугольномъ водосливѣ, съ острыми ребрами въ отвѣсной стѣнѣ запруды, при которомъ площадь считается до уровня воды въ запрудѣ, по опытамъ профессора *Джемса Томсона*, когда основаніе треугольника вдвое болѣе его высоты, тогда коэффициентъ расхода = 0,595; когда вчетверо болѣе высоты, тогда коэффициентъ расхода = 0,620.

Для перваго коэффициента и формы треугольника будетъ:

$$Q = 2,547 . h^{5/2}.$$

Для втораго коэффициента и формы треугольника:

$$Q = 5,207 . h^{5/2}.$$

Когда нѣтъ таблицъ пятыхъ степеней чиселъ, то вычисленіе этой формулы дѣлается посредствомъ логарифмовъ, гдѣ h есть всегда высота отъ вершины треугольника до горизонта воды въ прудѣ, а не надъ самымъ водосливомъ. Q получается въ кубическихъ футахъ или куби-

ческих дюймахъ, смотря по тому въ какихъ мѣрахъ будетъ выражена величина h ¹⁾).

V. Но если рѣка не мелка и несетъ значительный объемъ воды, т.-е. превосходящій 40 кубич. футовъ въ секунду, тогда предъидущіе способы опредѣленія этого объема непримѣнимы. Въ этомъ случаѣ уже бываетъ необходимо измѣрять площадь S живаго сѣченія русла и опредѣлять величину наибольшей скорости V течения рѣки. Опредѣленіе площади S , и въ особенности скорости V , избирается на такомъ мѣстѣ рѣки, въ которомъ на нѣкоторомъ протяженіи, въ нѣсколько сажень, она имѣетъ по возможности прямое теченіе, безъ крутыхъ поворотовъ и излучинъ. Для измѣренія площади живаго сѣченія, если ширина рѣки не велика, съ одного берега на другой кладутъ брусъ или бревно. Черт. XXXIII. кладя его по возможности перпендикулярно къ направленію русла и течения. Затѣмъ спуская отвѣсъ съ бруса AB надъ точками m и n , фиг. 491. гдѣ поверхность воды соприкасается съ берегами, отмѣчаютъ на брусѣ точки o и p лежащія на вертикальныхъ mo и np . Линія $op=mn$ будетъ представлять ширину рѣки въ измѣряемомъ мѣстѣ по поверхности воды. Точки o и p замѣчаются на брусѣ карандашемъ или зарубками. Длину бруса между точками o и p раздѣляютъ на нѣсколько равныхъ, но непременно четное число частей; при этомъ, чѣмъ число частей будетъ больше, или дѣленія меньше, тѣмъ результатъ вычисленія площади S будетъ точнѣе. Противъ намѣченныхъ на брусѣ AB точекъ дѣленія o', o'', o''' ... и т. д., дѣлаютъ промѣры глубинъ $m't', m''t'', m'''t'''$... и т. д. отъ дна русла до поверхности mn воды. Этотъ промѣръ дѣлаютъ посредствомъ рейки N , раздѣленной на футы и десятыя части фута, на нижнемъ концѣ которой прикрѣпленъ плоскій кружокъ r , чтобы при измѣреніи конецъ рейки не углублялся ниже дна при илистомъ грунтѣ; сѣченію же рейки придаютъ форму M , опуская ее въ воду ребромъ противъ течения, чтобы вода около нея много не поднималась и не преувеличивала бы глубину. При измѣреніи глубины рейкой, нужно ее опускать въ воду противъ дѣленій o', o'', o''' ... по возможности вертикально. При неимѣннн подобной рейки, можно для измѣренія глубины опускать изъ точекъ дѣленія o', o'', o''' ... и т. д. небольшую вѣсовую гирию на снуркѣ или бичевкѣ. Снуръ или бичевка должны быть выварены въ маслѣ и натерты воскомъ, чтобы не измѣняли своей длины отъ вліянія воды. Опустивъ осторожно гирию до дна безъ удара, съ тѣмъ чтобы снуръ лежалъ на точкѣ дѣленія бруса, легко натягиваютъ снуръ чтобы не приподнять гирию со дна и затѣмъ опускаютъ по навянтому шнуру досечку, или деревянный кружокъ q (сквозь отверстіе котораго продѣтъ снуръ и который можетъ передвигаться по шнуру съ значительнымъ треніемъ) до поверхности воды. Вынувъ затѣмъ снуръ съ гирей изъ воды и натянувъ его вертикально, приставляютъ къ нему сажень съ дѣленіями на футы и десятыя части фута, причемъ гирия должна прикасаться къ землѣ, равно какъ и конецъ сажени или мѣрки,

1) См. приложение XL.

и по дѣленіямъ сажени отсчитываютъ глубину воды h въ измѣренномъ мѣстѣ. Если ширина рѣки велика и не позволяетъ проложенія одного бревна или бруса съ берега на берегъ, тогда можно ставить на срединѣ рѣки одинъ или два козла и черезъ нихъ прокладывать бревна для хода и дѣленія; или натянуть поперекъ рѣки веревку, на которой дѣленія обозначить какими нибудь цвѣтными обвязками и въ такомъ случаѣ промѣры производить съ лодки или съ плота.

Всѣ измѣренныя глубины $m't'$, $m''t''$, $m'''t'''$... и т. д. записываются по порядку на самомъ мѣстѣ наблюденія, а затѣмъ уже профиль живаго сѣченія, по опредѣленному масштабу, вычерчивается на бумагѣ дома. Для этого на бумагѣ проводятъ прямую линію AB , на которой, по принятому масштабу, откладываютъ ширину рѣки mn и длину линіи mn раздѣляютъ на то же самое четное число частей, на которое въ натурѣ, при измѣреніи, былъ раздѣленъ брусъ, или натянутая поперекъ рѣки веревка. Изъ точекъ дѣленія m' , m'' , m''' ... и т. д. возстановляютъ къ линіи AB перпендикуляры $m't'$, $m''t''$, $m'''t'''$... и т. д., по которымъ откладываютъ, по тому же принятому масштабу, найденныя соотвѣтственныя глубины $m't'$, $m''t''$, $m'''t'''$... и т. д. Соединивъ затѣмъ точки m и t' , t' и t'' , t'' и t''' ... и т. д. прямыми линіями, получимъ приблизительную площадь профиля живаго сѣченія рѣки. Вычисливъ площади треугольниковъ $mm't'$ и $mm''t''$ и площади трапецій $m't'm''t''$, $m''t''m'''t'''$ и т. д. и взявъ сумму этихъ площадей, получимъ въ квадратныхъ футахъ площадь S всего живаго сѣченія.

Черт. XXXIV.

эпт. 466.

Обыкновенно же эту площадь вычисляютъ по правилу Симпсона ¹⁾. Означивъ чрезъ L — всю ширину рѣки mn ; чрезъ n — число четныхъ частей на которое раздѣлены брусъ или веревка, чрезъ y_1 y_2 y_3 y_4 .. и т. д. глубины $m't'$, $m''t''$, $m'''t'''$... и т. д., вся площадь живаго сѣченія выразится формулою:

$$S = \frac{L}{3 \cdot n} \left\{ 4(y_1 + y_3 + y_5 + y_7 + \dots) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + y_8 + \dots) \right\} \text{ или,}$$

если означимъ чрезъ d длину каждой части дѣленія бруса или веревки,

$$\text{то } S = \frac{d}{3} \left\{ 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots) \right\}.$$

Напримѣръ, если вся ширина рѣки $mn = L = 60$ футовъ, была раздѣлена на 6 частей, т. е. $n = 6$, и если измѣреніемъ нашли, что глубина $y_1 = 4$ фут., $y_2 = 6$ ф., $y_3 = 6,5$ фут., $y_4 = 5,8$ фут., $y_5 = 5$ фут., то $S = \frac{60}{3 \cdot 6} \left\{ 4(4 + 6,5 + 5) + 2(6 + 5,8) \right\} = \frac{10}{3}(62,0 + 23,6) = 285$ квадр. футовъ.

При измѣреніи площади живаго сѣченія рѣки, нужно избирать вблизи избраннаго для плотины мѣста, такое мѣсто русла, въ которомъ по возможности не встрѣчается случайныхъ ямъ или мѣстныхъ углубленій, а также выступающихъ со дна камней, въ которыя, или на борты, могла бы случайно попасть опускаемая для измѣренія глубины рѣка или грузъ привѣшенный къ шнуру. Равнымъ образомъ, какъ для опредѣленія профиля живаго сѣченія, такъ и наибольшей скорости те-

¹⁾ См. приложение XXIV къ 1-й части.

ченія, нужно избирать такое мѣсто рѣки, между которымъ и мѣстомъ избранымъ для плотины, не впадало бы въ рѣку никакого притока или ключеваго ручья, которые могли бы повліять на величину объема протекающей воды.

Изъ всѣхъ приборовъ и способовъ для измѣренія наибольшей скорости V течения воды въ рѣкахъ, самый простой, удобный и даже наиболѣе точный, есть способъ измѣренія поплавкомъ. — „Приготовить поплавокъ, говоритъ г. *Рожковъ*, удобно и легко; его можно сдѣлать не имѣя подъ рукой никакихъ механическихъ мастерскихъ и изъ матеріала имѣющагося вездѣ; кромѣ того онъ не требуетъ предварительныхъ вывѣрокъ, что сопряжено съ большими затрудненіями и потерю времени. Другіе приборы, какъ мельница *Волтмана* и трубка *Пито*, могутъ отъ употребленія портиться и потому всякій разъ, при употребленіи, ихъ необходимо повѣрять; опыты посредствомъ этихъ приборовъ всегда сопровождаются многосложными и утомительными вычислениями, тогда какъ поплавокъ даетъ прямо искомый результатъ; да и относительно вѣрности результатовъ, поплавокъ конечно имѣетъ преимущество“.

Поплавокъ есть какое либо легкое тѣло плавающее на водѣ, и которое будучи брошено на стремнину рѣки принимаетъ ту же скорость, которую имѣетъ струя потока на поверхности. Одно изъ условій при измѣреніи скорости течения поплавкомъ—это производство опыта по возможности въ тихую погоду.

Для поплавокъ можно взять всякое плавающее тѣло, но лучше брать такія, которыхъ удѣльный вѣсъ лишь немного менѣе вѣса воды и которыя значительно погружаются въ воду, оставаясь только частию поверхъ воды. На малыхъ рѣкахъ и рѣчкахъ, въ которыхъ наибольшая скорость течения находится на стремнинѣ и на поверхности, или почти у самой поверхности воды, лучше всего употреблять небольшой кусокъ дерева, объемомъ до $\frac{1}{10}$ кубич. фут.; весьма большой кусокъ не скоро приобрѣтаетъ скорость текущей воды, вслѣдствіе инерціи, а слишкомъ малый, или много выдающийся изъ воды, подвергается вліянію даже очень тихаго вѣтра. Лучше употреблять поплавки внутри пустые, какъ напр. стеклянныя бутылки, жестяныя шары, которые можно отчасти налить водою или насыпать пескомъ, чтобы погрузить до нѣкоторой степени въ воду. Шары внутри пустые дѣлаются отъ 4 до 12 дюймовъ въ діаметрѣ, смотря по величинѣ рѣки, такъ какъ необходимо чтобы не смотря на нѣкоторое погруженіе, поплавокъ былъ бы ясно видимъ съ берега; для этого поплавки окрашиваются бѣлою краскою.

Поплавокъ можетъ служить, не только для опредѣленія наибольшей скорости течения на поверхности, но и средней скорости до нѣкоторой глубины или на всей глубинѣ одного какого либо перпендикуляра и даже скорости на какой либо опредѣленной глубинѣ. Измѣреніе въ этомъ случаѣ дѣлается посредствомъ соединенія двухъ шаровъ или посредствомъ пловучаго въ вертикальномъ положеніи шеста. Для этого шаръ *B*, который будетъ плавать подъ водою, наполняется весь водою, а другой *A*, который долженъ находиться на горизонтѣ, наполняется настолько, чтобы

часть его выходила из воды; оба шара соединяются между собою шнуркомъ или тонкой проволочной пѣлочкой. Сначала опредѣляютъ одиночнымъ шаромъ скорость v_0 на поверхности, а послѣ, соединенными шарами, среднюю ихъ скорость v ; обозначая чрезъ v_1 скорость на глубинѣ второго шара, можемъ положить: $v = \frac{v_0 + v_1}{2}$, откуда $v_1 = 2v - v_0$. Соединяя шары все болѣе и болѣе длинными проволоками, можно такимъ образомъ опредѣлить скорость на большихъ глубинахъ. Можно найти среднюю скорость v на одномъ перпендикулярѣ, если оба шара соединимъ такимъ образомъ, что второй изъ нихъ будетъ находиться близь дна и полагая $v = \frac{v_0 + v_1}{2}$; но получимъ среднюю скорость точнѣе, если возьмемъ среднюю изъ всѣхъ найденныхъ скоростей на разныхъ глубинахъ. Г. Вейсбахъ, для опредѣленія средней скорости на одномъ перпендикулярѣ, употреблялъ плавающий шестъ, который былъ составленъ изъ 15 внутри пустыхъ колѣнъ, длиною каждое около 4 дюймовъ. Дабы шестъ плавалъ въ вертикальномъ положеніи, его нижній конецъ настолько наполнялся дробью, чтобы верхушка шеста была явственно видна надъ водою. Число колѣнъ шеста конечно зависитъ отъ глубины рѣки ¹⁾.

Чтобы посредствомъ поплавокъ опредѣлить наибольшую скорость V течения рѣки, избираютъ такое мѣсто, гдѣ рѣка имѣетъ прямое направленіе на протяженіи до 20 саженой и гдѣ скорость течения повидимому мало измѣняется. Въ этомъ мѣстѣ предварительно должна быть опредѣлена площадь живаго сѣченія. На берегу кольями пробиваютъ прямую линію AB , по возможности параллельную средней струѣ течения, и на ней отмѣчаютъ точнымъ измѣреніемъ протяженіе AB отъ 15 до 20 саженой. Изъ концовъ A и B этой линіи возставляютъ перпендикуляры AC и BD и на другомъ берегу, на линіи этихъ перпендикуляровъ, вбиваютъ два кола C и D . Въ точкахъ A , B , C , и D , въ ямки вынутыхъ колеьевъ, ставятъ прямые, бѣлые и хорошо видимыя съ одного берега на другой тычинки. Для опыта нужно имѣть одинъ или нѣсколько поплавковъ, секундные часы или секундный, или полусекундный маятникъ ²⁾. Зная для даннаго мѣста длину секунднаго или полусекунднаго маятника, можно его сдѣлать слѣдующимъ образомъ: берутъ свинцовый правильный шарикъ, напр. большую ружейную, круглую пулю и къ ней маленькимъ гвоздикомъ прикрѣпляютъ тонкую сученую шелковинку, хорошо навощеную и не крутящуюся. Къ крючку o , вбитаго въ землю кола, прикрѣпляютъ свободный конецъ шелковинки такимъ образомъ, чтобы разстояніе op , отъ точки привѣса o до средняго діаметра p свинцоваго шарика, было точно равно длинѣ секунднаго или полусекунднаго маятника. При производствѣ опыта первый наблюдатель становится у верхняго конца A , имѣя при себѣ секундные часы, или заранѣе установленный и звѣренный секундный маятникъ. Другой наблюдатель становится у тычинки B , а третій пускаетъ поплавокъ на средину рѣки по теченію

Черт. XXXIV.

фиг. 468.

фиг. 469.

¹⁾ См. приложение XXXIX 3-й части.

²⁾ См. приложение XVШ 1-й части.

выше линіи AC на 4 или 5 саженой для того, чтобы поплавокъ еще не доходя до линіи AC успѣлъ на этомъ протяженіи принять скорость движущагося потока.

Какъ только поплавокъ поплылъ по теченію, оба наблюдателя въ A и B становятся за своими тычинками и смотрятъ на середину рѣбки, направляя въ то же время лучъ зрѣнія—первый наблюдатель изъ-за тычинки A на тычинку C , а второй изъ-за тычинки B на тычинку D . Какъ только поплавокъ придетъ на линію AC въ точку K , первый наблюдатель начинаетъ счетъ секундъ на часахъ или пускаетъ въ ходъ маятникъ и ведетъ счетъ его качаній до тѣхъ поръ, пока второй наблюдатель, короткимъ кривомъ „стопъ“, не остановитъ этого счета въ тотъ моментъ, когда поплавокъ придетъ на его линію зрѣнія BD въ точку K' . Число секундъ, или число качаній маятника за время прохожденія поплавкомъ протяженія kk' , равнаго AB , немедленно записывается первымъ наблюдателемъ. Если возможно догнать и вынуть изъ воды первый поплавокъ, то опытъ повторяется съ нимъ же; въ противномъ случаѣ опыты продолжаются съ другими запасенными поплавками. Какъ уже мы говорили въ первой части, для большей точности опредѣленія скорости теченія, слѣдуетъ повторить опытъ по крайней мѣрѣ до 10 или болѣе разъ, и взять за основаніе среднее арифметическое время, получаемое изъ всѣхъ 10 наблюдений. Предположимъ что протяженіе AB равно 20 саж. или 140 футамъ; что поплавокъ пройдетъ все это разстояніе въ 1-мъ опытѣ въ 25 секундъ; во 2-мъ въ $23\frac{1}{2}$ секунд.; въ 3-мъ въ 24 секунд.; въ 4-мъ въ $21\frac{1}{2}$ секунд.; въ 5-мъ въ 22 секунд.; въ 6-мъ въ 23 секунд.; въ 7-мъ въ 20 секунд.; въ 8-мъ въ $24\frac{1}{2}$ секунд.; въ 9-мъ въ 25 секунд.; и въ 10-мъ въ $24\frac{1}{2}$ секунд.; тогда $25 + 23\frac{1}{2} + 24 + 21\frac{1}{2} + 22 + 23 + 20 + 24\frac{1}{2} + 25 + 24\frac{1}{2} = 233$ и $\frac{233}{10} = 23,3$ секунды будетъ среднее время изъ всѣхъ 10 наблюдений. Раздѣляя протяженіе 140 фут. на среднее время 23,3 секундъ, получимъ наибольшую скорость $V = \frac{140}{23,3} = 6,008$ фут. Слѣдовательно средняя скорость для всего сѣченія S будетъ $v = 0,84V$ или $v = 0,8V = 0,8 \cdot 6,008 = 4,8064$ футовъ. И если, какъ въ вышеприведенномъ примѣрѣ, площадь живаго сѣченія $S = 285$ квад. футовъ, то объемъ протекающей воды будетъ: $Q = S \cdot v = 285 \cdot 4,8064 = 285 \cdot 4,81 = 1370,85$ куб. футовъ.

Скажемъ здѣсь еще о приборѣ, или *идрометрѣ*, которымъ можно измѣрять только скорость теченія на поверхности воды, но который можетъ быть легко устроенъ каждымъ столяромъ. Это очень маленькое и легкое деревянное колесо съ прямыми лопатками и очень подвижное на своихъ тонкихъ подшипникахъ. Установивъ это колесо такимъ образомъ, фиг. 470, чтобы одна лопатка его была погружена въ текущую воду, колесо начнетъ вращаться и середины лопатокъ скоро примутъ скорость теченія воды. Тогда умножая число оборотовъ колеса, сдѣланныхъ имъ напр. въ теченіе 20 секундъ времени, на длину окружности описанной чрезъ середины лопатокъ, и раздѣляя произведеніе на 20, въ частномъ получимъ искомую скорость теченія воды на поверхности потока. По-

Черт. XXXIV.

•иг. 470.

любный гидрометр весьма простъ, практиченъ и даетъ довольно точные результаты; онъ особенно удобенъ для опредѣленія скорости теченія на поверхности воды въ руслахъ. Дрюба съ большой пользой и успѣхомъ употребляетъ подобное колесо для измѣреній скорости теченія на поверхности и убѣдился въ достаточной для практики точности даваемыхъ имъ результатовъ. Его колесо было сдѣлано изъ сосноваго дерева, діаметромъ въ срединѣ лопатокъ въ 0,73 метра (2,39 фут.); на немъ было 5 лопатокъ квадратной формы, величиною въ боку въ 0,08 метр. (0,26 фут.); валикъ его вращался на тонкихъ желѣзныхъ шипахъ въ мѣдныхъ подшипникахъ и все колесо вѣсило 0,69 килограммовъ (1,68 фунтовъ). На нашу мѣру это колесо удобно дѣлать діаметромъ въ срединѣ лопатокъ въ 26,75 дюймовъ, давая лопаткамъ квадратной формы 3 дюйма въ боку; тогда діаметръ всего колеса будетъ 29,75 дюймовъ. При такомъ размѣрѣ колеса, его окружность проходящая чрезъ средину лопатокъ (т.-е. чрезъ центры давленій), составитъ ровно сажень, или 7 футовъ. Ибо 7 фут. = 84 дюйм. и называя діаметръ чрезъ d , будетъ $84 = \pi \cdot d = 3,14159 \cdot d$; откуда: $d = \frac{84}{3,14} = 26,75$ дюйм. Тогда стоитъ только каждый разъ число оборотовъ колеса въ данное время умножить на 7 и произведеніе раздѣлить на число секундъ наблюденія, чтобы получить прямо скорость теченія въ футахъ. Напр., колесо въ 10 секундъ сдѣлало $5\frac{1}{2}$ оборотовъ, слѣдов. $\frac{5,5 \cdot 7}{10} = 3,85$ ф. есть скорость теченія.

Для удобства счета, все колесо должно быть окрашено черной краской а одинъ радіусъ съ своей лопаткой бѣлой. Пластинки лопатокъ, или крыльевъ, для прочности, можно дѣлать изъ самой тонкой жести. Шипами валика могутъ служить вбитыя въ него иголки, подшипниками же могутъ служить врѣзанныя въ раму металлическія или стеклянныя пластинки. Колесо своими шипами удерживается въ рамѣ $ABCD$, къ которой придѣлывается ручка E .

Если подобное колесо будетъ очень легко и его инерція легко преодолевается потокомъ; если его вращеніе въ шипахъ будетъ очень подвижно и почти безъ тренія; если наблюденія съ нимъ будутъ производиться въ тихую погоду, причеиъ каждый разъ будетъ обращено вниманіе, чтобы нижняя его лопатка была вся погружена въ воду во всю ея ширину, но не больше и не меньше; чтобы разъ вертикально и такимъ образомъ установленное колесо во все продолженіе опыта сохраняло твердо и неизмѣнно свое положеніе,—тогда оно даетъ результаты весьма близкіе къ истиннымъ и представляетъ собою весьма простой и вмѣстѣ хорошій гидрометръ.

Перейдемъ теперь къ описанію другихъ гидрометрическихъ приборовъ, болѣе сложныхъ и требующихъ точной отдѣлки, возможной лишь для физико-механическихъ мастерскихъ; почему они покупаются готовыми, но каждый экземпляръ требуетъ предварительной вывѣрки и опредѣленія для него численнаго коэффициента. Зато большинство этихъ приборовъ позволяютъ измѣреніе скорости теченія, не только на поверхности потока, но и на разныхъ глубинахъ его.

Трубка Пито. Мы уже говорили о ней в 1-й части. Этого рода гидрометръ состоитъ изъ изогнутой подъ прямымъ угломъ стеклянной трубки *ABC*, открытой съ обоихъ концовъ; длинный конецъ этой трубки *AB* во время опыта держать вертикально такъ, чтобы часть его оставалась выше поверхности воды, а короткий конецъ *BC* былъ бы горизонталенъ и обращенъ отверстиемъ противъ течения воды. Вслѣдствіе удара, или гидравлическаго давленія воды, въ колѣнѣ *AB* трубки поддерживается столбъ воды *DE* выше поверхности воды въ рѣкѣ и высота *DE* этого столба тѣмъ болѣе, чѣмъ сильнѣе ударъ, или скорость воды производящей гидравлическое давленіе. А потому высота этого столба можетъ служить мѣрою скорости течения воды на той глубинѣ, до которой достигаетъ горизонтальное колѣно трубки *BC*. Чтобы опредѣлить зависимость между скоростью течения v и высотой столба *DE*, которую означимъ чрезъ h , то мы знаемъ что $v^2 = 2gh$ и можемъ положить $v^2 = n \cdot 2gh$, гдѣ n есть численный коэффициентъ, который нужно опредѣлить опытомъ для каждаго отдѣльнаго экземпляра трубки. Изъ формулы $v^2 = n \cdot 2gh$ имѣемъ: $v = \sqrt{n \cdot 2g} \cdot \sqrt{h}$ и полагая $\sqrt{n \cdot 2g} = \psi$, будемъ имѣть: $v = \psi \cdot \sqrt{h}$. И такъ, нужно только опредѣлить численную величину коэффициента ψ , чтобы прямо получить величину v въ зависимости отъ h . Для опредѣленія коэффициента ψ трубка опускается въ потокъ, въ которомъ скорость v_1 точно извѣстна и если вода въ трубкѣ поднимется при этой скорости на высоту h_1 то будетъ $\psi = \frac{v_1}{\sqrt{h_1}}$. Такъ какъ здѣсь величины v_1 и h_1 извѣстны, то получимъ численную величину для ψ . Произведя нѣсколько такихъ опытовъ и взявъ изъ нихъ среднюю величину для ψ , мы получимъ величину ея точнѣе, и эту величину будемъ употреблять при измѣреніи скоростей съ этой именно трубкой.

•илг. 472.

При неимѣніи стеклянной трубки, можно употреблять довольно широкую жестяную, въ которую опускается легкій деревянный или пробковый поплавокъ съ легкимъ же деревяннымъ стержнемъ, верхній конецъ котораго, фиг. 472, служить указателемъ на шкалѣ, для измѣренія высоты столба h .

Черт. XXXIV.

•илг. 473.

Но какъ въ формѣ простой стеклянной трубки, такъ и въ формѣ представленной на фиг. 472, измѣреніе высоты столба h на практикѣ оказывается весьма неудобнымъ, тѣмъ болѣе, что поднявшійся въ трубкѣ уровень воды непрерывно колеблется. Поэтому, чтобы удобнѣе отсчитывать высоту столба *DE*, инструментъ этотъ составляется изъ двухъ трубокъ, фиг. 473, *AB* и *CD*, между которыми помѣщается шкала; внизу, трубки герметически вдѣланы въ мѣдную оправу, изъ которой въ сообщеніи съ трубкой *AB* отдѣляется трубка *E*, которая ставится отверстиемъ противъ течения, а въ сообщеніи съ трубкой *DC* двѣ трубки *F* и *F'* перпендикулярны къ направленію трубки *E* и слѣдовательно перпендикулярны къ направленію течения. Въ мѣдной же оправѣ трубокъ находится кранъ *H*, который можетъ разомъ закрывать и открывать низы трубокъ *AB* и *CD*; къ рычагу, или ручкѣ этого крана прикреплена проволока l, l , дергая за которую можно закрыть кранъ *H*, не вынимая

его изъ воды и тогда высота столбовъ воды въ трубкахъ AC и CD останется та же, которая была и подъ водою, причеъ уровень m будетъ соответствовать уровню воды въ потокѣ, а уровень n высотѣ подышагося столба воды вслѣдствіе гидравлическаго давленія. Разница высотъ столбовъ, mn , укажетъ на шкалѣ высоту столба h . Чтобы вода въ трубкахъ не дѣлала большихъ колебаній, отверстія въ нихъ для входа воды дѣлаются малыми. При опытахъ *Вейсбаха* съ подобной двойной трубкой, для его прибора, при скоростяхъ теченія отъ 0,32 до 1,24 метра, коэффициентъ φ оказался равнымъ 3,545 и слѣдовательно $v = 3,545 \cdot \sqrt{h}$.

Гидрометрическій отвѣсъ, или маятникъ, состоитъ изъ квадранта Черт. XXXIV.
 ABC раздѣленнаго на дугѣ AB на градусы и части градуса и при- фиг. 474.
 винченнаго къ деревянному, заостренному снизу (или съ желѣзнымъ острымъ наконечникомъ) брусу MN . Для установленія ребра BC въ горизонтальномъ положеніи, и слѣдовательно ребра AC квадранта въ вертикальномъ (таеъ каеъ въ немъ уголь ACB всегда прямой), имѣются на немъ, или ватерпасъ съ воздушнымъ пузырькомъ m , или отвѣсъ n . Въ центрѣ O квадранта прикрѣплена нить, на другомъ концѣ которой привѣшенъ шарикъ D , діаметромъ отъ 2 до 3 дюймовъ, металлическій пустой или изъ слоновой кости. При употребленія этого инструмента, брусь MN вбиваютъ въ дно рѣки на томъ мѣстѣ гдѣ желаютъ опредѣлить скорость теченія такимъ образомъ, чтобы квадратъ былъ обращенъ внизъ по теченію и его плоскость совпадала бы съ направлениемъ теченія. При вбиваніи бруса MN наблюдаютъ, посредствомъ ватерпаса или отвѣса, чтобы онъ стоялъ вертикально. Давленіе на шарикъ D текущей воды выведетъ нить его OD изъ вертикальнаго положенія и уголь FOE , который нить OD составитъ съ вертикальной линіей OF , можетъ быть измѣренъ градусами квадранта. Очевидно, что чѣмъ скорость воды въ потокѣ будетъ больше, тѣмъ больше будетъ давленіе или ударъ воды на шарикъ D и тѣмъ больше будетъ уголь FOE , на который нить OD отклонится отъ вертикальной. Слѣдовательно этотъ уголь можетъ измѣрять скорость теченія. Отношеніе существующее между угломъ отклоненія неглубоко погруженнаго въ воду шарика и скоростью воды, выводится слѣдующимъ образомъ: изъ вѣса шарика G и изъ силы удара или гидравлическаго давленія воды, P , составитя равнодѣйствующая R , направленіе которой совпадетъ съ направлениемъ нити OD и опредѣлится угломъ $EOE = \beta$. Гидравлическое давленіе, или ударъ воды на шарикъ, пропорціонально живой силѣ, или квадрату скорости и поперечному сѣченію a шарика D , таеъ что $P = mv^2 \cdot a$. Поэтому $tg \cdot \beta = \frac{P}{G} = \frac{m \cdot v^2 \cdot a}{g}$, откуда: $v^2 = \frac{g \cdot tg \cdot \beta}{m \cdot a}$ и $v = \sqrt{\frac{g}{m \cdot a}} \cdot \sqrt{tg \cdot \beta}$ или $v = \varphi \cdot \sqrt{tg \cdot \beta}$, если положимъ $\sqrt{\frac{g}{m \cdot a}} = \varphi$. Здѣсь φ есть постоянный численный коэффициентъ, выводимый для каждаго прибора изъ опытовъ въ потокахъ, въ которыхъ скорость теченія точно извѣстна. То есть, если скорость такого потока будетъ v_1 и уголь, который составитъ въ немъ нить съ

вертикальной, будет β_1 то $\varphi = \frac{v_1}{\sqrt{tg \cdot \beta_1}}$. Опыт этот повторяют нѣсколько разъ, и если возможно, въ потокахъ съ разными скоростями, и тогда берутъ для φ среднюю величину. При скоростяхъ доходящихъ до 4 фут. въ секунду, можно употреблять сплошной костяной шарикъ, при скоростяхъ же ббльшихъ — металлическій внутри пустой. Во время производства опытовъ съ этимъ приборомъ, шарикъ и нить постоянно колеблются, и потому отсчитываніе градусовъ угла на квадрантѣ весьма затруднительно, равно какъ и точная установка прибора; почему *Вейсбахъ* не совѣтуетъ употребленіе этого инструмента гдѣ требуется большая точность наблюденія.

Мельница Вольмана. Самый лучший гидрометръ есть мельница, или гидрометрическое колесо *Вольмана*. Она состоитъ изъ горизонтальнаго валика *AB*, на концѣ котораго имѣется отъ двухъ до пяти крыльевъ, наклонныхъ или изогнутыхъ подъ угломъ до 20° . Когда приборъ опущенъ въ воду крыльями противъ теченія, то вода заставляетъ крылья вертѣться вмѣстѣ съ валикомъ, число оборотовъ котораго будетъ зависѣть отъ скорости теченія. Для отсчитыванія числа оборотовъ валика, на немъ находится безконечный винтъ *C*, который задрѣваетъ за зубчатое колесо *D*, а это послѣднее, посредствомъ шестерни находящейся на его оси, заставляетъ вращаться другое зубчатое колесо *E*, на которомъ сдѣланы дѣленія, по которымъ неподвижнымъ указателемъ, можно отсчитывать кратное число оборотовъ валика *AB*, напр. каждые пять или десять оборотовъ, сдѣланныхъ въ данное время. Посредствомъ пружины *N*, нажимающей на пластинку *M*, въ которой ходятъ оси зубчатыхъ колесъ, зубчатое колесо *D* постоянно разобщено съ безконечнымъ винтомъ *C* валика *AB*, и чтобы заставить ихъ задрѣпиться и вращаться вмѣстѣ, нужно натянуть веревку, или шнуръ *F*, который приподниметъ пластинку *M*, сжимая пружинку *N* и приподнявъ колесо *D*, сдѣптитъ его зубцы съ безконечнымъ винтомъ *C*. Чтобы приборъ этотъ можно было погружать на произвольную глубину и удерживать его противъ теченія воды, онъ посредствомъ обоймы, или кольца *H*, надѣвается на гладкій шестъ *K* и привинчивается къ нему на произвольной высотѣ. Этимъ приборомъ можно измѣрять скорость теченія на различныхъ глубинахъ. Для производства съ нимъ опыта, приборъ укрѣпляютъ на шестѣ *K*, на такой высотѣ отъ его заостреннаго конца, на какой глубинѣ отъ дна желаютъ опредѣлить скорость теченія. Затѣмъ опускаютъ приборъ въ воду крыльями противъ теченія и упираютъ остріемъ шеста *K* въ дно русла; валикъ *AB* съ крыльями тотчасъ начнетъ вертѣться, но какъ его безконечный винтъ разобщенъ съ зубчатымъ колесомъ *D* давленіемъ пружины *N*, то это колесо, и счетное *E* вращаться еще не будутъ. Передъ опусканіемъ прибора въ воду, колесо *E* ставится на нуль дѣленія противъ указателя. Установивъ приборъ въ водѣ, быстро натягиваютъ шнуръ *F* и этимъ сдѣпляютъ зубцы колеса *D* съ безконечнымъ винтомъ *C* валика *AB*; колесо *D* начнетъ вращаться и посредствомъ своей шестерни начнетъ вращать счетное колесо *E*. Въ моментъ натягиванія шнура начинаютъ вести счетъ секундъ на секундныхъ часахъ или на маятникѣ.

Черт. XXXIV.

•нг. 476.

По прошествіи опредѣленнаго числа секундъ, напр. 10, или 20, шнуръ *F* опускають и тогда счетное колесо останавливается. Вынувъ приборъ, со счетнаго колеса записываютъ число оборотовъ сдѣланныхъ валикомъ *AB* въ теченіи этихъ 10 или 20 секундъ. Для большей точности выводовъ, дѣлають на томъ же мѣстѣ и на той же глубинѣ нѣсколько наблюдений и берутъ среднюю цифру для числа оборотовъ въ данное время.

Чтобы найти, или выразить отношеніе между скоростью теченія и числомъ оборотовъ валика съ крыльями, замѣтимъ, что число оборотовъ не совершенно пропорціонально скорости воды; поэтому нельзя принять для этого отношенія выраженіе: $v = \alpha \cdot n$, гдѣ n есть число оборотовъ, v —скорость теченія и α —постоянный численный коэффициентъ для каждаго экземпляра прибора опредѣляемый опытомъ. Обыкновенно это отношеніе выражаютъ формулою: $v = v_0 + \alpha \cdot n$ или точнѣе:

$$v = v_0 + \alpha \cdot n + \beta \cdot n^2 \text{ и еще точнѣе:}$$

$v = \alpha \cdot n + \sqrt{v_0^2 + \beta \cdot n^2}$, въ которыхъ v_0 есть такая скорость воды, при которой она еще не въ состояніи вращать крыльевъ прибора, вслѣдствіе тренія шиповъ и зубчатыхъ зацѣпленій, но при малѣйшемъ увеличеніи v_0 крылья уже начнутъ вращаться; а α и β численные коэффициенты, опредѣляемые изъ опытовъ для каждаго экземпляра инструмента. Это опредѣленіе величинъ v_0 , α и β дѣлають, или въ потокахъ, которыхъ скорость теченія точно извѣстна, или въ стоячей водѣ, въ которой самый приборъ заставляють двигаться съ точно опредѣленною скоростью. Опредѣляемая такимъ образомъ постоянныя величины v_0 , α и β , для каждаго экземпляра прибора, выгравировываются на самомъ приборѣ. Вычисленіе же величины скорости теченія обыкновенно дѣлають по первой формулѣ $v = v_0 + \alpha \cdot n$, какъ простѣйшей.

Что касается до другихъ гидрометровъ, какъ напр. *тахтометръ Брюнинга*, *гидравлическій безмѣръ Мичелотти*, *водяной рычагъ Лорна*, *водяной флагеръ Ксименса*, *реометръ Полетти* и др., то по мнѣнію *Вейсбаха* они неудобны при опытахъ и даютъ неточные результаты. Основаніе ихъ одно и то же; они всегда состоятъ изъ ударяемой водою поверхности и вѣсовъ служащихъ для опредѣленія величины удара воды на эту поверхность. Такъ какъ сила этого удара $P = mv^2 \cdot a$, гдѣ a величина ударяемой поверхности, то будемъ имѣть $v^2 = \frac{P}{m \cdot a}$ или $v = \sqrt{\frac{P}{m \cdot a}} = \sqrt{\frac{1}{m \cdot a}} \cdot \sqrt{P} = \varphi \cdot \sqrt{P}$, гдѣ φ есть постоянный коэффициентъ для каждаго экземпляра того или другаго прибора, зависящій отъ величины площади a ударяемой поверхности и ближайшаго устройства и чувствительности инструмента. Этотъ коэффициентъ опредѣляется нѣсколькими предварительными опытами. На такихъ же началахъ устроивается гидрометръ, въ которомъ ударъ воды уравнивается упругостью пружины, или *гидрометръ-динамометръ*, въ родѣ изображеннаго нами на фиг. 8 въ первой части, ст. 11, или описаннаго *Буало* въ его сочиненіи (*Traité de la mesure des eaux courants*).

Черт. XXXIV.

анг. 477.

Такъ напр., тахтометръ *Брюнина* состоитъ изъ квадратной пластинки *A* принимающей ударъ воды, утвержденной на стержнѣ *AB*, который движется съ очень легкимъ треніемъ въ гайкѣ *m* перпендикулярно къ бруску *DE*, который концомъ *E* упирается въ дно рѣки. На этомъ брускѣ гайка *m* съ стержнемъ *AB* можетъ быть поднимается и опускаема на желаемую высоту посредствомъ обоймы *k* и удерживается на брускѣ нажимнымъ винтомъ *e*. Въ *B*, къ стержню *AB* прикрѣпленъ шнурокъ *l* огибающій блокъ *s* и привязанный къ концу *a* безмѣна *ab*, на другой конецъ котораго привѣшивается передвижаемый грузъ *P*. Передъ опусканіемъ прибора въ воду, уровновѣшиваютъ безмѣнъ *ab* посредствомъ наблюденія стрѣлки *p* и замѣчаютъ на какомъ дѣленіи былъ грузъ. Когда затѣмъ приборъ будетъ опущенъ въ воду, то вслѣдствіе давленія воды на пластинку *A*, она вмѣстѣ съ стержнемъ *AB* стремится подвинуться по теченію, натягиваетъ шнуръ *l* и нарушаетъ равновѣсіе безмѣна *ab*; тогда подвигаютъ грузъ *P* по рычагу безмѣна къ концу *b*, пока стрѣлка *p* укажетъ что безмѣнъ опять находится въ равновѣсіи. Изъ величины разстоянія *ot*, на которое нужно было передвинуть грузъ *P*, заключаютъ о величинѣ давленія воды и слѣдовательно скорости ея теченія.

Черт. XXXV.

анг. 478.

Реометръ предложенный въ новѣйшее время г. *Полетти*, въ сущности не отличается отъ гидрометрическаго безмѣна *Мичелотти*. Этотъ послѣдній, фиг. 478, состоитъ изъ ударяемой водой пластинки *A*, укрѣпленной на стержнѣ *B*, который въ свою очередь составляетъ одно цѣлое съ коромысломъ *ab*, вращающемся на оси *C*. На одномъ изъ концовъ *b* коромысла привѣшивается чашечка *d*, которая, когда коромысло въ равновѣсіи, т.-е. стрѣлка *n* находится на нулѣ дѣленія и стержень *B* вертикаленъ, уравнивается грузомъ *p*. Но когда на пластинку *A* происходитъ давленіе текущей воды, тогда это равновѣсіе нарушается и для его возстановленія въ чашку *d* насыпаютъ дробь. Зная вѣсъ *Q* дроби всыпанной въ чашку, и означая длину рычага *AC* чрезъ *f* и длину рычага *bc* чрезъ *l*, а гидравлическое давленіе на пластинку *A*, чрезъ *P*, при равновѣсіи будетъ $P \cdot f = Q \cdot l$ отсюда:

$$P = \frac{Q \cdot l}{f} \cdot \text{И какъ } v = \sqrt{\frac{P}{m \cdot a}}, \text{ то } v = \sqrt{\frac{Q \cdot l}{f \cdot m \cdot a}} = \sqrt{\frac{l}{f \cdot m \cdot a}} \cdot \sqrt{Q} =$$

$\varphi \cdot \sqrt{Q}$, гдѣ φ численный коэффициентъ, опредѣляемый для каждаго экземпляра инструмента опытомъ. Вся разница этого прибора отъ реометра *Полетти* заключается въ томъ, что *Полетти*, вмѣсто ударяемой водою пластинки *A*, предлагалъ стержень *B* съ пластинкой *A* замѣнить деревяннымъ шестомъ ¹⁾.

Указанные выше приемы для измѣренія объема воды протекающей въ рѣкѣ, относятся главнымъ образомъ къ опредѣленію этого объема

¹⁾ Мы не будемъ здѣсь говорить о болѣе сложныхъ приборахъ для опредѣленія скорости теченія (или скорости хода судовъ) какъ напр. о мельницахъ, или вертушкахъ Вольфа, Крафта, Баулгаргена, Амслера и друг. Въ этомъ отношеніи см., между прочимъ, статью г. Моссаковского: „Электрическая вертушка для опредѣленія скоростей теченія“. Журн. Мин. Пут. Сообщ. 1883 г. февраль. Т. I кн. IV.

во время мелководья, или во время нормального уровня воды. Во время же разливовъ, особенно же весенняго полноводія, для опредѣленія *наибольшаго объема протекающей въ рѣкѣ воды*, эти приемы и большинство приборовъ для опредѣленія скорости теченія чаще не примѣнимы. А потому для опредѣленія этого наибольшаго объема мы должны искать иныхъ способовъ.

Если не далеко отъ избраннаго нами для плотины мѣста, находятся на той же рѣкѣ плотины выше или ниже по теченію, то ихъ водоспуски, пропускающіе воду наибольшаго разлива, даютъ намъ возможность, по своимъ размѣрамъ, судить не только о величинѣ разлива, но измѣрить и наибольшій объемъ протекающей во время разлива воды. Для этого мы можемъ воспользоваться данными, указанными въ 1-й ч. ст. 13, въ которой говорится объ истеченіи съвозъ водоспуски. Кромѣ того, мы можемъ непосредственно измѣрить отверстіе водоспуска, толщину слоя протекающей въ немъ воды во время разлива, а скорость теченія въ водоспускѣ воды опредѣлить теоретически, или напр. посредствомъ мельницы *Вольмана*. Если же выше и ниже на рѣкѣ нѣтъ плотинъ и водоспусковъ, то нужно прибѣгать къ другимъ способамъ, хотя и не совсѣмъ точнымъ. Старожилы и живущіе у рѣки люди, конечно, ничего не могутъ намъ сказать о величинѣ объема воды, протекающаго во время разлива; но они всегда могутъ указать намъ, до какого именно мѣста въ рѣчной долиנѣ доходила вода во время самыхъ высокихъ бывшихъ на ихъ памяти разливовъ. Это первое данное можно чрезъ распросы всегда опредѣлить съ достаточною достовѣрностью, такъ какъ это явленіе наблюдается прибрежными жителями съ интересомъ и всегда остается у нихъ въ памяти. Затѣмъ, всегда есть мѣста въ руслѣ рѣкѣ съ возвышенными берегами съ обѣихъ сторонъ, гдѣ во время самыхъ большихъ разливовъ уровень воды не выходитъ изъ этого русла или выходитъ за берега очень мало. Слѣдуетъ отыскать и намѣтить такое мѣсто; въ такомъ мѣстѣ, гдѣ профиль живаго сѣченія A и гдѣ ab горизонтъ нормальной воды и cd горизонтъ въ разливѣ, распредѣленіе скоростей въ площади сѣченія будетъ ближе подходить къ распредѣленію при нормальномъ уровнѣ, чѣмъ въ профилѣ B , гдѣ скорости теченія на протяженіяхъ $a'c'$ и $b'd'$ значительно менѣе сравнительно съ скоростью надъ фарватеромъ $a'b'$. Если наблюдатель самъ находится на мѣстѣ во время разлива, то онъ отмѣтитъ высоту разлива въ профилѣ A коломъ c ; если же онъ не находился на мѣстѣ во время разлива, то онъ опредѣляетъ точку c въ профилѣ A , посредствомъ нивелировки дна русла и указаній мѣстными жителями высоты разлива хотя въ другомъ, но недалекомъ мѣстѣ. Если онъ самъ наблюдаетъ разливъ, то въ профилѣ A онъ бросаетъ вѣски дерева на середину разлива и опредѣляетъ ~~внѣ~~, какъ поплавками, скорость V теченія воды на поверхности и опредѣляетъ среднюю скорость v для всего сѣченія $caebdc$ по формулѣ $v = 0,8 V$ ~~или~~. вѣрнѣе, по формулѣ $v = 0,7 V$, такъ какъ мы уже знаемъ, что во время большихъ разливовъ, скорость теченія на стремнинѣ значительно больше, сравнительно съ скоростями у дна и береговъ русла,

Черт. XXXV.
сиг. 479.

чѣмъ при нормальномъ состояніи воды. Если же наблюдатель не могъ опредѣлить самъ скорости V во время разлива, то онъ вынужденъ будетъ сдѣлать нивелировку русла рѣки на нѣкоторомъ протяженіи вверхъ отъ профили A и на основаніи паденія русла вычислить среднюю скорость v для всего сѣченія хотя по формулѣ $v = 85 \sqrt{\frac{p \cdot S}{C}}$, приведенной въ 1-й ч. въ ст. 14 и 18, въ которой p есть величина паденія русла на взятомъ разстояніи, S — площадь живаго сѣченія и C периметръ прикосновенія. Величины же, S равную площади $caebdc$, и C равную протяженію $caebd$, онъ опредѣлитъ прямымъ измѣреніемъ по спаду водъ. А имѣя численныя величины для v и S во время разлива, онъ опредѣлитъ наибольшій объемъ $Q = v \cdot S$. Конечно, это послѣднее опредѣленіе наибольшаго объема будетъ лишь приблизительное, но все-таки оно можетъ представить хотя нѣкоторое основаніе для опредѣленія размѣровъ отверстія водоспуска, которому, сверхъ того, можно дать еще и нѣкоторый запасъ. При отсутствіи же и этихъ данныхъ и непосредственныхъ наблюденій, придется ограничиться приблизительными, или почти гадательными цифрами, приведенными нами въ 1-й части въ ст. 19-й, т.-е. что наибольшій объемъ воды можетъ превосходить наименьшій въ 100 разъ, а средній, или нормальный, въ 10 разъ. Поэтому, если бассейнъ рѣки лѣснстый и проницаемый, то достаточно предположить наибольшій объемъ отъ 20 до 30 разъ больше наименьшаго лѣтняго; если же бассейнъ непроницаемый и безлѣсный, то это отношеніе нужно принимать отъ 50 до 60 и даже до 100. Замѣтимъ еще, что вычисленіе наибольшаго объема по извѣстнымъ размѣрамъ русла и уклону, требуетъ тщательнаго нивелированія русла рѣки на нѣкоторомъ протяженіи, съ опредѣленіемъ площадей живыхъ сѣченій въ нѣсколькихъ мѣстахъ, для полученія средняго, болѣе точнаго вывода. Для этого слѣдуетъ избирать прямую часть русла, довольно однообразную, ничѣмъ не загражденную и въ которой по скатамъ затопляемыхъ береговъ не было бы деревьевъ и вустарниковъ, которые почти въ десять разъ увеличиваютъ треніе, и слѣдовательно скорость теченія у береговъ.

Когда плотина устраивается для вододѣйствія и особенно когда на рѣкѣ находится нѣсколько вододѣйствующихъ заведеній, тогда бываетъ необходимо знать величину объема притекающей воды при нормальномъ состояніи уровня рѣки, или такъ называемый *ординарный расходъ воды*. Между хозяевами, или строителями вододѣйствующихъ заведеній, и владельцами прибрежныхъ земель, также возникаютъ очень часто споры на счетъ различія между ординарнымъ, т.-е. обыкновеннымъ или среднимъ, расходомъ воды въ рѣкѣ и расходомъ во время разливовъ и паводковъ. Когда строитель производитъ самъ наблюденія надъ потокомъ, при опредѣленіи расхода воды, тогда не трудно установить это различіе. Въ случаѣ же невозможности такихъ наблюденій г. *Лесли*, говоритъ *Ренкинъ*, предложилъ слѣдующее эмпирическое правило, принятое многими инженерами: опредѣленные наблюденіями въ разные дни расходы воды пишутся *въ порядкѣ ихъ величины* одинъ подъ другимъ; весь списокъ

дѣлится на четыре части; верхняя четверть принимается за паводки; вмѣсто ихъ ставится число среднее между цифрами второй и третьей четверти и затѣмъ берется среднее число между всѣми цифрами, за исключеніемъ цифръ первой четверти, вмѣсто которыхъ поставлено одно число. Найденное среднее число принимается за ординарный расходъ воды. Вычисленный такимъ образомъ ординарный расходъ воды во многихъ горныхъ потокахъ составлялъ отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ средняго годоваго расхода воды со включеніемъ паводковъ, и результатъ этотъ близко подходит къ полученному тѣми инженерами, которые не слѣдовали правилу *Лесли* въ опредѣленіи различія между ординарнымъ расходомъ и расходомъ въ высокую воду.

49. Нивелировка. Разбивка. Объемъ водохранилища.

Когда измѣреніе расхода воды дало результатъ, удовлетворяющій требованіямъ, когда установились въ выборѣ мѣста для плотины, въ высотѣ поднятія воды и въ системѣ или родѣ самой плотины, тогда приступаютъ къ нивелировкѣ мѣстности, чтобы опредѣлить площадь, которую займетъ прудъ, мѣстности, которыя будутъ залиты водою и въ особенности провѣрить высоту тѣхъ ложбинъ и овраговъ, которые могутъ открыть ходъ водѣ изъ резервуара помимо плотины, захватить такія уголья, которыя заливать не желательно или потребовать еще устройства глухихъ запрудъ. При выборѣ мѣста для прудовъ и водохранилищъ нужно всячески избѣгать этихъ случайностей, такъ какъ сооруженіе добавочныхъ глухихъ плотинъ и поддержаніе ихъ въ порядкѣ, много увеличиваетъ стоимость всего сооруженія.

Для производства нивелировки и для удобства и точности въ исполненіи другихъ работъ, полезно въ руслѣ рѣки, около мѣста работъ, забить неглубоко одну чистую сваю и на ней отмѣтить низшіи и нормальный уровни воды въ рѣкѣ при ея свободномъ теченіи; отъ низшаго уровня вверхъ назначить на сваѣ дѣленія на футы и десятыя части фута, ставя нуль дѣленія на низшемъ уровнѣ; наконецъ, отмѣтить на этой же сваѣ высоту нормальнаго уровня, до котораго вода должна быть поднята въ прудѣ плотиной. Эта свая съ своими дѣленіями будетъ служить мѣрою высотъ для всѣхъ частей сооруженія и отъ нея, по ватерпасу, будутъ переводиться высоты при разбивкѣ въ натурѣ и окончательномъ устройствѣ частей водоспуска. Поэтому, эту мѣрную сваю для вертикальных высотъ, лучше всего забить противъ мѣста, назначаемаго для водоспуска, выше или ниже предполагаемой плотины, гдѣ окажется удобнѣе, лишь бы она не мѣшала самымъ работамъ и стояла недалеко, чтобы ватерпасные промѣры, которые всего болѣе потребуются въ частяхъ водоспуска, приходилось дѣлать на небольшомъ разстояніи.

Мы не будемъ говорить здѣсь о производствѣ нивелировки посредствомъ инструмента называемаго *нивелиромъ*; кто имѣетъ этотъ инструментъ, тотъ безъ сомнѣнія умѣетъ съ нимъ обращаться и производить имъ работу, тѣмъ болѣе, что и дѣло это вовсе не трудное. Но мы скажемъ здѣсь нѣсколько словъ о способѣ нивелировки. Хотя не очень точномъ, но самомъ простѣйшемъ и для всѣхъ доступномъ и ко-

торый, при небольших и не слишкомъ цѣнныхъ сооруженіяхъ, въ большинствѣ случаевъ достаточенъ. Способъ этотъ требуетъ лишь *ватерпаса* и *визирокъ*.

Черт. XXXV.

•иг. 480
и 481.

Ватерпасъ можетъ быть обыкновенный, такъ называемый *плотнич-ный*, фиг. 480, съ отвѣсомъ; или *ватерпасъ съ воздушнымъ пузырькомъ*, состоящій изъ стеклянной трубки съ мѣдной или деревянной оправой, фиг. 481.

Относительно перваго, который умѣетъ дѣлать каждый порядочный плотникъ, мы только замѣтимъ, что нижній его брусокъ *AB*, стоящій на ребро, долженъ быть хорошо отфугованъ и быть длиною до 3 — 4 аршинъ, шириною отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 вершковъ и толщиною около $1\frac{1}{2}$ вершка. Вертикальный же брусокъ *CD* такой мѣры въ ширину и толщину, длиною долженъ быть отъ $1\frac{1}{4}$ до $1\frac{1}{2}$ аршина. Эти два бруска должны быть связаны шиномъ по наугольнику (т.-е. подъ прямымъ угломъ) по возможности точно и скрѣплены въ шипъ на клею и сквозными нагелями. Кромѣ того, для прочнаго относительнаго между собою положенія, они скрѣплены еще между собою подпорками *a* и *b*, концы которыхъ врѣзаны въ тотъ и другой брусокъ сквороднемъ. Подобный ватерпасъ лучше дѣлать изъ чистаго и сухаго сосноваго дерева, которое меньше коробится и меньше подвергается вліянію сырости; работу такого ватерпаса конечно лучше поручить хорошему столяру. Шнуръ *mn* не долженъ быть толстъ, а грузъ *m* отвѣса достаточно тяжелъ (лучше если онъ сдѣланъ изъ свинца и правильно обточенъ). Когда шнуръ отвѣса совершенно точно закрываетъ черту проведенную на срединѣ бруса *CD*, при установкѣ нижняго бруса *AB* на двухъ подпорахъ, или вбитыхъ въ землю кольяхъ, и когда при покачиваніи бруса *CD* нить отвѣса точно ударяетъ въ эту черту, не отбивая въ ту или другую сторону отъ этой черты; если то же самое происходитъ, когда ватерпасъ переворачиваютъ концами обратно на тѣхъ же опорахъ или кольяхъ, то значитъ ватерпасъ вѣренъ и линія, проходящая чрезъ верхи опоръ, или верхи колевъ, на которые опирались концы нижняго бруса ватерпаса, будетъ горизонтальна. Внизу бруса *CD* дѣлается сквозное отверстіе противъ того мѣста, гдѣ приходится грузъ отвѣса, дабы при покачиваніи ватерпаса, нить отвѣса могла ударять во всю длину черты *mn* и при этомъ грузъ *m* не ударялся бы о брусокъ *CD*. Шнуръ отвѣса укрѣпляется въ самой верхней точкѣ *n* бруса *CD*, длина же всего отвѣса очевидно должна быть такова, чтобы грузъ отвѣса приходился въ срединѣ отверстія, дѣлаемаго въ концѣ *m* бруса *CD*.

Для ватерпаса съ воздушнымъ пузырькомъ *pq* нуженъ только одинъ брусокъ *EF*, такой же мѣры какъ и брусокъ *AB*. Этотъ брусокъ также ставится на ребро на вбиваемые кольца, а на верхнюю плоскость его ребра ставится ватерпасъ *pq*. Здѣсь необходимо, чтобы оба ребра бруса *EF* были очень тщательно отфугованы и чтобы ширина бруса по всей длинѣ его была совершенно одинакова. Передъ началомъ работъ необходимо осматривать длинные бруска ватерпасовъ на-глазь, не поко-робило ли ихъ и вѣрна ли прямая линія фуговою; если линія оказы-

вается невѣрною, т.-е. что брусъ повело, то необходимо перефуговать ребра и вновь вывѣрить ватерпасы. Повѣрка ватерпаса съ воздушнымъ пузырькомъ производится также переворачиваніемъ, какъ бруса, такъ и самаго ватерпаса, концами въ разныя стороны на тѣхъ же опорахъ.

Визиркой называютъ двѣ деревянныя дощечки, соединенныя между собою по наугольнику, или подъ прямымъ угломъ, фиг. 482. Длина дощечки *AB* дѣлается около $1\frac{1}{4}$ аршина и длина *CD* около 1 арш., ширина ихъ дѣлается отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 вершковъ, а толщина отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{8}$ вершка, чтобы онѣ не были тяжелы. Въ мѣстѣ соединенія *A* онѣ врѣзываются въ полъ дощечки одна въ другую за-подъ-лицо, склеиваются и скрѣпляются еще двумя деревянными нагелями, забиваемыми также на клею. Брусъ, передъ вязкою и склейкою, хорошо отфуговываются, затѣмъ послѣ соединенія обчищаются и, если возможно, окрашиваются бѣлою краскою. Такихъ визирокъ, совершенно равныхъ, нужно имѣть три. Въ особенности же необходимо наблюсти, чтобы высота ихъ *AB* была у всѣхъ совершенно одинакова, чтобы онѣ были точно связаны подъ прямымъ угломъ; чтобы верхнее ребро планки *CD* было хорошо отфуговано, чтобы нижнее ребро *B* было также срѣзано по наугольнику и слѣдовательно было бы параллельно верхнему ребру *CD*. Ихъ также лучше дѣлать изъ сосноваго дерева, а если подъ краску, то и изъ еловаго. Имѣя тотъ или другой ватерпасъ и три визирки, проведеніе горизонтальныхъ линій на мѣстности или нивелированіе, производится слѣдующимъ образомъ: предположимъ что изъ точки *A* мы желаемъ провести горизонтальную линію чрезъ лощину, профиль или разрѣзъ которой обозначается линіей *ABC*. Въ точкѣ *A* вбиваемъ колъ *a*, верхушка котораго доходила бы до самой земли ¹⁾; затѣмъ по направленію отъ *A* къ *C* вбиваемъ другой колъ *b*, на разстояніи немного меньшемъ длины ватерпаснаго бруса; ставимъ концы ватерпаса на оба кола и колъ *b* вбиваемъ понемногу до тѣхъ поръ, пока отвѣсъ ватерпаса (или ватерпасъ съ воздушнымъ пузырькомъ) покажетъ, что верхушки кольевъ *a* и *b* находится на одной горизонтальной линіи. Переставя потомъ ватерпасъ на колъ *b* и на слѣдующій, точно также объемомъ колья, которыхъ верхушки будутъ лежать на одной горизонтальной линіи съ верхушкой кола *a*. Если линія длинная, то дѣло съ ватерпасомъ идетъ медленно и небольшая неточность между какими-нибудь двумя ватерпасными кольями, въ концѣ линіи можетъ уже дать значительную ошибку. Поэтому ватерпасомъ проходятъ, но весьма тщательно, отъ 3 до 5 сажений длины, т.-е. переставляютъ ватерпасъ отъ 3 до 5 разъ и затѣмъ уже продолжаютъ нивелированіе визирками. При этомъ замѣтимъ, что предварительное проведеніе горизонтальныхъ линій ватерпасомъ, хотя и не на большемъ протяженіи, дѣлается гораздо скорѣе и удобнѣе ватерпасомъ съ воздушнымъ пузырькомъ, чѣмъ ватерпасомъ съ отвѣсомъ.

Черт. XXXV.

•ил. 482.

•ил. 483.

¹⁾ Когда вбиваются колья для нивелированія ватерпасомъ и визирками, то необходимо чтобы верхушка кола была срѣзана по возможности прямо и не расщеплялась при вбиваніи и чтобы колья вбивались прямо.

Имѣя коль a и коль c , на разстояніи 3 — 5 саженихъ одинъ отъ другаго и которыхъ вершины находятся на горизонтальной линіи, ставятъ двѣ визирки на эти кольца, а съ третьей визиркой посылаютъ рабочаго еще на нѣкоторое разстояніе по направленію отъ A къ C . Этотъ рабочій вбиваетъ напр. коль d и ставитъ на него свою визирку; производящій нивелировку становится за своей визиркой v , и держа ее вертикально, смотритъ чрезъ верхнее ея ребро на ребро визирки v_{II} , которую держитъ на коль c другой рабочій; затѣмъ онъ велитъ третьему рабочему, съ визиркой v_{III} , бить коль d до тѣхъ поръ, пока верхнее ребро поставленной на него визирки v_{III} не совпадетъ точно съ визирной линіей, проходящей чрезъ верхнія ребра визирокъ v_I и v_{II} . Такъ какъ высота всѣхъ визирокъ одинакова, то очевидно, что линія pq будетъ параллельна линіи mn и слѣдовательно вершина n кола d будетъ находиться на одной горизонтальной линіи съ вершинами колець a и c . Точно такимъ же образомъ вбиваютъ визирные кольца e, f, s , вершины которыхъ будутъ на одной горизонтальной линіи m, n, o, r, s . Если бы, вслѣдствіе значительной глубины долины ABC , послѣ кола d приходилось бы вбивать слѣдующіе высокіе кольца, что было бы неудобно дѣлать третьему рабочему прямо съ земли безъ подмачиванія, то около кола d вбиваютъ рядомъ другой коль, вершина котораго была бы ниже вершины n кола d , напр. ровно на два аршина; отъ этого кола опять проводятъ ватерпасомъ горизонтальную линію dg на нѣкоторое разстояніе, а далѣе продолжаютъ ее посредствомъ визирокъ. Такимъ образомъ посредствомъ ватерпаса и визирокъ мы можемъ проводить скоро и на большое разстояніе горизонтальныя линіи. По мѣрѣ удаленія визирки v_{III} , переставляются впередъ на слѣдующіе кольца визирки v_I и v_{II} для того, чтобы производящій нивелировку могъ всегда ясно видѣть верхнія ребра этихъ трехъ визирокъ и приводить ихъ подъ одну высоту визирной линіи. Если нивелированіе производятъ только два человѣка, тогда визирка v_{III} , поставленная на визирный коль, привязывается къ другому колу болѣе высокому, вбитому рядомъ съ визирнымъ. Если визирные кольца $a, c, d, h \dots e, f, s$ будутъ вбиваемы не на большомъ разстояніи одинъ отъ другаго и такъ какъ ихъ высоты могутъ быть прямо измѣрены, то подобное нивелированіе даетъ намъ возможность графически изобразить на бумагѣ, по данному масштабу, профиль, или разрѣзъ, долины ABC . Для этого проведя прямую ms и отложивъ на ней по принятому масштабу разстоянія $mt, tn, nk, \dots or, rs$, изъ точекъ $t, n, k, \dots o, r$ возстановляемъ къ ней перпендикуляры, отладываемъ по нимъ высоты колець $tc, nd, kh \dots oe, rf$, и соединивъ точки $m, c, d, h \dots e, f, s$ согласно кривою, получимъ профиль разрѣза, долины ABC , который будетъ тѣмъ ближе къ истинному, чѣмъ чаще будутъ ставиться визирные кольца.

• ил. 484.

Черт. XXXV.

• ил. 485.

• ил. 486.

Визирки и ватерпасъ даютъ возможность также скоро и легко проводить на мѣстности, не только линіи горизонтальныя, но и линіи одинаковаго, какого бы то ни было уклона. Предположимъ напр. что мы желали бы отъ точки m на мѣстности провести линію mo , въ которой

на каждую сажень длины было бы падение на один дюйм. Для этого забивъ коль am , вершина m котораго означаетъ начальную точку, ватерпасомъ проводимъ по данному направленію горизонтальную линію mr , которая будетъ обозначаться вершинами m и r кольевъ am и br . Если разстояніе ab будетъ напр. 3 сажени, то у кола br уклонъ линіи mo отъ горизонтальной mr долженъ составить 3 дюйма. Тогда около кола br вбиваемъ рядомъ другой коль c , вершина котораго была бы ниже вершины r кола br ровно на 3 дюйма. Тогда поставивъ визирки v_1 и v_2 на колья a и c , посредствомъ третьей визирки v_3 найдемъ высоту кольевъ $d, e, f...$ и т. д. вершины которыхъ будутъ находиться на той же наклонной линіи mo , въ которой на каждую сажень длины, падение будетъ въ одинъ дюймъ. Если на мѣстности встрѣтятся возвышенія, какъ въ d и f , поднимающія визирку выше искомой линіи, тогда здѣсь выкапываютъ ямы и коль вбиваютъ въ ямѣ пока ребро поставленной на него визирки v_3 не будетъ находиться на одной прямой съ верхними ребрами визирокъ v_1 и v_2 . Проведеніе линій равнаго уклона на мѣстности, бываетъ необходимо при разбивкѣ и выемкѣ земли при проведеніи каналовъ и руслъ. Наши рабочіе, въ особенности землекопы, привыкаютъ очень быстро и хорошо работать съ визирками, которыя постоянно употребляются инженерами при проведеніи шоссе и насыпей желѣзныхъ дорогъ. Если посредствомъ нивелировки желаютъ только ориентироваться, на сколько поднятая плотиною вода распространится вверхъ по теченію рѣки, насколько она распространится по оврагамъ прилегающимъ къ нашему будущему бассейну и зальетъ тѣ или другія мѣстности и угодья, то поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ что профиль ADB , фиг. 487, изображаетъ поперечный разрѣзъ рѣчной долины въ томъ мѣстѣ гдѣ должна быть устроена плотина; cDd есть русло рѣки, въ которомъ cd —уровень меженной или низшей воды; ab —наша мѣрная свая, и что нормальный горизонтъ воды долженъ быть поднять за плотиною на высоту ab , или до точки a на сваѣ. Если чрезъ точку a проведемъ горизонтальную линію AB , то эта линія и будетъ выражать собою поднятый горизонтъ въ профили ADB , а точки A и B —предѣлы до которыхъ вода поднимется на томъ и другомъ берегу въ этой профили. Чтобы найти въ натурѣ точки A и B , предположимъ что вся высота ab составляетъ 12 футовъ, тогда въ точкѣ c , гдѣ уровень dc воды прикасается къ берегу, вбиваемъ коль ec , высотой отъ воды до его вершины e въ 4 фута и ватерпасомъ отъ него проводимъ горизонтальную линію ep . Въ точкѣ p , гдѣ эта линія упирается въ откосъ берега, вбиваемъ коль pq , также высотой въ 4 фута и отъ его вершины проводимъ ватерпасомъ горизонтальную линію qr до встрѣчи ея въ точкѣ r съ откосомъ берега. Въ точкѣ r опять вбиваемъ коль rs высотой отъ земли, или отъ ватерпасной линіи qr въ 4 фута; изъ точки s ватерпасомъ проводимъ горизонтальную линію sa до встрѣчи ея съ откосомъ берега въ точкѣ A . И такъ какъ сумма высотъ $ce + pq + rs = = ab = 12$ фут., то точка A и будетъ тотъ предѣлъ до котораго дойдетъ поднятая вода по откосу AD въ профили ADB . Если бы подъемъ воды

Черт. XXXV.

• фиг. 487.

ab быть болѣе 12 фут., то мы должны были бы поставить болѣе промежуточныхъ кольевъ, какъ ce , pq , rs , такъ какъ неудобно дѣйствовать ватерпасомъ если высота этихъ кольевъ, будетъ выше 4 футовъ; удобнѣе же когда высота этихъ кольевъ будетъ только около 3 футовъ.

Чтобы опредѣлить точку B , до которой дойдетъ поднятая вода на противоположномъ скатѣ BD въ профилѣ ABD , мы ставимъ визирки v , и v_{II} на колья A и s и помощью третьей визирки v_{III} найдемъ точку B способомъ указаннымъ нами выше. Теперь представимъ себѣ, что въ планѣ, фиг. 488, линія AB изображаетъ направленіе и мѣсто нашей плотины и что точки A и B будутъ предѣлы, до которыхъ дойдетъ поднятая вода и положеніе которыхъ мы опредѣлили выше. Если мы пожелаемъ узнать, какъ далеко поднимется вода въ оврагѣ C , по притоку D и по долинѣ главной рѣчки E , мы изъ точки A проводимъ горизонтальную линію AM помощью ватерпаса и визирокъ; и если эта линія встрѣтитъ дно оврага C въ точкѣ M , то значить, что въ этомъ оврагѣ вода поднимется до точки M . Проведя же въ натурѣ горизонтальную AN , опредѣлимъ подъемъ воды въ главной долинѣ E . Если бы въ точкѣ N ватерпасный колъ еще возвышался бы надъ дномъ долины, то значить, что это мѣсто еще будетъ затоплено водою и проведемъ горизонтальную NR , если эта послѣдняя встрѣтитъ дно долины въ точкѣ R , т.-е. гдѣ высота ватерпаснаго кола сдѣлается равною нулю, то значить разливъ пруда дойдетъ въ долинѣ E до точки R ¹⁾. Точно также проведемъ горизонтальныя BO и OP , мы найдемъ предѣлъ разлива въ точкѣ P по долинѣ D притока. Произведя нивелированіе изъ точекъ A и B на другія части берега и съ берега на берегъ, мы можемъ обозначить кольями распространеніе въ берегахъ нашего будущаго пруда, или бассейна, и такимъ образомъ снять его форму на планѣ, какъ показано на фиг. 488 его очертаніе.

Когда всѣ предварительныя изысканія будутъ сдѣланы, мѣсто избрано, опредѣленъ родъ плотины и всѣ размѣры сооруженія, тогда съ составленнаго плана производится разбивка сооруженія на мѣстѣ. Если сооруженіе не велико, то разбивка дѣлается посредствомъ кольевъ, если же обширно, то въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и посредствомъ вѣхъ. Обыкновенно вѣхами обозначаютъ линію, проходящую чрезъ средину верхняго гребня плотины и эту линію продолжаютъ на обоихъ берегахъ нѣсколько длиннѣе чѣмъ длина всей плотины, чтобы во время работы, когда среднія вѣхи будутъ сняты, или засыпаны, всегда можно было бы возстановить эту линію по оконечнымъ вѣхамъ, которыя должны быть охранены на своихъ мѣстахъ до самаго окончанія работы. Отъ этой средней линіи отбиваются линіи *бровокъ*, или края верхняго гребня, если плотина образуется изъ земляной насыпи. Такъ напр., если вѣхи A' , A'' , A''' ... означаютъ въ планѣ срединную линію верхняго гребня,

¹⁾ См. прилож. XLVI. Если притокъ рѣчки обилень, то мы уже знаемъ, что при запруживаніи образуется подпруда вверхъ по рѣчкѣ на длину иногда въ $1\frac{1}{2}$ раза болшую противъ длины линіи $AN+NR$.

а въ профилѣ они выразятся вѣхою AB , то колья $m m' m'' m''' \dots$ и $n n' n'' n''' \dots$ будутъ обозначать собою линіи бровокъ, или краевъ гребня, въ профили означенныя точками a и b , а въ планѣ линіями mm''' и nn''' . Если верховой откосъ bc насыпи долженъ быть двойной, а низовой ad одинокій, то въ планѣ проводятъ на мѣстности линіи $cd, c'd', c''d'', c'''d''' \dots$ перпендикулярныя къ линіи AA''' въ разстояніи, напр. одной сажени одна отъ другой, и по нимъ откладываютъ $mc = 2mb$ и $dn = an$; а также $m'e'$ равную двумъ высотамъ бровки надъ точкою m' и $n'd'$ равную одной высотѣ бровки надъ точкою n' ; а эти высоты найдутся изъ нивелировочнаго профиля поперечнаго разрѣза долины, фиг. 487. Такимъ же образомъ опредѣляются точки, или мѣста кольевъ $e c' e'' e''' \dots$ и $d d' d'' d''' \dots$, которые обозначаютъ собою предѣлы верховаго и низоваго откосовъ въ планѣ мѣстности. Точно также на мѣстности, точнымъ образомъ, разбиваются колями мѣста и размѣры водоспусковъ весенняго и рабочаго; а при ближайшемъ устройствѣ ихъ, обозначаются на мѣстѣ колями направленія шпунтовыхъ рядовъ и мѣста забивки круглыхъ свай; размѣры и очертанія понурнаго и сливныхъ половъ. Всѣ же вертикальныя высоты различныхъ точекъ и частей сооруженія, опредѣляются нивелировкою, или проведеніемъ горизонтальныхъ линій помощію ватерпаса по дѣленіямъ, назначеннымъ на мѣрной свѣѣ, о которой мы говорили выше.

Когда нашъ прудъ, или бассейнъ, предназначается для вододѣйствія, то намъ иногда бываетъ необходимо знать объемъ заключающейся въ немъ рабочей воды; этотъ объемъ заключаетъ въ себѣ слой воды между высшимъ ея горизонтомъ въ прудѣ и горизонтомъ порога въ рабочемъ водоспускѣ; или точнѣе, онъ меньше полной вмѣстимости водохранилища на тотъ объемъ, который остается ниже низшаго горизонта рабочей воды. Объемъ рабочей воды необходимо бываетъ знать въ тѣхъ случаяхъ, когда притокъ воды въ бассейнъ, отъ какихъ-либо причинъ, значительно уменьшается, или, временно, и совершенно прекращается; тогда приходится работать только запасомъ рабочей воды бассейна. Нельзя дать никакого правила, въ какомъ отношеніи находятся между собою объемы рабочей и мертвой воды, лежащей ниже слоя рабочей и дномъ бассейна; такъ какъ это отношеніе зависитъ отъ формы бассейна и глубины залеганія порога въ рабочемъ водоспускѣ. Въ бассейнѣ для механическаго вододѣйствія, мертвый объемъ выпускается лишь тогда, когда требуется очистить прудъ или произвести исправленія въ водоспускѣ.

Когда же бассейнъ, или водохранилище, предназначается для питанія водою городовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ или каналовъ, и когда дается возможность, посредствомъ водоспуска или спускныхъ трубъ опорожнять весь бассейнъ, тогда бываетъ необходимо знать объемъ всего бассейна. Въ этихъ случаяхъ объемъ этотъ соображается съ запросомъ на количество воды и предѣлами въ которыхъ заключается ея притокъ. Такъ напр., если бассейнъ служить для питанія города, или станцій желѣзныхъ дорогъ, то запросъ выражается всегда нѣкоторымъ постояннымъ количествомъ воды въ сутки. Опытъ показалъ, что въ

Англи напр., наименьшій объемъ бассейна долженъ содержать количество воды, соотвѣтствующее 120-ти-дневному запросу; но случалось, что такой объемъ бывалъ недостаточенъ, а въ сухое время и 140-дневный запасъ воды оказывался малъ. Почему многіе инженеры совѣтуютъ устраивать объемъ водохранилища вмѣщающій запасъ воды на шесть мѣсяцевъ. *Ренкинз* замѣчаетъ, что по даннымъ проводимымъ *Бердморомъ*, видно, что въ водохранилищѣ собирается отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ полезнаго годоваго количества дождя, выпадающаго въ бассейнѣ рѣки; а потому, по его мнѣнію, водохранилище будетъ соотвѣтствовать своей цѣли въ томъ только случаѣ, когда наименьшее количество выпадающей въ бассейнѣ воды будетъ болѣе годоваго запроса на нее. Для питанія канала объемъ бассейна долженъ также соображаться съ потребностями судоходства; если же запруда устраивается въ верховьяхъ рѣки, для предохраненія окружающей мѣстности отъ затопленія во время разливовъ, то бассейнъ запруды долженъ вмѣщать въ себѣ весь излишекъ выпадающей дождевой воды надъ расходомъ рѣки, безвреднымъ для окружающей мѣстности.

Такимъ образомъ во всѣхъ этихъ случаяхъ бываетъ необходимо знать объемъ пруда, или водохранилища, и слѣдовательно количество содержащейся въ немъ воды; въ другихъ же случаяхъ, какъ замѣтили выше, этотъ объемъ долженъ быть опредѣленъ предварительно и самая плотина должна быть устраиваема съ такимъ расчетомъ, чтобы она образовала за собою прудъ, или водохранилище, не менѣе извѣстнаго объема. Для опредѣленія объема пруда поступаютъ слѣдующимъ образомъ: 1) *когда этотъ объемъ опредѣляется предварительно, еще до поднятія воды запрудой*. Представимъ себѣ, что фиг. 490 изображаетъ очертаніе нашего пруда въ планѣ, опредѣленное предварительною нивелировкой, какъ это указано нами выше, и линія *ab* изображаетъ мѣсто и направленіе плотины. По срединѣ пруда, и если возможно перпендикулярно къ направленію *ab* плотины, мы пробиваемъ кольями или вѣхами (смотря по обширности пруда) прямую линію *cd*. Затѣмъ перпендикулярно къ этой линіи *cd*, пробиваемъ кольями прямыя линіи *ab*, *a'b'*... *a''b''* на разстояніи напр. 10 сажень одна отъ другой. Если прудъ очень длиненъ и обширенъ, то это разстояніе можно брать гораздо больше 10 сажень; но вообще чѣмъ разстоянія эти будутъ менѣе, тѣмъ объемъ можетъ быть опредѣленъ точнѣе. Затѣмъ по линіямъ *ab*, *a'b'*... и т. д. посредствомъ нивелировки, какъ указано выше, мы опредѣляемъ площади *a'b'c'*, *a''b''c''*... и т. д., фиг. 491, поперечнаго сѣченія, или профили пруда въ этихъ сѣченіяхъ, которыя, по принятому масштабу, наносимъ на бумагу и величину ихъ въ квадратныхъ футахъ. или саженьяхъ, вычисляемъ по формулѣ *Симпсона*. Означимъ величину этихъ площадей поперечныхъ сѣченій, соотвѣтственно, чрезъ *A A' A'' A'''*... и т. д., выраженную въ квадратн. футахъ или квадратныхъ саженьяхъ; означимъ также чрезъ *m* разстояніе *cc' = c'e'' = c''e'''*... и т. д., выраженное въ линейныхъ футахъ или саженьяхъ. Тогда объемъ части пруда, заключающійся между двумя сѣченіями *ab* и *a'b'* можетъ

Черт. XXXVI.

фиг. 490.

фиг. 491.

фиг. 492.

быть выраженъ чрезъ $\left(\frac{A+A'}{2}\right) \cdot m$, гдѣ $\frac{A+A'}{2}$ есть величина средняго сѣченія ab и $a'b'$; точно также объемъ части пруда между сѣченіями $a'b'$ и $a''b''$ выразится чрезъ $\left(\frac{A'+A''}{2}\right) \cdot m$ и т. д., а сумма всѣхъ этихъ объемовъ составитъ объемъ всего пруда, выраженный въ кубическихъ футахъ или куб. саж.

По правилу же *Симпсона*, этотъ полный объемъ будетъ:

$$Q = \frac{m}{3} \left[A + A^{viii} + 4(A' + A''' + A^v + A^{vii} \dots) + 2(A'' + A^{iv} + A^{vi} \dots) \right]$$

Когда объемъ Q пруда долженъ быть не менѣе опредѣленной величины, то если при высотѣ ce , фиг. 492, поднятія воды за плотинной, этотъ объемъ оказывается малъ, мы увеличимъ эту высоту на одинъ футъ, на два фута и т. д. и сдѣлавъ провѣрку и исчисленіе поперечныхъ сѣченій и объема, остановимся на той высотѣ поднятія воды за плотинной, которая дастъ намъ прудъ желаемаго объема, или весьма близкій къ нему.

фиг. 492.

2) *Когда опредѣляется объемъ пруда уже наполненнаго водою.* Въ этомъ случаѣ линіи профилей $a'b'$ $a''b''$ $a'''b'''$... и т. д., обозначаются на берегу кольями, а промѣры въ нихъ глубинъ дѣлаются съ лодки или плота; профиль вычерчивается на бумагѣ и величина ея площади вычисляется точно такимъ же образомъ, какъ въ первомъ случаѣ, равно какъ по площадямъ профилей опредѣляется и объемъ пруда. Но у насъ въ этомъ случаѣ гораздо удобнѣе опредѣлять объемъ пруда зимою, со льда. Въ началѣ зимы, когда ледъ не толще двухъ вершковъ и когда онъ уже хорошо держитъ, поверхность его представляетъ готовую нивеллировку; проведеніе на немъ разбивочныхъ линій ab $a'b'$... и т. д., удобно, равно какъ и раздѣленіе ихъ на равныя части. Промѣръ глубинъ со льда также удобенъ и прорубаніе въ немъ отверстій не затруднительно пока онъ не толстѣетъ.

3) *Есть еще способъ опредѣленія объема водохранилища — посредствомъ горизонталей.* Для этого представимъ себѣ, что въ самомъ глубокомъ мѣстѣ котловины пруда, мы забьемъ вертикально высокую сваю mn , фиг. 493, на которой, начиная отъ дна, нанесемъ дѣленіе на фута до высшаго будущаго горизонта воды въ прудѣ. Конечно, все это дѣлается, когда водохранилище еще пусто и воды въ немъ нѣтъ. Далѣе представимъ себѣ, что черезъ каждый футъ дѣленія на сваѣ мы проводимъ горизонтальную плоскость, то каждая такая плоскость пересѣчетъ скаты долины по нѣкоторой кривой линіи; эти кривыя линіи пересѣченія мѣстности горизонтальными плоскостями и называются *горизонтальями*. Если, фиг. 493, A изображаетъ планъ нашего пруда, а B его продольный разрѣзъ вертикальной плоскостью; линіи же $a'b'$ $a''b''$... и т. д. горизонтальныя плоскости, проводимыя черезъ каждый футъ дѣленія сваи mn , то эти горизонтальныя плоскости пересѣкутъ края пруда по кривымъ линіямъ 1,1; 2,2,2; 3,3,3; 4,4,4;... и т. д., которыя и будутъ горизонтали. Очевидно, что эти кривыя линіи можно получить нивеллировкой, производя такуюю на высотѣ одного фута, по-

Черт. XXXVI.

фиг. 493 [B].

фиг. 493 [A].

томъ на высотѣ 2-хъ футовъ и т. д. Если же плотина наша уже устроена и мы помощію водоспуска можемъ удерживать воду за плотиною на произвольной высотѣ, то поднявъ ея уровень сначала на одинъ футъ, она займетъ въ планѣ площадь 1,1; вбивъ по краямъ этой площади колья, мы помощію съемки можемъ снять эту площадь на планъ по какому-либо масштабу и вычислить ея величину въ квадратныхъ футахъ или квадратныхъ саженьяхъ. Далѣе, поднявъ воду на два фута, она зальетъ намъ площадь 2,2,2 . . . , величину которой опредѣлимъ такимъ же образомъ и т. д. Зная величины площадей, ограниченныхъ горизонталями, плоскости которыхъ горизонтальны и отстоятъ одна отъ другой на одинъ футъ, мы вычислимъ объемъ пруда по правилу *Симпсона*, приведенному въ 1-мъ пунктѣ.

Этотъ способъ опредѣленія объема пруда удобенъ, когда можемъ поднимать воду за плотиною и удерживать ее на произвольной высотѣ, какъ сказали выше; если же приходится опредѣлять горизонтали посредствомъ нивелированія, то при большихъ водохранилищахъ этотъ способъ медленъ и затруднителенъ. Но зато онъ имѣетъ то преимущество, что при точномъ планѣ съ горизонталями, можно по рейкѣ, или футштоку, всегда знать количество израсходованной и объемъ запасной воды въ водохранилищѣ. Ибо означивъ величину площади пруда 5,5,5 (а въ разрѣзѣ $a^v b^v$) чрезъ M^v квадратн. футовъ и величину площади 4,4,4 (въ разрѣзѣ $a^{iv} b^{iv}$) чрезъ M^{iv} квадр. фут., объемъ воды заключающійся между ними можетъ быть выраженъ чрезъ $\left(\frac{M^v + M^{iv}}{2}\right) \cdot 1$, такъ какъ разстояніе между ними, по предположенію, равно одному футу, а величина $\frac{M^v + M^{iv}}{2}$ есть средняя величина площади M^v и M^{iv} . Также объемъ слоя воды между горизонтальными сѣченіями 4,4,4 (въ разрѣзѣ $a^{iv} b^{iv}$) и 3,3,3 (въ разрѣзѣ a^3, b^3), будетъ $\frac{M^{iv} + M^3}{2}$ куб. фут. и т. д. Такимъ образомъ, зная на сколько уровень воды понизился или повысился въ водохранилищѣ по футштоку, или рейкѣ съ дѣленіями, мы всегда можемъ знать на сколько уменьшился или увеличился объемъ воды въ водохранилищѣ.

При правильномъ веденіи прудоваго хозяйства, когда бываетъ необходимо точно знать количество прибылой, израсходованной и запасной воды, футштокъ служить въ этомъ случаѣ указателемъ. Количество нормальнаго притока опредѣляется еще до устройства плотины, способами, которые мы изложили выше для опредѣленія объема протекающей воды въ рѣкѣ. Количество воды, протекающей сквозь каждый поднятый на извѣстную высоту щитъ водоспуска или рабочаго става, можетъ быть опредѣленъ способами, указанными въ 1-й части; величины эти должны быть заранѣе вычислены и извѣстны. Поэтому лицо завѣдующее прудовою водою, лишь отмѣчаетъ въ своемъ журналѣ время и высоту поднятія того или другаго щита и время ихъ опусканія и этою записью опредѣляетъ суточный расходъ воды; а зная количество притока, онъ всегда можетъ знать и объ имѣющемся запасѣ. Прибылая вода отъ

раздѣй замѣчается на футштокъ водохранилища и, при извѣстности площади запруды, объемъ ея заносится на приходъ воды. При правильномъ учетѣ воды изъ года въ годъ, этотъ учетъ дѣлается все правильнѣе и точнѣе и заводъ приобретаетъ возможность знать довольно точно, какимъ объемомъ воды онъ можетъ располагать въ томъ или другомъ мѣсяцѣ года. Только такимъ способомъ заводская администрація можетъ знать о дѣйствительномъ количествѣ механической работы своихъ двигателей, которой можетъ располагать и слѣдовательно о количествѣ тѣхъ работъ, которыя она въ состояніи выполнить.

ОТДѢЛЪ ВОСЬМОЙ.

УСТРОЙСТВО ЗАПРУДЪ.

ГЛАВА XVII.

ПЕРЕМЫЧКИ, ЗЕМЛЯНЫЯ НАСЫПИ и ФАШИННЫЯ ЗАПРУДЫ.

50. Устройство перемычекъ. — Къ числу предварительныхъ работъ при сооруженіи плотинъ и въ особенности водоспусковъ, принадлежатъ временныя сооруженія, служащія для отвода воды отъ мѣста работъ и которыя носятъ общее названіе *перемычекъ*. Если теченіе рѣки можетъ быть временно отведено отъ мѣста постройки плотины посредствомъ канавы, небольшого канала или случайнаго рукава рѣки, то перемычка устраивается въ прежнемъ руслѣ такимъ образомъ, чтобы направить воду рѣки въ отводную канаву, каналъ или рукавъ рѣки и этимъ совершенно осушить пространство, гдѣ должны быть произведены работы. По окончаніи работъ перемычка уничтожается, теченіе рѣки направляется въ прежнее русло, а входъ ея въ канаву, каналъ или рукавъ, задѣлываются. Если же перемычкой нельзя направить воду обходными путями, то ею ограждается лишь самое мѣсто производства работъ, для препятствованія къ нему доступа водѣ. Перемычки также бываютъ необходимы въ такихъ частяхъ сооруженія, которыя должны быть углублены въ грунтъ и гдѣ изъ углубленія должна быть удалена вода насосами или другимъ способомъ; и тогда перемычка должна ограждать это пространство отъ новаго притока воды. При огражденіи перемычками мѣста работъ, ими обносятъ, или все это мѣсто, или только съ нѣкоторыхъ сторонъ, какъ напр. при работѣ у берега, лишь бы прервать къ нему доступъ воды. При нѣсколькихъ большихъ, капитальныхъ гидравлическихъ сооруженіяхъ, въ особенности гдѣ употребляются въ основаніе бетонныя массы, нельзя обходиться безъ частныхъ замкнутыхъ перемычекъ углубленныхъ частей, какъ для предохраненія ихъ отъ притока рѣчной воды, такъ и сильной грунтовой. При обыкновенныхъ же мельничныхъ запрудахъ, когда притокъ воды простирается отъ 10 до 20 куб. футовъ въ секунду, чаще обходятся вовсе безъ перемы-

зекъ. Для сокращенія издержекъ, перемычка должна быть по возможности не длинна, но однако въ ограждаемомъ ею пространствѣ она должна допускать необходимый просторъ для удобнаго производства работъ. Въ видахъ удешевленія, устройство перемычки должно быть по возможности просто и изъ недорогихъ матеріаловъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ перемычка должна быть прочна и надежна, для обезпеченія работъ и рабочихъ и отвѣчать главной цѣли — ограждать работы отъ притока воды. Выборъ мѣста для перемычки вполне зависитъ отъ мѣстныхъ обстоятельствъ и условій, а потому общихъ правилъ для этого выбора дать невозможно. Главнымъ образомъ, избираемое мѣсто должно быть соображено съ меньшей стоимостью и благонадежностью перемычки и съ главной ея цѣлью — не допускать воду къ мѣсту производства работъ. Иногда перемычка можетъ быть съ выгодною устроена не у самого мѣста работъ, но на нѣкоторомъ, иногда довольно большомъ разстояніи вверхъ по рѣкѣ, если прерывая все русло рѣки она даетъ возможность направить теченіе по старорѣчью, или рукаву, или по заводи, выводящими воду рѣки ниже мѣста нашихъ работъ. Такъ напр. въ Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ, при построеніи деревяннаго водоспуска, перемычка была устроена вверхъ по рѣкѣ на 2 версты отъ мѣста работъ, потому что на этомъ мѣстѣ, хотя перемычка выходила длиннѣе, но грунтъ дна и береговъ представлялъ болѣе ручательствъ въ ея прочности, чѣмъ всякое другое мѣсто на этомъ протяженіи рѣки ¹⁾. Замѣтимъ еще, что при постройкѣ плотинъ и водоспусковъ, перемычка чаще проводится отъ одного берега до другаго, и потому выгодно если въ руслѣ или долинѣ рѣки, можно найти узкое мѣсто для ея устройства, чтобы она не была длинна. Причемъ перемычка упирающаяся въ берега, должна быть непременно врѣзана въ эти берега на нѣкоторое протяженіе, равное отъ одной до трехъ и болѣе глубинъ воды у берега, смотря по плотности или рыхлости въ этомъ мѣстѣ береговъ. Если случайно берегъ, къ которому должна примкнуть перемычка, укрѣпленъ въ этомъ мѣстѣ искусственно, то никогда не слѣдуетъ примыкать перемычку къ искусственному береговому укрѣпленію.

Если перемычка должна удерживать только поверхностную воду, то она называется *грунтовой* и дѣлается: 1) въ видѣ земляной плотины; 2) изъ рядовъ фашинъ, уложенныхъ комлями къ низовой сторонѣ, а метловыми къ верховой, или къ водѣ, съ присыпкою къ нимъ земли со стороны воды; 3) изъ одного, двухъ, или трехъ рядовъ фашинныхъ стѣнъ, съ загрузкой земли между ними и съ присыпкою ея со стороны воды; 4) изъ рогожныхъ кулей, наполненныхъ землею, промежутки между которыми засыпаются землею и къ нимъ присыпается земля со стороны воды; 5) изъ досчатой переборки, удерживаемой сваями, къ второй присыпается земля со стороны воды и 6) изъ двухъ или трехъ такихъ досчатыхъ переборокъ, между которыми дѣлается земляная насыпь. для чего переборки ставятся въ нѣкоторомъ разстояніи одна отъ

другой и, кромѣ того, къ переборкѣ обращенной къ водѣ, дѣлается земляная присыпка. Если же перемычка должна защищать мѣсто работы, какъ отъ поверхностной, такъ и отъ подземной, или грунтовой воды, а также отъ просачиванія поднятой воды сквозь рыхлый или пропускной грунтъ, то въ этомъ случаѣ необходимы шпунтовые ряды изъ досокъ или свай, между которыми набивается земля: такая перемычка называется *шпунтовою*. Очевидно, что устойчивость перемычки должна соответствовать высотѣ поднимаемой за нею воды: что земля въ перемычкахъ должна быть хорошо утрамбована; чтобы шпунтовые ея ряды проникали въ непроницаемый водою пластъ и были забиты тщательно.

Высота перемычки зависитъ отъ глубины находящейся за нею воды и дѣлается на 3 или 4 фута выше напора; но если случайные паводки во время работъ могутъ поднять уровень воды за перемычкой, то всегда полезно дѣлать высоту перемычки нѣсколько болѣе, чтобы устранить возможность залитія работъ.

Что же касается до толщины перемычекъ, то когда онѣ состоятъ только изъ земляной насыпи, изъ земли въ куляхъ или когда ихъ низовой откосъ образованъ изъ фашинокъ, то на уровнѣ воды толщина ихъ должна быть равна глубинѣ воды, а въ основаніи эта толщина должна быть вдвое или втрое болѣе глубины воды, какъ видно на фигурахъ, т.-е. что $ab = h$, а $cd =$ отъ $2h$ до $3h$. При одной досчатой переборкѣ, или при одинокой фашинной стѣнкѣ, насыпь земли вверху ab должна быть отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ глубины h , а основаніе cd отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 глубинъ h . Такая же толщина земляной насыпи дается и при одномъ шпунтовомъ рядѣ. При двухъ досчатыхъ переборкахъ или двухъ шпунтовыхъ рядахъ, а также при двухъ фашинныхъ стѣнахъ, толщина перемычки дѣлается равною глубинѣ h , если эта глубина менѣе 10 футовъ. При глубинѣ же болѣе 10 футовъ, для опредѣленія толщины перемычки обыкновенно берутъ половину глубины, выраженную въ футахъ, и къ этому числу прибавляютъ 4 фута, такъ что перемычки при глубинѣ воды: въ 10 ф.—12 ф.—14 ф.—16 ф. должны имѣть толщину: 9 ф.—10 ф.—11 ф.—12 ф. и т. д. Эти размѣры должны соблюдаться, будетъ ли перемычка строиться въ стоячей или текучей водѣ. Относительно выбора рода перемычекъ, то этотъ выборъ зависитъ главнымъ образомъ отъ грунта, на которомъ строится перемычка, отъ высоты напора воды за перемычкою и отъ матеріаловъ, которыми располагаемъ. Въ зависимости отъ грунта, строятся перемычки грунтовая, т.-е. состоящая изъ одной земли, земли въ куляхъ, изъ переборокъ досчатой или фашинной, съ присыпкой къ нимъ земли, на грунтахъ твердыхъ, непроницаемыхъ и неразмываемыхъ. Тамъ же, гдѣ грунтъ русла и береговъ состоитъ изъ породъ рыхлыхъ и илистыхъ, перемычки должны быть шпунтовые, свайныя или досчатые, смотря по высотѣ напора воды. Тамъ, гдѣ хворостъ не дорогъ, фашинные перемычки употребляются при недостаткѣ земли или при далекой ея возкѣ; такъ какъ при этомъ тѣло перемычки образуется изъ фашинокъ, а земля идетъ лишь на засыпку и

Черт. XXXVI.

фиг. 494, 495
и 496.

фиг. 497
и 498.

присыпку со стороны воды и тогда ей требуется гораздо меньше. По разборкѣ же перемычки, фашины могутъ идти на другое дѣло.

Въ зависимости же отъ глубины воды за перемычкой, на основаніи опытовъ, держатся такого правила: а) при глубинѣ воды отъ 2 до 4-хъ футовъ, строить перемычки грунтовыя: земляныя, фашинные, съ одной досчатой или фашинной переборкой, съ присыпкой къ нимъ земли и шпунтовую съ однимъ рядомъ и присыпкой, если того требуетъ грунтъ; б) при глубинѣ воды отъ 4 до 6-ти футовъ — земляную изъ кулей, изъ двухъ досчатыхъ переборокъ, на разстояніи одна отъ другой 4—6 фут. съ засыпкой и утрамбовкой между ними земли; при грунтахъ слабыхъ, одну переборку, именно низовую, или заднюю, замѣняютъ шпунтовымъ рядомъ изъ досокъ; в) при глубинѣ воды отъ 6—8 футовъ, при хорошемъ грунтѣ, перемычка можетъ быть изъ кулей, набитыхъ землею, но надежнѣе изъ двухъ шпунтовыхъ досчатыхъ рядовъ, въ разстояніи 6—8 футовъ одинъ отъ другаго и съ забивкою между ними земли; г) при глубинѣ воды отъ 8 до 10 и болѣе футовъ, для прочности перемычки, необходимы два шпунтовые ряда изъ свай, потому что доски задняго ряда, при большой длинѣ и свободныя отъ давленія воды, могутъ прогибаться отъ давленія засыпаемой между рядами и трамбуемой земли.

• ил. 499.

Земляная загрузка составляетъ все-таки главную и основную часть всякой перемычки. Обыкновенно совѣтуютъ для загрузки перемычекъ употреблять глину; но г. Гаусманъ замѣчаетъ совершенно справедливо, что глину нельзя отдать въ этомъ случаѣ безусловно преимущество. Для загрузки слѣдуетъ употреблять тяжеловѣсную землю имѣющую нѣкоторую вязкость, а потому для этой цѣли лучшая земля есть также суглинокъ, при недостаткѣ котораго слѣдуетъ глину смѣшивать съ пескомъ. Еще меньше г. Гаусманъ совѣтуетъ исключительное употребленіе глины для всѣхъ загрузокъ въ водѣ и справедливость этого совѣта мы неоднократно испытали лично. Онъ основательно не допускаетъ также загрузки изъ чистой глины въ перемычкахъ, въ срубахъ и роствергахъ водоспусковъ, подъ сливными полами и за береговыми стѣнами. Во-первыхъ потому, что глины, по составу и свойствамъ, бываютъ весьма разнообразны и многіе сорта ихъ скорѣе вредятъ дѣлу, чѣмъ приносятъ пользу; глина въ водѣ пучится, разжижается, прилипаетъ къ стѣнамъ и сваямъ, отъ мороза расширяется, приподнимается, мерзлый слой отдѣляется отъ талого; глина легко уносится струею въ видѣ мутной воды изъ всякаго огражденія. Но глина составляетъ лучший матеріалъ для засыпки пустыхъ мѣстъ въ водоспускахъ недоступныхъ для промерзанія, какъ напр. подъ понурными полами, которые почти всегда покрыты водою, или въ такихъ частяхъ, которыя не омываются текучею водою, или не подвержены попеременно, то смачиванію, то высыханію. Въ такихъ мѣстахъ сухая, хорошо утрамбованная глина, составляетъ лучшую загрузку. Но если перемычка устроивается только на одно лѣто, то можно употреблять на загрузку и глину и даже безразлично всякую землю имѣющуюся подъ рукою, избѣгая лишь торфянистыхъ и болотистыхъ земель.

У насъ часто встрѣчается употребленіе навоза для засыпки, не только перемычекъ, но и всякихъ другихъ преградъ задерживающихъ воду; при нашихъ обыкновенныхъ мельничныхъ плотинахъ, въ отсыпь передъ ставомъ, или отмель, всегда употребляютъ съ землею и навозъ, о чемъ мы будемъ говорить подробнѣе въ своемъ мѣстѣ. Навозъ, преимущественно коровій, хорошо задерживаетъ просачиваніе воды сквозь щели досчатыхъ обшивокъ, перегородокъ, шпунтовыхъ рядовъ, сквозь пустоты между землею и деревомъ и даже между камнями; онъ долженъ быть не слишкомъ свѣжій и въ особенности не слишкомъ перегорѣлый. Но какъ сплошная насыпка, онъ не можетъ замѣнить землю. почему навозъ накидывается передъ щитами водоспусковъ, передъ шпунтовымъ рядомъ, т.-е. между нимъ и присыпаемой къ нему землей, передъ деревянною стѣною водоспуска; имъ же прослаивается земляная отмель передъ водоспускомъ, какъ уже замѣтили выше. Вообще навозъ употребляется тамъ, гдѣ нужно заглушить просачиваніе воды сквозь щели и гдѣ вода непосредственно обмываетъ лицо постройки. Для той же цѣли, съ нѣкоторой пользой, употребляютъ древесныя опилки, мохъ, сѣнную труху; всѣ они и въ особенности коровій навозъ, имѣющій нѣкоторую клейкость, будучи брошены въ воду, опускаются къ низу медленно, легко увлекаются слабою струей, заходятъ въ щели и, засоряя ихъ, останавливаютъ проходъ воды.

Черт. XXXVI.

фиг. 494.

фиг. 495.

При устройствѣ перемычки изъ земляной насыпи, земля, насыпаемая въ воду, разравнивается подъ водою и затѣмъ, по возвышеніи насыпи сверхъ уровня воды, она должна быть сильно утрамбована. При перемычкѣ изъ кулей, кули наполняются землею только до $\frac{3}{4}$ ихъ объема и затѣмъ завязываютъ куль плотно мочалой или бичевкой. Къ мѣсту работъ кули, набитые землею, подвозятъ или на тачкахъ, или подносятъ на носилкахъ, или подтаскиваютъ по доскамъ, поливаемымъ водою. Каждый куль опускаютъ въ воду тремя или четырьмя крючьями; кули раскладываютъ по дну въ одинъ рядъ по возможности плотно одинъ около другаго. По уложенному нижнему ряду во всю ширину и длину перемычки, насыпаютъ слой земли для заполнения пустотъ между кулями и потомъ такимъ же образомъ укладываютъ слѣдующіе ряды. Въ текучей водѣ эту работу нужно производить дружно и быстро, дѣлая съ верховой стороны отсыпь землею, чтобы струя не подмывала дна подъ кулями. Перемычки съ низовымъ фашиннымъ откосомъ возможно дѣлать пока работа идетъ по сухому мѣсту или въ стоячей водѣ; въ этомъ случаѣ однокомельныя фашины укладываются рядами, комлями къ низовой сторонѣ, дѣлая отступъ комлей рядъ отъ ряда для образованія одинокого откоса и засыпая, или загружая каждый рядъ землею, съ надлежащей присыпкою ея со стороны воды. Для загрузки фашинъ можно употреблять хрящъ и для плотной укладки нижнихъ слоевъ въ стоячей водѣ, обвязывать фашины камнями. Въ текучей же водѣ необходимо вести фашинную перемычку по способу укладныхъ сооружений. Для фашинной стѣнки, къ которой присыпается земля со стороны воды, бьется рядъ круглыхъ свай ручною бабою, или копромъ, смотря по высотѣ пере-

фиг. 496.

мычки; со стороны же воды, фашины, заложенные за сваи, до присыпки къ нимъ земли, удерживаются временно забиваемыми кольями.

Тамъ гдѣ находятся комли фашины, сваи бьются на разстояніи отъ $\frac{3}{4}$ до 1 аршина, въ остальныхъ же частяхъ сваи можно бить на разстояніи $1\frac{1}{2}$ до 2 аршинъ свая отъ сваи, чтобы земля не могла давленіемъ прогибать и выпучивать фашины.

Для устройства досчатой переборки въ одинъ рядъ, забиваютъ также ручною бабою или копромъ одинъ рядъ круглыхъ свай, на разстояніи свая отъ сваи въ ряду отъ 4 до 6 футовъ; затѣмъ, какъ при фашинной стѣнкѣ, такъ и при деревянной переборкѣ, верхи свай срѣзаютъ подъ ватерпасъ на высотѣ отъ 2—4 футовъ выше уровня воды, зарубаютъ на концахъ свай долевые шипы и на нихъ утверждаютъ гнѣздами насадку, или верхній брусъ, который держитъ сваи въ связи между собою. Затѣмъ, или забиваютъ стѣнку досками вдоль за сваями, или дѣлаютъ изъ досокъ щиты во всю высоту переборки, а длиною отъ середины до середины свай; доски должны быть $1\frac{1}{2}$ вершковой толщины. Край нижней доски или щита, задѣлываютъ острымъ гребнемъ и нѣсколько осаживаютъ въ грунтъ. Для закладки досокъ около свай, ихъ придерживаютъ со стороны воды, до присыпки къ нимъ земли, вбитыми кольями. Или, наконецъ, доски ставятся стоймя, или наклонно, фиг. 501, приче́мъ низъ ихъ заостряется и нѣсколько забивается въ землю. Во всѣхъ этихъ случаяхъ края досокъ должны быть причерчены, чтобы доски лежали плотно одна къ другой, или даже соединяются шпунтомъ и гребнемъ. Выборъ того или другаго рода переборки зависитъ, частью отъ произвола, а частью отъ экономіи досокъ, если ихъ желаютъ употребить въ дѣло. Въ этомъ отношеніи закладка переборки длинными досками на ребро предпочтительнѣе. Затѣмъ къ переборкѣ присыпается земля; въ водѣ она ложится рыхло, и потому ее уминаютъ ногами, и когда она поднимется изъ воды, то трамбуютъ и образуютъ откосъ, давая присыпкѣ толщину указанную выше; къ доскамъ, передъ присыпкою земли, накидывается навозъ.

При двойномъ рядѣ переборокъ, насадки надъ рядами свай связываются деревянными поперечными схватками, врубаемыми концами сквороднемъ въ полъ толщины насадочнаго бруса, фиг. 502, для того, чтобы при набиваніи земли между переборками, ряды свай, вмѣстѣ съ переборками, не разлапались въ стороны. Схватки врубаются на разстояніи 4—6 футовъ одна отъ другой. Засыпку перемычки въ стоячей водѣ можно производить, или послѣ устройства всѣхъ переборокъ, или во время самаго ихъ устройства, по частямъ; въ текущей же водѣ засыпка начинается отъ обоихъ береговъ и продолжается по мѣрѣ изготовленія переборокъ.

При шпунтовыхъ заборахъ, задній, или низовой рядъ, лучше дѣлать изъ свай, такъ какъ на него нѣтъ давленія воды и онъ подвергается всему давленію земли; тогда какъ передовая стѣна подвержена только разности давленія земли и воды, а потому она можетъ быть переборчатая или изъ досчатого шпунтового ряда. Иногда низовая стѣна под-

фиг. 497.

фиг. 498.

фиг. 500
и 501.

фиг. 499.

фиг. 502.

фиг. 503.

пирается подкосами. Для забивки шпунтовых рядовъ, предварительно забиваются круглыя сваи для направляющихъ рамъ; рамныя сваи бьются въ ряду на разстояніи 4—6 фут. свая отъ сваи. Если строить перемычку поперечную въ текучей водѣ, то веденіе, или забивку, шпунтовыхъ рядовъ начинаютъ одновременно съ обоихъ береговъ и смыкаютъ ряды на серединѣ; если обносятъ перемычкой только одинъ берегъ рѣки, то сначала проводятъ шпунтовые ряды параллельные теченію и затѣмъ уже поперечные, начиная съ верховаго. При всякой перемычкѣ примыкающей къ берегу, необходимо продолжить шпунтовые ряды или перекладки на нѣкоторое протяженіе въ берегъ, чтобы образовать крылья перемычки и лучше скрѣпить ее съ берегами.

•ил. 504.

При шпунтовыхъ рядахъ, свайныхъ или досчатыхъ, оставляютъ, на разстояніи 4—6 футовъ, сваи или доски выходящими выше, а между ними верхи свай или досокъ срѣзаютъ по ватерпасу; на выходящихъ сваяхъ или доскахъ задѣлываютъ шипъ, фиг. 504, а на срѣзанныхъ подъ ватерпасъ частяхъ нарубаютъ гребень. На шипы и гребень свай или досокъ владутъ насадку, или верхній брусъ, сквозными сдѣланными въ немъ гнѣздами на шипы а шпунтомъ на гребень свай, тогда весь шпунтовый рядъ получаетъ общую связь и большую устойчивость. Смыканіе перемычки въ текучей водѣ, которое обыкновенно бываетъ на серединѣ, можетъ иногда представить затрудненія, а прорывъ воды, выплывающей за перемычкой, сквозь остающееся еще незакрытымъ отверстіе, можетъ произвести вымывы дна въ этомъ отверстіи. Для успѣшнаго смыканія перемычекъ, г. Гаусманъ совѣтуетъ выбирать время сухое и при меженной водѣ, устроить по сторонамъ смыкаемой части прочныя и просторныя подмости для свободнаго размѣщенія рабочихъ, копровъ и матеріаловъ, заготовить на берегахъ и подмостяхъ кули, набитые землею: фашины, булыжный камень и землю для искусственнаго укрѣпленія дна, не медлить начатыми работами и производить ихъ возможно большимъ числомъ рабочихъ. При чемъ производить частые промѣры, чтобы слѣдить за распространеніемъ подмыва и останавливать его увеличеніе опусканіемъ на дно кулей съ землею, фашинъ и камней. Особенно необходимо стараться скорѣе закрыть отверстіе въ низовомъ рядѣ щитомъ, чтобы остановить быстроту теченія и затѣмъ по возможности скоро сомкнуть шпунтовую линію забивкою свай, накидывая за ними тотчасъ землю, просто и въ куляхъ, и всѣми способами стараясь укрѣпить сдѣланную въ отверстіи преграду. Когда задній рядъ перемычки сомкнутъ и засыпанъ, тогда сомкнутіе передняго ряда уже не представитъ затрудненій, такъ какъ эта работа будетъ уже производиться въ стоячей водѣ. Ниже, говоря о замыканіи глухихъ плотинъ, мы приведемъ подробнѣе тѣ приемы, которые были употребляемы г. Гаусманомъ при смыканіи имъ глухой Сестрорѣцкой запруды, и которые могутъ дать полезныя указанія и для смыканія перемычекъ въ текучей водѣ.

Отливка воды изъ огражденнаго перемычкою пространства, производится, или ручною работою, при небольшихъ сооруженіяхъ, или механическими приспособленіями при работахъ значительныхъ. При руч-

ной работѣ употребляютъ для отливки воды ведра, шайки, ручныя лейки (барочныя, сдѣланныя въ видѣ совка и подвѣшенныя на веревкѣ) и обыкновенные насосы. Такъ какъ при этомъ всегда выгодно поднимать воду на меньшую высоту, то желоба, по которымъ отводится вода, должно помѣщать по возможности ниже и ближе къ уровню наружной воды. Если перемычка, по какимъ-либо соображеніямъ, значительно выше этого уровня, то для успѣшнаго отлива воды желоба пропускаютъ сквозь перемычку, а при возвышеніи воды, сдѣланныя въ перемычкахъ отверстія для пропуска желобовъ, плотно задѣлываютъ. При отливаніи ведрами и шайками, желоба, сволоченныя изъ трехъ досокъ, ставятъ на невысокихъ козлахъ, а по сторонамъ желобовъ разставляютъ рабочихъ выкачивающихъ воду. При употребленіи ручныхъ леекъ, воду обыкновенно перебрасываютъ черезъ перемычку безъ посредства желобовъ. При насосахъ, ихъ устанавливаютъ въ углахъ перемычки, а рукавъ насоса выливаетъ воду за перемычку. Гдѣ подъемъ воды болѣе 7 футовъ, отливъ ручной работой невыгоденъ: тамъ употребляютъ локомобили, приводящіе въ движеніе архимедовъ винтъ или другіе водоотливные снаряды, если сооруженія обширны.

51. Устройство земляныхъ насыпей глухихъ и створчатыхъ плотинъ.— При изложеніи характеристикъ рѣчныхъ подпорныхъ плотинъ мы уже замѣтили, что не всякая плотина, или запруда, удерживающая воду, имѣетъ непременно водоспускъ. Когда земляная насыпь возводится для защиты мѣстности отъ затопленія и для удержанія воды только на известномъ пространствѣ; когда эта насыпь предназначена для огражденія одного изъ рукавовъ рѣки, чтобы направить всю воду рѣки въ другой рукавъ или въ главное русло; когда прерывая теченіе рѣки, она служитъ къ направленію этого теченія въ искусственный каналъ, когда прудъ требуетъ устройства нѣсколькихъ плотинъ, съ тѣмъ чтобы водостокъ былъ лишь въ одной изъ нихъ и т. п. въ такихъ случаяхъ плотина дѣлается глухою. Глухая плотина есть также перемычка, но только не временная, а постоянная, почему должна имѣть большую устойчивость и состоять изъ матеріаловъ, не подвергающихся порчѣ. Поэтому глухія плотины образуются преимущественно изъ земляной насыпи, если только высота подъема за ними воды не превышаетъ того предѣла, который указанъ нами для земляныхъ плотинъ въ ст. 44. Условія устройства земляныхъ насыпей глухихъ плотинъ тѣ же самыя, какъ и земляныхъ насыпей створчатыхъ плотинъ; только въ томъ случаѣ, когда глухая плотина должна пересѣчь потокъ и когда приходится дѣлать замыканіе ея при возвышающемся за нею уровнемъ воды, являются нѣкоторыя особыя техническія условія, не встрѣчающіяся при земляныхъ насыпяхъ створчатыхъ плотинъ. А потому все что здѣсь будетъ сказано объ устройствѣ глухихъ плотинъ, примѣнимо и къ землянымъ насыпямъ створчатыхъ плотинъ. Тѣло насыпей этихъ плотинъ образуется изъ земли, но иногда къ землѣ присоединяютъ нѣкоторыя искусственныя сооруженія изъ другихъ матеріаловъ, въ случаяхъ дурнаго качества грунта, дурнаго свойства земли, или ея недостатка, а также въ виду

выигранія мѣста для заводскихъ строеній, когда желаютъ приблизить ихъ къ плотинѣ и чрезъ это уменьшить заложеніе ея откоса и т. п.

При изложеніи устройства земляныхъ насыпей глухихъ и створчатыхъ плотинъ, мы послѣдовательно рассмотримъ слѣдующіе существенные предметы: 1) общее направленіе, или продольную форму плотины относительно теченія; 2) профиль собственно землянаго тѣла плотины относительно ея устойчивости; 3) связь тѣла плотины съ грунтомъ и берегами; 4) выборъ земли и размѣщеніе ея по качествамъ въ тѣлѣ плотины; 5) способы производства насыпи и возможное ея уплотнѣніе; 6) устраненіе проницаемости въ тѣлѣ плотины и подмывовъ въ грунтѣ искусственными мѣрами и сооруженіями, и 7) защиту откосовъ.

1) Что касается до продольной формы, или направленія плотины относительно теченія, то мы рассмотрѣли выше этотъ вопросъ только относительно водосливныхъ плотинъ, для которыхъ онъ имѣетъ существенное значеніе. Въ отношеніи же другихъ родовъ подпорныхъ рѣчныхъ плотинъ, говоря о выборѣ мѣста, мы замѣтили, что всегда выгодно избирать такое, гдѣ плотина можетъ быть короче и слѣдовательно стоимость ея сооруженія меньше. То же самое можно сказать и о продольной формѣ всѣхъ остальныхъ плотинъ, кромѣ водосливныхъ, что прямое ихъ направленіе, какъ кратчайшее, есть самое выгодное, если только устойчивость ихъ обезпечена надлежащимъ профилемъ. Дугообразная или шевронная форма, обращенная выпуклостью вверхъ по теченію, не имѣетъ значенія при плотинахъ земляныхъ, такъ какъ земля представляетъ собою такой рыхлый матеріалъ, который не можетъ представлять собою цѣльное сопротивленіе во всей массѣ, какъ напр. каменный или деревянный сводъ. Еще каменные плотины, образованныя правильной кладкой изъ камней твердой породы, плотно между собою притесанныхъ, когда онѣ концами упираются въ твердыя береговыя скалы, могутъ при дугообразной формѣ имѣть до нѣкоторой степени значеніе свода и оказывать большее сопротивленіе давленію воды. Поэтому только тогда, когда запруда дѣлается въ верховьяхъ горной и узкой долины рѣки, ограничиваемой твердыми скалами, можно давать продольному направленію каменной плотины форму дуги круга, обращенной выпуклостью противъ теченія. По и при этомъ, какъ замѣчаетъ инженеръ *Дебогъ*, слѣдуетъ давать профилю плотины такіе размѣры, которыхъ она требуетъ при прямолинейномъ направленіи, не считывая на ея сопротивленіе какъ свода, хотя въ подобномъ случаѣ дугообразная форма и можетъ увеличить сопротивленіе плотины.

Г. *Палимпсестовъ* приводя мнѣнія хозяевъ о направленіи, или формѣ плотинъ въ планѣ, при устройствѣ водохранилищъ въ балкахъ степей южной Россіи, и разбирая эти мнѣнія, приходитъ въ окончательномъ заключеніи также къ предпочтенію прямолинейной формы плотинъ. Хотя нельзя не согласиться съ мнѣніемъ г. *Бунцакаго*, что въ тѣхъ балкахъ, въ которыхъ отъ таянія снѣга или проливныхъ дождей, образуется быстрый потокъ, при маломъ количествѣ воды въ запрудѣ, вода можетъ произвести ударъ на плотину, а потому въ такихъ слу-

чаяхъ слѣдуетъ давать плотинѣ хотя и прямолинейное, но не кратчайшее, а косвенное направленіе къ теченію, примыкая ее къ болѣе крутому берегу подъ тупымъ угломъ, чтобы отклонить силу теченія къ противоположному болѣе отлогому берегу, тогда ударъ воды на плотину будетъ косвенный, а не прямой и его разрушительное дѣйствіе слабѣе. А потому въ окончательномъ выводѣ мы скажемъ, что слѣдуетъ стремиться дѣлать плотину на сколько возможно короче и въ огромномъ большинствѣ случаевъ давать ей направленіе прямое, какъ кратчайшее, во всякомъ случаѣ обезпечивая ее сопротивленіе надежнымъ профилемъ.

2) Въ ст. 44-й мы съ достаточной подробностію изложили основанія, по которымъ опредѣляется профиль земляной плотины; здѣсь дополнимъ эти основанія нѣкоторыми практическими данными. Мы уже говорили, что *Белидоръ* полагалъ необходимымъ давать толщину земляной плотинѣ въ верхнемъ гребнѣ, равную высотѣ напора воды за плотиную; что на уральскихъ плотинахъ эту толщину дѣлаютъ въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе противъ высоты напора; что *Понселе* считаетъ плотину устойчивою, когда толщина ея въ верхнемъ гребнѣ составляетъ 0,64 часть высоты напора. *Ренкинъ* такимъ образомъ опредѣляетъ профиль земляной плотины: она возвышается обыкновенно на 3 фута надъ высшимъ горизонтомъ рабочей воды, (а иногда на 4—6 и даже 10 фут.); сверху ограничивается горизонтальною площадкою шириною въ одну треть наибольшей высоты запруды; низовой откосъ, сообразно качеству земли, дѣлается полуторный или двойной, а верховой — тройной.

Въ обыкновенныхъ мельничныхъ створчатыхъ плотинахъ, въ которыхъ вода чаще поднимается на высоту отъ 4—6 аршинъ, земляная плотина чаще служитъ и проѣзжею дорогою, а потому въ верхнемъ гребнѣ ее дѣлаютъ шириною отъ 8 до 10 аршинъ; верховой откосъ чаще дѣлается двойной, а низовой чаще одинакой или полуторный. Только большія заводскія плотины доводятъ въ верхнемъ гребнѣ до 12 аршинъ ширины, съ верховымъ откосомъ двойнымъ и низовымъ полуторнымъ. Но обыкновенно у прорѣзовъ, или у плечей водоспусковъ, дѣлается утолщеніе земляной насыпи. Мы уже говорили, что толщину земляныхъ плотинъ на уральскихъ горныхъ заводахъ г. *Рождовъ* считаетъ слишкомъ преувеличенною; планы первоначальныхъ плотинъ, говоритъ онъ, показываютъ, что размѣръ ихъ въ верхнемъ гребнѣ простирался отъ 7 до 9 сажень, но у прорѣзовъ толщина была въ 14 сажень; слѣдовательно гребень плотины съ прудовой стороны шелъ по ломанной линіи, и выступъ у прорѣзовъ съ верховой стороны составлялъ отъ 3 до 4 сажень. Впослѣдствіи, пространства *ab*, между берегами и выступами у прорѣзовъ, отсыпались землею и шлабами, не въ видахъ большей устойчивости, а для образованія на плотинѣ болѣе обширнаго складочнаго мѣста. Отъ этого, по его мнѣнію, образовалась излишняя толщина и излишній запасъ устойчивости плотинъ уральскихъ горныхъ заводовъ; такъ какъ и теперь на всей половинѣ верхняго гребня плотинъ, ближайшаго къ водѣ, почти на всѣхъ заводахъ, образованы склады

Черт. XXXVII.

Фиг. 506.

угля, руды, флюсовъ, бревенъ, извести и т. п. матеріаловъ, а другая половина плотины служить проѣзжею дорогою.

Г. *Палимпсестовъ* приводитъ слѣдующія мнѣнія опытныхъ южныхъ хозяевъ относительно профилей земляныхъ плотинъ, правильность которыхъ можно оцѣнить теоретическими соображеніями приведенными въ ст. 44. 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 балѣ, даютъ ширину плотинъ: въ основаніи отъ 4 до 7 сажень и въ верхнемъ гребнѣ отъ 1 до 3 сажень. Въ Мариупольскомъ округѣ по показанію барона *Штемеля*, при длинѣ плотины отъ 8 до 10 сажень, даютъ ей ширину въ основаніи отъ 3 до 4 сажень, а въ гребнѣ отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 сажень. Г. *Кудрявцевъ*, устроившій у себя громадныя плотины на протокахъ, въ которыхъ во время таянія снѣговъ образуются большія массы воды, замѣчаетъ, что при длинѣ плотинъ, отъ 30 до 40 сажень, ширина основанія плотины должна быть 20 сажень, а гребень не уже 4 или 5 сажень. Г. *Буницкий* замѣчаетъ, что толщина плотины всегда должна быть пропорціональна ея высотѣ; если верхній гребень отдѣланной плотины долженъ быть не уже 3 или 4 аршинъ, то размѣры ея опредѣляются сами собою если верховому откосу дадимъ наклонъ отъ 50° до 60° , т.-е. сдѣлаемъ основаніе откоса отъ $1\frac{1}{4}$ до $1\frac{3}{4}$ разъ болѣе высоты плотины, а низовому 45° , т.-е. дадимъ одинокій откосъ. Покойный *Скаржинскій* полагалъ, что высота гребня плотины надъ уровнемъ воды въ запрудѣ должна быть отъ 1 до $1\frac{1}{2}$ аршина, ширина же верхняго гребня должна относиться къ ширинѣ основанія плотины какъ 1 : 3, т.-е. если верхній гребень сдѣлаемъ въ 2 сажени, то ширина плотины въ основаніи должна быть въ 6 сажень; если ширина верхняго гребня 3 сажени, то ширина основанія въ 9 сажень. Дѣлая сводъ различныхъ цифръ и мнѣній, г. *Палимпсестовъ* приходитъ къ тому заключенію, что для обыкновенныхъ балокъ, отношеніе ширины гребня къ ширинѣ основанія плотины должно быть какъ 1 : 3; для балокъ же съ бурными потоками водъ это отношеніе должно быть какъ 1 : 4.

Относительно профиля земляныхъ плотинъ, профессоръ Института Путей Сообщенія г. *Глушинскій* говоритъ (судоходство, печатн. лекціи Инст. Пут. Сообщ. 1881 г. ст. 285): толщина плотины должна быть такова, чтобы съвозъ нее не происходило фильтрацій. 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 ее увеличиваютъ до трехъ сажень. Откосы плотинъ придаются довольно пологіе. Внутренній откосъ дѣлается не менѣе полукорнаго и если можно ожидать обваловъ, то дѣлаютъ его положе, именно доводятъ до тройнаго, наружный же дѣлается отъ полукорнаго, до двойнаго. Впрочемъ на счетъ пологости, которую слѣдуетъ придавать откосамъ, существуетъ разногласіе между строителями. Одни совѣтуютъ дѣлать положе наружный откосъ, на основаніи общихъ правилъ устойчивости, другіе же наоборотъ, совѣтуютъ дѣлать положе внутренній откосъ, такъ

какъ онъ болѣе подверженъ обваламъ при различныхъ горизонтахъ, то будучи смачиваемъ водою, то высыхая, и сверхъ того вода, производя давленіе на внутренней откосъ, если онъ пологій, даетъ вертикальную составляющую, которая будетъ способствовать устойчивости сооруженія. Это послѣднее мнѣніе болѣе основательно.

Мы выразимъ здѣсь, въ заключеніе, слѣдующія основныя положенія для профилей земляныхъ плотинъ. Если тѣло плотины по всей длинѣ составляется изъ однородной земли, одинаково вездѣ плотно утрамбованной, то сопротивленіе ея не зависитъ отъ длины плотины. Тамъ гдѣ на плотину происходитъ одно гидростатическое давленіе воды, толщина плотины, для прочнаго ея сопротивленія, должна быть пропорціональна высотѣ напора воды за плотинною. Наибольшая толщина плотины, на высотѣ уровня поднятой воды, можетъ быть въ этомъ случаѣ равна высотѣ напора воды, если бы даже плотина не имѣла никакихъ откосовъ (т.-е. если бы земля могла держаться отвѣсной стѣнкой); при одинокихъ откосахъ эта толщина достаточна когда она достигаетъ $\frac{2}{3}$ высоты напора. Но если плотина, кромѣ гидростатическаго, можетъ подвергнуться и гидравлическому давленію, т.-е. удару воды, тогда не слѣдуетъ толщину ея на уровнѣ воды дѣлать менѣе высоты напора, причемъ верховой откосъ должно дѣлать двойнымъ и даже тройнымъ, а низовой не менѣе полуторнаго. Верхній же гребень земляной плотины долженъ быть по возможности ровень и горизонталень ¹⁾).

3) 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 верховаго слоя продолжается и въ берега, если составъ грунта ихъ того требуетъ. При этомъ дерень 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 неглубоко, то съемка земли продолжается до болѣе плотнаго, основнаго грунта. Если грунтъ этотъ окажется состоящимъ изъ довольно толстаго слоя суглинка или глины, то онъ будетъ самый благопріятный для основанія плотины. Тогда грунтъ этотъ взрыхляется на небольшую глубину, чтобы потомъ насыпаемую 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 залегаеть не глубже 3 аршинъ, тамъ недостаточно снимать лишь самый верхній слой, но слѣдуетъ вынуть этотъ наносный слой до материка, по крайней мѣрѣ подъ ядромъ, или серединою насыпи. Для этого вдоль насыпи, по срединѣ основанія вырываютъ ровъ шириною равную высотѣ напора воды за плотинною, а глубиною до материка. Землю, вынимаемую изъ рва, выбрасываютъ въ откосы, а ровъ наполняютъ

¹⁾ См. гл. XXVII ст. 85.

слоями глины или суглинка, хорошо утрамбовывая ихъ, которые и составятъ такъ называемый *замокъ* плотины, или основаніе ея ядра. Если грунтъ подъ основаніемъ окажется скалистымъ, то также снимается верхній слой, чаще состоящій изъ моха, вереска, песка, гравія и обломковъ скалы. Чтобы очистить затѣмъ скалистый грунтъ отъ верхнихъ растрескавшихся кусковъ камней, то г. *Жардинъ*, по словамъ *Ренкина*, употребилъ слѣдующій способъ при постройкѣ Гленкорскаго водохранилища близъ Эдинбурга: онъ покрылъ поверхность скалы слоемъ мокрой глины, которую утрамбовалъ; при снятіи этой глины отдѣлились приставшіе къ ней обломки и осталась сплошная чистая скала. Всѣ трещины, оказывающіяся при этомъ въ скалѣ, на сколько возможно глубоко забиваются плотно глиною. Наконецъ, если подъ основаніемъ плотины слабый навесной 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 пробиваются 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.

4) Въ ст. 44 мы говорили, что лучшая земля для образованія тѣла плотины есть суглинокъ. Но часто мы не можемъ имѣть подъ рукою вовсе этого сорта земли, или имѣть его въ надлежащемъ количествѣ; поэтому приходится для образованія тѣла плотины пользоваться разнаго рода землею и тогда необходимо размѣщать разные сорта земли наивыгоднѣйшимъ образомъ. Во-первыхъ, всегда желательно, чтобы при насыпкѣ насыпи средина ея, или ядро плотины, было по возможности изъ чистой глины (какъ и замокъ плотины), или по крайней мѣрѣ изъ жирнаго суглея. Толщина такого ядра, если глины или суглея достаточно, у основанія плотины должно быть не менѣе трети высоты напора воды, а на высотѣ уровня воды эта толщина можетъ быть на одну треть, или на половину менѣе чѣмъ у основанія. Опыты показываютъ, говоритъ *Ренкинъ*, 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 это ядро плотной и хорошо утрамбованной массой залегало во всю длину плотины до окончательнаго ея соединенія съ берегами.

Относительно нашего степного чернозема (но не поверхностного дернового), г. *Паллипсестовъ* замѣчаетъ, 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 10⁰/₀ до 12⁰/₀ органическихъ остатковъ, онъ уступаетъ всѣмъ родамъ глины, и потому въ насыпяхъ плотинъ долженъ считаться матеріаломъ худшимъ чѣмъ глины или суглинки. Какъ на примѣръ употребленія одной мѣстной земли въ насыпь, г. *Гаусманъ* указываетъ на глухую запруду, существовавшую съ 1833 по 1863 годъ на Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ, построенную изъ мѣстнаго мелкаго надувнаго песка. Она удерживала напоръ воды въ 17 футовъ высотой и совершенно удовлетворяла своему назначенію. Въ 1863 году она была уничтожена не по негодности, а по измѣнившимся обстоятельствамъ. Другая глухая плотина (о которой мы подробнѣе будемъ говорить ниже) была устроена имъ тамъ же въ 1863 году, въ каналѣ р. Сестры, съ употребленіемъ въ откосы мѣстной земли, а въ ядро плотины частію хряща и частію привозной глины. Въ этой плотинѣ были употреблены тройные шпунтовые ряды для предупрежденія просачиванія воды подъ основаніе. На бывшей Павловской суконной фабрикѣ была устроена имъ плотина безъ употребленія шпунтовыхъ рядовъ, но съ ядромъ выведеннымъ изъ глины, а на откосы употреблялись мѣстные песчаные и черноземные сорта земли.

При употребленіи шпунтовыхъ рядовъ, лучшая земля употребляется для засыпки въ ящикъ между рядами, а худшая идетъ на откосы. Вообще для откосовъ берутъ ближайшую землю, какая есть, избѣгая лишь торфяной, илистой и болотной, но всетаки для верховаго откоса и изъ мѣстной земли берутъ лучшую, для низоваго же берутъ землю ближайшую безъ разбора.

5) Возвышеніе насыпи должно производиться тонкими горизонтальными слоями (около 1 — 2 фут. толщиной) 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 $\frac{1}{10}$ ббльшую высоту противъ назначаемой по проекту. При насыпкѣ земли, поднятіе глинянаго ядра не должно производить отдѣльно, но одновременно съ возвышеніемъ всей насыпи вмѣстѣ съ откосами, только своевременно сортируя подвозимую землю. Къ глинѣ ядра *Ренкинъ* совѣтуетъ примѣшать нѣсколько золы, для того, чтобы крысы или кроты не рыли норъ въ запрудѣ; но количество примѣси не должно быть велико, иначе глина сдѣлается проницаемою для воды. Если при насыпаніи слоевъ земля очень суха и потому трудно трамбуется, тогда полезно нѣсколько поливать ее водою. Г. *Гаусманъ* говоритъ, что для этихъ случаевъ онъ пользовался пожарными насосами. Насыпь въ откосахъ дѣлаютъ всегда съ нѣкоторымъ запасомъ въ

рину противъ профили, для того, чтобы когда откосы будутъ обдѣлываться и выправляться подъ профиль, вездѣ приходилось бы срѣзать плотную, утрамбованную землю и не производить присыпку. или досыпку, которая, хотя потомъ и прибитая лопатой, трудно держится на откосѣ.

Если часть насыпи возводится въ водѣ, то всетаки наблюдается то правило, чтобы слои разравнивались даже и подъ водою, а земля не сыпалась бы кучами; только насыпка въ водѣ не трамбуется, а трамбованіе начинается по выходѣ насыпи изъ воды. Трамбованіе должно производиться послѣ насыпки каждаго слоя отъ 1 до 2 футовъ толщиною и отнюдь не толще 3 футовъ; при толстомъ слоѣ невозможно трамбованіемъ сплотить одинаково землю во всю толщину слоя.

Обокновенныя мѣстныя условія и разстояніе возки рѣшаютъ вопросъ, выгоднѣе-ли производить подвозку земли на ручныхъ тачкахъ, или дѣлать конную возку. Въ этомъ отношеніи мы здѣсь только замѣтимъ, что слѣдуетъ пользоваться тою или другою возкою для уплотнѣнія тѣла плотины, направляя нагруженныя телѣги и пустыя такимъ образомъ по ширинѣ насыпи, чтобы укатываніе дѣлалось равномерно по всей ширинѣ; равнымъ образомъ при тачешной возкѣ, слѣдуетъ время отъ времени перекладывать ходы по всей ширинѣ насыпи, чтобы пользоваться возкой для равномернаго уплотнѣнія насыпи. Но не слѣдуетъ конечно полагаться на уплотнѣніе отъ одной возки земли, а всетаки производить сплошное трамбованіе послойно. *Ренкинъ* приводитъ, что г. *Смитъ* трамбовалъ каждый слой насыпи для запруды тѣмъ, что прогонялъ по немъ нѣсколько разъ стадо овецъ между двумя нарочно устроенными временными изгородами.

Мы уже говорили о способѣ уплотнѣнія тѣла земляной плотины, употребленнымъ французскимъ инженеромъ *Валлѣ* (*Vallée*), при исправленіи прорванныхъ плотинъ прудовъ Берто и Торси. Для этого имѣлся подъ рукой суглей, лучшій матеріалъ для этого рода уплотнѣнія. Когда не было достаточно хорошаго естественнаго суглея, то къ глинѣ прибавлялся песокъ, чтобы уменьшить ея сжимаемость и усышку, а между тѣмъ сохранить въ ней еще надлежащую степень вязкости. Суглей поливаемый известковымъ молокомъ образуетъ, какъ замѣтили выше, родъ тощаго бетона и составляетъ отличный матеріалъ для тѣла земляной плотины. Уплотнѣніе производилось *Валлѣ* трамбованіемъ и сжиманіемъ слоевъ каткомъ, состоявшимъ изъ чугунныхъ колець съ зубьями. Въ плотинѣ резервуара Монтобри, земля состояла изъ разрушившихся гранитныхъ породъ, въ которыхъ отношеніе песка къ глинѣ было какъ 3 : 2. При насыпкѣ этой плотины, часть обращенная къ водѣ образовывалась изъ слоевъ толщиною въ $\frac{1}{10}$ метра, которые трамбованіемъ и сжиманіемъ доводились до толщины $\frac{6}{100}$ метра. Толщина же слоевъ части плотины обращенной къ низовому откосу, насыпалась слоями толщиною въ $\frac{2}{10}$ метра и сжималась трамбованіемъ и укатываніемъ до толщины $\frac{14}{100}$ метра.—Здѣсь укатываніе производилось чугунными желобчатыми цилиндрами, вѣсомъ въ 1200 килограм. (73,2 пуд.) запряженными двумя лошадьми. Этимъ способомъ сжиманіе слоевъ на указанную выше ве-

личину, обходилось по 40 сантимовъ отъ кубич. метра насыпи; при трамбованіи же только, сжиманіе обходилось въ 1 франкъ, или 100 сантимовъ. Чтобы лучше соединить слои между собою, ихъ передъ насыпкою проскораживали бороною съ стальными зубьями. Разравниваніе и проскораживаніе слоевъ, поливка ихъ известковымъ молокомъ и затѣмъ трамбованіе и сжиманіе, обходились на одинъ кубич. метръ насыпи въ 80 сантимовъ; но зато и результаты оказались превосходные: такую насыпь можно было разрушить только киркою или ломомъ.

6) Если подъ основаніемъ плотины залегаютъ на большую глубину слои слабого грунта, т.-е. песчаные, илистые, торфяные, вообще легко размываемые, удаленіе которыхъ, по глубинѣ залеганія, невозможно; въ особенности же когда при такихъ грунтахъ напоръ воды за плотною долженъ быть высокъ и слѣдовательно давленіе воды велико, тогда проицаніе, размываніе и разрушеніе такихъ грунтовъ подъ основаніемъ плотины дѣлается возможнымъ и вѣроятнымъ. Въ этихъ случаяхъ невозможно обойтись безъ шпунтовыхъ рядовъ для предохраненія основанія отъ просачиванія и размыванія.

Не смотря на увеличеніе стоимости сооруженія, г. Гаусманъ совѣтуетъ, при возведеніи глухихъ плотинъ и насыпей плотинъ створчатыхъ въ подобныхъ условіяхъ, безусловно прибѣгать къ шпунтовымъ рядамъ; по его мнѣнію, гдѣ грунтъ сомнителенъ и во всякомъ случаѣ когда высота напора воды за плотиною превышаетъ 7 футовъ, должны быть употреблены шпунтовые ряды. Относительно же мѣста проведенія этихъ рядовъ, то мы уже говорили, что когда насыпь ограничивается земляными откосами, то ряды бьются подъ крайними линіями верхняго гребня и между рядами насыпается ядро плотины. Причемъ г. Гаусманъ держится того мнѣнія, что гдѣ бы ни былъ проведенъ шпунтовый рядъ, онъ всегда долженъ быть поднятъ до уровня воды, фиг. 507. 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 досчатая переборки. При подобномъ наращеніи въ высоту шпунтовыхъ рядовъ, устройство которыхъ повятно изъ чертежа, фиг. 508, насыпку земли необходимо производить одновременно, какъ внутри, такъ и съ боковъ наращенныхъ стѣнокъ чтобы не покривить ихъ въ ту или въ другую сторону.

Черт. XXXVII.
фиг. 507.

фиг. 508.

Если, вмѣсто землянаго откоса, плотина съ верховой стороны поддерживается подпорнымъ укрѣпленіемъ каменнымъ, фиг. 509, или ряжевнымъ, фиг. 510, то шпунтовые ряды, одинъ или два, проводятъ непосредственно подъ этими укрѣпленіями. Если же подпорныя укрѣпленія признаются необходимыми, 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 ¹⁾. Иногда же самый шпунтовый рядъ, укрѣпленный анкеромъ, фиг. 511, служитъ подпорной стѣнкой плотинѣ, вмѣсто верховаго откоса. Но не слѣдуетъ, говорить

¹⁾ См. ст. 63 и 64 гл. XX.

г. *Гаусманъ*, проводить шпунтовый рядъ у подошвы основанія верховаго откоса, фиг. 512, какъ это иногда встрѣчается, такъ какъ при этомъ расположеніи и слабомъ грунтѣ, шпунтовый рядъ мало предохраняетъ прониканіе воды подъ подошву плотины въ рыхлые слои по направленію *ab*, и плотина легко можетъ подвергнуться прорыву подъ основаніемъ. Что же касается до поднятія шпунтоваго ряда наращиваніемъ въ тѣлѣ плотины до высоты уровня воды, то тамъ гдѣ есть береговое укрѣпленіе, въ вышеприведенныхъ трехъ видахъ, фиг. 509, 510, 511, самое укрѣпленіе замѣняетъ верхъ шпунтоваго ряда.

Эти подпорныя, или береговыя укрѣпленія, должны быть употребляемы только въ тѣхъ случаяхъ, когда по мѣстнымъ обстоятельствамъ намъ необходимо уменьшить ширину основанія плотины или когда же-лаемъ вододѣйствующія заведенія приблизить къ плотинѣ, чтобы не проводить напр. далеко воду на гидравлическія колеса и не терять чрезъ это высоты напора. Но при этомъ профиль земляной плотины долженъ быть рассчитанъ независимо отъ этихъ укрѣпленій, такъ какъ связь земли съ деревомъ и камнемъ всегда будетъ не совершенная, а потому нужно чтобы толщина собственно насыпи была такова, чтобы и безъ этихъ укрѣпленій она прочно сопротивлялась давленію воды. Укрѣпленія же въ этомъ случаѣ замѣняютъ собою лишь откосы, обращая ихъ въ прямую стѣнку. Но когда насыпь плотины составлена изъ земли хорошаго качества, утрамбованной послойно, и если другія условія не вынуждаютъ насъ дѣлать откосы вертикальными, то, собственно для прочности земляныхъ плотинъ, нѣтъ никакой надобности въ подпорныхъ береговыхъ сооруженіяхъ. Не принося существенной пользы для прочности земляной насыпи, онѣ могутъ принести вредъ тѣмъ, что вода проникнувъ между стѣной и насыпью, можетъ незамѣтно размывать насыпь и стѣнка только затруднить задѣлку насыпи. Безъ сомнѣнія каменная или деревянная стѣнка предохраняетъ насыпь отъ ударовъ воды во время волненія и предупреждаетъ отъ обваловъ и обсыпанія; но этого можно достигнуть несравненно дешевѣйшими способами.

Черт. XXXVII.

фиг. 513.

Г. *Рожковъ* говоритъ, что на всѣхъ Уральскихъ плотинахъ принято укрѣплять земляныя насыпи *ряжами*, или бревенчатыми грубами, для поддержанія будто бы связи въ тѣлѣ плотины. Эти ряжи выводятся по краямъ плотины въ всю длину насыпи и входятъ въ тѣло плотины на ширину отъ 3 до 5 саженой. Нижніе вѣнцы ряжей лежатъ на сваяхъ, фиг. 513, вбиваемыхъ въ разстояніи 3 аршинъ одна отъ другой: наружныя ихъ стѣнки рубятся съ небольшимъ откосомъ въ шпунтъ, фиг. 514, и на мѣхъ, въ поперечныхъ же бревна кладутся не вполоть одно къ другому, и промежутки между этими бревнами набиваются плотно глиною. Ряжь выводится до верха плотины; обращенный къ водѣ набивается глиной, а низовой всякаго рода землею имѣющеюся вблизи. Иногда только низовой откосъ, вмѣсто ряжа, обкладывается каменной одеждой. Г. *Рожковъ*, весьма естественно, не одобряетъ этого способа укрѣпленія земляныхъ плотинъ; и кромѣ непроизводительной затраты значительнаго количества строеваго лѣса, полагаетъ, что эти срубы могутъ

дать путь водѣ въ тѣло плотины и тѣмъ способствовать ея разрушенію. Такъ онъ приводитъ примѣръ, что въ одномъ изъ частныхъ Уральскихъ заводовъ, при возведеніи новой плотины, деревянные срубы поставлены были цѣльные, во всю толщину плотины, простиравшуюся до 5 сажень; пустяя полости срубовъ были набиты землею и казалось представляли цѣльное и связанное укрѣпленіе. Строитель, въ виду большого напора воды, думалъ этимъ способомъ придать плотинѣ особенную прочность. Но черезъ годъ существованія, вся земля была вымыта водою изъ срубовъ. Причину разрушенія тѣла плотины, нужно отнести, говорить г. Рожковъ, единственно къ сплошнымъ срубамъ проходящимъ во всю толщину плотины; вода отъ продольныхъ стѣнъ, къ которымъ прикасалась, положила себѣ путь по поперечнымъ бревнамъ срубовъ, проходившимъ сквозь всю ширину плотины. Затруднительность трамбованія земли между вѣнцами срубовъ также могла способствовать прожиманію воды сквозь тѣло плотины. Поэтому и въ прорѣзахъ или водоспускахъ съ ряжевыми основаніями, г. Рожковъ не совѣтуетъ дѣлать эти основанія сквозными во всю ширину водоспуска, а раздѣлять ихъ землею или другою набивкою, чтобы вода не могла проходить по бревнамъ и ихъ пазамъ сквозь всю ширину водоспуска.

На этомъ же основаніи, гдѣ земля должна плотно прикасаться къ дереву, необходимо бревна отесывать, не оставляя такъ называемыхъ жуковъ (а) въ пазухъ, чтобы земля могла садиться не оставляя щелей и пустотъ могущихъ дать проходъ водѣ; и въ такихъ мѣстахъ, при набивкѣ земли, прикидывать къ деревяннымъ стѣнамъ навозъ, который затянеть мелкія щели и скважины. А чтобы вода не пробиралась по пазамъ (b), необходимо чтобы пазы были по возможности плотно причерчены и чтобы въ пазухъ, между бревнами, вездѣ гдѣ къ нимъ непосредственно можетъ прикасаться вода, былъ проложенъ мохъ, пакля или войлокъ. Въ этихъ же видахъ, когда тѣло водосливныхъ плотинъ образуется изъ ряжевой рубки, наполняемой глиной, хрящемъ или камнями, ряжи всегда обшиваются спаружи досками въ закрой или въ шпунтъ съ надлежащей проконопачкой, а иногда и осмолкой, на всемъ пространствѣ, гдѣ вода непосредственно соприкасается съ тѣломъ плотины или переливается чрезъ нее.

Черт. XXXVII.

фиг. 515.

При засыпкѣ въ тѣло плотины шпунтовыхъ рядовъ и ихъ переборчатыхъ нарушеній, должно строго наблюдать, чтобы ниже уровня воды на рядахъ не оставались поперечныя схватки, которыя могли бы служить путемъ для прохода воды. Вообще ниже этого уровня, въ земляной насыпи не должно оставлять продольные и въ особенности поперечные брусья и бревна, лежащіе на опорныхъ сваяхъ, и которые не могутъ садиться вмѣстѣ съ насыпью. Отъ осадки насыпи, подъ ними всегда образуются пустоты, сквозь которыя вода можетъ проникнуть въ тѣло плотины. А потому по мѣрѣ возвышенія земляной насыпи, слѣдуетъ свимать со свай всѣ боковые рамные брусья, схватки и подкосы, оставляя на мѣстахъ только крайне необходимыя, для прочности самыхъ шпунтовыхъ рядовъ

фиг. 516.

7) Не должно смѣшивать боковыхъ укрѣпленій плотинъ, замѣняющихъ собою откосъ, съ одеждою, или обдѣлкою, служащею для укрѣпленія самыхъ откосовъ и предназначаемою для охраненія откосовъ земляныхъ насыпей плотинъ отъ размыванія и обрушенія, вслѣдствіе ударовъ волнъ пруда на верховой откосъ и дѣйствія дождевыхъ водъ на откосъ низовой. Въ этомъ отношеніи наиболѣе простыя и дешевыя средства, если онѣ въ достаточной мѣрѣ достигаютъ цѣли, должны быть всегда предпочитаемы. Очевидно, чѣмъ круче дѣлается верховой, или низовой откосъ, тѣмъ необходимѣе ихъ укрѣпленіе. Въ верховой откосъ всегда стараются употреблять землю болѣе тяжелаго свойства и если этотъ откосъ не защищается искусственными способами, то его иногда не насыпаютъ круче естественнаго откоса той земли, изъ которой онъ составленъ. Наименшій для него предѣлъ есть одинокій откосъ. когда онъ укрѣпляется дерномъ, плетнемъ, фашинами, булыжнымъ камнемъ. Если же желаютъ сдѣлать откосъ менѣе одинокаго, то является необходимость употребленія подпорныхъ стѣнокъ, каменной, ряжевой или свайной. Но чтобы избѣжать искусственныхъ укрѣпленій, верховой откосъ дѣлаютъ двойнымъ или еще отложе. Будучи покрытъ постоянно водою, откосъ этотъ даже лучше сохраняется безъ всякихъ укрѣпленій, если только онъ дѣлается довольно отлогимъ, а именно если ему даютъ удвоенный естественный откосъ. Такъ при хорошей глинѣ, или суглеѣ, онъ будетъ двойной; при обыкновенной растительной землѣ—тройной; при пескѣ—четверной и болѣе. Низовой откосъ не бываетъ подверженъ такимъ поврежденіямъ, какъ верховой, подверженный плеску волнъ, а иногда и тренію льда, а потому онъ допускаетъ большую крутизну. Но лучше давать ему естественный откосъ и разравнявъ на немъ слой растительной земли, засѣять его смѣсью сѣмянъ газонныхъ травъ, что чаще достаточно для его укрѣпленія и сохраненія. Если насыпь высока, то низовой откосъ полезно прерывать горизонтальными площадками, или

Черт. XXXVII.

снг. 517.

бермами, фиг. 517, для того чтобы предупредить сползаніе земли вдоль всего откоса во время оттаиванія земли, послѣ промерзанія, особенно если насыпь образована изъ глинистыхъ земель. Чтобы предохранить верховой откосъ отъ дѣйствія волны, которое во время сильныхъ вѣтровъ и при большой площади пруда, дѣйствуетъ на откосъ разрушительно, выстилаютъ этотъ откосъ на уровнѣ воды булыжнымъ камнемъ на мху; смотря по силѣ волненія, полоса замощенія должна быть шириною вверхъ и внизъ отъ уровня на $\frac{1}{2}$ аршина или на одинъ аршинъ и слѣдовательно вся ширина ея должна составлять отъ 1 до 2 аршинъ. Необходимо чтобы булыжный камень былъ довольно крупень, т.-е. около $\frac{1}{2}$ кубич. фута, иначе онъ будетъ выбиваться волною съ своего мѣста. О способахъ фашиннаго укрѣпленія мы уже говорили въ ст. 38. Что же касается до одѣванія верховаго откоса сухой кладкой грубо обтесаннаго камня (*reggée*), то кромѣ дороговизны она чаще бываетъ вредна чѣмъ полезна. Такъ инженеръ *Дебовъ* замѣчаетъ, что откосы плотинъ центрального (во Франціи) канала были обложены грубо обтесанными камнями и представляли сплошную одежду во всю высоту верховаго откоса.

Швы камней были перпендикулярны къ плоскости откосовъ, и волны ударяя въ швы этой каменной одежды, пробивались между швами за одежду; вода оставалась за одеждой, не имѣя выхода по наклоннымъ вверхъ швамъ и производила размываніе откоса подъ одеждой, которая вслѣдствіе этого сползала съ откоса. Такъ на плотинахъ Берто и Торси, державшихъ напоръ воды въ 28 и 36 футовъ, подобная каменная одежда обрушилась уже черезъ 5 лѣтъ послѣ ея устройства. Подобная одежда можетъ быть еще прочна, когда она сложена не на-сухо, а на хорошемъ гидравлическомъ цементѣ. Притомъ когда швы камней кладутся перпендикулярно къ плоскости откоса, то работа эта весьма неудобна для каменщика и не можетъ быть хорошо имъ исполнена; въ этомъ случаѣ кладка камня уступами и горизонтальными швами всегда предпочтительнѣе и будетъ лучше исполнена, потому что каменщикъ при этой работѣ сидитъ удобнѣе, болѣе свободенъ въ движеніяхъ и хорошо видитъ свою работу.

Относительно предохраненія тѣла земляной плотины отъ промерзанія, г. *Рожковъ* замѣчаетъ, что можно прибѣгнуть для этого къ болѣе дешевому средству, чѣмъ увеличивать толщину насыпи вдвое противъ надлежащей ея устойчивости, какъ это дѣлается на Уральскихъ заводахъ. Для этого, по его мнѣнію, стоитъ только покрыть откосы достаточной толщины слоемъ гравія, или шлаковъ, смѣшанныхъ съ крупнымъ пескомъ; такой слой, заключая въ промежуткахъ воздухъ, представляетъ дурной проводникъ для холода, или тепла, и предохранитъ лежащую подъ нимъ землю отъ промерзанія.

Въ средней Россіи не представляется необходимости заботиться о сильномъ промерзаніи собственно земляной насыпи; но если бы представлялась необходимость охранить отъ промерзанія части плотины, соприкасающіяся съ водоспускомъ, то солома, навозъ и въ особенности снѣгъ, составляютъ для этой цѣли самый дешевый и сподручный матеріалъ; въ мѣстностяхъ же, гдѣ занимаются разведеніемъ конопли для приготовленія пеньки, пеньковое *мяме* (т.-е. отбросы отъ мятя пеньки) которое обыкновенно ни на что не употребляется и лежитъ грудями около крестьянскихъ бань, можетъ также служить для обкладыванія на зиму, какъ солома и навозъ, тѣхъ частей плотины, которыя желали бы предохранить отъ промерзанія.

Что касается наконецъ до верхняго гребня земляной плотины, то обыкновенно ему даютъ небольшіе скаты въ обѣ стороны отъ середины, если онъ широкъ, или въ одну сторону, къ низовому откосу, если гребень узокъ; скаты эти служатъ для удобнѣйшаго стока дождевой воды, чтобы гребень былъ всегда по возможности сухъ. Если по гребню нѣтъ проѣзжей дороги, 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 смотря по важности сооруженія и провозимыхъ грузовъ, шоссевать его, или устраивать на немъ булыжную мостовую. На гребнѣ плотины не слѣдуетъ сажать кустарниковъ, а тѣмъ болѣе деревьевъ; во-первыхъ потому

что насыпь безъ нихъ суше; какъ незатѣняемая и хорошо провѣтриваемая она менѣе разбивается и портится отъ проѣзда; а во-вторыхъ потому, что корни, въ особенности большихъ деревьевъ, могутъ быть проводниками для воды внутрь плотины и послужить къ просачиванію и промыванію. Въ этомъ отношеніи мы можемъ указать на подобное явленіе въ одной изъ плотинъ извѣстнаго уманьскаго Царицына сада (Софійскаго), гдѣ посаженные когда-то по верховому гребню плотины и теперь огромные тополи, провели своими корнями воду въ каменную кладку низоваго откоса, образующую гротъ, и много ей повредили. Низовой откосъ плотины, если онъ высокъ, можетъ еще быть обсаженъ для его укрѣпленія мелкими кустарниками, не пускающими глубокихъ корней; что же касается верховаго откоса, то на немъ можно допускать посадку мелкихъ сортовъ лозы не идущихъ въ стволъ, въ тѣхъ случаяхъ, если вдоль этого откоса можетъ быть ледоходъ; тогда густо заросшая, мелкая и гибкая лоза, можетъ предохранять откосъ, какъ отъ дѣйствія волнъ, такъ и ледохода.

Въ створчатыхъ плотинахъ, при первоначальномъ ихъ основаніи, прежде всего слѣдуетъ устроить водоспуски весенній и рабочій и затѣмъ уже приступить къ устройству земляныхъ насыпей. При этомъ условіи понадобится меньшій расходъ на устройство перемычекъ, и если мертвый порогъ заложенъ неглубоко, то при возведеніи насыпей вода поднимется невысоко и затѣмъ будетъ проходить чрезъ весь открытый водоспускъ. Тогда насыпь по всей длинѣ и въ мѣстахъ примыканія къ водоспускамъ будетъ однородна и дастъ равномерную осадку во всѣхъ частяхъ. Если же насыпи будутъ устроены прежде водоспусковъ, тогда будетъ затруднителенъ отводъ воды и при устройствѣ водоспусковъ; части насыпей, оставленныя незасыпанными у мѣстъ гдѣ должны быть водоспуски и досыпаемыя по окончаніи постройкой этихъ послѣднихъ, уже не будутъ имѣть хорошей и прочной связи съ частями насыпей прежде насыпанныхъ и сплотненныхъ; между ними будетъ всегда не одновременная и неоднобразная осадка, которая можетъ образовать трещины въ тѣлѣ плотины. Другое дѣло когда перемежается водоспускъ за ветхостію, тогда по-неволѣ приходится дѣлать откопку его и затѣмъ засыпку между нетронутыми частями плотины и новымъ водоспускомъ. Здѣсь только тщательный выборъ земли, присыпка къ стѣнамъ навоза и усиленное трамбованіе могутъ сплотнить и хорошо соединить новую часть насыпи съ старой. Но если отводъ воды удобенъ, то можно начинать устройство плотины съ насыпей и оканчивать водоспусками. Въ этомъ случаѣ, если дозволяетъ время, лучше произвести насыпи заблаговременно, съ тѣмъ, чтобы онѣ простояли годъ или два безъ поднятія за ними воды, и за это время надлежащимъ образомъ осѣли и сплотнились.

Конечно, всѣ вышеизложенныя мѣры болѣе прочнаго устройства земляныхъ насыпей плотинъ должны быть соображены съ важностью и цѣнностью всего сооруженія и тѣхъ механическихъ учрежденій, для которыхъ назначается плотина; съ высотой напора, величиною бассейна и тѣми послѣдствіями и убытками, которыя можетъ повести за собою

прорывъ протины. Но если располагаемъ средствами небольшими, если разрушеніе плотины не ведетъ за собою важныхъ послѣдствій и убытковъ, тогда можно ограничиваться не столь сложными требованіями при устройствѣ земляныхъ насыпей, но тогда нужно быть готовымъ и на риски прорыва.

52. Смыканіе глухихъ плотинъ при построеніи ихъ въ текучей водѣ.—Устройство глухой земляной запруды на сухомъ мѣстѣ и въ стоячей водѣ, какъ видѣли въ предъидущей статьѣ, не представляетъ затрудненій въ строительномъ отношеніи. Но дѣло представляется въ иномъ видѣ, когда запруда устроивается на текучей водѣ и когда плотина должна остановить собою это теченіе. Технические затрудненія особенно возрастаютъ въ этомъ случаѣ, когда теченіе рѣки быстро, объемъ протекающей въ ней воды великъ и когда, слѣдовательно, поднятіе горизонта воды за плотиною, при ея смыканіи, идетъ съ значительною быстротою и окончателный напоръ ея долженъ быть высокъ. Въ этихъ случаяхъ строитель долженъ хорошо обдумать ходъ производства работъ, запастись съ излишкомъ необходимыми матеріалами и значительнымъ числомъ рабочихъ, чтобы произвести смыканіе сразу, безъ остановокъ и перерывовъ, которые могутъ не только затруднить и даже не допустить смыканія, но иногда совершенно разрушить и всѣ уже произведенныя до смыканія работы.

Чтобы яснѣе и нагляднѣе представить затрудненія и приемы при этого рода работахъ, мы позволимъ себѣ привести, въ самомъ сжатомъ видѣ, извлеченіе изъ прекрасной статьи г. Гаусмана (Инженерный журналъ 1864 г., № 3-й), въ которой онъ описываетъ весьма подробно устройство имъ глухой запруды въ Сестрорѣцкѣ. Подобныя описанія, взятая съ натуры, всего лучше разъясняютъ технические приемы при подобнаго рода работахъ. Устройствомъ глухой запруды въ Сестрорѣцкѣ имѣлось въ виду пресѣчь теченіе р. Сестры по отводному каналу въ море, которое она приняла послѣ прорыва плотины въ 1840 г. оставивъ прежнее русло, съ тѣмъ, чтобы направить опять ея воды въ заводское водохранилище. При этомъ уровень воды за плотиною имѣлось въ виду поднять на высоту 30 футовъ.

Черт. LX.

Ширина канала, въ мѣстѣ избранномъ для плотины, составляетъ около 25 саженей, а ширина въ немъ теченія по поверхности воды до 20 саженей; берега наноса весьма круты, почти отвѣсны, и возвышаются надъ водою рѣки, до запруды, на 30—35 футовъ. По неоднократно произведеннымъ измѣреніямъ, количество воды протекающей въ рѣкѣ въ секунду времени, наименьшее, въ сухое время года 200 куб. фут.; нормальное, или среднее 400 куб. фут. и наибольшее въ весеннее время 4000 куб. фут. Быстрота теченія значительна, такъ какъ паденіе оказалось до 7 футовъ на версту ¹⁾). Грунтъ, который

¹⁾ 2 версты теченія по каналу распредѣлялось въ естественномъ руслѣ на 15—20 верстахъ; поэтому паденіе въ каналѣ, противъ естественнаго русла, увеличивалось отъ 7 до 10 разъ. Паденіе дна канала оказалось 7 фут. на версту.

долженъ былъ служить основаніемъ насыпи, по изслѣдованію буреніемъ на глубину 22 фут. ниже дна канала, оказался состоящимъ изъ мелкаго, сыпучаго песка, весьма плотнаго напластованія, въ который сваи углублялись весьма туго.

Черезъ запруду предполагалось провести проѣзжую дорогу. а потому по проекту опредѣлились слѣдующіе ея размѣры: при подъемѣ воды на 30 фут., верхъ гребня плотины надъ уровнемъ воды предположено поднять на 3 фута; ширина насыпи въ верхнемъ гребнѣ, по вычисленію устойчивости, должна была бы быть не менѣе 19 футовъ, но она была назначена въ 21 футъ; длина насыпи въ 25 саженей. Предполагая ядро плотины между шпунтовыми рядами насыпать хрящеватымъ пескомъ (ниже увидимъ по какимъ основаніямъ), а откосы мѣстнымъ песчанымъ иловатымъ грунтомъ, верховой откосъ необходимо было сдѣлать тройнымъ, а низовой двойнымъ.

Еще въ 1840 году пытались устроить перемычку въ этомъ каналѣ. Изъ словъ старожиловъ-очевидцевъ мы узнали, говорить г. Гаусманъ, что работы шли успѣшно пока проходъ воды не былъ суженъ. но съ того времени вода начала подниматься за перемычкою. Прорываясь сквозь узкій проходъ, который старались защищать щитами, фашинами и шпунтовыми сваями, вода становилась грязною, подмывала и углубляла дно ямою такъ сильно, что не только вновь устанавливаемыя. но еще и прежде забитыя по сторонамъ прохода сваи сами собою сдвинулись. Когда верхи ихъ понизились до высоты верхней рамы, дальнѣйшая забивка ихъ копрами становилась невозможною. При этомъ всѣ подмости начали обрушаться, а берега осыпаться, такъ что рабочіе разбѣжались и едва спаслись. Наконецъ вода прошла въ проходъ праваго крыла сооруженія и вскорѣ затѣмъ, почти оконченная перемычка была опрокинута водою, причемъ части свай, брусевъ, фашины, всплыли и уносились быстротою теченія.

Эти свѣдѣнія привели строителя къ заключенію, что въ настоящемъ случаѣ нельзя было руководствоваться обыкновеннымъ способомъ работъ, употребляемымъ при запрудахъ небольшихъ рѣкъ. Временно отвести теченіе въ сторону и возвести запруду на сушѣ—не допускали мѣстныхъ условій. Фашиная запруда, которую считаютъ наиболѣе пригодною для загражденія старыхъ рукавовъ рѣкъ, не могла удовлетворить настоящему требованію (вѣроятно по высотѣ подъема, быстрому возвышенію воды за сооруженіемъ, рыхлости и удоборазмываемости дна). Осталось употребить шпунтовые сваи и деревянные скрѣпленія, какъ вспомогательныя работы для насыпки запруды. Почему строителемъ было предположено: 1) взамѣнъ 6 — 8-саженной длины свай, употребить 4-хъ-саженныя и по забивкѣ ихъ въ землю, сдѣлать поверхъ ихъ наростъ ряжевой или стоечной системы; 2) въ берегахъ канала, на длину крыльевъ (около 10 саженей), выпутъ верхніе пласты земли на глубину 21 фута; 3) въ ямахъ этихъ выемокъ, въ обоихъ берегахъ, произвести свайную бойку шпунтовыхъ линій въ три ряда, равно какъ и во всей запрудѣ. На гребнѣ шпунтовыхъ линій положить насадки,

на которыхъ установить на шипахъ отдѣльныя стойки съ пазами, связавъ ихъ по верху общей насадкой; верхнія насадки связать между собою поперечными схватками на высотѣ будущаго уровня воды. Пространство между стойками плотно забрать досками, входящими въ пазы стоекъ. Для устойчивости досчатыхъ стѣнокъ, рамныя, круглыя сваи срѣзать на 4 фута выше шпунтовыхъ насадокъ, на ихъ шипахъ положить по сторонамъ стѣнокъ сжимные брусья, пригнавъ ихъ плотно къ стойкамъ и связавъ эти брусья съ стойками болтами, фиг. 521.

Фиг. 521.

По исполненіи въ выемкахъ береговъ плотничной работы, вся выемка засыпалась опять, какъ съ боковъ, такъ и между шпунтовыми рядами и досчатыми переборками, съ тщательной утрамбовкой засыпаемой земли.

Фиг. 522
и 523.

Для нароста шпунтовыхъ рядовъ въ самомъ каналѣ, предполагали употребить ряжевую систему, но отдали предпочтеніе стоечной, такъ какъ для ряжевой рубки потребовалось бы больше лѣса; подѣ основаніе ряжей потребовалось бы больше круглыхъ свай; земля, насыпаемая въ ряжи, дурно садится даже при тщательной утрамбовкѣ: засыпка, будучи разгорожена продольными и поперечными стѣнами ряжей, не составитъ однородную плотную массу; между тѣмъ главную часть тѣла запруды всетаки должна составлять земля. При стоечной системѣ, кромѣ шпунтовыхъ свай, остальные деревянные части системы необходимы какъ вспомогательная работа, безъ которой нельзя обойтись при первоначальномъ возведеніи запруды; послѣ же сомкнутія и загрузки ея землею, всѣ брусья могутъ быть убраны безъ всякаго ущерба для прочности постройки.

Предварительными работами отъ береговъ, предположено безопаснымъ съузить проходъ воды въ каналѣ до 6 сажень, т.-е. до нормальной ширины рѣки нѣсколько верстъ выше мѣста запруды. Для предупрежденія подмыва отъ суженія русла и увеличенія скорости теченія, предположено защитить дно прохода искусственнымъ образомъ, фашинами и рогожными кулями набитыми землею.

Въ средней части канала, стоечную систему предположили усилить двойными стойками и вспомогательными къ нимъ круглыми сваями, а досчатую заборку замѣнить тамъ щитами, связанными изъ брусевъ. Изъ свойства грунта подѣ дномъ русла очевидно, что шпунтовыя сваи не могли доходить до плотнаго слоя, и при 30-футовомъ напорѣ, сами по себѣ, представляли бы слабую защиту этому грунту безъ участія заключеннаго между ними грунтоваго песка. Для воспрепятствованія просачиванію воды необходимо, чтобы грунтовый песокъ между шпунтовыми сваями былъ бы постоянно придавленъ постороннимъ грузомъ, причемъ грузъ этотъ долженъ имѣть способность садиться и замѣнять собою частицы грунтоваго песка, если бы часть его вымывалась изъ пространства, огражденнаго шпунтовыми рядами. Самая плотная и совершенно непроницаемая водою загрузка верхней части запруды, т.-е. отъ дна канала до верха запруды, не принесла бы никакой существенной пользы, говорить г. Гаусманъ, если бы вода стала проникать по грунтовому

песку въ предѣлахъ длины шпунтовыхъ свай, или даже ниже ихъ концовъ, что при мѣстномъ грунтѣ весьма возможно. Прошедшая подъ основаніе вода непременно стремилась бы выйти въ наружу и поднимаясь съ низовой стороны постройки, выступала бы на днѣ постройки въ видѣ отдѣльныхъ ключей, или, что по свойству мѣстнаго грунта болѣе вѣроятно, поднимающаяся къ верху вода превратила бы мелкопесчаное дно канала въ пучистое мѣсто, т.-е. песокъ сдѣлался бы плывуномъ. Для предупрежденія этого явленія, на загрузку между 2 и 3 шпунтовыми рядами (т.-е. низоваго ящика, такъ какъ всѣхъ шпунтовыхъ рядовъ три) былъ употребленъ хрящеватый песокъ, который ложится плотно, не требуя даже утрамбовки, если онъ засыпанъ въ воду въ огражденное пространство. Вода, просачивающаяся черезъ такую загрузку, не вредитъ ея прочности, такъ какъ она не уноситъ хрящъ черезъ щели ограды. Между тѣмъ хрящеватый песокъ давитъ всѣмъ своимъ грузомъ на нижніе песчаные слои dna канала и въ случаѣ образованія пустотъ въ немъ самомъ или подъ нимъ, хрящъ, по удобоподвижности и малому сдѣвленію частицъ, легко осѣдаетъ и заполняетъ собою образовавшуюся пустоту. Въ немъ происходитъ общее передвиженіе до самаго верха, гдѣ уже не трудно заполнить обнаружившуюся ямку присыпкою новаго матеріала. Пространство же между 1 и 2-мъ шпунтовыми рядами, или верховой ящикъ, болѣе узкій, было, наоборотъ, заполнено чистой глиной. Глиняная стѣнка, или ядро, имѣетъ здѣсь значеніе для задержанія воды, которая могла бы проникнуть въ хрящеватое ядро запруды.

Для насыпки откосовъ предполагалось брать мѣстный, песчаноилловатый грунтъ; но въ дѣйствительности, при насыпке верховаго откоса были вынуждены, для его уплотненія, добавить къ ражжиженной засыпкѣ часть хрящеватаго песка, какъ болѣе тяжелаго матеріала.

Всѣ работы были раздѣлены на два года. Въ первомъ году были окончены выемки въ берегахъ, шпунтовые въ нихъ крылья и ихъ насыпки, съ замѣною при этомъ торфяныхъ и иловатыхъ прожилковъ привозною глиною. Вся эта работа, производившаяся на сушѣ, къ осени была окончена. Работы втораго года раздѣлились на три отдѣла: первый состоялъ въ обдѣлкѣ основанія съ стоечной системой (бѣстовомъ) одной только средней части запруды. Во время производства этой работы, вода рѣки свободно протекала между оконечностями выводимаго средняго укрѣпленія и обдѣланными берегами канала, фиг. 523. Второю отдѣлъ состоялъ въ соединеніи оконченнаго основанія съ своею стоечной системой, въ средней части запруды, — съ оконченными въ предъидущемъ году береговыми крыльями. При этомъ соединеніи горизонтъ воды за плотинной былъ поднятъ сначала на 8 футовъ, и затѣмъ вода стала свободно переливаться черезъ устроенное основаніе средней части запруды между стойками ея нароста, въ которыя шиты еще не были заложены. Третій отдѣлъ работъ состоялъ въ сомкнутии запруды съ окончательною засыпкою средней ея части. Съ окончаніемъ этой работы горизонтъ воды за плотинной былъ поднятъ съ 8 до 31 фут.

фиг. 522
и 523.

фиг. 524.

высоты напора. Съ ранней весны 2-го года начали вести шпунтовые ряды, въ линію съ рядами въ береговыхъ крыльяхъ. По поверхности воды ширина канала между береговыми рядами была 16 сажени; линіи велись отъ середины рѣки въ обѣ стороны на 4 сажени и для прохода воды остались съ каждой стороны по 4 сажени несомкнутыхъ рядовъ, какъ видно на фиг. 523. Какъ только начали наборку шпунтовыхъ свай въ рамы средней части, то передъ первой линіей, въ которой было набрано свай на протяженіе не болѣе $1\frac{1}{2}$ сажени, начался подмывъ и дно канала передъ ними начало углубляться; мелкій песокъ передъ сваями уносился струею въ ту и другую сторону около набитыхъ свай и около нихъ началъ образовываться ровикъ. Опасаясь дальнѣйшаго углубленія дна за сваями, забитыми на глубину 7 футовъ, нашли нужнымъ опустить на дно непосредственно въ образовавшійся ровикъ, глубиною и шириною отъ 4-хъ до 6-ти футовъ, рогожные кули, набитые землею и прислоняемые къ сваямъ. Но какъ съ удлиненіемъ набираемыхъ шпунтовыхъ линій подмываніе распространялось и на другой день подмости на подвижныхъ возлахъ начали подмываться и садиться, то пришлось выстлать кулями въ нѣсколько рядовъ все пространство дна канала. Для экономіи въ куляхъ, обнесли ими стѣнкой, въ видѣ трапеціи, мѣсто впереди шпунтовой линіи и поднялись кулями на два ряда выше горизонта воды въ каналѣ, укладывая ихъ правильными рядами въ перевязку по высотѣ. Заключенная въ этой трапеціи вода сдѣлалась стоячею, такъ что можно было начать здѣсь засыпку земли и образовывать искусственный островъ. Для этой засыпки подвозили на тачкахъ лучшую землю и добавляли къ ней часть глины и хряща. Возведеннымъ островкомъ въ срединѣ канала, струя впереди работъ раздѣлялась и направлялась въ боковые проходы, не занятые шпунтовыми линіями, чѣмъ подмываніе осаживаемыхъ копрами шпунтовыхъ свай и осадка подмостей были совершенно прекращены. Верхняя площадка острова служила удобнымъ складочнымъ мѣстомъ для матеріаловъ, для установки и передвиженія копровъ и способствовала успѣшному ходу работъ. Поднятіе дна канала постепенно распространяли между шпунтовыми сваями, причемъ кулями съ землею обкладывали бока насыпи отъ дна канала до высоты горизонта протекавшей воды. Когда рамныя и шпунтовыя сваи въ средней части были забиты и сръзаны, насадки на шпунтовыя ряды положены и остальные части нароста пригнаны и свинчены, кромѣ закладки щитовъ, — тогда окончательно сравняли съ насадками шпунтовыхъ свай верхъ земляной насыпи и засыпку между рядами шпунтовъ, а насыпанному острову впереди шпунтовой линіи дали уклонъ, или понуръ, отъ верха шпунтовой насадки къ водѣ. Позади 3-й шпунтовой линіи, между рядами круглыхъ свай, на дно канала были плотно уложены двухкомельныя и однокомельныя фашины, въ нѣсколько рядовъ по высотѣ, съ прибивкою и безъ прибивки ихъ кольями, но съ постоянною тщательною засыпкою рядовъ ихъ хрящеватымъ пескомъ, фиг. 524. Затѣмъ укрѣпили дно канала однокомельными фашинами, обыкновенною горизонтальною выстилкою, на протяженіи 10 саж. внизъ отъ

3-го шпунтового ряда и шириною въ 8 саж., т.-е. на ширину обдѣльваемой средней части запруды. Это укрѣпленіе дѣлалось съ цѣлію защитить дно отъ перепада воды, которая, съ сомкнутіемъ двухъ боковыхъ проходовъ, начала переливаться чрезъ среднюю часть, доведенную до насадокъ на шпунтовые ряды, съ постановкою на нихъ лишь двойныхъ стоекъ, на разстояніи 6 футовъ одна отъ другой, которыя не препятствовали переляву воды чрезъ три шпунтовые ряда, такъ какъ щиты между стойками еще не были заложены на свое мѣсто. Вода миновавъ 3-ю шпунтовую линію падала на фашины и на накиданные здѣсь вполсѣдствіи, для загрузенія фашинъ, булыжные камни.

Когда струя пошла въ средній проходъ, то уже не трудно было поднять стоечный наростъ въ бывшихъ боковыхъ проходахъ до требуемой высоты. Во время производства здѣсь плотничныхъ работъ, съ береговъ производилась подвозка хряща, глины и земли по ходамъ изъ досокъ, насланныхъ на поперечныхъ схваткахъ нароста, причемъ земля сыпалась на мѣсто прямо изъ тачекъ. Вновь выводимыя боковыя насыпи, на мѣстахъ уже сомкнутыхъ двухъ проходовъ, начинаясь отъ береговъ оврага подавались въ русло канала до средняго прохода, поднимаясь со дна канала до высоты береговъ. Причемъ съ засыпкой ящичковъ производилась и присыпка передняго и задняго откосовъ противъ обдѣльваемыхъ частей. Откосы боковыхъ частей запруды обращенные къ проходу воды, защищались кулями съ землею, которые укладывались правильными рядами вдоль подошвы откосовъ.

Хотя было предположено сомкнуть оба боковые прохода одновременно, но пользуясь засухой и меженной водой, правый проходъ закрыли ранѣе лѣваго, т.-е. набрали шпунтовые сваи въ рамы обыкновеннымъ способомъ и здѣсь не было препятствій, такъ какъ вся вода пошла съ увеличенной скоростью въ лѣвый проходъ, въ которомъ глубина струи сдѣлалась отъ 6 до 8 футовъ и дно его углубилось еще болѣе прежняго. Для сомкнутія лѣваго прохода, набрали въ раму 3-й линіи всѣ 42 шпунтовые сваи, парныя, или 21 пару. На всѣхъ парныхъ сваяхъ были набиты общіе бугеля и кромѣ того въ каждую пару было вбито по желѣзной скобѣ, для лучшей связи каждыхъ двухъ свай между собою. Всѣ шпунтовые сваи держались на вѣсу, помощію временно забитыхъ клинцевъ, фиг. 525, между сваями и рамными брусьями. Верхнія рамы были свинчины желѣзными болтами, а нижнія временныя рамы изъ 3 дюймовыхъ досокъ, наружными сторонами плотно прилежали къ круглымъ рамнымъ сваямъ, а внутренними сторонами сжимали нижніе концы шпунтовыхъ свай. Всѣ шпунтовые сваи, въ этомъ подвѣшенномъ состояніи, остріями концевъ (башмаками) доходили до горизонта воды, которая не задерживаясь имѣла свободное теченіе подъ концами свай. Въ то же время были устроены надежныя подмости по обѣимъ сторонамъ шпунтовой линіи, изготовлены кули съ землею, хрящъ, глина и земля. Когда все это было готово, по верхнимъ подмостямъ надвинули два ручные копра и установили ихъ одинъ противъ другаго на крайнія парныя сваи по обѣимъ сторонамъ набранной линіи. По данному знаку

копры начали дѣйствіе и бабы падая на парныя сваи, обыкновенно съ перваго удара, вмѣстѣ съ пониженіемъ свай, пробивали сквозь рамы клинья удерживавшіе сваи на вѣсу; послѣдующими учащенными ударами, числомъ отъ 75 до 100, сваи входили въ дно на глубину отъ 2 до 3 футовъ.

Добивъ сваи до этой глубины, копры передвигали на слѣдующія пары подаваясь къ серединѣ, и какъ копры стояли по обѣ стороны, то не мѣшали одинъ другому дѣйствовать. Лишь только пара свай проскакивала сквозь раму и башмаками своими касалась дна канала, рабочіе, находившіеся внизу, погружали въ воду и прижимали къ сваямъ кули съ землею, какъ съ передней, такъ и съ задней стороны свай. и потомъ продолжали возвышать дно канала укладкою кулей рядами противъ осаживаемыхъ свай. При этомъ другіе рабочіе подыдывали землю для заполнения пустотъ между кулями.

Сначала вся работа подвигалась успѣшно, проходъ для воды быстро суживался, а вода, по мѣрѣ сжатія струи къ среднѣй закрываемого отверстія, съ увеличивавшеюся скоростью и силой пробивалась сквозь незакрытый еще проходъ. Быстрымъ теченіемъ уносился со дна прохода песокъ и даже тяжелые кули проскакивали черезъ незамѣнутое еще отверстие. Вода становилась мутною и грязною и пробивалась ключемъ.

Въ этотъ рѣшительный моментъ, случилась неудача съ первымъ копромъ: лопарь его соскочилъ съ шкива и его заѣло между шкивомъ и ногою копра, такъ что коперъ не могъ дѣйствовать. Почти въ то же время, вслѣдствіе ли невѣрнаго удара бабы другаго копра, или отъ того что за нижніе концы подвѣшенныхъ свай начала задѣвать возвышавшаяся и прорывавшаяся вода, всѣ оставшіеся на вѣсу 15 паръ свай разомъ проскочили сквозь раму и вогнулись башмаками въ дно канала. Вода брызнула къ верху и теченіе было преобразовано. Пользуясь этимъ непредвидѣннымъ, но весьма благопріятнымъ обстоятельствомъ, ускорили перекидку въ воду оставшихся кулей, не наблюдая уже никакой правильности въ укладкѣ ихъ, но заботясь только о томъ, чтобы по возможности зажать кулями концы опустившихся свай, какъ съ передней, такъ и съ задней стороны и препятствовать всѣмъ мѣрами подмыву дна подъ ними. Первый коперъ скоро направили и затѣмъ продолжали забивку всего ряда обоими копрами, и хотя отдѣльные ключи еще пробивались сквозь шпунтовую линію и на-скоро накладываемые кули, но вода, при глубинѣ отъ 8 до 10 футовъ, впереди шпунтовой линіи была удержана, а позади шпунтовой линіи дно канала осохло. Затѣмъ сомкнутіе 1 и 2 шпунтовыхъ линій не представляло затрудненій, такъ какъ оно происходило уже въ стоячей водѣ.

До приступа къ работамъ 3-го отдѣла, т.-е. къ окончателъному замыканію верха средней части, пришлось озаботиться дномъ канала ниже 3-ей шпунтовой линіи, защищеннаго фашинами. Оказалось, что отъ падающей черезъ среднюю часть воды, на поверхности фашиннаго укрѣпленія начали обнаруживаться ямы и неровности и фашинная набивка непосредственно за 3-ей шпунтовой линіей опустилась. Произведенные на

другой день промѣры дна подъ фашинами, показали углубленіе дна у свай до 7 футовъ, такъ что концы свай оставались въ землѣ всего около 10 футовъ. Чтобы устранить это явленіе, начали тотчасъ закидывать фашинную выстилку крупнымъ булыжнымъ камнемъ, чтобы придавить фашины къ дну канала. Убѣдившись въ пользѣ этой мѣры, разложили по дну наполненные землею кули, кладя ихъ по ширинѣ и высотѣ въ нѣсколько рядовъ и притомъ прижимая ихъ плотно къ крайнимъ боковымъ фашинамъ. Такими же кулями, съ добавленіемъ булыжнаго камня, придавили къ землѣ вершины послѣдняго ряда фашинъ при концѣ выстилки. Вода уже начинала течь по верху фашинъ и отлагала между ними часть уносимаго песка. Въ то же время заложили въ пазахъ двойныхъ стоекъ 3-ей линіи по двѣ доски на ребро и временно, часа на два, задержали перепадъ воды; остановивъ воду, перекидали съ верхнихъ подмостей на фашины заготовленный хрящеватый песокъ, раскидавъ который насытили имъ фашины посредствомъ самой малой струи пущенной чрезъ щели заложенныхъ въ пазы стоекъ досокъ. Вода уходя подъ фашины, увлекала туда же песокъ и заполняла имъ всѣ ямы и подмоины, причемъ песокъ и мелкіе камешки, останавливаясь между прутьями фашинъ, содѣйствовали ихъ огруженію. Затѣмъ опять давали полный ходъ водѣ. Повторя эти приемы съ накидкой камня и хряща и укладываніемъ новыхъ кулей по мѣрѣ надобности, въ теченіе одной недѣли успѣли такъ укрѣпить искусственное дно, что бой воды сдѣлался безопаснымъ, не смотря на большія временныя прибыви воды, вслѣдствіе частыхъ и продолжительныхъ дождей.

Для закрытія и засыпки средней части запруды нужно было установить 24 щита, высотой каждый въ 26 футовъ, а шириною отъ 6 до 8 футовъ и насыпать земли до 500 кубич. саж., полагая на первый случай дать откосамъ заложеніе въ $1\frac{1}{2}$ высоты. Эти работы необходимо было исполнить одновременно съ поднятіемъ уровня воды за плотиною съ 8 до 31 фут. При благопріятныхъ условіяхъ, т.-е. при сухой погодѣ, уровень до этой высоты могъ подняться въ теченіе $2\frac{1}{2}$ до 3 сутокъ, при менѣе же благопріятныхъ — въ теченіе $1\frac{1}{2}$ до 2 сутокъ. Очевидно, что исполненіе работъ должно было идти предупреждая это время, т.-е. чтобы работы шли скорѣе чѣмъ возвышеніе воды.

Когда былъ заготовленъ весь необходимый матеріалъ, т.-е. хрящъ, глина, земля, заготовлены и пригнаны щиты и насадки, необходимые для снѣжной работы и большаго числа рабочихъ подмости съ ихъ временными укрѣпленіями, для чего между прочимъ пришлось вбить нѣсколько круглыхъ свай въ ящикахъ средней части запруды, т.-е. между шпунтовыми рядами, тогда приступлено было къ закрытію и сомкнутію средней части запруды. Такъ какъ работа эта должна была производиться безостановочно днемъ и ночью, то 500 человекъ рабочихъ были раздѣлены на три смѣны по 150 человекъ, такъ какъ мѣсто работъ не позволяло помѣстить большаго числа ихъ. При этомъ приняты были мѣры для освѣщенія ночью мѣста работъ. Къ определенному дню для сомкнутія средней части запруды, вода въ рѣкѣ была средняя, погода

(30 іюля) пасмурная и сомнительная. По данному знаку, поставленные для опусканія щитовъ, плотники выбили подставки изъ подъ щитовъ, которые вслѣдъ затѣмъ разомъ опустились на свои мѣста и такимъ образомъ мгновенно остановили теченіе р. Сестры. Рабочіе въ то же время начали перекидывать въ запертую воду заблаговременно подвезенные къ самому мѣсту работъ матеріалы и вообще работа дружно закипѣла, такъ что въ теченіе трехъ часовъ выводимая земляная насыпь стала уже выступать изъ-подъ воды. Вода между тѣмъ также поднималась за плотиной, но засыпка землею средняго прохода производилась безостановочно днемъ и ночью и насыпь возвышалась быстрѣ поднятія воды. По прошествіи однѣхъ сутокъ вода поднялась на 16 футовъ, а насыпь опередила подъемъ воды на 6 футовъ. Не смотря на то что земля ложилась еще рыхло, но ниже запруды дно канала осохло; на вторые сутки горизонтъ воды, по футштоку, поднялся на 22 фута, а по земляной насыпи, поднятой до высоты береговъ, открылась уже ѣзда съ одного берега на другой.

Спустя недѣлю послѣ поднятія воды, въ запрудѣ начала показываться фильтрація, первоначально на днѣ канала при подошвѣ низоваго откоса, а впослѣдствіи и у береговъ канала, но эта фильтрація, образовавшая внизу струю менѣе 3 куб. фут. въ минуту, была свойственна мѣстному грунту, но совершенно безвредная, такъ какъ вода выжималась чистою, не увлекая даже мельчайшихъ земляныхъ частицъ.

Низовой откосъ былъ насыпанъ изъ мѣстнаго песчано-илистаго грунта, который вслѣдствіе фильтраціи разжижался; почему удлиннили откосъ присыпкой чистаго хрящеватаго песка, чрезъ что жижа у подошвы уплотнилась; весь этотъ откосъ вымостили потомъ булыжнымъ камнемъ.

„Въ строительномъ отношеніи эта запруда, говоритъ г. Гаусманъ, по всей справедливости заслуживаетъ вниманія, въ особенности если принять въ соображеніе при какихъ мѣстныхъ условіяхъ и данныхъ она возведена. Она замѣчательна не протяженіемъ, но способомъ устройства, высотой подпора воды и быстрымъ поднятіемъ ея впереди запруды“. Если мы позволили себѣ сдѣлать это длинное извлеченіе изъ статьи г. Гаусмана, то лишь потому, что приемы, употребленные имъ при сомкнутіи запруды на рѣкѣ съ большимъ притокомъ воды, пользованіе шпунтовыми рядами, набивка ящиковъ между шпунтами, наростъ стоечной системы поверхъ шпунтовой линіи, способъ укрѣпленія дна отъ падающей воды, свѣрѣпленіе насыпи съ берегами и употребленіе кулей и фашинъ—даютъ очень много полезныхъ указаній, которыми строитель можетъ воспользоваться въ различныхъ соответственныхъ случаяхъ.

Относительно смыканія плотинъ при текучей водѣ, которое одинаково относится и къ случаямъ задѣлки прорывовъ плотинъ, мы замѣтимъ только, что въ этихъ случаяхъ главное вниманіе должно быть обращено на возможное уменьшеніе скорости теченія воды прорывающейся сквозъ задѣльваемое отверстіе. Безъ этого не только земля, бросаема на засыпку, но кули и мѣшки наполненные землею и даже крупные камни

уносятся течениемъ безъ всякой пользы для дѣла. Поэтому всегда не мѣшаютъ имѣть въ запасѣ деревянные щиты и доски, которые могли бы хотя на нѣсколько мгновений пріостановить скорость теченія; а быстрая затѣмъ прикидка къ нимъ кулей или мѣшковъ съ землею и просто земли, можетъ скоро остановить и совершенно прервать это теченіе. Какъ на случайный примѣръ подобнаго рода дѣйствія, укажемъ на прорывъ, сдѣлавшійся въ нашей плотинѣ въ 1862 году: прорывъ этотъ подготовился ночью и къ утру уже образовалась значительная, хотя неширокая, но глубокая промоина противъ самаго мельничнаго амбара, которому угрожала большая опасность, такъ какъ вода изъ пруда устремилась съ большою скоростью въ эту промоину, съ быстротою расширяя, а главное, углубляя ее. Бросаемые земля и навозъ, обыкновенно запа-саемые на плотинѣ, нисколько не помогали, такъ какъ немедленно уносились внизъ быстротою теченія. Тогда нѣсколько крестьянъ броси-лись къ ближайшему двору, сняли съ мѣста тесовыя ворота и принесли ихъ на плотину, бросили ихъ ребромъ съ верхней стороны откоса по-перекъ промоины. Это препятствіе на нѣсколько мгновений задержало воду и значительно уменьшило объемъ и скорость ея теченія въ про-моинѣ, а дружная присыпка къ нимъ земли, остановила воду и промоина была засыпана вмѣстѣ съ воротами и затѣмъ окончательно задѣлана и затрамбована.

53. Фашинныя запруды.—Мы уже выше замѣтили, что способъ построения укладныхъ сооружений, не смотря на различныя ихъ цѣли и назначенія, въ сущности одинъ и тотъ же. Поэтому при изложеніи возведенія фашинныхъ запрудныхъ плотинъ мы укажемъ только на нѣ-которыя особыя условія, которыя необходимо имѣть въ виду при ихъ устройствѣ. Запрудная плотина въ существѣ есть та же буна, но только пересѣкающая рѣку во всю ширину. Фашинныя запрудныя плотины устраиваются преимущественно: 1) когда желаютъ прервать теченіе въ како-нибудь рукавѣ рѣки, чтобы заставить всю воду идти по глав-ному руслу; 2) когда чрезъ исходящія изъ главной рѣки рукава ея предполагаютъ вести береговую продольную плотину, и 3) когда напо-ромъ высокихъ водъ сдѣлается прорывъ въ береговой продольной насыпи или прорывъ въ земляной насыпи поперечной плотины.

Черт. XXXVII.

фиг. 519.

Направленіе этимъ запруднымъ плотинамъ чаще дается по прямой, какъ кратчайшей, линіи; кромѣ того случая, когда прорывъ въ береговой дамбѣ или поперечной плотинѣ образуетъ за ними глубокой омутъ въ мѣстѣ прорыва *A*. Тогда плотину направляютъ по дугообразной линіи *BCD*, въ нѣкоторомъ разстояніи *m* отъ края омута *m*, или по линіи *EFG* удаленной отъ глубокой часто омута ниже прорыва. Если же омутъ не очень глубокъ, то предпочтительно ведутъ плотину чрезъ омутъ по прямой линіи. Бокамъ плотины даютъ одинокой откосъ какъ и бунамъ, или наклоняютъ откосъ подъ угломъ въ 45° . Въ зависимости отъ ве-личины давленія воды и скорости теченія, ширину плотины въ верхнемъ гребнѣ дѣлаютъ отъ 12 до 45 и до 60 футовъ; обыкновенно эту ширину дѣлаютъ равною наибольшей глубинѣ рѣки въ томъ мѣстѣ, гдѣ устрои-

вается плотина, но иногда, въ виду большей прочности, дѣлаютъ эту ширину въ $1\frac{1}{2}$ и даже въ 2 раза больше наибольшей глубины рѣки. Высоту плотинѣ даютъ выше поднятой воды фута на 2 или на 3, принимая въ расчетъ и ея осадку; если же плотина прерываетъ только рукавъ рѣки, то вершина ея должна быть также фута на 2 или на 3 выше горизонта меженной воды. Чтобы во время высокихъ водъ уменьшить дѣйствіе переливающейся чрезъ плотину воды, въ особенности у замковъ, гдѣ плотина соединяется съ берегами, плотина дѣлается нѣсколько ниже къ серединѣ своей длины и выше къ берегамъ. Когда хотятъ уничтожить теченіе въ побочномъ рукавѣ и въ особенности съ цѣлю обратитъ этотъ рукавъ въ угоде, напр. въ сѣнокосъ, то плотину слѣдуетъ устраивать въ нижнемъ концѣ этого рукава *a*, чтобы въ остальной части этого русла отъ *b* до *a* образовались наносы и оно обратилось бы въ заводъ, наводняемую лишь весенними или высокими водами. Если же побочные рукава заграждаются плотинами для проведенія береговой насыпи *m* у главной рѣки, то плотины въ рукавахъ ставятся у истоковъ этихъ рукавовъ въ *b* и *c*, притомъ такимъ образомъ, чтобы непосредственно къ нимъ можно было присыпать береговую дамбу. При загражденіи нѣсколькихъ побочныхъ рукавовъ, всегда должно начинать устройство плотины въ верхнемъ рукавѣ *b* и потомъ уже устраивать плотину въ нижнемъ *c* и т. д. для того, чтобы не увеличить напора воды во время производства работы.

Черт. XXXVII.
стр. 520.

Если выборъ мѣста для плотины зависитъ отъ нашего произвола, то нужно стараться, чтобы дно рѣки въ избираемомъ мѣстѣ было по возможности твердое, не допускающее подмыва и углубленія подъ плотиною; чтобы берега, къ которымъ будетъ примыкать плотина, были не рыхлы, а по возможности изъ болѣе твердыхъ породъ и наслоеній; чтобы берега въ этомъ мѣстѣ не были очень низки и не допускали разлива или обхода водѣ мимо плотины. Затѣмъ, также какъ и для буны, должно быть хорошо обследовано дно русла, чтобы на немъ не было большихъ камней, пней, затонувшаго древеснаго лому и т. п. предметовъ, препятствующихъ правильной осадкѣ сооруженія и плотному его соединенію съ дномъ русла. Для этого дно должно быть обследовано желѣзнымъ щупомъ на нѣкоторую глубину, такъ какъ во время работы постель рѣки можетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ углубиться и затѣмъ обнаружить пни и камни занесенные и замтытые прежде, нѣсколько глубже настоящаго дна русла.

Такъ какъ производство работы запрудной плотины должно совершаться безъ замеченія, а тѣмъ болѣе какой либо остановки, то время для этого устройства должно избирать когда вода въ рѣкѣ находится въ меженномъ состояніи, когда не предвидятся заливные дожди и слѣдовательно когда паводки не случаются. Для плотины необходимѣе чѣмъ для буны, чтобы тѣло ея было по возможности плотнѣе, а потому фашины для нея требуются сочныя и съ полною листвою. А потому работу этого рода всего удобнѣе производить въ началѣ лѣта или въ началѣ осени, когда лѣсъ еще въ полномъ листу. Въ концѣ сооруженія, при замы-

каніи плотины, работа должна производиться особенно усиленно и спѣшно, какъ днемъ, такъ и ночью; а какъ эта работа бываетъ иногда сопряжена и съ опасностію для рабочихъ, то лучше рассчитать такъ, чтобы замыканіе плотины пришлось во время лунныхъ ночей, дабы въ случаѣ несчастія въ ночное время было все видно. Съ огнемъ же при этого рода постройкахъ слѣдуетъ обходиться какъ можно осторожнѣе. Такъ какъ при производствѣ этого рода работы первымъ условіемъ для непрерывности работы должно быть совершенное обезпеченіе въ количествѣ матеріаловъ и рабочихъ, то лучше избирать время когда нѣтъ спѣшныхъ полевыхъ работъ и когда въ рабочихъ нѣтъ недостатка. Если бы работу запрудной плотины вести какъ буну, отъ одного берега до другаго, то при приближеніи головы буны къ противоположному берегу, усиленнымъ теченіемъ этотъ берегъ подвергся бы размыванію и разрушенію; а потому работа ведется обыкновенно отъ обоихъ береговъ разомъ и представляетъ собою двѣ буны, которыя смыкаются на серединѣ рѣки. При этомъ происходитъ еще явленіе, которое не встрѣчается при устройствѣ бунъ, — а именно возвышеніе воды за плотиною, по мѣрѣ того какъ плотина начинаетъ прерывать теченіе въ запруживаемомъ рукавѣ рѣки.

Для предупрежденія просачиванія воды сквозь фашинное тѣло плотины, передъ нею, со стороны напора воды, къ верховому откосу дѣлается земляная отсыпь, шириною вверху въ 6 фут. съ полуторнымъ откосомъ, которая давленіемъ воды плотно прижимается къ фашинному сооруженію и при самомъ насыпаніи затягиваютъ собою всѣ скважины въ фашинныхъ слояхъ. Для запрудныхъ плотинъ поэтому земли требуется гораздо болѣе чѣмъ для бунъ, и если запруживаемый рукавъ рѣки широкъ и глубокъ, то недостаточно землю подвозить только на тачкахъ, но слѣдуетъ подвозить и на лодкахъ. Мѣста откуда будутъ брать землю тачками и лодками должны быть заранѣе назначены, причемъ нужно чтобы лодки нагруженные землею спускались къ плотинѣ внизъ по теченію, а порожнія поднимались противъ теченія. Когда будутъ запасены всѣ необходимые матеріалы, т.-е. фашины, канаты и колья и имѣется на лицо необходимое число рабочихъ, то на мѣстѣ избранномъ для плотины на обоихъ берегахъ выставляются вѣхи $A, A', A'' \dots C, C', C'' \dots$ и $B, B', B'' \dots D, D', D'' \dots$ представляющія ширину поверхности плотины (равную наибольшей глубинѣ рѣки въ этомъ мѣстѣ или нѣсколько болѣе, какъ уже объ этомъ сказано выше) и ея направленіе.

Черт. XXXVIII.
•пл. 526.

Вѣхи должны быть столь высоки, чтобы линіи ихъ, означающія края гребня плотины, были хорошо видны фашиннымъ мастерамъ съ обоихъ береговъ. Затѣмъ на обоихъ берегахъ, въ томъ мѣстѣ гдѣ къ нимъ должна примыкать плотина, дѣлаются выемки земли. Если русло рѣки у берега (какъ A) неглубоко и идетъ лишь постепенно углубляясь, такъ что первый фашинный слой при погруженіи своимъ началомъ не опустится ниже поверхности воды, то выемка земли вдоль берега дѣлается не длиннѣе ширины поверхности плотины AC . Если же рѣка у берега (какъ у B) глубока, то длина выемки m , сверхъ ширины плотины, должна быть увеличена съ каждой стороны на величину mD

и *nB*, равную этой глубинѣ, такъ какъ длина выемки *m* вообще опредѣляется шириною перваго слоя фашинъ, какъ это указано было выше при заложении буны. Отъ берега къ рѣкѣ эта выемка дѣлается наклонно и вдается въ берегъ сажени на двѣ; но къ верхней части течения, т.-е. къ 0,0, эта выемка должна входить въ берегъ далѣе еще сажени на двѣ или на три, дабы въ этомъ мѣстѣ можно было бы канаты втянуть далѣе въ берегъ, для лучшаго укрѣпленія сооружения съ берегомъ. Вынутая изъ выемокъ земля впоследствии употребляется на загрузку фашинныхъ слоевъ.

Постройка запрудной плотины требуетъ двухъ фашинныхъ мастеровъ, ведущихъ работу одновременно съ обоихъ береговъ, причемъ въ помощь имъ даются подмастерья, или опытные рабочіе, дабы за усталостью мастеровъ, при киданіи фашинъ, не останавливать работы. Въ этомъ случаѣ фашинный мастеръ накидываетъ фашины передоваго ряда и только начинаетъ отступательные ряды, которые оканчиваетъ его помощникъ. Затѣмъ вся работа начинается и продолжается тѣмъ порядкомъ, какъ она описана выше при устройствѣ буны; только ширина заложения рядовъ со стороны верховья рѣки дѣлается здѣсь нѣсколько болѣе, особенно когда начинается возвышеніе воды за сооруженіемъ отъ стѣсненія течения, и это заложеніе особенно увеличивается, когда дѣло приходитъ къ смыканію противоположныхъ бунъ на серединѣ рѣки. Для прочности сооружения, фашинные канаты въ плотинахъ слѣдуетъ класть чаще чѣмъ у бунъ, а именно на $1\frac{1}{2}$ фута разстоянія канатъ отъ каната, и вообще не скупись канатами, которые удерживаютъ фашинные слои во время производства работы. Когда сооруженіе подвинется далеко въ рѣку, то кромѣ крестообразно налагаемыхъ на слои канатовъ, слѣдуетъ класть еще канаты со стороны верховья рѣки отъ берега, для прокладки которыхъ далѣе въ берегъ и дѣлается съ этой стороны выемка земли далѣе отъ рѣки. Насыпка земли на фашинные слои производится какъ и въ бунахъ; если часть крыла выдвинута такъ далеко въ рѣку что первый слой уже опустился на дно, то подвозимую запасную землю можно накладывать временно на эту готовую часть крыла. Въ то же время къ этой готовой части крыла дѣлается съ верховой стороны присыпка земли для образованія отсыпи, или землянаго отмела, чтобы скрѣпить еще болѣе готовую часть и не допускать въ ней просачиванія или подмыва. Въ особенности слѣдуетъ болѣе присыпать земли въ замкахъ бунъ, чтобы лучше связать сооруженіе съ берегомъ.

Очевидно, что то крыло, которое ведется отъ *A*, или по мелкой части русла, будетъ подвигаться впередъ скорѣе, чѣмъ веденное по глубокой части отъ *B*; такъ какъ смыканіе бунъ удобнѣе производить не на самомъ глубокомъ мѣстѣ русла, а гдѣ грунтъ дна тверже и менѣе способенъ къ размыванію, то сообразно этому слѣдуетъ усиливать работу на одномъ крылѣ и замедлять на другомъ, чтобы смыканіе бунъ произошло именно на томъ мѣстѣ русла рѣки, которое для этого наиболѣе желательно. Когда работа съ обѣихъ сторонъ рѣки подвинется до того, что фашинные слои отъ обоихъ крыльевъ почти сходятся на поверхности

опг. 526.

Черт. XXXVIII.

опг. 527.

рѣки и скорость теченія между ними усиливается, то чтобы не дать времени струѣ углубить дно русла, необходимо въ это время, на сколько возможно, усилить работу и производить ее днем и ночью безостановочно. Для этого всѣ рабочіе должны быть раздѣлены на дневную и ночную смѣны; фашины мастера и рабочіе ночной смѣны должны находиться близко отъ работы, чтобы ихъ можно было вызвать скоро къ мѣсту работъ по первой тревогѣ. Когда оба крыла начинаютъ сходиться въ точкѣ *F*, то въ слояхъ, накидываемыхъ съ верховья рѣки *G*, крайніе должны болѣе выдаваться, или выступать въ воду такъ, чтобы крылья въ планѣ получили очертаніе изображенное на фиг. 527. Но при этомъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы противулежащіе слои одного крыла не ложились бы на слои другаго, а равно и канаты не перекидывались бы съ одного крыла на другое, что могло бы мѣшать свободной и независимой осадкѣ слоевъ въ томъ и другомъ крылѣ сооруженія. Въ это же время необходимо сильное трамбованіе въ мѣстахъ *H* и *I*, фиг. 527, и до самыхъ береговъ, чтобы нижніе слои плотно легли на дно и не допускали бы подмыванія; а также необходимо безостановочно продолжать земляную отсыпь къ верховому откосу, чтобы уничтожать просачиваніе и сплотнять массу слоевъ опустившихся на дно. Затѣмъ на концахъ обоихъ крыльевъ по возможности быстро накладываются нѣсколько одинаковой длины фашинныхъ слоевъ, по которымъ уже можно будетъ переходить съ одного крыла на другое, но съ тою же предосторожностью, чтобы слои одного крыла не покрывали слои другаго, причемъ нагружаемая на слои земля усиленно трамбуется. Этимъ способомъ работа продолжается до окончательнаго смыканія крыльевъ. Если ниже плотины прекратится водоворотъ, то это будетъ означать что все сооруженіе лежитъ плотно на днѣ рѣки; если же водоворотъ продолжается, то на концахъ крыльевъ, гдѣ онѣ смыкаются, кладутъ еще нѣсколько рядовъ фашины съ засышкой ихъ по возможности тяжелой землей и съ усиленнымъ трамбованіемъ отъ береговъ до мѣста смыканія крыльевъ. Когда же струя все еще продолжаетъ съ силою идти внизъ въ мѣстѣ смыканія крыльевъ, то разрубаютъ фашинные канаты, могущіе препятствовать осадкѣ слоевъ на дно, и усиливаютъ нагрузку земли и трамбованіе; если же и это иногда не помогаетъ, тогда въ мѣстѣ, гдѣ оказывается проходъ воды на глубинѣ, устраивается фашинный слой *a* вверхъ отъ плотины, который напоромъ струи прижмется къ плотинѣ и закроетъ собою отверстіе; этотъ слой слѣдуетъ придавить еще другими фашинными слоями, выступающими далѣе отъ плотины вверхъ по рѣкѣ, такъ что всѣ слои, спускаясь чрезъ нагрузку земли и достигая дна рѣки, давленіемъ воды прикроютъ отверстіе внизъ, а посредствомъ присыпаемаго къ нимъ слоя земли прекратить совершенно проходъ воды подъ плотину въ смычкѣ крыльевъ. Для болѣе удобнаго смыканія фашинныхъ запрудъ, совѣтуютъ составлять запруду изъ двухъ частей, которыя, идя отъ противоположныхъ береговъ по параллельнымъ направленіямъ, проходили бы одна около другой, касаясь лишь своими основаніями фиг. 529. Выгода этого расположенія состоитъ въ томъ, что каждая часть отдѣльно

•нг. 528.

•нг. 529.

можетъ быть удобно погружена, остающееся отверстіе будетъ способствовать занесенію рукава рѣки наносами, углубленіе же дна въ немъ произойти не можетъ, такъ какъ откосы обѣихъ полузапрудъ касаются и слѣдовательно дно здѣсь защищено. Сверхъ того, въ этомъ случаѣ направленіе теченія очень наклонно, поэтому теченіе не можетъ быть сильно. На всякій случай полезно защищать берегъ *a*, въ который направляется это теченіе. Такъ какъ подобное расположеніе увеличиваетъ длину запруды, то можно ее дѣлать и сплошною, но только тогда необходимо, во-первыхъ, погрузить подъ нею рядъ тюфяковъ и во-вторыхъ, вести работу не одновременно съ обоихъ концовъ, а возвести сначала одну половину, заходящую за средину и, когда она окончательно погружена, приступить къ устройству второй. Здѣсь представляется та выгода, что, когда сѣченіе будетъ наиболѣе стѣснено и слѣдовательно когда скорость очень увеличится, фасинные ряды второй части будутъ находиться надъ оконченною уже первою частью и слѣдовательно подмывъ дна невозможенъ.

Какъ примѣръ весьма усѣбныхъ запруженій рукавовъ, г. Глушинскій приводитъ работы произведенныя на р. Вислѣ. Тамъ сначала погружался во всю ширину запружаемаго рукава, начиная отъ средины и распространяясь къ берегамъ, рядъ тюфяковъ, длиною въ 60 и шириною въ 36 футовъ. Эти тюфяки должны были служить *рисбермою*, или площадкою, ниже плотины и поэтому нижее, считая по теченію, ихъ ребро помещалось такъ, чтобы оно на 72 фута выступало передъ ребромъ запруды.

На первый рядъ погружали второй, такъ чтобы онъ его отчасти закрывалъ и затѣмъ, смотря по надобности, еще третій, съ цѣлю возвысить дно на столько, чтобы надъ нимъ оставалось не болѣе 8 футовъ воды. На этой только глубинѣ возводили запруды изъ погружаемой фасинной кладки, ширина которой въ гребнѣ дѣлалась въ 18 футовъ. Запруда велась съ обоихъ береговъ, но такъ, что съ другаго берега начинали работать, когда начавшіе съ перваго дошли уже до средины. Для предупрежденія просачиванія въ запрудѣ и вымыванія частицъ земли, служащей для нагрузки фасинъ, присыпалась къ верховому откосу плотины земляная насыпь, преимущественно изъ глины, толщиною въ 6 футовъ. Верхняя грань этой насыпи укрѣплялась плетнями, промежутки между которыми были заполнены камнемъ, гребень же запруды и откосы ея, начиная сверху и до горизонта воды, защищались метловымъ покрываломъ. Устроивая такимъ образомъ запруды, не было случая чтобы образовались на днѣ углубленія, не позволяющія производить работы.

Вмѣсто погружаемой фасинной кладки можно устроить запруды изъ однихъ тюфяковъ; но въ этомъ случаѣ нужно имѣть въ виду, что какъ бы тщательно они ни были погружены, всегда между ними останутся промежутки, которые, и особенно продольные, будутъ очень вредны, такъ какъ въ нихъ можетъ образоваться сильное теченіе, размывающее дно. Поэтому весьма важно со всевозможною тщательностью заполнять эти промежутки и притомъ крупнымъ матеріаломъ, такъ какъ мелкій

гравій будетъ легко выноситься водою. При этой предосторожности устройство запрудъ изъ тюфяговъ очень хорошо, погрузка ихъ гораздо легче возведенія погружаемой фашинной кладки, но въ ббльшей части случаевъ тюфяки обходятся дороже фашинной кладки ¹⁾).

Такъ какъ, особенно въ началѣ, происходитъ неравномѣрная осадка сооруженія и преимущественно въ мѣстѣ смыканія крыльевъ, то въ образующіяся на поверхности впадины накладываются фашины рядами, но поперекъ сооруженія, метловыми концами къ отвесамъ и колыями къ срединѣ плотины, дабы эти ряды также не препятствовали бы осадкѣ каждаго крыла отдѣльно. Фашины же въ верхнихъ рядахъ укладываются такимъ образомъ, чтобы онѣ образовали покатости отъ середины къ краямъ плотины и по нимъ уже натягиваются канаты вдоль всей плотины и засыпаются землею съ уграмбованіемъ ея. Канаты эти должны входить на значительное разстояніе на берега и должны быть твердо укрѣплены колыями. При окончательномъ выравниваніи поверхности плотины, ей дается также небольшая покатость отъ замковъ къ срединѣ, какъ уже объ этомъ было сказано выше, такъ что въ поперечномъ сѣченіи поверхность ея будетъ имѣть выпуклую фигуру, а въ продольномъ — вогнутую.

На построенной такимъ образомъ плотинѣ, послѣ окончательной ея осадки и надлежащаго выравниванія, какъ объ этомъ было указано при устройствѣ бунъ, настилается метловое покрывало, переходящее черезъ замки плотины и на близъ лежащія части береговъ, для защиты ихъ отъ высокыхъ, переливающихся водъ.

Подобнаго рода плотины устроены на нѣкоторыхъ рукавахъ Рейна и другихъ большихъ рѣкъ; но постройка ихъ, въ особенности же на большихъ, глубокихъ и быстрыхъ рѣкахъ, сопряжена бываетъ съ большими затрудненіями и даже опасностію для рабочихъ; поэтому, если мы указали на эту постройку, то главнымъ образомъ для полноты изложенія нашего предмета, а также, чтобы познакомить съ приѣмами и способами этого рода сооруженій, которыми строители могутъ воспользоваться въ нѣкоторыхъ подходящихъ случаяхъ.

¹⁾ Глушинскій. Воляныя сообщенія.

ОТДѢЛЪ ДЕВЯТЫЙ.

СООРУЖЕНІЕ ВОДОСПУСКОВЪ ВЪ СТОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНАХЪ.

ГЛАВА XVIII.

УСТРОЙСТВО ОСНОВНЫХЪ ЧАСТЕЙ ВОДОСПУСКОВЪ.

54. О водоспускахъ вообще. — Такъ какъ главный предметъ настоящаго сочиненія составляютъ плотины устроиваемые для механическаго вододѣйствія, и слѣдовательно плотины по преимуществу створчатыя и притомъ съ земляными насыпями и водоспусками, то чтобы не прерывать нити изложенія, мы обратимся теперь въ устройству водоспусковъ и затѣмъ уже скажемъ объ устройствѣ тѣла каменныхъ плотинъ, въ которыхъ устройство водоспусковъ подчиняется тѣмъ же правиламъ и условіямъ, какъ и въ плотинахъ образованныхъ изъ земляныхъ насыпей.

Прежде всего скажемъ нѣсколько словъ относительно выбора мѣста для водоспусковъ. Мы уже привели выше мнѣніе г. *Скаржинскаго*, который при образованіи прудовъ въ степяхъ южной Россіи, совѣтуетъ устраивать водоспуски ближе къ пологому берегу балки. Но весенніе водоспуски на рѣкахъ, лучше устраивать въ самомъ руслѣ рѣки, въ мѣстѣ пересѣченія этого русла плотиною, такъ какъ во время половодій большая масса воды, проходящая сквозь водоспускъ, находитъ себѣ истокъ по естественному руслу рѣки, не требуя для себя проведенія особаго канала. Что же касается рабочаго водоспуска, то этотъ послѣдній лучше устраивать около пологого берега, такъ какъ около этого берега, въ мѣстѣ не заливаемомъ весенними водами, всего удобнѣе располагать вододѣйствующія заведенія: отводный же каналъ для воды отработавшей на колесахъ, чаще не можетъ быть большихъ размѣровъ, а потому и не требуетъ большой земляной работы. Въ нашихъ обыкновенныхъ, небольшихъ мельничныхъ плотинахъ, въ которыхъ весенній и рабочій водоспуски чаще соединены вмѣстѣ, водоспускъ обыкновенно ставится въ самомъ руслѣ рѣки, какъ съ тою цѣлью, чтобы сохранить всю высоту паденія воды, такъ и для того, чтобы не рыть отводнаго канала. Мель-

ничные же амбары ставятся въ такомъ случаѣ на сваяхъ и нѣкоторое затопленіе ихъ весною нижнею водою не представляетъ большихъ неудобствъ. Что же касается до болѣе обширныхъ вододѣйствующихъ заведеній, то удобство расположенія ихъ играетъ большую роль, а потому здѣсь все зависитъ отъ мѣстныхъ условій, для которыхъ нельзя указать безусловныхъ правилъ; при подобнаго рода заведеніяхъ не затрудняются въ устройствѣ, не только отводнаго, но и приводнаго каналовъ, а потому выборъ мѣста для водоспусковъ весенняго и рабочаго въ такихъ заведеніяхъ представляетъ болѣе широкія условія. Но и здѣсь всеоудобнѣ располагать весенній водоспускъ въ самомъ руслѣ рѣки и только для рабочихъ водоспусковъ выбирать такія мѣста, которыя наиболѣе соответствуютъ расположенію самыхъ вододѣйствующихъ заведеній.

Относительно выбора мѣста для водоспусковъ, г. Гаусманъ замѣчаетъ, что при проектированіи новаго вододѣйствующаго заведенія или мельницы, должно помѣщать водоспускное 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 возвышенные берега не представляютъ крутыхъ обрывовъ, но имѣютъ болѣе отлогій склонъ къ водѣ; гдѣ ширина ручья наименьшая, но однако достаточная для прохода воды при полноводіи; гдѣ грунтъ дна и береговъ не представляетъ толстыхъ наносныхъ слоевъ и возведеніе искусственныхъ укрѣпленій отверстія не потребуетъ большихъ издержекъ и гдѣ, притомъ, эти укрѣпленія могутъ быть соединены съ берегами прочно 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 не въ соединеніи съ сооружениями самаго водоспуска. Обращаютъ также вниманіе на пути сообщенія и располагаютъ выпускное отверстіе такъ, чтобы мостъ чрезъ него могъ бы служить и проѣзднымъ мостомъ. Всегда должно избѣгать, говоритъ г. Гаусманъ, располагать выпускное отверстіе въ кругомъ колѣнѣ ручья, при впаденіи одного ручья въ другой, т.-е. на стрѣлкѣ. Вообще, при небольшихъ прудахъ, выпускное отверстіе помѣщаютъ непосредственно около мельницы или по близости ея, чтобы проводъ воды на ея колесо можно было бы сдѣлать въ томъ же ставѣ или водоспускѣ. При заводскихъ прудахъ, болѣе обширныхъ, обыкновенно руководствовались этимъ же правиломъ; но въ заводахъ повѣйшаго устройства уже не стѣсняются этимъ условіемъ и, по весьма основательнымъ причинамъ, относятъ выпускное отверстіе въ сторону отъ заводскихъ строеній.

Въ небольшихъ сельскихъ мельницахъ иногда береговья укрѣпленія водоспускнаго отверстія, или плечи става, служатъ стѣнами для самой мельницы; иногда же водоспускъ дѣлаютъ въ плотинѣ, а мельницу относятъ въ сторону къ нарочно вырытому каналу въ обходъ запруды. Помѣщеніе водоспуска въ самой земляной насыпи плотины вполне оправдывается, по мнѣнію г. Гаусмана, тѣмъ, что здѣсь мѣсто наиболѣе приспособлено отъ природы для пропуска воды и при этомъ

устройствѣ обыкновенно сокращаются расходы на устройство вододѣйствія. Но не слѣдуетъ помѣщать мельничное строеніе непосредственно возлѣ или подѣ стѣнами самага водоспуска, такъ какъ оно можетъ подвергнуться подмою, случайнымъ поврежденіямъ и преждевременной гнили. Хотя непосредственное соединеніе мельничнаго строенія съ стѣнами водоспуска иногда и вынуждается мѣстными условіями и экономическими расчетами, но однако при всякой къ тому возможности слѣдуетъ избѣгать этого непосредственнаго соединенія; кромѣ опасности отъ прорывовъ, мельничное строеніе поставленное отдѣльно всегда сохраняется почти вдвое долѣе, чѣмъ стѣны водоспусковъ¹⁾.

Приступая къ изложенію устройства водоспусковъ, мы прежде укажемъ на устройство водоспусковъ съ основаніемъ изъ сланника, потомъ изъ шпунтовыхъ рядовъ и круглыхъ свай и затѣмъ перейдемъ къ ряжевымъ основаніямъ. На основаніи изъ сланника водоспуски ставятся сплошной ряжевой рубки, безъ понурныхъ и сливныхъ половъ и потому принадлежать къ непрочной прудки, но обходятся иногда дешевле водоспусковъ съ шпунтовыми и ряжевыми основаніями, причемъ самое устройство ихъ проще. Но цѣльные ряжевые водоспуски съ основаніемъ изъ сланника, и только иногда съ опорными круглыми сваями, еще выгодно устраивать въ мѣстностяхъ обильныхъ лѣсомъ; тамъ же гдѣ лѣсъ уже значительно вздорожалъ, обращаются къ водоспускамъ съ шпунтовыми рядами, которые требуютъ на свое устройство, относительно, меньшее количество древеснаго строительнаго матеріала. При водоспускахъ съ основаніемъ изъ сланника, понурный полъ замѣняетъ земляная отсыпка, или отмель; при немѣннн же сливныхъ половъ, пускаютъ чрезъ порогъ лишь нетолстый слой воды, который падаетъ водосливомъ чрезъ переднюю стѣну рубки и иногда прямо на слань, а иногда предварительно на полъ, насланннй только въ срединѣ рубки самага водоспуска. Поэтому ширина выпускнаго отверстія въ такихъ водоспускахъ всегда должна быть болѣе чѣмъ ширина отверстія въ водоспускахъ съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ, съ понурными и длинными сливными полами, по которымъ, безъ вреда для водоспуска и дна позади его, можетъ быть теченіе слоеи воды значительной толщины. А потому-то ширина въ этихъ послѣднихъ водоспускахъ, въ виду меньшей ширины выпускнаго отверстія, будетъ всегда относительно менѣе и потребуетъ меньше строительнаго матеріала, чѣмъ водоспуски на слани, такъ какъ при этомъ еще на слань нужно употребить значительное количество молодаго лѣса.

Чтобы составить планъ водоспуска и затѣмъ сдѣлать разбивку его очертанія на самомъ мѣстѣ, прежде всего необходимо знать ширину его выпускнаго отверстія. Площадь этого отверстія должна пропускать воду самыхъ наибольшнхъ разлиновъ; поэтому (какъ это уже указано было въ ст. 13), если назовемъ чрезъ Q объемъ наибольшаго притока воды въ каждую секунду; чрезъ h — толщину слоя воды, протекающаго

¹⁾ См. гл. XXVII.

через порогъ водоспуска (которая, какъ уже замѣтили прежде, не должна быть допускаема болѣе 7 футовъ, и которая въ нѣкоторыхъ случаяхъ есть разность между высотами уровней верхней и нижней воды): чрезъ v —среднюю скорость теченія во всемъ слоѣ воды проходящемъ надъ порогомъ отверстія и наконецъ чрезъ x —искомую ширину выпускнаго отверстія, то будетъ $Q = h \cdot x \cdot v$, отсюда $x = \frac{Q}{h \cdot v}$.

Что касается до наибольшаго объема Q притока, то въ ст. 45 мы уже указали на способы его опредѣленія; когда грунтъ ниже плотины неразмываемъ, или когда посредствомъ достаточной длины и тщательнаго устройства сливныхъ половъ можетъ быть устранена эта размываемость, для h , какъ предѣльная величина, допускается 7 фут.; вообще же съ увеличеніемъ свойствъ размываемости дна и уменьшеніемъ протяженія сливныхъ половъ, эта толщина h слоя воды должна быть уменьшаема и доходить до 3-хъ и менѣе футовъ. Скорость v опредѣлится по формулѣ $v = 0,6 \cdot \sqrt{2gh}$; величины для v опредѣленные по этой формулѣ въ предѣлахъ $h = 1$ до 10 ф. показаны нами въ ст. 13: промежуточные же могутъ получиться непосредственнымъ вычисленіемъ по этой формулѣ. Такимъ образомъ при извѣстныхъ величинахъ Q , h и v , по формулѣ $x = \frac{Q}{h \cdot v}$, можетъ быть опредѣлена для каждаго случая ширина выпускнаго отверстія водоспуска, если и не съ математическою точностію, то весьма близкая къ дѣйствительности. Когда на той же рѣчкѣ есть недалеко водоспускъ выше или ниже устроеннаго нами, то наблюденіемъ надъ ними можемъ провѣрить полученную такимъ образомъ ширину x выпускнаго отверстія и въ случаѣ необходимости нѣсколько увеличить эту ширину, чтобы она ни въ какомъ случаѣ не оказалась малою. При этомъ необходимо обращать вниманіе на обстоятельства, которыя могутъ измѣнить въ непродолжительномъ времени характеръ бассейна рѣчки и увеличить ея разливы. Такъ въ нашемъ водоспускѣ на р. Свѣчѣ въ с. Шаталовѣ (о которомъ мы говорили въ ст. 4 и 11), лѣтъ 50 тому назадъ, при высотѣ h слоя воды около 3-хъ футовъ, ширина отверстія въ $8\frac{1}{4}$ арш. считалась достаточною для пропуска весеннихъ водъ и вода никогда не поднималась до гребня плотины: 30 лѣтъ тому назадъ мы нашли эту ширину отверстія въ $9\frac{1}{3}$ арш. и ее уже считали недостаточною, такъ что 25 лѣтъ тому назадъ мы должны были сдѣлать ее въ 11 арш. Но весенній разливъ 1879 г. показалъ, что она опять сдѣлалась недостаточною, такъ какъ вода не умѣщалась въ отверстіе и стала переливаться чрезъ гребень плотины. Почему въ новомъ водоспускѣ, устроенномъ въ 1880 г. мы допустили высоту слоя h до 4-хъ футовъ, оставивъ ту же ширину отверстія въ 11 аршинъ. Очевидно, что вырубка окрестныхъ лѣсовъ измѣнила характеръ бассейна рѣчки и увеличила ея случайные весенніе разливы. А потому при устройствѣ водоспуска, который долженъ простоять безъ перелѣлки долгое время, всегда необходимо давать нѣкоторый запасъ, или ширинѣ выпускнаго отверстія, или толщинѣ слоя воды проходящей чрезъ отверстіе, смотря по тому, что въ данномъ случаѣ окажется выгоднѣе или удобнѣе.

Когда ширина выпускнаго отверстія болѣе $4\frac{1}{2}$ сажени, то его раздѣляютъ на два и болѣе пролетовъ, устройствомъ быковъ въ самомъ отверстіи. При такомъ раздѣленіи отверстія на отдѣльные проходы для воды, дѣлаютъ всѣ эти проходы одинаковой ширины съ такимъ расчетомъ, чтобы сумма площадей всѣхъ проходовъ была равна опредѣленной для всего выпускнаго отверстія площади. А потому при устройствѣ быковъ, къ опредѣленной ширинѣ отверстія водоспуска нужно прибавить толщину среднихъ быковъ, будутъ-ли они каменные или ряжевые деревянные.

При небольшихъ водоспускахъ ряжевой рубки, отдѣльные проходы образуются продольными (т.-е. по теченію) стѣнами этой рубки, которыя замѣняютъ собою быки. Но обходиться безъ быковъ въ водоспускахъ изъ цѣльной ряжевой системы можно лишь тогда, когда вся ширина отверстія такого водоспуска не превышаетъ 20 — 25 аршинъ и притомъ, когда на длинныя поперечныя стѣны его можно употребить цѣльныя бревна такой же длины, или по крайней мѣрѣ на два нижніе вѣнца и на два вѣнца подъ мертвымъ брусомъ. При неизмѣнн же бревенъ такой длины, необходимо раздѣлять выпускное отверстіе однимъ или нѣсколькими быками, смотря по ширинѣ всего отверстія.

55. Устройство ряжевыхъ водоспусковъ на основаніи изъ слани. — Въ мѣстностяхъ изобильныхъ лѣсомъ, подъ водоспуски обыкновенныхъ небольшихъ мельницъ употребляется основаніе изъ *сланника*. Основаніе изъ сланника употребляется преимущественно подъ водоспуски образованные изъ сплошной ряжевой рубки. Для слани употребляютъ молодой еловый лѣсъ, толщиной въ комлѣ отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 вершковъ, который при густомъ насажденіи образуетъ совершенно ровный и прямой жерднякъ, длиною отъ 15 до 20 арш. Молодой еловый лѣсъ заключаетъ гораздо болѣе смолы, чѣмъ въ такомъ же возрастѣ сосновый; годовые слои его тоньше и плотнѣе и онъ прочнѣе сосноваго жердняка, какъ въ сухомъ мѣстѣ, такъ и въ водѣ. Таково по крайней мѣрѣ относительное свойство этихъ породъ въ средней Россіи. Всякій же другой лѣсъ, вромѣ дубоваго (см. ст. 75), какъ напр. береза, ольха и т. п. породы, не представляютъ той прочности въ основаніи, какъ молодой еловый лѣсъ и какъ неизмѣннѣе той прямизны, длины и ровности, какія представляетъ молодой ель изъ густаго насажденія, онѣ образуютъ въ слани большіе промежутки, не легко замываемые хрящемъ и землею и мѣшающіе жердямъ плотно прилегать одна къ другой. Отъ этого толстый слой слани изъ подобныхъ породъ не будетъ имѣть достаточной плотности и можетъ допускать неравномѣрную осадку; а потому породы эти употребляютъ на слань только за неизмѣннѣе молодого еловаго лѣса.

Срубленные еловые жерди, вышеуказанной толщины, очищаются отъ сучьевъ, съ оставленіемъ нѣсколькихъ лишь въ самой макушкѣ, которая не отрубается; кора съ нихъ не снимается и онѣ обыкновенно идутъ на слань въ сыромъ видѣ безъ предварительной ихъ просушки. Все мѣсто въ руслѣ рѣки занимаемое ставомъ, или водоспускомъ, по

возможности выравнивается и на всемъ протяженіи вдоль плотины за-
 Черт. XXXIX. нимаемомъ водоспускомъ, слань укладывается на дно русла рѣчки пра-
 вильными рядами и по возможности плотно жердь къ жерди, обращая
 *ил. 530. комли внизъ по теченію, а макушки вверхъ; промежутки между жер-
 531. дьями каждаго ряда сланника засыпаются хрящемъ, или крупнымъ пе-
 скомъ. Число слоевъ зависитъ отъ глубины воды въ рѣчкѣ въ межен-
 номъ ея состояніи, но обыкновенно весь слой сланника кладется не
 толще 1 до 1½ аршина. Причемъ обыкновенно протяженіе слоя слан-
 ника вдоль плотины дѣлается длиннѣе, чѣмъ протяженіе рубки водо-
 спуска, такимъ образомъ, чтобы за крайними, боковыми стѣнами става,
 слань выходила по крайней мѣрѣ на одинъ аршинъ за стѣну въ ту и
 другую стороны, фиг. 531 и 532.

Для предохраненія сланника отъ гніенія, должно стараться чтобы
 верхній слой его былъ всегда покрытъ даже меженною водою, хотя на
 1/2 вершка. Комли сланника обыкновенно выпускаются на 2 до 3
 *ил. 530. аршинъ за низовую стѣну водоспуска и служатъ какъ бы сливнымъ по-
 ломъ, предохраняя дно русла отъ ударовъ воды и размыванія. Съ этой
 же цѣлью иногда слой сланника, въ нѣсколько рядовъ, кладутся усту-
 пами, однимъ или двумя, за нижнюю стѣною става, чтобы на большемъ
 протяженіи отъ него принимать на себя ударъ воды и предохранять
 дно русла ниже става отъ размыванія. Для того чтобы жерди слан-
 ника по всей своей длинѣ ложились какъ можно плотнѣе одна къ дру-
 гой, нѣкоторыя части русла и неровности береговъ срывають и выравни-
 ваютъ наблюдая чтобы жерднякъ вездѣ клался во всю длину, не
 пересѣкая наискось другихъ жердей и не перерубая жердей для пра-
 вильной укладки, короткіе концы которыхъ могутъ быть выбиты па-
 дающей на нихъ водою изъ-подъ сруба. Верхній слой сланника вдоль
 плотины выравнивается подъ ватерпасъ; вдоль же по теченію сланникъ
 укладываютъ такъ, чтобы комли его лежали нѣсколько выше макушекъ,
 или, чтобы верхняя поверхность сланника *ab*, фиг. 530, представляла
 нѣсколько наклонную плоскость съ понуромъ противъ теченія. Но ве-
 личина этого наклона въ верхнемъ слоѣ не должна быть болѣе 4 — 6
 верш. на всю длину жердей сланника. Хотя комли въ сланникѣ уже и
 сами по себѣ ложатся болѣе толстымъ слоемъ чѣмъ со стороны ма-
 кушекъ, но однако для образованія этого понура обыкновенно подъ
 *ил. 530. концы комлей самаго нижняго слоя, предварительно укладки его, кла-
 дутъ поперекъ русла бревно *c* во всю длину настила сланника, кото-
 рымъ это бревно и прижимается къ землѣ. Этотъ покатъ верхнему слою
 сланника даютъ съ тою цѣлю, чтобы срубъ става, нижніе вѣнцы ко-
 тораго кладутся прямо на слань, не могъ бы быть сдвинуть съ своего
 мѣста напоромъ воды и земли отмела, такъ какъ при скольженіи онъ
 долженъ былъ бы подниматься вверхъ на наклонную плоскость, а также
 и для лучшаго укрѣпленія отмела (см. ст. 75). При укладкѣ нижнихъ
 вѣнцовъ сруба става наблюдаютъ, чтобы они вездѣ хорошо соприкаса-
 лись съ верхнимъ слоемъ слани и чтобы грузъ сруба вездѣ опирался
 на слань, сдавливая однообразно всѣ слои ея.

Когда слань сложена плотно и хорошо насыщена въ промежуткахъ хрящемъ, а чрезъ небольшія фільтраціи хорошо и плотно замыта мелкими частицами песка и земли, тогда такой слой ея представляетъ довольно долговѣчное и прочное несжимаемое основаніе для водоспуска, въ особенности когда верхній слой слани постоянно покрытъ низовою водою. Но при этомъ необходимо, чтобы, какъ въ каждомъ слоѣ, такъ и между слоями, жерди лежали бы возможно плотно одна къ другой и вездѣ соприкасались бы между собою, почему и засыпка слоевъ хрящемъ должна быть по возможности тонкая. При несоблюденіи же этого условія осадка сланника можетъ быть неравномѣрна и срубъ става, опираясь на такой сланникъ, можетъ перекошиться въ рубкѣ и нарушить горизонтальное положеніе мертваго и рабочаго пороговъ, а также нарушить плотную связь своихъ стѣнъ съ земляною насыпью плотины.

Для того чтобы ряжевому ставу, если размѣры его значительны, воспрепятствовать скользить по сланнику, за переднюю и среднюю стѣнами его вбиваютъ сквозь слань сваи *dd*, фиг. 530, концы которыхъ оставляютъ выше слани на 1 или 1½ аршина; сваи эти удерживаютъ собою на мѣстѣ нижніе вѣнцы ряжеваго водоспуска и вбиваются вдоль поперечныхъ стѣнъ на разстояніи отъ 2 до 3 аршинъ свая отъ сваи. Для того же чтобы не было, какъ скользенія, такъ и неправильной осадки, иногда подъ нижній вѣнецъ ряжеваго става бьютъ круглыя сваи подъ всѣми его стѣнами, какъ продольными, такъ и поперечными и 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 ½ до 1 вершка, чтобы ставъ, садясь на шипы свай, могъ еще имѣть нѣкоторую свободу садиться и хорошо сжать слань, пока опустится на заплечики свай, которые зарубаются по ватерпасу, фиг. 532. 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 изъ новой слани; тогда сваи забиваютъ сквозь слои старой слани.

Черт. XXXIX.

• фиг. 532

и 533.

Сваи, служація фундаментомъ вмѣстѣ съ сланникомъ, вбиваютъ подъ стѣнами водоспуска въ разстояніи отъ 2 до 3 аршинъ свая отъ сваи, смотря по ихъ толщинѣ и грузу водоспуска. Шипъ въ длину за дѣлывается во всю толщину сваи, лишь съ небольшою почисткой на концахъ, толщину же шипамъ даютъ отъ 2 до 2½ вершковъ, смотря по толщинѣ нижнихъ вѣнцовъ сруба, чтобы не ослабить ихъ слишкомъ широкими гнѣздами. Но сланникъ, составляя довольно прочное основаніе для поддержанія ряжеваго водоспуска, не имѣетъ свойства непроницаемости и потому, самъ по себѣ, не можетъ разобщить совершенно верхнюю воду отъ нижней; а потому необходимымъ дополненіемъ этого рола основанія служить земляная отсыпь, или *отмель* (отмель) ¹⁾. При-

¹⁾ Въ Смоленской губерніи всегда произносятъ: отмель, а не отмель.

сыпаемая со стороны пруда къ верховой стѣнѣ водоспуска и покрывающая собою всѣ макушки сланника выходящія за эту стѣну. Хорошая отсыпка отмела составляетъ поэтому одно изъ важныхъ условій для прочности и неразмываемости водоспуска съ основаніемъ изъ сланника. Для отсыпки отмела употребляется по преимуществу суглинокъ съ частію глины, затѣмъ коровій навозъ и *лапка*, т.-е. мелкія вѣтви еловаго молодого лѣса. Въ ширину отмель занимаетъ собою всю длину передней, поперечной стѣны водоспуска съ его *открылками*, или крыльями, и долженъ заходить еще по крайней мѣрѣ на одну сажень за открылки; длина же его отъ стѣны вверхъ по теченію должна составлять отъ 4 до 5 разъ взятую высоту мертваго порога надъ дномъ русла рѣчки, т.-е. скату, или понуру, отмела дается четверной или пятерной откосъ.

Замѣтимъ еще, что основаніе изъ сланника возможно закладывать безъ отвода воды рѣчки, или защиты мѣста работъ перемычкою, только въ такомъ случаѣ, когда притокъ рѣчки не великъ, когда глубина ея въ мѣстѣ укладки слани не велика и когда грунтъ дна достаточно твердъ и не легко размываемъ; въ противномъ случаѣ отводъ воды или устройство перемычки необходимы. Но при незначительномъ притокѣ можетъ быть устроена самая небольшая земляная перемычка, которая должна задержать воду не болѣе какъ дня на два, ибо, какъ увидимъ изъ дальнѣйшаго описанія производства работъ, при возведеніи подобнаго основанія, отсыпка отмела всегда можетъ идти быстро, чѣмъ возвышеніе воды за плотиною.

Чтобы показать порядокъ производства работъ основанія изъ сланника съ отсыпкою отмела, приведемъ примѣръ устройства цѣльнаго ряжеваго водоспуска, который долженъ давать пропускъ весеннимъ водамъ и вмѣстѣ заключать въ себѣ русло для провода рабочей воды на колеса. Изберемъ для этого типъ водоспуска наибаче встрѣчающійся въ Смоленской губерніи и служащій: 1) для мукомольной мельницы съ двумя поставами для размола зерна и однимъ поставомъ для крупорушки, приводимыми въ движеніе отдѣльными гидравлическими наливными колесами, имѣющими въ водоспускѣ одно общее русло, и 2) для сукновальни, съ своимъ особымъ наливнымъ колесомъ и особымъ для него русломъ. Въ такихъ водоспускахъ мельничный амбаръ съ своими колесами ставится за плотиною съ одной стороны водоспуска, а сукновальня съ другой и на другомъ берегу рѣчки; русла ведущія къ нимъ воду располагаются поэтому по краямъ водоспуска, въ серединѣ же его располагается отверстіе для пропуска излишней и весенней воды. Такимъ образомъ на фигурѣ 545 *A, A*, изображаетъ гребень плотины и дорогу черезъ мостъ водоспуска; *BB*—ряжевый водоспускъ; *D*—мельничный амбаръ, *E*—сукновальный амбаръ. Въ ряжевомъ водоспускѣ *BB*, *a*—русло, проводящее воду на колеса мельницы и раздѣляющееся по выходѣ изъ водоспуска на три отдѣльные желоба, ведущіе воду каждый на свое колесо; *b*—русло, проводящее воду на сукновальное колесо; *c, c, c*,—отверстія водоспуска, пропускающія излишнюю и весеннюю воду. Этого рода планъ расположенія малыхъ вододѣйствующихъ заве-

деній, принять почти для всѣхъ мельницъ мукомольныхъ, пильныхъ и сучновалень, въ тѣхъ губерніяхъ, о которыхъ мы упомянули выше.

Первыя данныя, которыя необходимы для проектированія и начертанія подобнаго водоспуска и вообще какого бы то ни было, это 1) наибольшій объемъ воды, который водоспускъ долженъ быть въ состояніи пропустить въ каждую секунду во время наибольшихъ весеннихъ разливовъ, 2) высота поднятія воды за плотиною, или разность уровней верхней и нижней воды въ нормальномъ ихъ состояніи, и 3) толщина слоя воды, больше которой не желаемъ, чтобы она проходила чрезъ мертвый порогъ. Эти три данныя должны быть опредѣлены предварительно, на основаніи вышеуказанныхъ нами правилъ. Здѣсь только замѣтимъ, что въ водоспускахъ подобнаго устройства, наибольшую толщину слоя воды переливающейся черезъ порогъ во время самыхъ сильныхъ паводковъ, отнюдь не слѣдуетъ допускать болѣе 3-хъ футовъ. Далѣе, такъ какъ способъ прохода воды въ такого рода водоспускахъ приближается къ совершенному водосливу, то для опредѣленія ширины отверстія лучше руководствоваться таблицей ст. 13-й первой части, чтобы опредѣляемая ширина не оказалась недостаточною ¹⁾. Если предположимъ, что наибольшій объемъ, который будетъ проходить въ секунду сквозь водоспускъ, во время наибольшихъ весеннихъ разливовъ, составляетъ 500 куб. фут., и какъ по табл. ст. 13-й, при толщинѣ слоя въ 3 фута, проходитъ въ секунду времени чрезъ каждый погонный футъ порога водослива около 20 куб. фут. воды, то вся ширина отверстія водоспуска, для пропуска весеннихъ водъ, должна быть $\frac{500}{20} = 25$ футовъ, или около 11 аршинъ.

Если допустимъ, что намъ необходимо работать наливными колесами діаметромъ въ 9 футовъ, или около 4 аршинъ, тогда высота подъема воды за плотиною должна быть 11 футовъ, или около 4,7 аршинъ, такъ какъ при короткихъ руслахъ, при маломъ разстояніи колесъ отъ плотины, 2-футовой напоръ воды надъ наливными колесами достаточенъ. Эти именно данныя и служили основаніемъ къ устройству водоспуска ряжевой рубки въ с. Шаталовѣ, на р. Свѣчѣ, о которомъ мы упоминали въ ст. 4-й и другихъ. Чтобы опредѣлить всю ширину водоспуска ²⁾ въ рубкѣ, необходимо принять во вниманіе, не только ширину выпускнаго отверстія, но также ширину отверстій приводныхъ руслъ и толщину продольныхъ стѣнъ водоспуска, раздѣляющихъ эти отверстія, или толщину стоекъ, закрывающихъ собою эти стѣны.

Что касается до ширины отверстій руслъ, то для мельничнаго русла, общаго для трехъ наливныхъ колесъ, съ внутренней шириной между ободьями въ 1 аршинъ каждое, достаточно дать для ширины

Черт. XXXIX.

шир. 531

532

533

и 534.

¹⁾ См. ст. 13 первой части.

²⁾ Въ водоспускѣ длиною считаютъ протяженіе его вдоль теченія рѣки а шириною - протяженіе его поперекъ теченія, или вдоль общаго направленія плотины; хотя въ ряжевыхъ водоспускахъ съ основаніемъ изъ слянища, длина ихъ почти всегда короче ширины.

отверстія $3\frac{1}{2}$ аршина; для одинокаго же сукновальнаго колеса необходимо дать ширинѣ отверстія $1\frac{1}{2}$ аршина. Число всѣхъ продольныхъ стѣнъ въ ряжевомъ водоспускѣ будетъ шесть (фиг. 534), а именно двѣ крайнія боковыя, двѣ отдѣляющія мельничное и сукновальное русло отъ средняго пролета и двѣ стѣны раздѣляющія 11-ти-аршинный пролетъ на три отдѣльные прохода. Пространство занимаемое стѣнами по ширинѣ водоспуска, зависитъ отъ толщины лѣса, употребляемаго на его рубку. Эта толщина бревенъ для ряжеваго водоспуска должна быть не менѣе 6 вершк. а для нижнихъ вѣнцовъ лучше, если бревна будутъ нѣсколько толще. Конечно, лучше также если бревна будутъ сосновыя, но за неимѣніемъ ихъ употребляются и еловыя; первыя могутъ продержаться въ водоспускѣ до 25 лѣтъ и если лѣсъ хорошаго качества то и болѣе; еловыя же прослужать не болѣе 15 лѣтъ и лишь съ перемѣною, впослѣдствіи, верхнихъ вѣнцовъ, не болѣе 20 лѣтъ. Такъ въ новомъ Шаталовскомъ водоспускѣ, устроенномъ нами въ 1880 году, за неимѣніемъ сосноваго лѣса мы употребили еловый, но за то средняя толщина нашихъ бревенъ была около $8\frac{1}{2}$ вершковъ, причеиъ бревна нижнихъ вѣнцовъ доходили до $9\frac{1}{2}$ вершковъ, а въ верхнихъ не было тонѣе $7\frac{1}{2}$ вершковъ. Толщина же стоекъ, закрывающихъ торцы этихъ стѣнъ въ отверстіяхъ (какъ увидимъ это ниже), была дана въ 8 вершковъ. Средній пролетъ, раздѣленный на три отдѣльные прохода, даетъ для каждаго изъ нихъ ($\frac{11}{3}$) ширину въ 3 аршина $10\frac{1}{2}$ вершковъ; для того чтобы щиты, закрывающіе эти отверстія, не были тяжелы, каждый отдѣльный проходъ раздѣляютъ еще по срединѣ стойкою, называемою *бѣлоножкой*; такую же бѣлоножкой раздѣляется по-поламъ и широкой, въ $3\frac{1}{2}$ аршина, проходъ въ мельничное русло. Такимъ образомъ всѣхъ бѣлоножекъ будетъ четыре и имъ дается толщина въ $\frac{1}{4}$ аршина.

Такимъ образомъ ширина всего водоспуска въ рубкѣ со стѣнами выразится суммою слѣдующихъ чиселъ:

Черт. XXXIX.
илл. 532.

1. Общая ширина трехъ среднихъ пролетовъ . . .	11 арш.
2. Общая ширина двухъ руслъ	5 "
3. Общая толщина стоекъ <i>АА</i> , въ которыя упираются долевыя стѣны	3 "
4. Ширина, занимаемая бѣлоножками <i>ВВ</i>	1 "
<hr/>	
Итого	20 арш.

Что же касается до высоты пропускныхъ отверстій въ подобнаго рода водоспускахъ. то эту высоту дѣлаютъ всегда нѣсколько болѣе 3 футовъ, на случай особенно большой, неожиданной воды, а въ экстренныхъ случаяхъ подпираютъ гидравлическія колеса и открываютъ заставки руслъ, пуская такимъ образомъ весеннюю воду, не только сквозь средніе проходы, но и въ отверстія руслъ по желобамъ.

илл. 534.

Кромѣ шести продольныхъ стѣнъ, ряжевой водоспускъ имѣетъ обыкновенно три поперечныя длинныя стѣны — переднюю, или верховую стѣну, въ которой находится мертвый порогъ; крайнюю низовую стѣну и среднюю, проходящую на срединѣ между двумя первыми. Такъ какъ

во всѣхъ этихъ трехъ поперечныхъ стѣнахъ должны быть отверстія на разныхъ высотахъ, то третья, средняя стѣна, необходима для того, чтобы бревна всѣхъ продольныхъ стѣнъ были врублены по крайней мѣрѣ въ двѣ поперечныя стѣны, для лучшей связи всего сруба водоспуска; притомъ средняя стѣна служить также опорой для сливного пола, а также и для моста, когда по плотинѣ идетъ проѣзжая дорога. Разстояніе между крайними поперечными стѣнами обыкновенно бываетъ отъ 8 до 9 аршинъ, что и составляетъ въ рубкѣ длину всего водоспуска, а также длину сливного пола и ширину проѣзднаго моста.

• фиг. 533.

Боковыя продольныя стѣны подобнаго водоспуска обыкновенно продолжаютъ на $\frac{3}{4}$ до 1 аршина за поперечную передовую стѣну и къ этимъ выпускамъ боковыхъ стѣнъ прирубаются на кось, такъ называемыя *крылья*, или *открылки* става, которые концами своими упираются въ пазъ вертикально поставленнаго столба (фиг. 533 и 534). Эти крылья служатъ, вмѣстѣ съ понуромъ отмела, воронкою, направляющею струи теченія воды въ отверстія водоспуска. Длина крыльевъ дѣлается отъ 4 до 6 аршинъ, смотря по величинѣ всего водоспуска. Уклонъ крыльевъ отъ линіи *ab*, параллельной передней, поперечной стѣнѣ *AB* водоспуска, дается такой, чтобы длина линіи *bc* перпендикулярной къ *ab* составляла $\frac{1}{3}$ длины *ab*. Концы крыльевъ задѣлываются гребнемъ, входящимъ въ пазъ вертикальнаго столба *D*, врываемаго въ землю, фиг. 535.

Черт. XI.

• фиг. 546.

На основаніи вышеизложеннаго, общій планъ ряжеваго водоспуска этой системы, въ нижнихъ его вѣнцахъ, представится въ томъ видѣ, какъ онъ изображенъ на фиг. 534. Разрѣзъ же его по какой нибудь линіи *MN* изображенъ (въ томъ же масштабѣ) на фиг. 533. Такъ какъ рубка ряжеваго става всегда производится въ прямую чашку, то выпускъ концовъ бревенъ за углы нужно полагать отъ 4 до 6 вершковъ, а при толстомъ лѣсѣ и болѣе.

Черт. XXXIX.

При устройствѣ ряжеваго водоспуска лучше когда лѣсъ для него будетъ заготовленъ года за два, или по крайней мѣрѣ за годъ, до поступленія его въ дѣло, чтобы онъ успѣлъ нѣсколько провянуть, хотя и не совершенно просохнуть; рубка же изъ сыраго лѣса, при большихъ размѣрахъ поперечныхъ бревенъ, доходящихъ слишкомъ до $20\frac{1}{2}$ аршинъ длины, при 8 и 9 вершковой толщинѣ, затруднительна потому, что подъемъ и переноска такихъ бревенъ, имѣющихъ до 100 пудовъ вѣса каждое (см. ст. 29), слишкомъ тяжелы для рабочихъ и потому требуютъ значительное число ихъ. Рубка ряжеваго става производится обыкновенно не на мѣстѣ его установки, а на берегу, не далеко отъ этого мѣста, и доводится здѣсь до высоты порога; дальнѣйшая же рубка вверхъ производится уже на мѣстѣ, послѣ надлежащей установки нижнихъ вѣнцовъ на сланики или на сваяхъ и по сборкѣ срубленной части, для того, чтобы уложить, какъ мертвый порогъ, такъ и пороги русла по ватерпасу совершенно горизонтально. При рубкѣ водоспуска всѣ бревна лицевой его стороны, или обращенной къ водѣ, обтесываются на столько, чтобы между ними не было глубокихъ *жуковъ*, для того, чтобы земля отмела могла плотно притрамбовываться къ гладкой стѣнѣ;

точно также отесываются бревна съ лицевой стороны въ частяхъ *ар* и *Черт. XXXIX.* *pq*, *br* и *rs* фиг. 534. Во всѣхъ же другихъ частяхъ срубъ бревна оставляются круглыми безъ потески. Рубка въ углахъ, и вообще при перекрепчиваніи бревень, производится, какъ уже сказали, въ прямую чашку; только концы продольныхъ стѣнъ врубаются лапою (сковороднемъ) въ переднюю поперечную стѣну *ab* и притомъ насквозь, фиг. 536. Плечи крыльевъ *p* и *r*, фиг. 534, рубятся въ косую лапу съ шиномъ и по возможности плотно и чисто съ лицевой стороны, фиг. 532 и 533. Концы продольныхъ стѣнъ *h*, *m*, *o*, *k*, фиг. 534, приходящіеся противъ выпускнаго отверстія и концы *l* и *n*, приходящіеся противъ выпускнаго отверстія, внизу, нарубаются гребнемъ и обрамливаются стойками *v*, *r*, фиг. 537, въ пазы которыхъ входитъ гребень, какъ стѣны, примыкающія къ двернымъ притолкамъ. Стойки держатся своими шипами въ гнѣздахъ бревень внизу и вверху; на верхнихъ плечахъ стоекъ и въ гнѣздахъ для верхняго шипа ихъ, особенно въ низовыхъ стойкахъ, дается небольшой запасъ, около $\frac{1}{2}$ вершка, для свободы осадки, на случай усышки лѣса, чтобы рубка не зависла на плечахъ стоекъ. При *фиг. 538.* укладкѣ бревень на мѣсто, всѣ онѣ сажаются на вкладные шипы *w* для ббльшей связи всего срубъ. Передняя поперечная стѣна, вмѣстѣ съ крыльями, рубится особенно тщательно и бревна хорошо между собою *фиг. 539.* причерчиваются, чтобы не оставляли въ выбираемыхъ пазахъ зазора *t*, фиг. 539, и притомъ, при складываніи срубъ на мѣстѣ, вся эта стѣна *q*, *p*, *a*, *h*, *m*, *o*, *k*, *b*, *r*; *s*, фиг. 534, кладется на мху, чтобы въ ней не было скважинъ, сквозь которыя могло бы тянуть воду.

Ряжевой водоспускъ рубятъ обыкновенно весною, начиная съ марта, постановка же его на мѣсто дѣлается въ половинѣ мая, когда обыкновенно наступаетъ весенняя засуха (какъ напр. въ Смоленской губерніи).

Приступая къ закладкѣ основанія, выравниваютъ мѣсто для укладки заготовленнаго и очищеннаго отъ сучьевъ сланника и дѣлаютъ разбивку кольями мѣста, гдѣ долженъ стать срубъ водоспуска. Такъ какъ чаще ширинѣ гребня плотины даютъ отъ 8 до 9 аршинъ, какъ и длинѣ става, то крайнія поперечныя стѣны срубъ ставятся по линіямъ гребней земляной насыпи; если же насыпь шире или уже чѣмъ длина става, то только низовая поперечная стѣна его всегда ставится въ линію съ низовымъ гребнемъ земляной насыпи.

Когда подъ срубъ става не быются сваи, то укладываютъ слань на свое мѣсто и на выравненную ея поверхность укладываютъ первый, нижній вѣнецъ всего срубъ и по гребнямъ насыпи повѣряютъ его направление. Внизу должны лежать длинныя поперечныя бревна, съ которыхъ начинается и рубка самаго става; затѣмъ складываются всѣ вѣнцы, сколько ихъ вырублено. Если же кромѣ сланника срубъ ставится еще и на шипы круглыхъ свай, тогда, до укладки еще слани, кладутъ на мѣсто первый вѣнецъ и обиваютъ четырьмя небольшими кольями мѣста *Черт. LX.* пересѣченія между собою стѣнъ срубъ, фиг. 542, которыхъ въ настоящемъ планѣ водоспуска будетъ 18, и снявъ опять съ мѣста первый *фиг. 542.* вѣнецъ, въ середину каждыхъ четырехъ колеьевъ вбиваютъ круглыя

свай, оставляя ихъ концы выше дна русла на столько, чтобы по укладкѣ между ними слани оставался бы еще конецъ сваи поверхъ верхняго ряда сланника для нарубки на этомъ концѣ шипа. По ватерпасу обозначаютъ на всѣхъ вбитыхъ сваяхъ высоту плечей и задѣлываютъ шины. По готовымъ шипамъ, наложивъ на нихъ три нижнія длинныя бревна, очерчиваютъ мѣста гнѣздъ, выдалбливаютъ гнѣзда и прилаживаютъ ихъ по шипамъ, съ указаннымъ выше запасомъ въ гнѣздахъ для сжиманія слоевъ слани грузомъ всего сруба. Если лѣсъ толстъ, то сваи забиваются, какъ сказано выше, подъ мѣстами перекрещиванія стѣнъ: если же лѣсъ недостаточно толстъ, то лучше забивать оволо этихъ мѣстъ, чтобы не ослаблять бревенъ подъ чашками, еще гнѣздами для шиповъ свай, фиг. 543.

Черт. LX.
фиг. 543.

Когда гнѣзда будутъ прилажены по шипамъ, то опять снимаютъ долой три нижнія длинныя бревна и между вбитыми сваями плотно укладываютъ слань, заполняя промежутки между сваями *mm*, фиг. 544, обрубками сланника въ соответственныхъ рядахъ и пересыпая ряды хрящемъ. По укладкѣ всѣхъ слоевъ сланника, окончательно кладутъ на шипы свай нижній вѣнецъ сруба и продолжаютъ укладку дальнѣйшихъ вѣнцовъ, осаживая чекмаремъ бревна, чтобы онѣ плотно садились въ чашахъ и на вставныхъ шипахъ.

Передъ укладкой на мѣсто втораго вѣнца, врываються на свои мѣста столбы *q* и *s*, фиг. 534, съ вынутыми въ нихъ пазами, поворачивая пазы по направленію стѣнъ *pq* и *rs* крыльевъ ¹⁾. Пазъ въ столбахъ добирается не до низу, а останавливается тамъ, *x*, фиг. 547, гдѣ нижнее бревно крыла должно опираться на заплечикъ невынутаго паза, сохраняя положеніе, данное ему при рубкѣ лапы въ углахъ *p* и *r*. Причемъ здѣсь же концы бревенъ крыльевъ урѣзаются по мѣрѣ отъ угловъ *r* и *q* до глубины паза въ столбахъ и концы ихъ обдѣлываются гребнемъ, входящимъ въ пазы столбовъ. Такъ какъ нижній вѣнецъ крыла начинается только со втораго вѣнца става и слѣдовательно не доходитъ до выравненной поверхности слани, то пространство *y, y*, или заполняется сланникомъ же, который потомъ засыпается землею, или подъ нижней стѣной крыльевъ въ этомъ мѣстѣ забивается рядъ шпунтовыхъ досокъ.

Черт. XL.

При рубкѣ ряжеваго водоспуска вышеуказаннаго типа, только продольныя, короткія стѣны, кладутся во всю высоту рубки цѣльными, что же касается до поперечныхъ, длинныхъ, то онѣ кладутся цѣльными только тамъ, гдѣ онѣ не приходятся противъ среднихъ пролетовъ. Такъ въ нижней стѣнѣ, кладутся сначала цѣльными только два или три нижніе вѣнца, смотря по толщинѣ лѣса, а затѣмъ эта стѣна продолжается короткими бревнами только противъ боковыхъ, русловыхъ проходовъ, фиг. 531, противъ же середовыхъ оставляется въ ней выходное отверстіе, около $1\frac{1}{2}$ аршина высотой для прохода воды. Средняя поперечная стѣна поднимается снизу цѣльною, или съвозною, вдвое выше нижней, а далѣе и въ ней противъ среднихъ проходовъ оставляется отверстіе въ

1) Эти столбы на фиг. 530, 532 и 533 означены буквою *D*.

1½ арш. высотой для прохода воды; выше же этихъ отверстій, какъ низовая, такъ и средняя поперечныя стѣны опять рубятся цѣльными или съюзными. Въ передней стѣнѣ цѣльныя бревна кладутся до мертваго порога включительно, для котораго выбирается всегда самое лучшее бревно; надъ порогомъ въ этой стѣнѣ дѣлается впускное отверстіе во всю длину этой стѣны, высотой также около 1½ аршина, а сверху отверстія эта стѣна обыкновенно перекрывается двумя вѣнцами цѣльныхъ бревенъ.

При сборкѣ сруба на мѣстѣ, въ свое время, чрезъ всѣ три про-
 Черт. XXXIX. лета врубаются въ четыре долевые стѣны, трехъ среднихъ проле-
 товъ, толстые брусья *L, L*, фиг. 534, около передней и средней
 стѣнъ, одинъ вровень съ низомъ отверстія въ низовой стѣнѣ, а дру-
 гой, передней, выше, вровень съ низомъ отверстія въ средней стѣ-
 нѣ; тотъ и другой кладутся по ватерпасу. На этихъ брусьяхъ и на
 средней и низовой стѣнахъ, которыя стесываются подъ ватерпасъ съ
 брусьями, кладутся изъ толстыхъ двухъ-вершковыхъ досокъ сливные
 полы *P, P*, причеиъ доски причерчиваются плотно, въ закрой, хорошо
 сжимаются и прибиваются большими гвоздями или костылями къ брусьямъ
L, L, и къ бревнамъ средней и низовой стѣнъ, фиг. 533. Чтобы
 брусьями *L, L* не пересѣкать много долевыхъ стѣнъ, въ которыя они
 врубаются, врубаютъ ихъ обыкновенно между двумя бревнами, ближе
 подходящими къ назначенной имъ высотѣ, вполонину того и другаго
 бревна, хотя бы высота уступовъ сливныхъ половъ и не выходила со-
 вершенно одинаковою. Хотя въ большинствѣ подобныхъ водоспусковъ
 устраивается одинъ общій полъ, безъ уступа, фиг. 530, чаще даже
 наклонный, а нѣкоторые дѣлаются даже и вовсе безъ пола, такъ что
 вода падаетъ изъ выпускнаго отверстія съ порога прямо на слань, но
 въ Шаталовскомъ водоспускѣ мы предпочли вышеуказанный полъ, на-
 стланный почти горизонтально съ двумя уступами. При такомъ распо-
 ложеніи ударъ воды на полы слабѣе, вслѣдствіе чего происходитъ и мень-
 шее сотрясеніе всего сруба и вода упадетъ на выпущенные концы
 слани съ меньшею скоростью.

Какъ только плотники составятъ на мѣстѣ срубъ става до мертваго
 порога и начнутъ укладывать по ватерпасу, какъ этотъ порогъ, такъ
 и пороги русловые и сливной полъ, тогда граберы приступаютъ къ за-
 сыпкѣ земли около боковыхъ стѣнъ сруба и позади крыльевъ, для со-
 единенія земляной насыпи плотины съ крайними стѣнами става, а также
 и къ отсыпкѣ отмела, такъ что эти работы ведутся одновременно. Что
 касается до первой земляной работы, то она производится согласно пра-
 виламъ, изложеннымъ выше о возведеніи насыпей; по мѣрѣ возвышенія
 Черт. XXXIX. земли за стѣнами *apq* и *brs* и около столбовъ *q* и *s*, къ нимъ прики-
 двается навозъ и затѣмъ для присыпки къ этимъ стѣнамъ берется лишь
 хорошій жирный суглинокъ, а въ самой серединѣ насыпи также обра-
 зуется ядро изъ чистой глины, которые по-слоино сильно утрамбовы-
 ваются. Съ низовой же стороны, по мѣрѣ подниманія насыпи, около
 боковыхъ стѣнъ укладываютъ рядами короткіе обрубен бревенъ, которые

хватали бы на половину разстоянія между низовою и среднею поперечными стѣнами сруба, и насыпаютъ эти ряды бревень землею, фиг. 549. Черт. XL.
фиг. 549. Заложены такимъ образомъ въ насыпь обрубки, даютъ возможность сдѣлать низовой откосъ насыпи близъ сруба става вертикальнымъ, и чрезъ это поставить мельничный и сукновальный амбары ближе къ плотинѣ и такимъ образомъ уменьшить длину руслъ и избѣжать потери въ высотѣ напора воды. А такъ какъ противъ этого мѣста крылья водоспуска образуютъ утолщеніе насыпи со стороны верховой воды, то этимъ не ослабляется общее сопротивленіе земляной насыпи давленію воды ¹⁾.

Для отсыпки отмела, отъ середины передней стѣны водоспуска Черт. XL.
фиг. 550. вверхъ по руслу рѣчки отладываютъ 4—5 разъ взятую высоту порога надъ дномъ русла и затѣмъ по одной сажени въ сторону отъ столбовъ *q* и *s* и обиваютъ изрѣдка кольями овальную линію *DEF*, которая обозначитъ собою предѣлы отсыпки. Очистивъ затѣмъ макушки слани отъ сучьевъ, которые много торчатъ вверхъ надъ общей поверхностью слани, всю площадь, ограниченную кривою линією *DEF* и лицевою стѣною става, или площадь всего отмела, покрываютъ поверхъ сланника ровнымъ слоемъ свѣжаго коровьяго навоза, толщиною отъ 4 до 6 вершковъ. Сверхъ навоза, покрываютъ опять всю площадь ровнымъ слоемъ чистой сухой глины, или жирнаго суглея, толщиною до 6 вершковъ и слой насыпанной земли сильно утрамбовываютъ. Если подвозка навоза и земли дѣлается на лошадяхъ, то обыкновенно телѣги съ грузомъ направляютъ по насыпанной землѣ, чтобы укатывать ее какъ можно плотнѣе. Затѣмъ, если площадь отмела въ руслѣ образуетъ впадину, то прежде, такимъ образомъ слоями навоза и глины постоянно перемежающимися, заполняется эта впадина, пока выровняется вся площадь отмела. Тогда поверхъ слоя глины, или суглея, укладываютъ *лапку*, или мелкія еловыя вѣтви, начиная эту укладку отъ лицевой стѣны става и продолжая до крайней линіи отмѣла *DEF*. Такъ какъ эти вѣтви имѣютъ дугообразную форму, то ихъ всегда кладутъ выпуклою стороною вверхъ, причемъ всегда обращая комель вѣтви къ стѣнѣ става, или внизъ по теченію, а макушку вверхъ по теченію. Вѣтви лапки укладываются такимъ образомъ по всей площади отмѣла въ два или три слоя, наблюдая, чтобы комель слѣдующаго ряда подрывалъ середину предыдущаго, фиг. 533, и такимъ образомъ отступаая рядами вверхъ по теченію до конца отмела. Необходимо строго наблюдать, чтобы лапка не бросалась кучами и кое-какъ, но непременно укладывалась бы въ указанномъ выше порядкѣ, такъ какъ отъ этого зависитъ прочность и неразмываемость отмела. Сверхъ всего слоя такимъ образомъ уложенной лапки, растилаютъ осторожно, чтобы не потревожить ряды лапки, слой навоза отъ 4—6 вершковъ толщиною, а поверхъ навоза опять слой глины Черт. XL.
фиг. 551.

фиг. 553.

¹⁾ Но, конечно, можно образовывать эту вертикальную стѣнку изъ забиваемыхъ высшихъ свай, удерживаемыхъ анкерами, съ закладкою за нихъ стѣнки изъ бревень или досокъ, хотя вышеуказанный способъ проще и дешевле.

или суглея, также въ 4—6 верш. толщиною, который опять плотно утрамбовываютъ. По землѣ идетъ снова слой лапки, по лапкѣ слой навоза и по навозу опять земля въ томъ же порядкѣ. По мѣрѣ вышешія слоевъ, ихъ не догоняють до самаго конца площади отмѣла и понемногу выклиниваютъ, чтобы дать сначала всему отмелу надлежащій скатъ, или понуръ, а затѣмъ уже продолжаютъ опять отсыпку слоевъ во всю длину. По мѣрѣ приближенія слоевъ къ верху, суглинокъ берутъ тоще, или прибавляютъ къ нему больше песку, чтобы увеличить давленіе верхнихъ слоевъ на нижніе. Передъ каждой засыпкой слоя земли, къ лицевой стѣнѣ сруба и крыльевъ става прикидываютъ навозъ и плотно его утрамбовываютъ у стѣны вмѣстѣ съ землею. Самый верхъ отмела долженъ оканчиваться у порога слоевъ суглея отъ 6 до 8 вершковъ толщиною, поверхъ засыпаннаго слоевъ хряща. Но отнюдь не слѣдуетъ устилать поверхность отмела булыжнымъ камнемъ, такъ какъ въ случаѣ, если бы вода гдѣ-либо просочалась сквозь насыпь отмела, то камень будетъ мѣшать скорой и надежной задѣлкѣ этого мѣста.

При большой поверхности пруда, чаще теченіе воды по наклонной плоскости отмела не бываетъ быстро и не уноситъ крупнаго хряща. Но когда, по открытіи щитовъ весною, вода идетъ черезъ порогъ довольно толстымъ слоевъ, то скорость теченія увеличивается и тогда теченіемъ съ поверхности отмела всегда увлекается нѣкоторая часть земли, а потому время отъ времени необходимо бываетъ *отсыпать отмель*, т.-е. добавлять въ него земли, взамѣнъ унесенной изъ его верхняго слоя водою. Эту отсыпку обыкновенно дѣлають три раза въ годъ: весною, вскорѣ по сходѣ большой воды; лѣтомъ, около Петрова дня, и осенью, въ концѣ августа или въ сентябрѣ. Слои лапки главнымъ образомъ кладутся въ отмель для того, чтобы препятствовать его размыванію теченіемъ воды; макушка лапки хотя и обнаружена водою, не вздырается кверху, а постоянно прижимается теченіемъ внизъ къ отмелу. Поэтому хорошо утрамбованный и слежавшійся отмель дѣлается въ этомъ отношеніи такъ крѣпокъ, что во время, напримѣръ, замѣны ветхаго водоспуска новымъ, можно въ отмель прорубить каналъ, по которому пускается все теченіе рѣчки и отмель не размывается, не смотря на быстрое теченіе воды.

Просасываніе отмела, если бываетъ, то чаще происходитъ около лицевой стѣны става, гдѣ обыкновенно образуется воронка съ небольшимъ горизонтальнымъ водоворотомъ, который однако быстро увеличивается и можетъ произвести прорывъ подъ слань, если отмель засыпанъ дурно, или если промываніе не будетъ замѣчено скоро; что обыкновенно обнаруживается мутною водою, выходящею сквозь слань ниже плотины. Лишь только замѣтятъ подобную муть, тотчасъ стараются отыскать мѣсто воронки, ощупывая ее голыми ногами и какъ можно скорѣе затыкають ее навозомъ и глиною или суглеемъ. Просасываніе отмела около стѣны става происходитъ также вслѣдствіе того, когда слой всего отмела не слишкомъ толстъ, т.-е. когда порогъ заложенъ невысоко надъ дномъ русла. Чтобы утолщить слой отмела и сдѣлать его черезъ это бо-

тѣ прочнымъ, *вынуждаются въ подобныхъ ряжевыхъ водоспускахъ закладывать порогъ высоко.*

Для предупрежденія просасыванія воды сквозь отмель, которое, какъ замѣтили выше, чаще бываетъ около, или недалеко отъ передней поперечной стѣны водоспуска, устраиваютъ иногда этотъ водоспускъ съ такъ называемымъ *хвостомъ*. Хвостомъ называютъ выпускаемые два нижніе вѣнца сруба за передовую стѣну подъ отмель водоспуска и сверху замощенные досками въ закрой, или часть *аαββ*, фиг. 534, и *αβ*, фиг. 533. Для этого, при началѣ рубки сруба, всѣ долевья бревна двухъ нижнихъ вѣнцовъ пропускаются на 3—4 аршина за переднюю стѣну водоспуска и на этомъ разстояніи связываются двумя же вѣнцами длинныхъ поперечныхъ бревенъ. Между долевыми бревнами около лицевой поперечной стѣны врубается брусъ *zz*, а въ верхнемъ поперечномъ бревнѣ хвоста вынимается четверть и всѣ клѣтки хвоста замащиваются толстыми 2-хъ-вершковыми досками въ закрой, которыхъ одни концы ложатся на брусъ *zz*, а другіе въ четверть поперечнаго верхняго хвостоваго бревна. Доски эти не прибиваются гвоздями. Когда срубъ съ хвостомъ ставится на мѣсто на сваи, то и подъ поперечною стѣною хвоста также набиваются сваи. Предварительно настила хвоста досками, поверхъ слани, въ клѣткахъ его, кладется слой навоза, а по навозу клѣтки набиваются глиною сильно утрамбованною до самаго пола хвоста. Когда отсыпкою отмела дойдутъ до высоты хвоста, т.-е. высоты первыхъ двухъ вѣнцовъ, тогда верхъ досокъ также покрываютъ слоемъ навоза и затѣмъ продолжаютъ отсыпку отмела поверхъ хвоста, какъ указано было выше. Доски, насланные въ закрой поверхъ хвоста, препятствуютъ просачиванію воды около передней стѣны става и опыты убѣдили въ пользѣ этого устройства. Новый Шаталовскій водоспускъ, устроенный въ 1880 году, имѣетъ такимъ образомъ сдѣланный хвостъ.

Хотя при толстомъ и хорошо отсыпанномъ отмелѣ случается, что подобные ряжевые водоспуски съ основаніемъ изъ сланника стоятъ прочно, безъ размыванія и прорывовъ, сряду 20 и болѣе лѣтъ, т.-е. до перемѣны водоспуска по его ветхости, но однако съ основаніемъ изъ слани водоспуски слѣдуетъ признавать *непрочной прудки*. По простотѣ своего устройства они распространены на большемъ пространствѣ; по крайней мѣрѣ мы ихъ видѣли въ губерніяхъ Московской, Калужской, Смоленской, Витебской, Могилевской, Псковской, Минской, Черниговской и по всей вѣроятности они существуютъ и въ другихъ губерніяхъ, но за ними нельзя не признать слѣдующихъ недостатковъ: 1) они требуютъ большаго количества лѣса, 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

Черт. XXXIX.

яг. 533
и 534.

должны быть больше; 4) по слабости основанія, подъемъ воды за плотиною не можетъ быть великъ, иначе опасность подмоя дна и прорыва значительно возрастаетъ; 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 лѣсь дорогъ и когда хотять тщательно и благонадежно устроить водоспускъ, преимущественно дѣлають для него основаніе, или фундаментъ, изъ шпунтовыхъ рядовъ и круглыхъ свай.

Если ширина водоспуска болѣе 25 аршинъ, или когда для поперечныхъ стѣнъ невозможно употребить цѣльныхъ бревенъ такой длины. то необходимо, хотя и при основаніи изъ сланника, употреблять промежуточные ряжевые быки и рубить плечи става, такъ называемыми косорубами. Но объ этомъ устройствѣ водоспусковъ мы будемъ подробно говорить при описаніи ряжевыхъ водоспусковъ вообще.

56. Устройство водоспусковъ на основаніи изъ шпунтовыхъ рядовъ и отдѣльныхъ круглыхъ свай.—Для начертанія въ планѣ и разбивки предполагаемаго водоспуска съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ и отдѣльныхъ круглыхъ свай ¹⁾ пробиваютъ кольями на мѣстѣ работъ, перпендикулярно къ теченію рѣчки, линіи *ab* въ томъ мѣстѣ, гдѣ предполагають забить шпунтовый рядъ подъ порогомъ. Эту линію порога принимаютъ за основное начало разбивки; перпендикулярно къ ней проводятъ линію *mn*, изображающую ось, или средину водоспуска; изъ точки *o* пересѣченія этихъ двухъ линій, по линіи *ab* откладываютъ въ обѣ стороны линіи *oc* и *oc'* равныя половинѣ ширины выпускнаго отверстия и проводятъ двѣ линіи *cd'* и *c'd* параллельно оси теченія *mn*; эти двѣ линіи обозначаютъ собою боковыя стѣны отверстия водоспуска. По этимъ линіямъ откладываютъ отъ порога *cc'*, вверхъ по теченію. линіи *ce* *c'e'* длиною отъ 4 до 7 футовъ и линіи *ef* *e'f'* длиною отъ 3 до 7 сажени, смотря по меньшему или большему возвышенію порога отъ дна рѣчки. Точки *e* и *e'*, *f* и *f'* соединяють прямыми *ee'* и *ff'*, которыя будутъ также перпендикулярны къ оси *mn*. Отъ точекъ *f* и *f'* по линіи *ff'* откладываютъ линіи *fg* и *f'g'* длиною отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{4}$ длины *ff'*, или ширины отверстия. Соединивъ затѣмъ точки *ee'* и *gg'* прямыми линіями *eg* и *e'g'* получаютъ очертаніе воронки понурнаго пола, т.-е. пола впереди порога. Длина *cd*, *c'd'* сливнаго пола, или сливнаго моста позади порога, бываетъ различна, однако же она должна быть не менѣе какъ въ 4 до 7 разъ взятой разности между уровнями верхней и нижней воды, такъ что если эта разность будетъ равна напр. одной сажени, то длина линій *cd* и *c'd'* должна быть отъ 4 до 7 сажени. Тогда площадь *gedd'e'g'g* выразитъ собою очертаніе выпускнаго отверстия и укрѣпленія дна и береговъ водоспуска выше и ниже его

Черт. ХLI.
стр. 354.

¹⁾ При изложеніи правилъ устройства водоспусковъ съ основаніями ряжевымъ и изъ шпунтовыхъ свай, мы главнымъ образомъ руководствовались литографированными записками г Гаусмана, въ которыхъ эти части обработаны весьма подробно и обстоятельно.

порога. Здѣсь указаны лишь общіе размѣры частей водоспуска въ планѣ, которыя могутъ подвергнуться измѣненію въ зависимости отъ другихъ обстоятельствъ, на которыя будетъ указано ниже. Здѣсь замѣтимъ только, что такъ какъ понурный полъ имѣетъ скатъ, или понуръ, отъ порога выпускнаго отверстія къ дну русла рѣчки, то часть водоспуска $ee'g'ge$ имѣетъ форму воронки, расширяющейся книзу и въ бока и потому не производящей сжатія струи. Отъ такого устройства выпускное отверстіе можетъ, въ тотъ же промежутокъ времени, пропустить больший объемъ воды, чѣмъ водосливъ и слѣдовательно имѣть меньшую ширину, чѣмъ водосливъ.

Для начертанія общаго продольнаго разрѣза водоспуска по линіи mn , фиг. 554, нужно имѣть продольную нивелировку дна рѣчки $rstu$ съ обозначеніемъ надъ ней высоты меженнаго уровня xu воды, до запруды, и уровня ol поднятой воды. Основаніемъ для разрѣза должна служить точка o , пересѣченія линіи высшаго уровня поднятой воды съ вертикальной линіей oo' щитовыхъ заставокъ надъ порогомъ. А потому дѣлаютъ om равную глубинѣ слоя воды надъ подошвою основанія отверстія, которая, какъ мы уже сказали выше, не должна быть болѣе 7 футовъ. Глубина эта предполагается извѣстною, такъ какъ по ней опредѣляется площадь и слѣдовательно ширина отверстія водоспуска. Черезъ точку M проводятъ горизонтальную линію MN , которая представитъ собою верхъ сливнаго пола. Для начертанія въ разрѣзѣ понурнаго пола, откладываютъ по продолженной линіи MN длину Mr равную $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{7}$ Mq , т.-е. длины понурнаго пола, и отъ точки q внизъ — длину qh равную $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{7}$ длины pq и такимъ образомъ проводятъ ломаную линію Mph , которая будетъ представлять верхъ понурнаго пола. Горизонтальная же линія, проведенная на 2—4 фута надъ высшимъ уровнемъ ol , опредѣлитъ собою, какъ высоту верхняго гребня земляной насыпи, такъ и высоту боковыхъ стѣнъ водоспуска или высоту искусственнаго укрѣпленія береговъ, прилегающихъ къ водоспуску. Длина же линіи oo' выразитъ разность между уровнями верхней поднятой и нижней, меженной воды, или вообще высоту подъема воды за водоспускомъ.

фиг. 555.

Наконецъ для полученія поперечнаго разрѣза отверстія водоспуска, напр. надъ порогомъ cc' , фиг. 554, опредѣляютъ сначала нивелированіемъ поперечную профиль мѣстности. какъ это было указано въ ст. 49. Представимъ себѣ, что $qrstqrs$ изображаетъ эту вычерченную на бумагѣ профиль долины рѣчки прерываемой плотиной, фиг. 556. На этой профили наносятъ уровень меженной воды $s o' q$, высшій уровень $p o r$ поднятой воды и горизонтальную abc представляющую верхній гребень плотины. Если вертикальная линія bo' будетъ представлять вертикальную плоскость, проходящую по оси, или срединѣ водоспуска mn , фиг. 554, то отъ точки o по линіи bo' откладываютъ om , т.-е. толщину слоя воды надъ порогомъ и проводятъ горизонтальную линію $m'm''$ черезъ точку m , которая будетъ изображать собою верхъ порога. Далѣе отъ точки m откладываютъ въ ту и другую стороны по линіи $m'm''$ половину ширины mt' , mt'' выпускнаго отверстія и черезъ точки m' и m'' , проводятъ вертикальныя линіи $m'n'$ и $m''n''$, которыя представятъ

Черт. XII.

фиг. 556.

фиг. 556.

собою боковыя стѣны выпускнаго отверстія. Сдѣланное такимъ образомъ начертаніе главныхъ линій отверстія водоспуска, производится разбивкою въ натурѣ посредствомъ кольевъ и ватерпаса.

Всякій водоспускъ имѣеть 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 срубковъ: въ каменныхъ же чаще это основаніе состоитъ изъ кесонковъ, или кѣль-токъ, 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 кѣлками ряжей.

Основаніе водоспуска имѣеть 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 опорныя точки для прикрѣпленія половыхъ настилокъ, предохраняющихъ грунтъ дна отъ размыванія. Крыльями водоспуска называютъ продолженія поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ или ряжей фундамента въ земляное тѣло плотины или въ берега. Составляя продолженіе рядовъ 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 должно производиться во время ихъ сооруженія; такъ какъ впоследствии, 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.

Верхняя надстройка водоспуска состоитъ изъ боковыхъ стѣнокъ отверстія, изъ щитовыхъ стоекъ, или такъ называемыхъ *блочножекъ*, со щитами, изъ настилокъ понурнаго и сливныхъ половъ, изъ плечей, или устоевъ, быковъ и ледорѣзовъ; и наконецъ изъ верхняго помоста, съ котораго производится подниманіе и опусканіе щитовъ и который обыкновенно служитъ и пѣшеходнымъ или проѣзднымъ мостомъ.

По способу обдѣлки верхней надстройки и преимущественно по материалу, изъ котораго она возводится, а иногда и по способу, при-

мѣненному для пропуска воды сквозь отверстие, водоспускамъ даютъ различное названіе. Такъ по способу устройства и матеріалу говорятъ, что водоспускъ деревянный, ряжевый, каменный, т.-е. когда боковыя укрѣпленія его сдѣланы изъ досчатыхъ или брусковыхъ стѣнокъ, а щитовые брусья подпираются подкосами; или плечи водоспуска и быки его образованы изъ ряжевыхъ срубовъ; или когда они образованы изъ каменной кладки.

Разборчатымъ водоспускомъ называютъ такой, въ которомъ во время весенняго ледохода, или сплава лѣсныхъ гоноекъ и т. п., убираются съ своихъ мѣстъ щиты съ ихъ стойками (бѣлоножками), всѣ же другія части, какъ-то полы, быки и устои остаются на мѣстахъ.

Свайный фундаментъ, или свайное основаніе водоспуска, состоитъ изъ двухъ или болѣе шпунтовыхъ рядовъ, пересекающихъ русло рѣки поперекъ, и также изъ двухъ, или болѣе такихъ же рядовъ, направленныхъ вдоль теченія и образующихъ съ первыми сомкнутыя кѣтки или ящики. Если забивка шпунтовыхъ рядовъ для такого основанія должна производиться въ водѣ, то принимаютъ мѣры для предварительнаго отвода воды или ограждаютъ мѣсто работъ перемычкою. Когда порогъ выпускнаго отверстия долженъ быть заложенъ низко, т.-е. близко къ дну русла, то для заложенія фундамента вынимаютъ землю на глубину необходимую для его устройства, а воду, если это углубленіе ограждено отъ притока новой воды, изъ него выкачиваютъ.

Число шпунтовыхъ рядовъ и длина свай въ рядахъ, въ подобномъ основаніи, опредѣляются мѣстными условіями, взаимное же расположеніе поперечныхъ и продольныхъ шпунтовыхъ рядовъ зависитъ отъ плана водоспуска. Употребленіе въ шпунтовыхъ рядахъ досчатыхъ или брусчатыхъ свай, находится всегда въ прямой зависимости отъ большей или меньшей плотности и твердости мѣстнаго грунта. Для опредѣленія же необходимаго числа поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ въ основаніи водоспуска, руководствуются слѣдующимъ правиломъ: *высоту напора воды*, т.-е. разность между уровнемъ воды въ прудѣ и уровнемъ меженной воды ниже плотины, *выраженную въ футахъ, раздѣляютъ на четыре, полученное частное даетъ число поперечныхъ рядовъ*. Къ опредѣленному такимъ образомъ числу рядовъ прибавляютъ иногда еще одинъ рядъ, когда мѣстный грунтъ особенно слабъ и пронизаемъ водою, или вслѣдствіе особаго начертанія и устройства водоспуска. Такъ что если напоръ воды за плотинной составляетъ 12 футовъ, то въ основаніи водоспуска нужно пробивать 3 шпунтовые ряда; если этотъ напоръ составляетъ 30 футовъ, то нужно забить по крайней мѣрѣ 7 поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ.

Выше мы указали на планъ общаго начертанія выпускнаго отверстия понурнаго и сливныхъ половъ водоспуска съ основаніемъ изъ шпунтовыхъ рядовъ; распредѣленіе этихъ рядовъ въ подобномъ планѣ обыкновенно бываетъ слѣдующее: первую и основную линію всякаго шпунтоваго основанія составляетъ шпунтовый рядъ *a*, фиг. 557, проводимый подъ щитами водоспуска; верхъ этого ряда покрывается брусомъ, на-

зывается *порогомъ, королеми, груднымъ брусомъ, мертвымъ порогомъ*, который служитъ дномъ выпускному отверстию; онъ же служитъ основаніемъ щитовымъ стойкамъ водоспуска. Порогомъ отдѣляется понурный полъ отъ водобойнаго и сливнаго.

По важности значенія, эта шпунтовая линія *a* проводится съ особенной тщательностію; лѣсъ для ея свай выбирается лучший и свай въ ней должны быть брусовыя, а не досчатыя; вбиваются же онѣ концами по возможности до непроницаемаго грунта, входя и въ него на нѣкоторую глубину. Этотъ шпунтовый рядъ долженъ составлять непрерывную, непроницаемую стѣну поперекъ всего водоспуска и потому *не долженъ быть перестѣаемъ никакимъ другимъ рядомъ*; всѣ встрѣчающіеся съ нимъ ряды должны только плотно примыкать къ нему, но не проходить сквозь него; напротивъ, онъ проходитъ сплошнымъ сквозь другіе ряды. То же правило соблюдается и при укладкѣ насадокъ поверхъ шпунтовыхъ рядовъ: брусъ порога пересѣкаетъ всѣ другіе насадочные брусья, которые къ нему прирубаются только и связываются съ нимъ, не ослабляя его.

Такъ какъ для проведенія правильнаго шпунтоваго ряда необходимы по бокамъ рамныя свай, то онѣ забиваются по сторонамъ линіи порога съ такой же правильностію, какъ и шпунтовыя, наблюдая, чтобы разстояніе между рамными сваями по линіи порога не было болѣе 5 футовъ свая отъ свай. Рамныя свай забиваются по обѣимъ сторонамъ шпунтоваго ряда, или одна противъ другой, или въ шахматномъ порядкѣ; разстояніе срединъ свай въ соотвѣтственныхъ рамныхъ рядахъ дѣлаютъ отъ 12 до 16 вершковъ, смотря по размѣру насадочныхъ брусевъ, которые всѣ три вмѣстѣ должны быть плотно причерчены одинъ къ другому и связаны между собою желѣзными болтами, фиг. 558.

Черт. XLl.

Вторую поперѣчную шпунтовую линію подъ основаніемъ водоспуска обыкновенно проводятъ параллельно первой при началѣ понурнаго пола *aa*, фиг. 557. Этотъ рядъ служитъ вспомогательнымъ первому и долженъ удовлетворять тѣмъ же условіямъ; предохраняя линію порога отъ подмыва, онъ вмѣстѣ предохраняетъ и дно впереди порога, которое подвергается разрушительному дѣйствию водоворотовъ, образующихся съ открытіемъ щитовъ, когда вода устремляется въ отверстіе по различнымъ направленіямъ и съ различной скоростью въ слояхъ. Дѣйствіе этихъ водоворотовъ бываетъ тѣмъ сильнѣе и опаснѣе, чѣмъ выше поставленъ порогъ отъ дна русла. Эта передняя шпунтовая линія необходима еще и потому, что всякое исправленіе поврежденія въ постройкѣ, въслѣдствіе можетъ быть произведено съ меньшими издержками, чѣмъ въ водоспускахъ безъ шпунтовой линіи передъ понурнымъ поломъ. По сторонамъ этого, какъ и всякаго шпунтоваго ряда, забиваются рамныя круглыя свай; здѣсь свай *n, n*, фиг. 557. съ наружной стороны, послѣ забивки шпунтоваго ряда остаются потомъ безъ назначенія, тогда какъ свай *m, m*, съ внутренней стороны, должны входить въ составъ основанія водоспуска. Поэтому на свай *n, n*, какъ временныя, можетъ быть употребленъ лѣсъ худшаго качества и меньшаго раз-

мѣра; онѣ могутъ забиваться неглубоко и на разстояніи 8 футовъ свая отъ свай; по минованіи надобности ихъ вытаскиваютъ или срубаютъ. Сваи же *m, m*, забиваются надлежащимъ образомъ, на разстояніи 5 футовъ одна отъ другой, изъ хорошаго лѣса и глубоко.

Въ основаніи нѣкоторыхъ водоспусковъ забиваютъ иногда еще третью, поперечную, шпунтовую линію *ff*; 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 слои 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 порожнаго ряда *ab*. Когда проведенъ этотъ третій рядъ, то имъ обыкновенно пользуются для положенія на немъ запаснаго порога и для установки на немъ временныхъ щитовъ, на случай какаго 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.

•нг. 557.

Всѣ остальные поперечныя шпунтовые ряды располагаются ниже порога по теченію; эти ряды служатъ для предупрежденія подмоя отъ воды, вытекающей изъ отверстія водоспуска при подниманіи щитовъ. Мѣста этихъ рядовъ главнымъ образомъ зависятъ отъ принятаго начертанія для сливнаго пола; такъ, ряды эти забиваются по преимуществу въ томъ мѣстѣ, гдѣ сливной полъ дѣлаетъ переломъ, переходя изъ горизонтальнаго въ круто-наклонный, или гдѣ образуетъ отвѣсныя уступы.

Черт. ХLI.

•нг. 559

и 560.

При началѣ такихъ уклоновъ и при вертикальныхъ уступахъ въ сливныхъ полахъ, полезно и даже необходимо проводить поперечныя шпунтовые ряды, не для того собственно чтобы воспрепятствовать прониканію воды, но, болѣе для того, чтобы вода, попавшая случайно подъ полъ, не увлекала земли изъ-подъ пола при наденіи ея съ уступа или при быстромъ ея теченіи на 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 полъ будетъ медленно просачиваться въ нижніе слои грунта, не увлекая земли набитой подъ полами. Сваи этихъ шпунтовыхъ рядовъ могутъ быть брусчатая или досчатая, смотря по плотности грунта, но нижними концами онѣ должны

по возможности доходить до непроницаемаго водою пласта. Рамныя сваи этихъ рядовъ входятъ въ составъ основанія, а потому онѣ устанавливаются и забиваются какъ рамныя сваи порога.

Кромѣ поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, подъ свайнымъ основаніемъ всякаго водоспуска должны быть пробиты два продольные шпунтовые ряда, которые примыкаютъ къ поперечнымъ. На планѣ общаго начертанія, фиг. 554, продольные ряды проходятъ чрезъ точки *c e g* съ той и другой стороны. Каждый изъ этихъ рядовъ служить основаніемъ верхней надстройки и соединяя собою концы поперечныхъ рядовъ, они вмѣстѣ образуютъ кѣтви, или ящики, подъ водоспускомъ. Продольные ряды препятствуютъ оплыву береговъ или частей земляной насыпи плотины, прилегающихъ къ нимъ и препятствуютъ доступу грунтовой воды съ боковъ подъ основаніе водоспуска. Проведеніе продольныхъ рядовъ во всю длину водоспуска необходимо гдѣ мѣстный грунтъ проницаемъ и гдѣ порогъ лежитъ высоко надъ дномъ русла. При хорошемъ же и плотномъ грунтѣ, продольные ряды необходимы только по сторонамъ понурнаго пола, ибо здѣсь они удерживаютъ подпертую воду; позади же порога, по сторонамъ сливнаго пола, т.-е. отъ *c* до *d* ихъ обыкновенно не продолжаютъ; но если они проведены и здѣсь, то служатъ основаніемъ въ этихъ мѣстахъ для верхней надстройки.

Продольные ряды могутъ быть досчатые, если грунтъ плотенъ и если они въ то же время не служатъ боковыми береговыми обдѣлками; иначе они должны быть брусчатые. Рамныя ихъ сваи, находящіяся внутри ящиковъ, входятъ въ составъ основанія, почему и забиваются на разстояніи 5 футовъ свая отъ сваи, внѣшнія же забиваются рѣже. Продольные ряды забиваются также подъ стѣнами середовыхъ быковъ, если таковыми раздѣляется отверстіе водоспуска.

При проведеніи шпунтовыхъ рядовъ, какъ поперечныхъ, такъ и продольныхъ, наблюдаютъ, чтобы они были направляемы по прямымъ линіямъ, безъ поворотовъ и загибовъ, чтобы поперечные всегда пересѣкали бы продольные, а эти послѣдніе только примыкали бы плотно къ поперечнымъ; чтобы пересѣченіе рядовъ было по возможности подъ прямыми, а не острыми углами; чтобы каждая шпунтовая свая ряда была углублена нижнимъ концомъ по крайней мѣрѣ отъ 2 до 4 футовъ въ непроницаемый водою грунтъ.

Когда всѣ шпунтовые ряды подъ основаніемъ будутъ забиты, тогда съ мѣрной свай (см. ст. 49) ватерпасомъ переносятъ высоту порога на одну изъ свай его ряда; эта точка на порожномъ шпунтовомъ ряду покажетъ подошву отверстія, или верхъ порога; отъ нея провѣшиваютъ

Черт. ХLI. ватерпасную линію *ab*, фиг. 561, вдоль всего шпунтоваго ряда порога.
 н.г. 561. Отъ линіи *ab* до линіи *a'b'* откладываютъ толщину порожнаго бруса и затѣмъ на 2 или $2^{1,2}$ вершка выше линіи *a'b'* пробиваютъ тоже ватерпасную линію *a''b''* (линіи *ab*, *a'b'* и *a''b''* по ватерпаснымъ точкамъ отбиваются на шпунтовой стѣнѣ натянутымъ шнуромъ, натертымъ углемъ или мѣломъ); далѣе, намѣтивъ по верху шпунтоваго ряда, на разстояніи отъ 4 до 6 футовъ одинъ отъ другаго, шипы *c, c*, которые должны

проходить насквозь всего порожнаго бруса, срубаютъ весь шпунтовый рядъ ¹⁾ по линіи $a''b''$, оставляя не срубанными лишь шипы c, c , и затѣмъ нарубаютъ на немъ гребень d, d , высотой въ $2—2\frac{1}{2}$ вершка. Шипы c, c , образуются на соединеніи двухъ или на одной цѣльной шпунтовой сваѣ, какъ придется по разстоянію ихъ, и обдѣлываются правильно.

Брусъ порога вытесываютъ, если возможно, изъ сосноваго бревна не тоньше 8 вершковъ ²⁾; въ немъ вынимаютъ съ нижней стороны пазъ, которымъ онъ владется на гребень шпунтоваго ряда, а для шиповъ пробиваются въ немъ сквозныя гнѣзда. На верху же въ немъ выбираются 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 c, c , 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 шпунтовымъ рядомъ; по совершенной осадкѣ бруса на гребнѣ и шипахъ, сверху тщательно расклиниваются сквозныя шипы c . Необходимо чтобы верхняя плоскость бруса была совершенно горизонтальна, а потому причерчиваніе бруса къ гребню шпунтоваго ряда дѣлается по ватерпасу. На всякій шпунтовый рядъ непременно накладывается брусъ такимъ же образомъ на сквозныя шипы и нижнимъ пазомъ на гребень; тогда верхній брусъ скрѣпляетъ собою всѣ сваи шпунтоваго 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 шпунтоваго ряда, но она можетъ только примыкать къ четверти вынутой въ брусъ утвержденномъ на шпунтовомъ ряду.

Устройство порога изъ одного бруса встрѣчается чаще, но такое устройство г. Гаусманъ считаетъ недостаточно надежнымъ; ему случилось видѣть, что напоромъ воды на щиты водоспуска порога, составленный изъ одного бруса, былъ расколотъ вдоль дерева, какъ напр. въ водоспускѣ Павловской суконной фабрики на р. Истрѣ, близъ Москвы; несмотря на то что брусъ порога имѣлъ 10 вершковъ въ боку и перемѣна котораго обошлась недешево и была сопряжена съ большими

1) Только на длинѣ отверстія водоспуска.

2) За неизмѣнимъ толстаго лѣса, этотъ брусъ дѣлаютъ иногда составнымъ изъ четырехъ брусевъ, плотно между собою причерченныхъ и связанныхъ желѣзными хомутами или связанными болтами, фиг. 562.

Черт. ХLI.

фиг. 558.

фиг. 561.

- затрудненіями. Вѣроятно и въ другихъ мѣстностяхъ, замѣчаетъ онъ, встрѣчаются такого же рода поврежденія. Вотъ почему въ хорошо устроенныхъ водопускахъ пользуются рамными сваями и составляютъ порогъ изъ трехъ брусевъ лежащихъ рядомъ и свинченныхъ вмѣстѣ
- Черт. ХІІ. желѣзными болтами, фиг. 558. При укладкѣ и связкѣ этихъ трехъ брусевъ вмѣстѣ, наблюдаютъ за плотной расклиной сквозныхъ шиповъ круглыхъ и шпунтовыхъ свай; затѣмъ чтобы стыки концовъ боковыхъ рамныхъ брусевъ приходились на круглыхъ сваяхъ а не на вѣсу; чтобы верхнія плоскости этихъ боковыхъ брусевъ, при настлѣкѣ пола въ одинъ рядъ досокъ, лежали наравнѣ съ нижней кромкой четверти порога, а при настлѣкѣ въ два ряда досокъ, эти плоскости были бы опущены ниже этой кромки четверти на толщину доски нижней настилки. Тогда концы досокъ верхняго ряда настилки прибиваются гвоздями къ четверти порога, а концы нижняго ряда къ боковымъ брусьямъ. При большомъ напорѣ и слѣдовательно сильномъ давленіи на щитовыя стойки, укрѣпляемая въ порожномъ брусѣ, полезно обхватить всѣ три бруса порога желѣзными хомутами изъ полосоваго желѣза. Такіе хомуты пригоняютъ противъ рамныхъ свай, въ разстояніи отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 сажень одинъ отъ другаго, пропуская желѣзный болтъ сквозъ нижніе концы хомута и сквозъ рамныя и шпунтовыя сваи на $1\frac{1}{2}$ до 2 футовъ ниже верха боковыхъ насадокъ.

Когда порогъ окончательно уложенъ, тогда выравниваютъ подъ ватерпасъ другіе шпунтовые ряды, причемъ высота ихъ относительно верхняго гребня порога рассчитывается такъ, чтобы половыя настилки лежали въ ихъ четвертяхъ горизонтально или наклонно, смотря по начертанію половъ въ проектѣ. Способъ укладки брусевъ на поперечныхъ шпунтовыхъ рядахъ тотъ же, каковой описанъ при укладкѣ порога; въ продольныхъ же рядахъ избѣгаютъ употребленія боковыхъ вспомогательныхъ брусевъ лежащихъ на рамныхъ сваяхъ, потому что они могутъ сдѣлаться проводниками воды. Обыкновенно кладутъ вспомогательные брусья съ двухъ сторонъ шпунтовыхъ рядовъ тамъ, гдѣ приходится

Черт. ХІІІ. перекрыть поперечный шпунтовый рядъ половиною настлкою *a*, фиг. 559, или съ одной стороны, если шпунтовый рядъ образуетъ собою уступъ сливнаго пола, какъ въ *b*. Когда другой брусъ *c*, опускается на высоту уступа, то онъ притягивается въ нѣсколькихъ мѣстахъ къ шпунтовымъ сваямъ болтами или заершенными гвоздями.

Кромѣ шпунтовыхъ рядовъ съ ихъ рамными сваями, въ клѣткахъ, огражденных этими рядами, набиваются еще отдѣльныя круглыя сваи, на которыхъ устраивается 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 толщиной отъ 4 до 6 вершковъ; длина же ихъ зависитъ отъ возвышенія половаго настила надъ дномъ русла; и такъ какъ поддерживаемый ими грузъ не великъ, то въ землю онѣ вбиваются не глубже чѣмъ шпунтовыя сваи

впереди ихъ стоящаго ряда¹⁾. 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, настиляться горизонтально, уступами или наклонно. По надлежащей сръзкѣ 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 отклонятся 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 свай только подрубъ, или плечо, а насадка къ такой свай притягивается желѣзнымъ болтомъ, фиг. 564. Для того чтобы при полои Черт. ХЕП 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. 565. Для этого въ гнѣздахъ выбирается сверху раскосъ въ $\frac{1}{2}$ или 1 вершокъ въ одну сторону, также 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 они 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 свай дѣлается у шипа только со стороны подкоса, съ другой же стороны шипъ только счищается вмѣстѣ съ верхомъ свай безъ всякаго заплечика.

При укладкѣ насадокъ, если онѣ не могутъ быть цѣльныя, стыки ихъ долженъ приходиться на шипѣ и заплечикахъ круглой свай и притомъ проушиною на шипѣ въ простую притычку, фиг. 566. Слѣдуетъ только наблюдать чтобы стыки насадокъ вдоль пола приходились въ разнометъ, а не на одной прямой продольной линіи водоспуска.

Относительно скрѣпленія насадокъ съ шипами свай, г. Гаусманъ говоритъ, что разбирая водоспуски старой постройки, онъ встрѣчалъ насадки приврѣпленными къ сваямъ на прямыхъ шипахъ, причемъ Черт. ХЕІІ. употреблялись еще желѣзныя скобы, вбитыя по одной и по двѣ въ сваю • арт. 567. и въ насадку; встрѣчались также деревянныя дубовыя нагели, пропу- онт. 568. щенныя сквозъ насадки и шипы, и въ одномъ только водоспускѣ были употреблены желѣзные хомуты, обхватывавшіе насадки и приврѣпленные онт. 569. къ сваямъ болтами. Эти способы скрѣпленія, говорить г. Гаусманъ, употребляются довольно часто, но разбирая такіе ростверки, онъ находилъ, что желѣзныя скобы, большіе заерпенные гвозди и т. п., слабо

¹⁾ Эти сваи, напротивъ, подвергаются выдергиванію, когда полы покрыты водою и стремятся всплыть, такъ что полы стремятся сваи эти выдернуть изъ земли.

держатъ насадки на сваяхъ и старыя насадки обыкновенно снимались вмѣстѣ со скобами и ершами; тоже бываетъ и съ деревянными нагелями, хотя они держатъ нѣсколько лучше; хомуты же съ сквозными болтами, а не ершами, держатъ вполне прочно, если болтъ пропущенъ сквозь сваю ниже насадки на 1 или на $1\frac{1}{2}$ фута. Почему онъ совѣтуетъ употреблять это скрѣпленіе только въ стыкахъ насадокъ, довольствуясь восьми шипами съ раслинкой, указанной выше, въ остальныхъ сваяхъ.

57. Понурный и сливные полы и береговая крылья.—

Мы уже замѣтили выше, что когда при открытіи щитовъ подпертая вода пруда устремляется въ отверстіе водоспуска, то въ ней образуются передъ водоспускомъ сильныя водовороты, дѣйствующіе разрушительнымъ образомъ на дно русла выше порога, особенно если порогъ заложенъ высоко. Такіе водовороты поднимаютъ со дна, не только однѣ легкія земляныя частицы, но иногда случается, что находятъ по другой сторонѣ перепада поднятые и переброшенные черезъ порогъ щебень и крупный камень, составлявшіе укрѣпленіе дна съ передней стороны водоспуска. Для предупрежденія разрушенія дна впереди порога, признано необходимымъ избѣгать всякихъ крутыхъ уступовъ для хода воды передъ порогомъ и направлять струи ея къ отверстию по ровной наклонной плоскости, которая, при основаніи изъ сланника, образуется изъ отлогой земляной присыпки до самой высоты порога, при свайномъ же основаніи она образуется *понурнымъ поломъ*, т.-е. досчатой настилкой, прибитой гвоздями къ ростверку, прикрѣпленному ко дну помощію круглыхъ свай. При каменныхъ же водоспускахъ, эта наклонная плоскость можетъ быть образована изъ крупныхъ тесанныхъ камней, уложенныхъ на растворѣ изъ цементовъ или гидравлической извести, на свайномъ или бетонномъ основаніи.

При общемъ начертаніи водоспуска мы уже говорили (ст. 56) о длинѣ и уклонѣ понурнаго пола; здѣсь замѣтимъ еще что длина этого пола, или разстояніе передней шпунтовой линіи отъ линіи порога и пониженіе первой относительно послѣдней, обусловливается преимущественно *высотой верхняго ребра порога надъ дномъ рѣки*, хотя размѣръ выпускнаго отверстія и качества мѣстнаго грунта дна должны быть также при этомъ принимаемы во вниманіе. На какой бы высотѣ, относительно дна, ни былъ заложенъ порогъ, длина понурнаго пола не должна быть однако менѣе 3 до 4 саженой. Чѣмъ выше заложенъ порогъ и чѣмъ слабѣе грунтъ дна, тѣмъ длина понурнаго пола должна быть болѣе, но эта длина рѣдко бываетъ болѣе 9 или 10 саженой. Вообще же при назначеніи длины понурнаго пола въ предѣлахъ отъ 3 до 10 саженой, принимаютъ во вниманіе. кромѣ высоты порога и качества дна, еще размѣръ всего водоспуска, съ увеличеніемъ котораго увеличивается и длина пола, а также размѣръ мѣстныхъ досокъ, наблюдая чтобы при настилкѣ пола не оставлять короткіе обрѣзки отъ этихъ досокъ и лучше сдѣлать полъ нѣсколько длиннѣе чѣмъ урѣзать доски.

Уклонъ понурнаго пола можетъ быть и меньше $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{12}$ длины

пола; полъ этотъ можетъ быть насланъ и горизонтально, если порогъ будетъ лежать на самомъ днѣ рѣчки. Съ постепеннымъ же возвышеніемъ порога отъ дна, небольшой уклонъ впередъ будетъ всегда полезенъ, пока начало пола, т.-е. верхняя плоскость насадки передняго шпунтоваго ряда, не будетъ приходится ниже дна потока; этого послѣдняго случая должно избѣгать. Если же съ значительнымъ возвышеніемъ порога, начало с понурнаго пола, фиг. 570, будетъ лежать замѣтно выше дна и образуетъ съ дномъ уступъ *с е*, то необходимо вмѣсто уступа отсыпать отлогую земляную присыпку *с d*, тщательно вымостивъ ее сверху камнемъ, или сдѣлать сплошную каменную наброску пологимъ откосомъ.—Когда длина понурнаго пола будетъ болѣе 4 сажени, то г. Гаусманъ совѣтуетъ употреблять подъ его настиломъ промежуточную шпунтовую линію *bb*. Имѣя такую вспомогательную, промежуточную линію впереди порога, на разстояніи отъ него на $1\frac{1}{2}$ до 2 сажени, онъ даетъ понурному полу ломанную поверхность *a, b, c*, укладывая половыя насадки постоянно возвышаясь до насадки вспомогательнаго шпунтоваго ряда *bb* и эту послѣднюю помѣщаетъ въ одной горизонтальной плоскости съ порогомъ *a*, такъ что на длинѣ *ab* (отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 сажени) образуется въ понурномъ полу, передъ порогомъ, горизонтальная площадка.

Черт. XLII.
фиг. 570.

Что касается до сливнаго пола, то его устраиваютъ также на насадкахъ положенныхъ на рядахъ круглыхъ свай. Насадки размѣщаются на разныхъ высотахъ, смотря по начертаніямъ сливнаго пола которыя бывають разнообразны. Начертаніе сливнаго пола въ продольномъ разрѣзѣ зависитъ отъ возвышенія порога надъ уровнемъ нижней воды, отъ степени размываемости дна и величины напора верховой воды, при открытыхъ питахъ, надъ горизонтомъ низовой воды. Но какова бы ни была продольная форма сливнаго пола, при началѣ своемъ, непосредственно за порогомъ, онъ долженъ быть горизонталенъ и лежать въ одной плоскости съ верхнею гранью порога; конецъ же его долженъ быть покрытъ нижнею водою по крайней мѣрѣ слоемъ въ 2 фута глубиною. При такихъ условіяхъ для крайнихъ его оконечностей, сливной полъ можетъ быть горизонтальнымъ, фиг. 571, только при небольшихъ подъемахъ воды, а именно когда разность между горизонтами верхней и нижней воды не превышаетъ 7 или 8 футовъ. При всякомъ же болѣе возвышенномъ положеніи порога надъ уровнемъ нижней воды, сливной полъ долженъ быть, или наклонный, фиг. 572, или съ отвѣсными уступами фиг. 574, или же онъ имѣеть видъ ломанной линіи, фиг. 575. Дѣлая полъ уступами или наклонно, всегда слѣдуетъ имѣть непосредственно за порогомъ горизонтальную площадку *ab*¹⁾, длиною въ 5—7 разъ больше высоты стоянія воды надъ порогомъ и только отъ конца *b* этой площадки можно начать опускаться къ уровню нижней воды. Безъ такого горизонтальнаго пола, по мнѣнію г. Гаусмана, ослабляется прочность постройки и кромѣ того вытекающая черезъ открытое отверстіе вода, падая тотчасъ на наклонный полъ, приобретаетъ скорость и силу при самомъ

Черт. XLII

фиг. 571.

1) Которая и образуетъ собою такъ называемый *водобойный полъ*.

Черт. XLII. началъ истеченія. Высота уступовъ bc и de можетъ заключаться въ предѣлахъ отъ 3 до 5 футовъ, а длины площадокъ cd и df , горизонтальной части пола за уступами, должны быть отъ 5 до 7 разъ болѣе высоты предшествующихъ имъ уступовъ.

фиг. 574.

На основаніи этихъ данныхъ всегда можно опредѣлить длину сливнаго пола съ уступами, а слѣдовательно и длину береговыхъ укрѣпленій по сторонамъ сливнаго пола. Такъ напр., если высота уровня прудовой воды надъ порогомъ будетъ 7 футовъ, а порогъ положенъ выше уровня нижней воды на 6 футовъ (т.-е. когда весь напоръ составляетъ 13 футовъ) то длина искусственнаго укрѣпленія дна и береговъ опредѣлится такъ:

фиг. 574.

1) Длина горизонтальнаго пола непосредственно за порогомъ. = 7 . 5 = 35 ф.

2) Длина горизонтальнаго пола cd за первымъ уступомъ bc , при высотѣ его въ 3 ф. будетъ . . = 3 . 7 = 21 ф.

3) Длина горизонтальнаго пола ef за вторымъ уступомъ de , при высотѣ его въ $3\frac{1}{2}$ ф., будетъ . = 3,5 . 7 = 24,5 ф.

И слѣдовательно длина всего укрѣпленія составитъ 80,5 ф.

Полы съ наклонною плоскостью могутъ быть двоякаго вида: 1) съ двумя горизонтальными полами, соединенными круто наклонной плоскостью, фиг. 575, и 2) съ однимъ горизонтальнымъ поломъ и наклоннымъ, продолженнымъ до уровня воды съ весьма малымъ уклономъ, фиг. 573. Для начертанія пола перваго вида, проводятъ на высотѣ порога горизонтальную линію и по ней откладываютъ, какъ выше сказано, 5—7 разъ взятую высоту воды надъ порогомъ; отъ этой точки b , на продолженной линіи ab , откладываютъ до точки r 3—4 раза взятую высоту порога надъ уровнемъ нижней воды и проводятъ перпендикуляръ rp до встрѣчи его въ точкѣ p съ уровнемъ нижней воды; перпендикуляръ pr продолжаютъ до точки o , лежащей на два фута подъ уровнемъ нижней воды (т.-е., гдѣ $po = 2$ ф.), тогда линія bo опредѣлитъ направленіе и положеніе наклонной плоскости сливнаго пола. Наконецъ чрезъ точку o проводятъ горизонтальную линію oq и по ней откладываютъ отъ o до q . 5—7 разъ взятую высоту mn порога надъ нижнею водою. При этихъ данныхъ будетъ:

фиг. 575.

1) Длина перваго горизонтальнаго пола $ab = 7 . 5 = 35$ ф.

2) Горизонтальная длина br уклона = 6 . 4 = 24 ф. длина же самаго уклона $bo = \sqrt{6^2 + 24^2} = 24\frac{1}{3}$ фут. и

3) Длина втораго горизонтальнаго пола $oq = 6 . 5 = 30$ ф.

Длина же всего укрѣпленія дна и береговъ будетъ $89\frac{1}{3}$ ф.

Наконецъ для начертанія сливнаго наклоннаго пола, изображеннаго на фиг. 572 и 573, проводятъ также горизонтальную линію ab чрезъ точку a порога, откладываютъ на ней отъ a до b , 5—7 разъ взятую высоту воды надъ порогомъ. и на продолженіи ея отъ b до m' , 20—40 разъ взятую высоту $m'n'$ порога надъ уровнемъ нижней воды. Точку n' пересѣченія перпендикуляра $m'n'$ съ горизонтомъ нижней воды со-

фиг. 572
и 573.

единяютъ съ точкой b прямою bn' , которую продолжаютъ до точки o' лежащей на 2 фута ниже уровня воды. Линія bo' покажетъ направленіе и положеніе наклонной части сливнаго пола.

Изъ приведенныхъ и принятыхъ данныхъ, длина такого сливнаго пола опредѣлится такъ: 1) длина горизонтальнаго пола $ab = 7.5 = 35$ ф.

2) Горизонтальная длина bm' уклона $= 6.25$, если возьмемъ для нея въ 25 разъ высоту порога надъ уровнемъ нижней воды, или $bm' = m'n'.25$. А слѣдовательно $bn' = \sqrt{6^2 + 150^2}$; и какъ: $bn' : m'n' = n'o' : o'p'$, то $n'o' = \frac{bn'.o'p'}{m'n'} = \frac{2\sqrt{6^2 + 150^2}}{6}$. А слѣдовательно:

$$bo' = \sqrt{6^2 + 150^2} + \frac{2\sqrt{6^2 + 150^2}}{6} = 150 + \frac{2 \cdot 150}{3} = 150 + 100 = 250 \text{ ф.}$$

Приведенные выше способы начертанія сливныхъ половъ, кромѣ горизонтальнаго, т.-е. наклонные или съ вертикальными уступами, всего чаще встрѣчаются на практикѣ. Но слѣдуетъ отдать преимущество начертанію съ уступами, фиг. 574, такъ какъ при такомъ расположеніи вода, падая съ уступа на уступъ, теряетъ часть пріобрѣтенной ею скорости и дѣйствуетъ менѣе разрушительно на неукрѣпленное дно, сходя съ сливнаго пола. Между тѣмъ при наклонномъ положеніи сливнаго пола, вода скатывается съ увеличивающеюся скоростью и сходя съ пола дѣйствуетъ на дно разрушительно. Такъ г. Гаусманъ приводитъ, что въ водоспускѣ Охтенскаго пороховаго завода сливной полъ имѣетъ видъ изображенный на фиг. 573 и вода скатываясь съ него съ быстротою, сдвигаетъ съ мѣстъ большіе жерновые камни, правильно уложенные при концѣ сливнаго пола; тогда какъ на Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ, гдѣ сливной полъ водоспуска сдѣланъ уступами, фиг. 574, при одинаковыхъ условіяхъ, каменная наброска изъ крупныхъ булыгъ рѣдко бываетъ повреждена. На Тульскомъ оружейномъ заводѣ сливной полъ имѣетъ начертаніе показанное на фиг. 575. При устройствѣ сливнаго пола уступами, для смягченія удара воды на настилку пола, дѣлаютъ иногда его горизонтальныя площадки въ формѣ ящичковъ A , фиг. 576, въ которыхъ вода задерживается стѣнками a слоемъ нѣкоторой толщины и принимаетъ на себя первый ударъ. Въ стѣнкахъ a дѣлаются отверстія, которыя открываются когда нужно бываетъ спустить изъ ящичковъ воду, напр. для исправленія половъ. При такомъ устройствѣ полы менѣе повреждаются отъ ударовъ воды и, будучи постоянно ею покрыты, не высыхаютъ и лучше предохраняются отъ гніенія; но они при этомъ должны быть сдѣланы щитиѣ, чтобы не пропускали сквозь себя воду, поѣтому подобное устройство удобнѣе дѣлать при каменныхъ сливныхъ полахъ. положенныхъ на бетонѣ.

Черт. XLII.
фиг. 576.

Когда, сообразно начертанію сливныхъ половъ, насазки на круглыхъ сваяхъ будутъ выравнены и укрѣплены полъ настилку сливныхъ половъ, тогда отстояніемъ уложенныхъ половыхъ насазокъ отъ dna. опредѣляется количество земли необходимой для засыпки пустаго пространства между дномъ русла и полами. Все это пространство до самаго верха насадокъ, или до низа сливныхъ половъ, должно быть тщательно заполнено одно-

образнаго качества землю, или искусственнымъ составомъ такого свойства, чтобы засыпка эта отъ дѣйствія мороза не пучилась. а также не разжижалась, не расплывалась и не могла бы выноситься водою изъ-подъ половъ водоспуска. Только въ рѣдкихъ случаяхъ оставляютъ не засыпанными пустоты подъ наклоннымъ поломъ или за первымъ уступомъ, ограничиваясь здѣсь накидкою крупныхъ камней, въ два или болѣе рядовъ, для защиты дна отъ размыванія водою просачивающеюся съвозъ швы половиой настилки. Но оставленіе такихъ пустотъ не засыпанными приводитъ къ тому, что всѣ половыя насадки и верхи круглыхъ свай не находясь въ землѣ, и слѣдовательно не въ постоянной сырости, скоро загниваютъ и полы тогда требуютъ частыхъ поправокъ и возобновленій.

Засыпка бываетъ двухъ родовъ, смотря по тому производится ли она впереди или позади порога. Подъ понурнымъ поломъ, постоянно покрытымъ водою, засыпка предохраняется отъ доступа воздуха и отъ промерзанія, между тѣмъ какъ подъ сливными полами она можетъ промерзнуть. Кромѣ того, назначеніе засыпки подъ понурнымъ поломъ состоитъ въ томъ, чтобы препятствовать прониканію верхней воды къ шпунтовому ряду порога, а подъ сливными полами она назначается для предохраненія дна отъ размыванія и промерзанія. Поэтому для засыпки ящика огражденнаго шпунтовыми рядами подъ понурнымъ поломъ, употребляютъ преимущественно тощую, но еще вязкую глину, или жирный суглей. Если же нѣтъ близко такого качества земли въ естественномъ состояніи, то ее готовятъ искусственно смѣшеніемъ жирной глины и песка. При большихъ, капитальныхъ сооруженіяхъ этого рода, г. Гаусманъ съ успѣхомъ употреблялъ бетонъ для заполнения ящика подъ понурнымъ поломъ. Бетонъ этотъ онъ составлялъ изъ крупно зернистаго песка, тщательно перемѣшаннаго съ $\frac{1}{4}$ частью, по объему, обожженной гидравлической (Волховской) извести, или цементомъ, обращеннымъ добавленіемъ воды въ густое тѣсто. Дѣлаютъ также для этого заполнения правильную кирпичную (изъ желѣзняка) кладку на гидравлическомъ растворѣ. Но бетономъ или кирпичною кладкою заполняютъ не все пространство ящика понурнаго пола, но тамъ, гдѣ имѣется въ виду употребить такую загрузку, проводятъ обыкновенно подъ этимъ поломъ промежуточный, или вспомогательный поперечный шпунтовый рядъ, такъ что раздѣляютъ пространство подъ понурнымъ поломъ на два ящика, изъ которыхъ передній или болѣе большой заполняютъ чистою глиною или глиною перемѣтанъ съ пескомъ, а ближайшій къ порогу, или меньшій ящикъ, загружаютъ бетономъ или кирпичною кладкою до высоты пола. Въ обыкновенныхъ же мельничныхъ плотинахъ первый ящикъ заполняютъ глинистой землей или суглемъ, а второй—хорошей вязкой глиной.

Подъ сливными же полами хотя и часто встрѣчается глиняная засыпка, но тамъ она не удовлетворяетъ своему назначенію: гораздо правильнѣе употреблять подъ этими полами на засыпку крупно-зернистый песокъ, хрящъ, гравій и даже обыкновенный булыжный камень на томъ основаніи, что засыпка подъ сливными полами не можетъ и не должна задерживать воду, прошедшую съвозъ шпунтовый рядъ порога или про-

сачивающуюся сквозь сливные полы. Вообще, когда под сливным поломъ шпунтовыми рядами образованы ящики, то ихъ слѣдуетъ засыпать, будетъ-ли полъ насланъ уступами, или въ видѣ ломанной поверхности, состоящей изъ горизонтальныхъ и наклонныхъ плоскостей. Когда полъ долженъ лежать близъ дна или близъ уровня нижней воды, то кромѣ засыпки полезно вынуть подъ этой частью пола мѣстную наносную землю на $1\frac{1}{2}$ или 2 аршина и замѣнить ее засыпкою; только такой толщины слой хряща или гравія можетъ предохранить дно отъ промерзанія и отъ образованія промоевъ.

Передъ засыпкой, пустое пространство подъ полами предварительно очищаютъ отъ щепы и всякаго другаго хлама, неизбежно накопляющагося при забивкѣ свай, при зарубаніи шиповъ и другихъ плотничныхъ въ этомъ мѣстѣ работахъ; затѣмъ снимаютъ лопатами или черпаками иногда имѣющійся здѣсь торфяной, болотный, иловатый слой, или наносы, что не можетъ представить большихъ затрудненій, такъ какъ шпунтовыми рядами прекращается дальнѣйшій наплывъ такихъ наносовъ. Послѣ очистки мѣста приступаютъ къ самой засыпкѣ, которая производится ровными слоями съ надлежащей ихъ утрамбовкой. Поднявъ засыпку до высоты насадокъ, стараются забить ее подъ самыя насадки, для чего вмѣсто обыкновенной трамбовки уколачиваютъ землю тупыми кольями вдоль шпунтовыхъ рядовъ и вокругъ каждой отдѣльной сваи.

Нѣкоторые изъ поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ основанія водоспуска, продолженные въ примыкающую земляную насыпь плотины или въ берега, называются *береговыми крыльями* водоспуска. Для болѣе надежнаго соединенія водоспуска съ земляною насыпью или берегами, длина этихъ продолженныхъ шпунтовыхъ рядовъ, или крыльевъ, по обѣ стороны водоспуска, не должна быть менѣе двухъ разъ взятой наибольшей высоты напора или глубины подпертой за водоспускомъ воды. Но такая длина крыльевъ можетъ быть допущена только въ грунтахъ твердыхъ и не легко размываемыхъ, болшею же частью длину крыльевъ дѣлаютъ въ три, четыре и болѣе разъ наибольшей высоты напора; иногда же проводятъ крылья поперекъ всего сѣченія оврага, въ которомъ устроивается водоспускъ, фиг. 577. Вообще же можно сказать, что длина крыльевъ въ ту и другую стороны должна доходить до предѣла затопленія мѣста при высокомъ уровнѣ прудовой воды, т.-е. до точекъ *a, a*. При возвышенныхъ берегахъ пруда, крылья продолжаютъ до гребня береговаго откоса: на мѣстахъ же гдѣ берега низменные и водоспускъ соединенъ съ земляною насыпью плотины, тамъ крылья соединяютъ съ шпунтовыми рядами плотины, а если въ ней шпунтовыхъ рядовъ нѣтъ, то крылья шпунтоваго ряда порога закладываютъ подъ верхнимъ гребнемъ земляной насыпи, а крылья шпунтоваго ряда впереди понурнаго пола проводятъ по подошвѣ передняго откоса земляной насыпи плотины. При такихъ условіяхъ, длина крыльевъ не должна быть менѣе 4—6 разъ взятой высоты напора *m*.

Черт. XIII.

• нр. 577.

Назначивъ длину крыльевъ, ихъ выводятъ одновременно съ шпунтовыми рядами фундамента и забиваютъ сваи на одинаковую глубину

съ послѣдними. Затѣмъ сваи фундамента срубаютъ на высотѣ порога и передней насадки понурнаго пола, а сваи крыльевъ выравниваютъ на высотѣ уровня воды въ прудѣ; для крыльевъ, поэтому, сваи должны быть большей длины; при неимѣніи же длинныхъ свай, ихъ въ крыльяхъ въ послѣдствіи наращиваютъ досками, способомъ указаннымъ въ ст. 51 и 52. Верхъ крыльевъ, какъ и всякій шпунтовый рядъ, покрываютъ насадкой на гребень и шипы. Временныя рамы, служившія для проведенія шпунтовыхъ рядовъ крыльевъ, снимаютъ съ рамныхъ свай, а эти послѣднія срубаютъ или вытаскиваютъ, или наконецъ оставляютъ безъ всякаго назначенія и засыпаютъ вмѣстѣ съ крыльями. Въ водоспускахъ имѣющихъ подъ основаніемъ нѣсколько поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, продолжаютъ въ берега или въ насыпь не всѣ ряды, но непременно удлиняютъ рядъ порога, рядъ передъ понурнымъ поломъ и рядъ при концѣ сливнаго пола, если онъ набитъ. Кромѣ того удлинненіе рядовъ бываетъ неодинаково, но обыкновенно линію порога удлиняютъ въ крылья болѣе другихъ рядовъ.

58. Ряжевое основаніе.—Основаніе изъ сланника встрѣчается часто въ водоспускахъ простыхъ сельскихъ мельницъ; но однако въ лучше устроенныхъ, а особенно въ заводскихъ плотинахъ, по преимуществу употребляютъ основаніе изъ шпунтовыхъ рядовъ и круглыхъ свай. Тамъ же, гдѣ условія грунта не дозволяютъ бойки свай, выводятъ фундаментъ и крылья водоспуска изъ ряжей, или бревенчатыхъ срубовъ, которыми замѣняютъ шпунтовые ряды и круглыя сваи основанія. Самое же начертаніе основанія, назначеніе его частей, ихъ размѣры въ планѣ и высоты надъ русломъ; мѣста для порога, понурнаго и сливнаго половъ и крыльевъ и т. п. остаются тѣ же самыя, какъ и при шпунтовомъ свайномъ основаніи.

Черт. XLIII.

Приступая къ устройству ряжеваго фундамента безъ свай, очищаютъ предварительно все мѣсто дна, назначенное подъ основаніе водоспуска, отъ верхняго наноснаго, иловатаго слоя и одновременно вынимаютъ поперекъ дна два или три рва, *C*, *D*, *E*, шириною каждый отъ 1 до 2 сажень, и продолжая ихъ въ берега или къ земляной насыпи плотины на длину крыльевъ водоспуска. Первый ровъ *C* проводятъ у начала понурнаго пола, а другой *D* при концѣ его, такъ, чтобы рвы приходились подъ площадью понурнаго пола. Рвами углубляются до материка и даже врѣзаются въ самый материкъ, выравнивая хорошо дно рововъ для укладки на нихъ нижнихъ вѣнцовъ двухъ бревенчатыхъ срубовъ *F* и *G*. Во рвахъ *C* и *D* собираютъ и устанавливаютъ по одному длинному срубу *FF*. *GG*, изъ которыхъ каждый состоитъ изъ двухъ плотно срубленныхъ бревенчатыхъ стѣнъ съ необходимымъ числомъ поперечныхъ связей, которыми каждый изъ нихъ раздѣляется на ящики или вѣтки. Когда оба сруба, накладкою вѣнцовъ во рвахъ, будутъ подняты, каждый отдѣльно, до уровня очищеннаго дна потока, или на два, на три вѣнца выше или ниже, смотря по высотѣ заложенія порога отъ дна, то накатываютъ поперекъ срубовъ продольныя, по теченію, бревна и размѣстивъ ихъ на разстояніи 1 до 2 сажень одно отъ дру-

гаго, врубаютъ ихъ въ поперечныя стѣны срубовъ и перевязываютъ ими оба сруба. При этой раскладкѣ продольныхъ связныхъ бревенъ прежде всего укладываютъ, по размѣру выпускнаго отверстия и по очертанію передней воронки понурнаго пола, двѣ боковыя связи *ab*, которыми обозначаютъ очертаніе воронки. Остальныя бревна, связывающія срубы между собою, размѣщаются подъ площадью понурнаго пола на равныхъ между собою разстояніяхъ отъ 1 до 2 сажени, перпендикулярно (по наугольнику) къ двумъ поперечнымъ основнымъ срубамъ *F* и *G*. Съ наружной стороны боковыхъ бревенъ *ab*, положенныхъ по очертанію воронки, добавляютъ по одному или по два бревна *c* и *d* съ каждой стороны подъ береговые устои. Врубая рядъ продольныхъ связей въ основные два ряжа *F* и *G*, перекрываютъ всѣ четыре поперечныя стѣны этихъ ряжей и врубаютъ продольныя связи, лапою (сковороднемъ), въ двѣ лицевыя ихъ стѣны 1-ю и 4-ю. Если разстояніе между срубамъ болѣе длины одного цѣльнаго связывающаго бревна, то эти бревна сращиваютъ зубомъ, но сросты бревенъ не должны быть въ одной поперечной линіи, а приходится въ разнометъ. Продольными связями, положенными снаружи понурнаго пола, подъ береговыми устоями, не перекрываютъ основныхъ ряжей; но врубаютъ концы этихъ бревенъ *c* и *d* въ ихъ внутреннія стѣны. Подъ стыки всѣхъ бревенъ нижняго ряда, или вѣнца, и подъ средину ихъ, полезно забить свайку или вкопать стулья чрезъ каждыя $1\frac{1}{2}$ или 2 сажени, для того, чтобы стыки бревенъ и самая середина ихъ не провисали.

По укладкѣ и рубкѣ продольныхъ связей, по нимъ накатываютъ рядъ поперечныхъ бревенъ и размѣщаютъ ихъ по стѣнамъ основныхъ ряжей и подъ всею площадью понурнаго пола на равныхъ между собою разстояніяхъ, которыя не должны быть больше одной сажени, потому что этими бревнами опредѣляются мѣста для прибивки половыхъ настилокъ къ основанію и на нихъ должны приходиться стыки досокъ настилокъ; поэтому мѣста нѣкоторыхъ изъ этихъ бревенъ должны быть еще соображены и съ длиною настилочныхъ досокъ. Послѣ раскладки перваго ряда бревенъ, врубаютъ ихъ въ полъ дерева на нижія продольныя и съ этой высоты продолжаютъ подниматься обыкновенною рубкою, какъ бы стѣны строенія, съ частыми простѣнками, пока верхнія поперечныя бревна не дойдутъ до высоты настилки понурнаго пола. Съ рубкой основанія подъ понурнымъ поломъ одновременно поднимаютъ рубку береговыхъ устоевъ и крыльевъ водоспуска на всю ихъ длину. Нарубку поперечныхъ бревенъ производятъ съ правильною притескою ихъ между собою по всей длинѣ, наблюдая, чтобы бревна лежали ватерпасно, чтобы пазы были плотно причерчены и пригнаны, и чтобы стыки бревенъ одного ряда, или вѣнца, перекрывались слѣдующими цѣльными бревнами. Что же касается до нарубки продольныхъ бревенъ, то однѣ только двѣ лицевыя стороны *ab*, по сторонамъ выпускнаго отверстия, требуютъ плотной и тщательной рубки, тогда какъ остальные вѣнцы, положенные по направленію теченія, не требуютъ особенно плотной пригонки.

Врубка продольныхъ бревенъ въ поперечныя можетъ быть дѣлаема, или въ лапу, или въ прямую или круглую чашку; но лучше во всѣхъ лицевыхъ стѣнахъ дѣлать рубку въ лапу сквороднемъ, а въ прямую чашку — при пересѣченіи продольныхъ бревенъ съ внутренними поперечными стѣнами. При рубкѣ основанія лучшей и полномѣрный лѣсъ слѣдуетъ назначить для сплошныхъ поперечныхъ стѣнъ срубовъ, а для связочныхъ и вспомогательныхъ простѣнковъ можно употреблять не отборный лѣсъ.

При концѣ сливнаго пола, при крутыхъ его переломахъ и подъ уступами половъ, одинаково полезно вѣзаться въ дно и берега рвами *E*, съ заложениемъ въ нихъ поперечныхъ отдѣльныхъ срубовъ *H*, какъ при началѣ понурнаго пола и при началѣ порога, давая имъ такую же ширину какъ и срубамъ *F* и *G*; длина же ихъ опредѣляется шириною сливнаго пола съ двумя береговыми устоями, закладываемыми въ передней части постройки по сторонамъ понурнаго пола. По наружкѣ этихъ отдѣльныхъ срубовъ до верхнихъ краевъ ихъ рвовъ, или до высоты 3—4 вѣнцовъ ниже начертанія сливнаго пола, ихъ перекрываютъ продольными связными бревнами и восстанавливаютъ такимъ образомъ общую связь между всѣми отдѣльными срубамъ, врубая продольныя связныя бревна подъ сливными полами въ заднюю стѣну сруба *G* подъ порогомъ. Съ высоты этого ряда, или вѣнца первыхъ связныхъ бревенъ, продолжаютъ дальнѣйшую рубку подъ сливнымъ поломъ и подъ береговыми устоями, до высоты настила сливнаго пола, тѣмъ же порядкомъ какъ и подъ понурнымъ поломъ.

При такой ряжевой рубкѣ фундамента водоспуска, порогъ его не можетъ лежать на первомъ или второмъ вѣнцѣ сруба, но по меньшей мѣрѣ до пороговаго вѣнца срубъ долженъ быть поднятъ на 3 или на 4 вѣнца; а потому вообще, если порогъ долженъ залегать низко, то необходимо ряжевой рубкой углубиться болѣе въ землю. Укладка же составнаго изъ трехъ брусевъ порога, свинченнаго желѣзными болтами, какъ и при свайномъ основаніи, и прикрѣпленіе его къ ряжевому основанію помощію желѣзныхъ хомутовъ или другихъ оковокъ, всегда могутъ быть сдѣланы безъ опасенія всплыва, или подъема водою порога; такъ какъ концы всѣхъ поперечныхъ брусевъ и бревенъ будутъ зажаты въ рубку устоевъ. Но все-таки полезно прикрѣплять верхніе вѣнцы бревенъ, или лежащихъ на нихъ брусевъ, къ нижнимъ вѣнцамъ помощію желѣзныхъ ершей, скобъ, сжимовъ, болтовъ или хомутовъ, чтобы предотвратить приподниманіе ихъ водою.

Окончательная плотничная обдѣлка всего ряжеваго фундамента водоспуска заключается въ обтескѣ и выравниваніи верхнихъ кромокъ поперечныхъ бревенъ, для плотной прибавки къ нимъ половыхъ настилокъ. Затѣмъ, до настилки половъ, производятъ тщательную засыпку всѣхъ клѣтокъ, или ящиковъ основанія, соотвѣтственною землею или искусственною загрузкою, точно такимъ же образомъ, какъ и при свайномъ основаніи.

Но вообще, если мѣстность и грунтъ позволяютъ забивку свай, то

слѣдуетъ проводить шпунтовые ряды и забивать круглыя сваи, предпочитая всегда свайное основаніе ряжевому, независимо отъ того, будетъ ли верхняя надстройка водоспуска, т.-е. его устон, быки и крылья, выведены бревенчатыми срубами или даже каменною кладкою. Только при фундаментѣ съ хорошо выведенными шпунтовыми рядами, при надлежащемъ размѣрѣ частей и соответственномъ соединеніи съ берегами, можно считать водоспускъ благонадежно устроеннымъ и дѣйствительно прочной прудей.

ГЛАВА XIX.

ВЕРХНЯЯ НАДСТРОЙКА ВОДОСПУСКОВЪ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЯ СООРУЖЕНІЯ.

59. Настилка понурнаго и сливныхъ половъ и устройство боковыхъ стѣнъ отверстія водоспуска. — Когда свайное или ряжевое основаніе доведены будутъ постройкою, какъ выше сказано, до высоты половъ, насадки свайнаго основанія и бревны связныя и ряжевыя ряжеваго основанія будутъ надлежащимъ образомъ обтесаны подъ настилку сообразно начертанію половъ и всѣ клѣтки засыпаны и заполнены, тогда приступаютъ къ настилкѣ половъ, т.-е. къ закрытію всѣхъ клѣтокъ, или ящичковъ, досками плотно между собою причерченными и выструганными, для осмолки, съ одной верхней стороны. Швы между половыми досками проконопачиваются смоленою пенькою, а потому въ доскахъ не вынимаютъ ни четвертей, ни шпунтовъ, и при настилкѣ не употребляютъ вставныхъ пиповъ; доски лишь плотно сжимаются между собою и прибиваются къ насадкамъ или поперечнымъ брусьямъ и бревнамъ основанія заершенными или простыми гвоздями. Стыки досокъ, какъ уже замѣтили выше, должны всегда находиться на срединѣ поперечныхъ насадокъ или бревенъ.

Для половыхъ настилокъ употребляютъ доски, толщиною отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 дюймовъ (отъ $1\frac{1}{2}$ до $1\frac{3}{4}$ верш.), длиною же отъ 6, 9 и 12 арш., смотря по размѣрамъ ихъ употребляемымъ въ той мѣстности, гдѣ производятся работы. Нѣтъ надобности для настилки половъ имѣть доски сухія; г. Гаусманъ отдаетъ даже предпочтеніе свѣже пиленнымъ (годовалымъ), такъ какъ сухія, разбухая, выпучиваются и выдергиваютъ гвозди. Настилку половъ начинаютъ отъ порога, къ четвертямъ котораго торцы досокъ должны быть хорошо причерчены. Каждая доска должна плотно лежать на всѣхъ находящихся подъ нею насадкахъ или ряжахъ. Для прибивки досокъ лучше употреблять гвозди кованые, круглошляпные, а не костыли и не проволоочные гвозди, которые легко выдергиваются; длина же гвоздей должна быть такова, чтобы гвоздь, пройдя доску, входилъ бы въ насадку на глубину не менѣе 3—4 дюймовъ,

чтобы быть увѣреннымъ, что вода не подниметъ половъ, или они не всплывутъ ¹⁾). Каждая половая доска должна быть прибита двумя гвоздями къ каждой насадкѣ или ряжу находящихся подъ нею, или къ четверти бруса, въ который она упирается. Настилку понурнаго пола всегда, а сливнаго большею частію, кладутъ въ два ряда досокъ, такъ чтобы верхняя доска покрывала собою проконопаченный шовъ нижняго настила. Проконопатка верхняго ряда досокъ сливнаго пола бесполезна, потому что дѣйствіемъ мороза она выжимается изъ шва; конопатка же нижняго ряда удерживается на мѣстѣ верхними досками; въ понурномъ же полѣ, постоянно покрытомъ водою, морозъ не дѣйствуетъ на конопатку, а потому тамъ проконопачиваютъ швы между досками, какъ нижняго, такъ и верхняго настила. Если сквозь отверстіе водоспуска происходитъ значительный ледоходъ, то для сохраненія сливныхъ половъ употребляютъ на нихъ долевые нажимные брусья, или *слизы* *m, m*, сверху покрытые желѣзною полосою. Эти нажимные брусья нѣсколько врубаются въ насадки и прикрѣпляются къ нимъ болтами. Слизы должны всегда выступать на 1 или 2 вершка поверхъ половой настилки, а потому въ случаѣ употребленія для нихъ нетолстыхъ бревенъ, ихъ кладутъ не по насадкамъ, а поверхъ нижняго настила и иногда прикрѣпляютъ къ насадкамъ большими ершами. Верхняя плоскость слизовъ покрывается полосовымъ желѣзомъ, толщиною $\frac{3}{4}$ дюйма и шириною въ $2\frac{1}{2}$ дюйма, въ которомъ пробиты дыры для прохода болтовъ, прикрѣпляющихъ, какъ эти полосы, такъ и самые слизы къ насадкамъ, или для прохода ершей.

Черт. ХІІІ.
• ил. 578.

Боковыя стѣны ограждающія отверстіе водоспуска, или береговья укрѣпленія предохраняющія земляную насыпь или берега отъ обрушенія къ сторонѣ хода воды сквозь водоспускъ, или къ флюдбету, образуются: 1) изъ шпунтовыхъ рядовъ или 2) изъ стоекъ, обшитыхъ досками, или 3) изъ бревенчатыхъ ряжевыхъ срубовъ, или 4) изъ каменныхъ стѣнъ.

Выборъ того или другаго способа образованія боковыхъ стѣнъ водоспуска зависитъ отъ относительной стоимости лѣсныхъ и каменныхъ матеріаловъ, высоты земляныхъ откосовъ насыпи земляной плотины, значительности ледохода и т. п. условій. При каменной плотинѣ эти боковыя укрѣпленія всегда бываютъ каменные, которыя изъ всѣхъ четырехъ способовъ укрѣпленія самыя прочныя, но и самыя дорогія; деревянные требуютъ возобновленія чрезъ 20—25 лѣтъ и изъ нихъ ряжевыя, болѣе прочныя, обходятся дороже двухъ остальныхъ; ихъ употребляютъ при сильномъ ледоходѣ, или гдѣ сквозь водоспускъ должны проходить лѣсныя гонки. Первый и второй способы можно употреблять при невысокихъ откосахъ, но за то эти способы укрѣпленія дешевле двухъ послѣднихъ.

Для устройства боковыхъ стѣнъ выпускнаго отверстія изъ шпунтовыхъ свай, готовятъ эти сваи изъ бревенъ толщиною не менѣе

1) См. Прилож. ХІІІ къ III части (всплываніе и гвозди).
устройство плотинъ, — часть III.

Черт. ХЕШ. 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. Провода продольные стѣнные ряды. сваи забиваются въ землю на $\frac{1}{2}$ или на $\frac{2}{3}$ углубленія прежде забитыхъ поперечныхъ рядовъ, такъ что головы свай придутся на высотѣ уровня мѣстности, или на высотѣ назначенной для боковой стѣны. Продольные ряды этихъ стѣнъ, встрѣчаясь съ крыльями поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ, ихъ не пересекаютъ, но плотно примыкаютъ къ сваямъ крыльевъ; 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 съ земляною насыпью плотины, въ прорѣзѣ которой устроивается 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, фиг. 579, 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, изображенныя на фиг. 580. 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 *a*, по наугольнику, накладываютъ къ шпунтовому ряду схватку *b* такой длины, чтобы она перекрывала стѣну, фиг. 580, или на $1\frac{1}{2}$ —2 вершка не доходила до шпунтовой стѣны, фиг. 581. Уложивъ всѣ захваты 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 хомутовъ, обхватывающихъ горизонтальный брусъ *c*, плотно прижатый къ лицевой сторонѣ шпунтовой стѣны. Концы хомута прикрѣпляютъ къ схваткѣ *b* 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 свай, фиг. 580 и 581.

Для большей устойчивости якорной сваи, ее подпираютъ подкосомъ *d*, для упора котораго сваю слегка подрубаютъ въ верхней части и выдалбливаютъ въ ней наклонное гнѣздо. Однимъ концомъ подкосъ *d* вставляется въ это гнѣздо, а другимъ концомъ его упираютъ, шипомъ же, въ рамную, или для того нарочно забитую сваю *e*. 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 (или ряжевymi, если фундаментъ ряжевый). Такимъ образомъ земляная насыпка будетъ поддерживаться: со стороны пруда — продолженными въ берега, или въ насыпь плотины, крыльями понурнаго пола; со стороны отверстія водоспуска — боковыми, продольными шпунтовыми стѣнами, устройство которыхъ только-что описали; и наконецъ съ задней, или нижней стороны водоспуска — задними береговыми крыльями. Тагъ что подобное береговое укрѣпленіе приметъ видъ, изображенный на фиг. 584 въ фасадѣ и планѣ.

Черт. XLIV.

Этотъ способъ укрѣпленія стѣнъ водоспуска обходится недорого, хорошо сопротивляется ледоходу, не допускаетъ за собою размыванія земли; но верхнія части шпунтовыхъ свай, не находящіяся въ водѣ, скоро сгниваютъ и требуютъ перемѣны уже чрезъ 12—15 лѣтъ. Хотя подобное возобновленіе не представляетъ большихъ затрудненій, потому что эти верхнія части могутъ быть замѣнены *напростою*, 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 установятъ 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 и шпунтовую стѣну, но только при употребленіи хомута не употребляютъ прижимнаго бруса, а обхватываютъ хомутомъ каждую стойку, или чрезъ одну, фиг. 582.

Черт. XLIV.

сиг. 582
и 583.

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-и вершковъ. Когда задняя обшивка будетъ доведена до верху, тогда засыпаютъ и утрамбовываютъ за нею землю указаннымъ выше порядкомъ.

Въ простыхъ мельничныхъ водоспускахъ этого рода, можно часто встрѣтить, вмѣсто стоекъ, отдѣльно забитыя круглыя сваи съ обшивкою ихъ съ задней стороны, а иногда, вмѣсто обшивки, съ закладкою за ними длинныхъ фашинь. Г. Гаусманъ говоритъ, что стоечное укрѣпленіе вполнѣ удовлетворяетъ требованію и употреблялось имъ съ успѣхомъ въ разныхъ мѣстахъ; но онъ считаетъ необходимымъ обшивку и съ лицевой

стороны, для того, чтобы вода не била въ выходящія, не обшитыя, стойки; не вымывала земляную засыпку изъ-за задней одиночной обшивки и чтобы ледоходъ не повреждалъ и не сбивалъ съ мѣста стоекъ. Для лицевой обшивки употребляютъ доски чисто струганныя съ одной стороны, толщиною отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 дюймовъ; ихъ прибиваютъ къ каждой стойкѣ двумя шляпными гвоздями, длиною въ 7 дюймовъ. Въ доскахъ передней облицовки не вынимаютъ четвертей, но лишь плотно причерчиваютъ доску къ доскѣ; обыкновенно для этой обшивки выбираютъ сосновыя сухія доски, для того, чтобы онѣ не трескались и не расщеливались при усыхеніи, въ предупрежденіе чего ихъ обыкновенно еще покрываютъ горячею смолою. Для задней же обшивки, къ которой непосредственно прикасается земля, берутъ доски болѣе свѣжей пилви. На угловыхъ стойкахъ обшивочныя лицевыя доски впускаются въ четверть, выбранную въ этихъ стойкахъ, за-подъ лицо; для этого эти стойки выставляются впередъ на толщину доски. Когда боковыя укрѣпленія образованы изъ шпунтовыхъ свай, то нижнія части этихъ свай, находящіяся постоянно въ сырой землѣ, сохраняются долѣе чѣмъ ихъ верхнія, паружныя части, которыя приходятъ въ ветхость чрезъ 15 лѣтъ и требуютъ возобновленія. Тогда пользуются нижнею сохранившеюся частию и верхнюю часть на ней образуютъ изъ стоечной системы. При такой замѣнѣ верхнихъ частей свай стойками, послѣднихъ нельзя установить въ гнѣздахъ, вынутыхъ въ половыхъ насадкахъ, но для этого срѣзываютъ стѣнныя сваи и выравниваютъ ихъ подъ ватерпасъ ниже половой настилки и обыкновеннымъ способомъ укладываютъ на нихъ, по нарубленному гребню и на сквозные шипы, продольныя насадки нѣсколько выше или ниже пологого настила. Въ подмогу къ этой насадкѣ *a*, фиг. 583, укладываютъ добавочный брусъ *b*, съ нарубкой его на концахъ половыхъ насадокъ *c* и съ прикрѣпленіемъ его къ этимъ насадкамъ ершами, а къ прилегающей насадкѣ *a* шпунтоваго ряда, этотъ брусъ *b* плотно причерчиваютъ и притягиваютъ желѣзными болтами съ гайками. Самыя же стойки *d* устанавливаются однимъ или двумя шипами въ гнѣзда, вынутыя въ уложенныхъ двухъ продольныхъ брускахъ *a* и *b*; а окончательно ихъ скрѣпляютъ общою верхнею насадкою, обшивочными досками и якорными схватками.

Такой же способъ утвержденія стоекъ употребляютъ и при построеніи новыхъ стѣнъ, подъ которыми проведены продольныя шпунтовыя линіи изъ свай или изъ досокъ, головы которыхъ не достигаютъ верхняго гребня насыпи плотины. Чаще всего встрѣчается этотъ способъ въ водоспускахъ со стоечными стѣнами по сторонамъ понурнаго пола, гдѣ шпунтовыя линіи подъ воронкой срѣзаны и выравнены подъ общій ватерпасъ со сваями основанія водоспуска.

Возведеніе боковыхъ стѣнъ водоспусковъ изъ бревенчатыхъ срубовъ, или ряжей, несмотря на значительное количество потребнаго для нихъ строеваго лѣса, встрѣчается у насъ чаще, чѣмъ два вышеописанные, болѣе простые и дешевые способы.

Ряжевую систему обыкновенно примѣняютъ тамъ, гдѣ 1) основа-

опг. 585.

Черт. XLIV.

опг. 583.

не сдѣлано также ряжевое; 2) гдѣ бываетъ сильный ледоходъ, при которомъ могутъ быть проломаны стѣнные шпунтовые сваи или стѣнныя обшивочныя доски; 3) гдѣ при весеннемъ полноводіи сплавляютъ сквозъ водоспускъ гонки лѣса; 4) гдѣ по ширинѣ выпускнаго отверстія оно раздѣляется быками на два или болѣе проходовъ; 5) гдѣ высота боковыхъ стѣнъ превосходитъ $1\frac{1}{2}$ аршина, и 6) гдѣ мѣстность изобилуетъ строевымъ лѣсомъ и гдѣ мѣстные плотники болѣе опыты въ ряжевомъ устройствѣ, чѣмъ въ забивкѣ шпунтовыхъ рядовъ. Для возведенія боковыхъ стѣнъ водоспуска изъ бревенчатыхъ срубовъ, на ряжевомъ основаніи, фиг. 586, вся работа будетъ заключаться въ томъ, что одни только боковыя срубы основанія, по сторонамъ сливнаго и понурнаго половъ, нарубаютъ до требуемой высоты, а рубку подъ этими полами оставиваютъ на высотѣ половъ. Вмѣстѣ съ боковыми стѣнными ряжами поднимаютъ также и рубку ящиковъ крыльевъ. При этой рубкѣ, начиная отъ высоты пола, плотно пригоняютъ между собою въ швахъ лицевыя продольныя бревна; и какъ для устойчивости и общей связи ряжа необходимы, по меньшей мѣрѣ, три продольныя стѣны въ каждомъ ряжѣ, то при рубкѣ заднихъ стѣнъ, которыя будутъ находиться въ землѣ, такой тщательности въ рубкѣ не требуется. Поперечныя же стѣны, начинающіяся съ основанія плотными швами, поднимаются этимъ же порядкомъ до высоты уровня воды. Всѣ вообще поперечныя брусья, или бревна, связывающіе срубъ, рубятся какъ стѣны обыкновеннаго деревяннаго строенія въ лапу, сквороднемъ, въ наружныхъ продольныхъ стѣнахъ, и просто врубкою въ полдерева, въ потемоеъ (перехлестомъ) во внутреннихъ стѣнахъ ряжа. Поднимаемый до верха береговой срубъ (или плечи водоспуска) проконопачиваютъ по швамъ смоляною пенькою, въ особенности въ частяхъ стѣнъ постоянно подверженныхъ дѣйствию воды, какъ напр. лицо береговыхъ крыльевъ, косорубъ, или воронки по сторонамъ понурнаго пола до щитовъ, а также и внутренніе поперечныя простѣнки въ этой части ряжа. Наружныя части сруба полезно обшивать досками, толщиною не менѣе $2\frac{1}{2}$ дюймовъ, для защиты ихъ отъ непосредственныхъ ударовъ льдинъ, плывущихъ бревенъ и т. п. Что же касается до проконопачки и обшивки стѣнъ противъ сливныхъ половъ, то тамъ онѣ не приносятъ особенной пользы. Хотя, до нѣкоторой степени, обшивка стѣнъ можетъ предохранять ихъ отъ гніенія въ верхней части не покрываемой водою.

Черт. XLV.

При рубкѣ стѣнъ водоспуска, вдоль флюдбета надъ порогомъ выбирается въ стѣнѣ пазъ *ab*, въ которомъ устанавливаютъ стойки *c*, между которыми ходятъ щиты. Глубина паза дѣлается около 2 вершковъ, а ширина отъ 10 до 12 вершковъ. Если стѣны ряжа обшиваются досками, то обшивочныя доски втопляютъ въ четверти, вынутыя въ стойкахъ *c*, какъ видно на фиг. 585.

Черт. XLIV.

На засыпку ряжей съ передней стороны, или со стороны понурнаго пола, употребляютъ перематую глину съ хрящемъ, или тяжелую глину съ зернистымъ пескомъ; противъ же сливныхъ половъ ряжи внизу засыпаютъ также глиною, а вверху чистымъ хрящемъ или булыжнымъ камнемъ.

Когда ряжевые боковые стѣны возводятъ на свайномъ основаніи, то слѣдуетъ, независимо отъ всѣхъ свай основанія, забить шпунтовые ряды подъ нижними лицевыми вѣнцами ряжей косоруба, т.-е. соединить линію порога съ переднимъ крыломъ, а круглыя сваи забить подъ основаніе береговыхъ ряжей, по сторонамъ сливнаго пола, преимущественно подъ пересѣченіемъ продольныхъ бревенъ съ поперечными.

Черт. XLV.

• нр. 587

и 588.

Забивку въ землѣ шпунтовыхъ и круглыхъ свай производятъ одновременно съ забивкою свай подъ основаніе выпускнаго отверстия, срубаютъ и выравниваютъ ихъ наравнѣ съ этими рядами и сваями подъ общій ватерпасъ, или на одинъ или на два вѣнца ниже, такъ что рубка береговыхъ ряжей начинается нѣсколько ниже уровня половъ водоспуска и продолжается до верха, фиг. 588. Число продольныхъ рядовъ стѣнъ въ ряжѣ, какъ выше сказано, не можетъ быть менѣе трехъ, а разстояніе между ними дѣлаютъ не менѣе 4 футовъ. Число поперечныхъ связывающихъ стѣнъ опредѣляется числомъ поперечныхъ шпунтовыхъ рядовъ; разстояніе же между этими рядами раздѣляютъ на два и болѣе ящиковъ, съ тѣмъ, чтобы длина этихъ ящиковъ не была бы больше 7—10 футовъ.

Порядокъ рубки стѣнъ и засыпки ящиковъ землею, а также и соединеніе ряжей съ берегами, или земляною насыпью плотины, производятся какъ и при ряжевомъ основаніи, о которомъ сказано выше. Также какъ и тамъ, проконопачиваютъ лицевыя стѣны ряжей по швамъ смоляною пенькой, въ особенности боковыя стѣны впереди порога, или около воронки, и вообще всѣ поперечныя стѣны, подъ которыми имѣются шпунтовые ряды.

Черт. XLVI.

• нр. 589

590, 591.

Возведеніе каменныхъ береговыхъ рѣрѣплений водоспуска имѣетъ большое сходство съ устройствомъ ряжевыхъ боковыхъ укрѣплений. Каменные боковыя стѣны водоспуска встрѣчаются у насъ рѣдко и преимущественно только въ значительныхъ заводахъ или фабрикахъ, дѣйствующихъ водою. При возведеніи боковыхъ стѣнъ водоспуска изъ камня, необходимо устроить подъ этими стѣнами надежное основаніе изъ круглыхъ свай, въ дополненіе къ шпунтовымъ рядамъ и круглымъ сваямъ, забиваемымъ собственно подъ основаніе водоспуска. Эти добавочныя сваи предназначаются исключительно для поддерживанія груза каменной стѣны, а потому онѣ забиваются вообще какъ сваи передающія грузъ строенія матеріку; число и размѣръ ихъ опредѣляются сообразно площади основанія и вѣса стѣны, по правиламъ, изложеннымъ нами выше. Обыкновенно, смотря по тяжести стѣны и твердости грунта, разстояніе между этими сваями дѣлаютъ отъ 3¹/₂ до 4 футовъ и какъ толщина береговой стѣны не бываетъ менѣе 7-ми футовъ въ основаніи, то и приходится, кромѣ продольнаго шпунтоваго ряда, съ его рамными сваями, которыя вѣлчаются въ основаніе подъ стѣну, забить еще два или три продольные ряда круглыхъ свай во всю длину стѣны и вдоль крыльевъ. Всѣ круглыя и шпунтовыя сваи идущія подъ основаніе каменнаго устоя, выравниваютъ, или подъ общій уровень со сваями фундамента водоспуска, или же ихъ срѣзаютъ на 1 или 2 фута

ниже этихъ послѣднихъ. Затѣмъ ихъ покрываютъ насадками и при засыпкѣ пространства подъ полами водоспуска, распространяютъ эту засыпку между сваями и насадками, которыя должны служить основаніемъ для каменнаго береговаго устоя. При настилѣ 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 устой, фиг. 590 и 591.

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, которые 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 построеніе этихъ стѣнъ обходится дорого, но за то хорошая стѣна не потребуетъ впослѣдствіи ни ремонта, ни исправленія и первоначальный расходъ на нее съ избыткомъ вознаградится.

Когда ширина выпускнаго отверстія водоспуска, на свайномъ или ряжевомъ основаніи, превосходитъ $4\frac{1}{2}$ сажени, или когда ширина всего ряжеваго водоспуска на основаніи изъ сланника превосходитъ 20 аршинъ, то бываетъ необходимо устройство среднихъ устоевъ или быковъ; причемъ въ водоспускахъ послѣдняго рода уже не ограничиваются одинокою боковою стѣною съ крыльями, а дѣлаютъ также и береговые ряжевые устои.

Приступая къ устройству водоспуска съ однимъ или нѣсколькими средними устоями, или быками, необходимо раздвинуть дальше береговые устои, т. е. податься ими въ берега или насыпъ земляной плотины,

на сложную толщину средних быковъ, такъ чтобы ширина выпускнаго отверстія не уменьшилась и сумма площадей отверстій во всѣхъ проходахъ была бы въ состояннн пропустить наибольшій объемъ воды.

Черт. XLVI.

XLVII.

XLVIII.

XLIX.

Середовые быки дѣлаются, или ряжевые, или каменные и должны имѣть достаточную устойчивость, чтобы не быть сдвинутыми или опрокинутыми давленіемъ воды на ихъ лицевыя стороны и на щиты всѣхъ пролетовъ, опорными точками для которыхъ служатъ эти быки и береговые устои. Для этого сложный грузъ всей массы средних устоевъ долженъ быть въ 5—7 разъ болѣе давленія воды на всю водоподпорную плоскость. Выше мы уже указали способъ опредѣленія величины давленія воды на подпорную плоскость, а также, на основаннн указанныхъ въ ст. 42 правилъ, могли бы опредѣлить и размѣры устоевъ, которые были бы въ состоянн прочно сопротивляться этому давленію. Но по самому способу устройства середовыхъ быковъ, ихъ размѣры, т.-е. длина, толщина и высота, обыкновенно бываютъ таковы, что сложный грузъ массы всѣхъ устоевъ всегда удовлетворяетъ требованію ихъ устойчивости. Толщина средняго устоя не должна быть менѣе 7 до 10^{1/2} футовъ если онъ ряжевой, и не менѣе 5—8 футовъ, если онъ выведенъ правильной каменной кладкой. Длина средняго устоя, считая отъ порога по сливному полу, не можетъ быть менѣе 2—3 сажени для устройства моста черезъ водоспускъ, длина же его, вверхъ отъ порога, по понурному полу, должна быть отъ 1^{1/2} до 3 саж., а иногда и болѣе, такъ что сложная длина всего устоя по необходимости бываетъ отъ 4 до 7 саж. Наконецъ высота устоя опредѣляется высотой березовыхъ устоевъ или высотой гребня плотины. Въ ряжевыхъ водоспускахъ съ основаніемъ изъ сланника, толщина середовыхъ устоевъ дѣлается также около одной сажени, или 3 аршинъ; длина его внизъ отъ порога равняется длинѣ рубки самаго водоспуска, а вверхъ отъ порога также до 3 аршинъ или до конца хвоста, если водоспускъ рубится съ хвостомъ; высота же его равняется высотѣ всей рубки водоспуска отъ сланника до моста. Направление средних устоевъ по длинѣ водоспуска всегда должно быть параллельно оси теченія, или перпендикулярно порогу, фиг. 592.

Черт. XLVI.

Переднюю часть середовыхъ устоевъ, или быковъ, будутъ ли они ряжевые или каменные, заканчиваютъ въ видѣ треугольника, фиг. 592, вершина котораго приходится у ряжеваго водоспуска съ хвостомъ и основаніемъ изъ сланника, у конца хвоста, а у водоспусковъ съ свайнымъ или ряжевымъ основаніемъ—близъ шпунтоваго ряда проведеннаго впереди понурнаго пола, или у начала этого пола. Треугольная часть, называемая носовою частью устоя, необходима для постепеннаго уменьшенія сжатія струи при проходѣ воды чрезъ открытые щиты водоспуска. Эту носовую часть обдѣлываютъ иногда въ видѣ ледорѣза, черт. XLIX, чрезъ скошеніе верха устоя, и тогда верхнюю площадь его покрываютъ двускатною крышкою, изъ камня при каменныхъ устояхъ, и изъ толстыхъ досокъ и брусевъ при ряжевой рубкѣ. На гребень, или на конекъ деревянной покрышки кладутъ толстое полосовое желѣзо, которое укрѣпляютъ на мѣстѣ желѣзными хомутами, спускаемыми по покатости

крыши. Этими хомутами, или еще и добавочными желѣзными полосами пущенными подъ хомуты по покатости крыши, предохраняютъ носовую часть устоя отъ поврежденій при ледоходѣ, черт. XLIX.

Возведеніе ряжеваго или каменнаго середоваго устоя производится также какъ и береговыхъ устоевъ изъ тѣхъ же матеріаловъ; но всякій средній устой имѣетъ двѣ лицевыя стороны, а потому при рублѣ ряжа или при кладкѣ изъ камня лицевыхъ сторонъ устоя, соблюдаютъ все то, что было сказано о лицевыхъ стѣнахъ береговыхъ устоевъ. Для удержанія щитовъ между устоями, въ каменныхъ — оставляются пазы для хода щитовъ, а въ ряжевыхъ — въ вынутые пазы запускаются стойки съ четвертями, или пазъ вынутый свороднемъ, фиг. 593, или въ прямой пазъ, но во всякомъ случаѣ стойки прибиваются еще гвоздями къ стѣнамъ ряжа. Конопатка, обшивка, осмолка, засыпка землею, или загрузка булыжнымъ камнемъ середовыхъ устоевъ ряжевыхъ, дѣлается также какъ и у береговыхъ.

Черт. XLVI.

фиг. 593.

Фундаментъ подъ каменный или ряжевый устой (середовой) выводится одновременно съ общимъ ряжевымъ основаніемъ водоспуска, но при употребленіи для послѣдняго шпунтовыхъ и круглыхъ свай, полезно обнести мѣста среднихъ устоевъ шпунтовыми рядами, располагая ихъ подъ лицевыми откосами ряжеваго устоя или по очертанію каменнаго, черт. XLVII. Шпунтовая линія продолжается, если не по всей длинѣ устоя, то по крайней мѣрѣ подъ его носовую часть до порога, т.-е. подъ понурнымъ поломъ. Эти продольные шпунтовые ряды, какъ и ряды подъ береговыми устоями, весьма полезны въ томъ отношеніи, что въ случаѣ какого-либо поврежденія въ одномъ пролетѣ водоспуска, можно исправить эти поврежденія не останавливая выпускъ воды черезъ другой пролетъ.

Эти добавочные шпунтовые ряды подъ середовыми устоями покрываютъ насадками наравнѣ съ другими шпунтовыми рядами; рамныя ихъ сваи обыкновенно включаютъ въ число свай подъ поперечными насадками половъ и подъ устоями.

Основаніе для ряжеваго устоя, хотя и обнесенное шпунтовыми рядами, не застилаютъ досками, но рубку стѣнъ начинаютъ непосредственно съ поперечныхъ насадокъ лежащихъ на круглыхъ сваяхъ и съ продольныхъ насадокъ шпунтовыхъ рядовъ. При возведеніи же каменнаго устоя, надъ фундаментомъ обнесеннымъ шпунтовыми рядами настилаютъ досчатый полъ поверхъ поперечныхъ насадокъ, доски котораго втопляютъ въ четверти, вынутыя въ продольныхъ и поперечныхъ насадкахъ шпунтовыхъ рядовъ. Пространство подъ этимъ поломъ засыпаютъ землею при общей засыпкѣ фундамента водоспуска.

Верхнюю площадь каменнаго быка покрываютъ, какъ и береговой каменный устой, лещадной плитой, булыжной мостовой или желѣзомъ, для предохраненія верхнихъ рядовъ каменной кладки отъ прониканія дождевыми и снѣговыми водами. При ряжевыхъ же устояхъ чаще не дѣлаютъ никакой сверху покрывки, чтобы удобнѣе слѣдить за осадкою засыпки въ срубѣ быка и чтобы вновь дополнить свѣжею засыпкою вымытую изъ ряжа землю.

Что же касается до устройства середовыхъ быковъ въ водоспускахъ ряжевыхъ съ хвостомъ и на основаніи изъ сланнива, то первые два вѣнца продольныхъ стѣнъ середовыхъ устоевъ доходятъ прямо до конца хвоста и только выше этихъ двухъ вѣнцовъ начинается вырубка носовой части устоя, фиг. 592. Если внутренность быка наполняется булыжнымъ камнемъ, то его можно сыпать прямо на слань. пуская внизъ болѣе крупный камень; если же устой наполняется землей или пескомъ, то поверхъ двухъ нижнихъ вѣнцовъ, на частыхъ переводахъ, лучше настлатъ полъ внутри быка на высотѣ хвостоваго пола, который не допустить песокъ и землю проваливаться на слань и уноситься водою. Въ водоспускахъ цѣльной рубки съ основаніемъ изъ слани, пролетъ между двумя середовыми быками не дѣлаютъ шире 6—8 аршинъ и кромѣ того этотъ пролетъ еще раздѣляютъ одинокою продольною стѣною, фиг. 592, для лучшей связи всей рубки, тѣмъ болѣе, что стѣны эти, придавая болшую связь всѣмъ частямъ водоспуска, уменьшаютъ ширину отверстія лишь на толщину щитовой стойки, которая и безъ этихъ стѣнъ была бы необходима.

По возведеніи береговыхъ и середовыхъ устоевъ, по верху ихъ устраиваютъ пѣшеходный или проѣздный мостъ, который необходимъ также для управленія щитами, заставками, или вешками, которыми закрываются выпускныя отверстія. Для устройства моста укладываютъ поверхъ устоевъ мостовые переводы и по нимъ настилаютъ доски въ одинъ или два ряда; въ обыкновенныхъ же мельничныхъ водоспускахъ мостъ чаще настилаютъ изъ пластинъ, т.-е. распиленныхъ вдоль по поламъ 5-ти или 6-ти вершковыхъ бревенъ.

60. 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 отверстіе 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 болшими 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 деревянные, 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 или неравныя 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 стоекъ ¹⁾, 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. Большое 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 распылю; но тогда этотъ широкій проходъ закрываютъ уже не простымъ щитомъ, а такъ называемыми *шандорными* брусьями.

Черт. XLVIII.

сл. 600.

Черт. Е.

сл. 602.

Въ ряжевыхъ водоспускахъ съ основаніемъ изъ слани, въ которыхъ порогъ обыкновенно поднимается высоко и вода переливается не толстымъ 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 порожній брусъ, такъ какъ и самый порожній брусъ не претерпѣваетъ здѣсь большаго давленія. Верхній конецъ щитовой стойки также нѣсколько врубаютъ въ бревно, перекрывающее отверстія водоспуска и кромѣ того соединяютъ съ нимъ шипомъ, точно также какъ и съ порожнимъ брусомъ, фиг. 548. 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, толщиной 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, вынимаютъ на боковыхъ сторонахъ его два паза, фиг. 594, или двѣ четверти, фиг. 595; а въ брусѣ для боковыхъ стоекъ вынимаютъ пазъ или четверть съ одной только стороны, фиг. 596. На нижнемъ же концѣ стойки зарубаютъ обыкновенный прямой шипъ, которымъ стойка вставляется въ гнѣздо, вынутое на верхней сторонѣ порога. Глубину и ширину паза или четверти дѣлаютъ отъ 3-хъ до 5-ти дюймовъ; четверти вынимаютъ съ лицевой стороны стойки (т.-е. обращенной къ водѣ), пазъ же выбираютъ не на серединѣ бока стойки, а ближе къ лицевой сторонѣ, чтобы задній запечикъ былъ толще и не скололся бы отъ давленія воды на щитъ, опирающійся на этотъ запечикъ; такъ что переднему запечнику даютъ толщину только отъ 1½ до 2 дюймовъ.

Черт. XI.

Черт. XLVIII.

Стойки изъ одного бруса можно употреблять при глубинѣ воды за щитомъ отъ 3 до 4 футовъ; при болѣе же глубинѣ воды необходимо

Черт. XLVIII.

¹⁾ Называемыхъ иногда *блоноожками*.

•нг. 597
и 598.
Черт. I.
•нг. 603
и 604.

дѣлать щитовыя стойки составными изъ двухъ и даже трехъ брусевъ, фиг. 599. При такихъ составныхъ стойкахъ въ нихъ не вынимаютъ паза, а выбираютъ въ той и другой четверти, которая при соединеніи брусевъ образуютъ собою пазъ. Третій, или задній брусъ, причерчиваютъ и приставляютъ къ задней сторонѣ стойки какъ вспомогательный брусъ къ заплечиву 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 *ab*, фиг. 601; 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.

Черт. XLIX.
•нг. 601.

Внутри очерченнаго основанія назначаютъ одно или два гнѣзда для шиповъ, нарубленныхъ на нижнемъ концѣ стойки; при долбежѣ 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 шипы 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 брусу съ лицевой и съ задней стороны, концы которыхъ лежатъ на двухъ смежныхъ устояхъ, фиг. 601.

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 брусевъ свинчиваются также болтами, двумя или тремя, смотря по высотѣ стоекъ. Для болѣе прочнаго соединенія стойки съ порогомъ, кромѣ шиповъ, слѣдуетъ употреблять желѣзные наугольники, прибываемые къ стойкѣ и порожнымъ брусамъ.

Черт. LI.

Установленную стойку обыкновенно раскашиваютъ еще упорными брусками, фиг. 606; со стороны понурнаго пола въ видѣ ледорѣза, а со стороны сливнаго пола въ видѣ упора, или контрфорса. 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 *ab*, фиг. 606, 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, прибываемыхъ ершами или привинчиваемыхъ болтами. При настиленіи половъ, которую должно производить послѣ окончательной установки стоевъ и подпорныхъ брусевъ, половыя доски плотно причерчиваютъ къ бокамъ подпорныхъ брусевъ, такъ что половыми досками еще укрѣпляются нижніе концы этихъ брусевъ. Въ нѣкоторыхъ водоспускахъ нижніе концы упорныхъ брусевъ упираются въ половыя насадки, а по бокамъ упоровъ, въ замѣнъ половыхъ досокъ, кладутся брусевые половые прогоны *AB*, прирубленные и привинченные къ находящимся подъ ними половыми насадками, фиг. 606. 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.

Черт. LI.

При установкѣ постоянныхъ щитовыхъ стоевъ не слѣдуетъ упускать изъ виду, замѣчаетъ г. *Гаусманъ*, что каждая изъ отдѣльныхъ среднихъ стоевъ, кромѣ непосредственнаго напора воды на щитъ, должна будетъ выдерживать неизбѣжныя 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 выдержать напоръ воды на закрытый щитъ, но она можетъ быть наклонена и опрокинута на бокъ стремительно истекающею струею, когда щиты будутъ открыты; а потому соединяютъ эту основную треугольную систему стойки съ другими, добавочными стойками, которыя будучи всѣ между собою расперты, связаны и обшиты съ двухъ сторонъ досками, составляютъ 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 стоевъ и упоровъ не менѣе какъ на $2\frac{1}{2}$ дюйма и прибить гвоздями къ бокамъ промежуточныхъ стоевъ и распорокъ. Направленіе **каждаго** такого стоечного бычка должно быть перпендикулярно къ порогу. На фиг. 606 представлены наиболѣе употребительныя способы устройства среднихъ стоечныхъ бычковъ для обыкновенныхъ водоспусковъ съ постоянными стойками.

Черт. LI.

• нг. 606
• нг. 607.

При ражевыхъ и каменныхъ стѣнахъ, боковыя, или стѣнные стойки, готовятъ изъ одного бруса (но онъ можетъ быть и составной), приставленнаго заднею стороною въ пазъ, оставленный или прорубленный на высотѣ стѣны на томъ мѣстѣ, гдѣ стоятъ щиты. Стоечный брусъ вставляется въ пазъ стѣны для того, чтобы при подъемѣ и опусканіи щита щитъ скользилъ бы по брусу и не портилъ вѣнцы ража или каменную кладку стѣны. Для соединенія боковой стойки съ порогомъ,

Черт. XLVIII.

• нг. 600.
Черт. L.
• нг. 602
605.

въ послѣднемъ вынимаютъ гнѣздо, въ которое стойка вставляется шипомъ, нарубленномъ на нижнемъ ея концѣ; соединеніе же стойки со стѣною дѣлается посредствомъ ершей или болтовъ въ ряжевой стѣнѣ, и желѣзныхъ связей или хомутовъ, заложенныхъ въ каменную стѣну при ея возведеніи, или укрѣпленныхъ въ ней впослѣдствіи при установкѣ стойки.

Стойка должна выступать изъ стѣннаго пазы на 3—4 дюйма, фиг. 602, для прибавки къ ея четвертямъ обшивныхъ досокъ: но до обшивки стѣны, шовъ кругомъ стойки и пазомъ слѣдуетъ тщательно проконопатить.

Въ каменныхъ стѣнахъ иногда замѣняютъ деревянныя стойки полосовымъ желѣзомъ, шириною отъ 2 до 3 дюймовъ и толщиною отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{5}{8}$ дюйм.; такую полосу, требуемой длины, прикладываютъ плашмя къ заднему запячнику пазы и прикрѣпляютъ ее къ каменной кладкѣ обыкновенными ершами, заложенными въ кладку. Шляпку ерша втопляютъ въ желѣзную полосу для того, чтобы щитъ при движеніи не задѣвалъ за нее.

Для установки боковой стойки въ стѣнѣ выведенной изъ шпунтовыхъ свай, этихъ свай вырѣзаютъ по размѣру приготовленной стойки, которую устанавливаютъ шипомъ въ гнѣздо порога и надѣваютъ на шпунты стѣнныхъ свай, фиг. 605.

Черт. Е.

Въ приготовленной стойкѣ вынимаютъ пазы или нарубаютъ гребни по размѣрамъ таковыхъ въ стѣнныхъ сваяхъ, а также на задней сторонѣ дѣлаютъ гребень или пазъ, по размѣру таковыхъ на сваяхъ крыла, или поперечнаго шпунтоваго порожняго ряда. На нижнемъ концѣ стойки зарубаютъ шипъ, по размѣрамъ гнѣзда вынутаго въ порогѣ, и прилаженную такимъ образомъ стойку запускаютъ между сваями; зазоры, которые могутъ быть между стойкою и шпунтовыми рядами, тщательно задѣлываютъ вставками. Сверху стойка покрывается общемою стѣнною насадкою и насадкою крыла. Всякая стѣнная щитовая стойка обыкновенно выступаетъ за лицо стѣны на 3—4 дюйма, а при обшивкѣ стѣнъ досками, послѣднія втопляютъ въ четверти вынутыя въ стойкѣ. Установленную такимъ образомъ стойку полезно притянуть желѣзною полоскою, или хомутомъ, къ сваямъ крыла водоспуска, или къ насадкѣ положенной поверхъ шпунтоваго ряда крыла.

При стоечныхъ стѣнахъ водоспуска обшитыхъ досками, стѣнная щитовая стойка, такого же вида какъ и предъидущая, устанавливается на порогѣ какъ всѣ остальные стойки на своихъ половыхъ насадкахъ, или на насадкѣ положенной поверхъ продольнаго шпунтоваго ряда; но стѣнная щитовая стойка выступаетъ впередъ на толщину обшивочныхъ досокъ и составляется изъ двухъ или трехъ брусевъ съ пазомъ для щита. При стоечной системѣ стѣнъ необходимо раскосить щитовую стойку съ остальными стѣнными стойками; раскосные брусья не должны выступать внаружу; они врубаются между стойками и закрываются обшивочными досками съ лицевой и задней сторонъ.

Для сохраненія постоянныхъ стоекъ слѣдуетъ покрывать желѣз-

ною оковкою передніе упорныя брусья, или ледорѣзы, и задній заплечикъ паза стоекъ. Эта оковка обыкновенно состоитъ изъ полосоваго желѣза, толщиною $\frac{1}{2}$ дюйма и шириною отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 дюймовъ, съ пробитыми дырками для желѣзныхъ ершей съ плоскими шляпками, втопленными въ оковку, которыми желѣзная полоса прибавается къ заплечику стойки и къ брусу ледорѣза; но къ этому послѣднему желѣзная полоса прихватывается еще и нѣсколькими желѣзными хомутами.

Разборчатая щитовая стойка бываютъ чугуныя и деревянныя. Первые, чаще устраиваемыя въ каменныхъ водоспускахъ, не снимаются съ мѣста и при разборкѣ кладутся на дно, а для заливанія щитовъ ихъ снова поднимаютъ; для этого онѣ вращаются на желѣзной оси или на шалнерныхъ петляхъ, укрѣпленныхъ въ каменномъ фундаментѣ водоспуска. Деревянныя же съемныя стойки обыкновенно убираются съ мѣста и затѣмъ вновь устанавливаются для закрытія щитами выпускнаго отверстія. Онѣ дѣлаются также какъ и постоянныя среднія стойки, фиг. 608, но для облегченія ихъ съемки и установки на мѣсто, ихъ составляютъ изъ брусевъ меньшей толщины, изъ одного главнаго и одного вспомогательнаго бруса. Въ переднемъ брусѣ вынимаютъ четверти съ боковъ лицевой стороны, къ которымъ прислоняются щиты. Когда въ щитовыхъ стойкахъ дѣлаются четверти, а не пазы, то щитъ легко и скоро откидывается на воду при его открываніи, но зато установка щита, при закрываніи, или приложеніе его къ четвертямъ стоекъ, гораздо затруднительнѣе чѣмъ при стойкахъ съ пазами. На нижнемъ концѣ съемной стойки обыкновенно нарубаютъ шипъ, прямо, или наклонно въ видѣ зуба сквороднемъ съ одной или съ двухъ сторонъ, фиг. 608, или на самый конецъ стойки надѣваютъ чугунный башмакъ неразрывно связанный со стойкою, фиг. 609. По размѣру зуба, или наконечника, вынимаютъ на верхней сторонѣ порога гнѣздо съ нѣкоторымъ зазоромъ, въ которое вставляется стойка своимъ шипомъ, или башмакомъ. По установкѣ же стойки закладываютъ въ зазоръ гнѣзда продолговатый клинъ *kk*, которымъ прижимаютъ конецъ стойки къ наклонной кромкѣ гнѣзда, фиг. 608 и 609.

Черт. LI.

Черт. LII.

Чтобы при съемкѣ и установкѣ стойки зубъ, или шипъ, а также и гнѣздо, не портились, ихъ обиваютъ тонкимъ желѣзомъ. въ гнѣздо же иногда вставляютъ желѣзную чашку, или пятку. Верхъ съемной стойки, какъ и постоянной, или только прислоненъ, или сжатъ между переводными брусьями, положенными съ устоя на устоя надъ выпускнымъ отверстіемъ. Вспомогательная стойка, установленная шипомъ въ такомъ же своемъ гнѣздѣ, какъ и главная, свинчена съ этой послѣдней болтами, а верхнимъ болтомъ, вмѣстѣ съ главной стойкой, притянута къ переводному брусу.

Установленную щитовую стойку подпираютъ съ задней стороны однимъ или двумя наклонно поставленными подпорными брусьями, верхній конецъ которыхъ прирубается къ стойкѣ, а нижними концами они упираются, косою прирубкой съ шипомъ, въ половый прогонъ, нарубленный и привинченный къ половымъ насадкамъ, фиг. 608. Эти задніе

подкосы можно прикрѣплять на-глухо, на петляхъ, къ половому прогону, дѣлая ихъ такимъ образомъ откидными, а не съемными; но при откидываніи нужно свободный конецъ подкоса удерживать на полу крюкомъ или кольцомъ, иначе онъ будетъ приподнимаемъ водою.

Черт. LI.
 фиг. 606
 и 607.

Для устройства моста поверхъ водоспуска, какъ для сообщенія съ берегами, такъ и для управленія щитами, устанавливають на сливномъ полу по нѣскольку отдѣльныхъ стоевъ, гнѣзда для шиповъ которыхъ выбираютъ, или въ прогонныхъ половыхъ брусьяхъ, если они положены по насадкамъ, или въ самыхъ половыхъ насадкахъ, если нѣтъ прогоновъ. Этими стойками подпираютъ мостовые прогоны, по которымъ настилаются доски, составляющія мостъ, съ прибавкою или безъ прибавки ихъ гвоздями, смотря по тому, будетъ ли самый мостъ постоянный или разборчатый, что въ свою очередь зависитъ отъ высоты береговыхъ и среднихъ устоевъ. Если устои водоспуска затопляются при весеннемъ половодіи, то по необходимости приходится убирать на берегъ всѣ составныя части водоспуска съ мостомъ и мостовыми стойками, за исключеніемъ только ряжевыхъ рубленыхъ устоевъ и половъ. Такая всеобщая разборка и въ послѣдствіи новая сборка частей водоспуска (примѣръ которой г. Гаусманъ указываетъ, между прочимъ, въ водоспускѣ на р. Истрѣ) сопряжена, по мнѣнію г. Гаусмана, съ большими неудобствами, которыя однако же всегда могутъ быть устранены возвышеніемъ береговыхъ устоевъ и быковъ. Хотя стойки, поддерживающія переводы моста, ставятся въ одну линію вдоль водоспуска съ щитовыми стойками и составляютъ съ ними одинъ общій рядъ, однако же въ разборчатыхъ водоспускахъ ихъ не слѣдуетъ соединять съ основною щитовою стойкою, какъ это иногда дѣлается въ водоспускахъ съ постоянными щитовыми стойками, фиг. 606. Въ этихъ послѣднихъ, какъ видно изъ фиг. 607, каждая стойка, поддерживающая мостовые переводы, имѣетъ иногда подпорный брусъ, врѣзаемый въ стойки въ полдерева, и кромѣ того всѣ стойки между собою и съ щитовою стойкою соединяются горизонтальными сжимными брусьями, стягиваемыми проходящими сквозь стойки болтами съ гайками. Подобное соединеніе доставляетъ не только болѣе прочное сопротивленіе щитовой стойки, но и болѣе устойчивый бычекъ для проѣзднаго моста.

Такимъ образомъ существенная разница между постояннымъ и разборчатымъ водоспускомъ состоитъ только въ способѣ утвержденія щитовыхъ стоевъ, которыя въ разборчатыхъ водоспускахъ утверждаются на своемъ мѣстѣ не на-глухо, но приспособляются къ выниманію ихъ, уборкѣ или къ укладкѣ на флюбетѣ. Поэтому въ водоспускахъ съ глубоко заложенымъ порогомъ, съвозъ которые вода проходитъ толстымъ слоемъ, убираютъ щитовыя стойки во время ледохода или сплава лѣсныхъ гонокъ, а затѣмъ стойки вновь устанавливаются на мѣсто для подпора воды въ прудѣ. Для облегченія такой ежегодной работы необходимо, чтобы всѣ деревянныя соединенія разбираемыхъ частей и ихъ желѣзныя скрѣпленія были приспособлены просто и удобно для разборки и всѣхъ этихъ частей не былъ бы слишкомъ великъ. Поэтому въ разборчатыхъ

водоспускахъ не обшиваютъ досками щитовыя стойки съ ихъ подпорными брусьями, не устанавливаютъ передняго ледорѣза; самыя же стойки дѣлаютъ преимущественно съ четвертями, а не съ пазами.

Разборку водоспуска обыкновенно производятъ передъ весеннимъ вскрытіемъ запруженной рѣки, и начинаютъ предварительнымъ пониженіемъ уровня пруда, чрезъ открываніе и уборку щитовъ; затѣмъ снимаютъ съ мѣста и убираютъ подпорные брусья, щитовыя и мостовыя стойки, со всеми другими съемными частями, такъ что пролеты водоспуска вполнѣ открываются для свободнаго прохода высокой весенней воды. Когда вода еще не совершенно спала, то къ сборкѣ водоспуска бываетъ невозможно приступить собственно потому, что стоечныя гнѣзда въ порогѣ, покрытомъ водою, заносятся пескомъ и рѣчными наносами. Поэтому для сборки водоспуска должны выжидать совершеннаго спада воды и болѣе теплаго времени, чтобы люди могли оставаться въ водѣ, очищать гнѣзда ошупью и устранять руками препятствія, мѣшающія установкѣ стоекъ и другихъ разборчатыхъ частей.

Въ сочиненіяхъ *Беккера*, *Минара*, *Гагена* и др., говоритъ г. *Гаусманъ*, помѣщены разныя системы разборчатыхъ водоспусковъ, и у насъ на многихъ рѣкахъ, преимущественно въ средней полосѣ Россіи, они устроены съ разными видоизмѣненіями, но все они имѣютъ то главное неудобство, что для сборки ихъ, послѣ весенняго ледохода, нужно выжидать совершеннаго спада водъ, и заставлять рабочихъ, иногда выше пояса, работать въ холодной водѣ ¹⁾. А между тѣмъ при вододѣйствующихъ заводахъ всегда слѣдуетъ пользоваться остатками весенняго притока для накопленія рабочей воды въ запасъ, чтобы на болѣе срокъ обезпечить вододѣйствіе.

Эти неудобства привели г. *Гаусмана* къ употребленію особой чугунной коробки, для помѣщенія шиповъ щитовыхъ стоекъ, примѣненіе которой имъ съ успѣхомъ сдѣлано въ верхнемъ разборчатомъ водоспускѣ на р. Упѣ Тульского оружейнаго завода. Причины, которыя заставили сдѣлать этотъ водоспускъ разборчатымъ заключались въ томъ, что р. Упа, при весеннемъ вскрытіи, весьма быстро возвышаетъ свой уровень на 18—20 и болѣе футовъ, и самый разливъ рѣки обыкновенно сопровождается сильнымъ ледоходомъ. Ледъ идетъ близъ Тулы, говоритъ г. *Гаусманъ*, болшею частію отдѣльными массами и преимущественно состоитъ изъ глыбъ большаго размѣра и необыкновенной крѣпости, которыя могутъ образоваться только въ стоячей водѣ, т.-е. въ мельничныхъ прудахъ, лежащихъ выше Тульского завода. Въ виду такого ледохода, я предпочелъ, говоритъ г. *Гаусманъ*, передѣлать постоянный водоспускъ на разборчатый, съ тѣмъ однако же, чтобы приспособить его къ сборкѣ не дожидаясь спада весенней воды, такъ какъ Тульскій оружейный заводъ оставался безъ воды въ теченіе 2-хъ, 3-хъ и болѣе мѣсяцевъ въ году, почему для него необходимо было запастись частью ве-

¹⁾ Верхній (разборчатый) водоспускъ Тульского оружейнаго завода. К. О. *Гаусманъ*. Инженерный журналъ. Іюль № 7, 1874 годъ. Стр. 817—838.

сенней воды. Черезъ замѣну шести быковъ однимъ среднимъ устоемъ, получились по бобамъ этого устоя два пролета, каждый шириною въ 15 саж. съ разборчатыми стойками, которые весьма облегчили проходъ льда. Замѣною гнѣздъ вставными чугунными коробками, фиг. 608, А, по словамъ г. Гаусмана, вполне достигнуть желаемый результатъ: теперь сборку водоспуска начинаютъ и оканчиваютъ до спада весеннихъ водъ, даже на другой день послѣ очистки рѣки отъ льда, причемъ всю сборку исполняютъ съ верхняго помоста, не посылая людей въ холодную воду; двухлѣтній опытъ подтвердилъ, что установку стоекъ и щитовъ можно производить въ то время, когда порогъ еще покрытъ слоемъ воды отъ 3 до 5 и 6 футовъ, при скорости теченія около 7 футовъ въ секунду; уровень воды поднимается этимъ разборчатымъ водоспускомъ на 9 футовъ и заводъ нынѣ пользуется остатками весенняго притока.

Черт. XLII.

Расходъ на отливку и вѣзку коробокъ, вмѣсто выемки гнѣздъ ослабляющихъ порожный брусъ, по мнѣнію г. Гаусмана окупается скоро. Укладка же и небольшая вѣзка коробокъ въ порогъ и прикрѣпленіе ихъ къ нему, нисколько не затруднительны при спущенной водѣ; ребра же и выступы, дѣлаемые при отливкѣ въ днѣ коробки, служатъ еще для лучшаго скрѣпленія порога. Для прочнаго соединенія стойки съ порогомъ посредствомъ коробки, это соединеніе дѣлается двойнымъ косымъ шиномъ *abcd* и *cgh*, и этимъ способомъ, стойка вложенная въ коробку и прижатая косымъ шиномъ къ наклонной стѣнкѣ *ad* коробки, посредствомъ закладнаго клина *mn*, держится въ коробкѣ вполне удовлетворительно; по крайней мѣрѣ въ теченіи многихъ лѣтъ, говоритъ г. Гаусманъ, не было примѣра, чтобы которая нибудь стойка, изъ числа 30 установленныхъ, сошла съ своего мѣста.

фиг. 611.

Чтобы послѣ вынутія стойки коробка не заносилась пескомъ, она остается открытою съ передней и задней стороны; для удержанія же стойки, въ коробкѣ отливается перегородка *o*, наклонная для косога шипа, а для прочности, имѣющая назади утолщеніе въ видѣ ребра; до самаго дна коробки эта перегородка не доходитъ, а потому по дну коробки имѣетъ свободное теченіе воды, которое не позволяетъ осадкамъ оставаться въ коробкѣ.

Чтобы при переливающейся черезъ порогъ мутной водѣ, слоемъ отъ 4 до 6 футовъ, можно было легко отыскать коробку и вставить въ нее башмакъ стойки, коробкѣ данъ значительный размѣръ, а ширина ея гнѣзда сдѣлана больше ширины самой стойки. Стѣнки коробки отливаются толщиною отъ $3\frac{1}{2}$ до 1 дюйма, перегородка же *o*, при толщинѣ въ $1\frac{1}{2}$ дюйма, имѣетъ промѣ того сзади приливъ, или горизонтальное ребро, такъ какъ эта перегородка должна удерживать все давленіе, производимое водою на основаніе стойки. Вѣсъ такой коробки составляетъ отъ 5 до 7 пудовъ. Всѣ коробки вѣзуются въ порогъ такимъ образомъ, чтобы дно коробки было за подъ-лицо съ поверхностью сливнаго пола, и затѣмъ своими приливами онѣ притягиваются болтами къ брусамъ порога, какъ видно на фиг. 608, А, посредствомъ подкладныхъ подъ эти приливы короткихъ брусевъ.

Черт. XLII.

Установка стоекъ въ коробки съ верхняго помоста производится при помощи багра и нарочно приготовленной доски, съ прибитымъ къ пей, около верхняго ея конца, полукольцомъ (ухватомъ) изъ шиннаго желѣза. Рабочій съ моста нащупавъ багромъ коробку, даетъ водѣ прижать нижній конецъ багра къ перегородкѣ, а верхній конецъ его шеста прислоняетъ къ мостовому переводу. Тогда къ установленному багру опускаютъ стоймя вышеупомянутую доску, стараясь попасть ея нижнимъ концомъ въ ту же коробку; для лучшаго управленія доскою въ быстро текучей водѣ, оказалось полезнымъ привязывать къ низу доски веревки, при помощи которыхъ низъ доски можетъ быть передвинуть въ ту или другую сторону, приподнять или опущенъ. Когда конецъ доски попадетъ въ коробку, то, не вынимая багра, даютъ струѣ воды прижать низъ доски къ той же перегородкѣ коробки. Когда убѣдятся что доска стоитъ твердо и не выскакиваетъ изъ коробки, приподнимаютъ багоръ, а взамѣнъ его остается на мѣстѣ доска, нижнимъ концомъ въ коробкѣ, а верхнимъ прислоненная къ мостовому прогону. При помощи этой направляющей доски, значительно облегчается установка щитовой стойки, которая опускается по этой доскѣ отвѣсно на веревкѣ, наведенной на воротѣ, лебедкѣ или на рукахъ; причемъ верхъ стойки удерживается полубугелемъ, или желѣзнымъ ухватомъ, прикрѣпленнымъ къ доскѣ выше поверхности воды, а нижній ея конецъ, помощію другой веревки, направляютъ противъ отверстія коробки, и башмакъ стойки вводятъ въ коробку. Убѣдившись что стоечный брусъ всталъ вѣрно и твердо въ коробку, его отвязываютъ и съ него снимаютъ веревки, а доску поднимаютъ къ верху для употребленія ея при установкѣ слѣдующей стойки. Этимъ способомъ г. Гаусманъ, тремя или четырьмя совершенно непривычными къ дѣлу рабочими, устанавливалъ въ теченіе дня болѣе 30-ти щитовъ стоекъ, не считая рабочихъ занимавшихся подноскою стоекъ къ мѣсту. Когда щитовыя стойки установлены на мѣстахъ, тогда опускаютъ щиты, которые останавливаютъ воду, послѣ чего установка полпорныхъ и мостовыхъ брусевъ на сливномъ полу уже не представляетъ затрудненія, такъ какъ производится на сушѣ подъ защитою опущенныхъ щитовъ.

Мы здѣсь не будемъ говорить о металлическихъ щитовыхъ стойкахъ, чугунныхъ или желѣзныхъ, которыя употребляются рѣдко и преимущественно лишь въ каменныхъ водоспускахъ. По даннымъ размѣрамъ, чертежъ ихъ легко можетъ быть проектированъ механикомъ всякаго завода, въ который обратятся съ ихъ заказомъ.

61. Устройство щитовъ, заставокъ (вѣшекъ), пандоровъ. — Затворами, или створами, называютъ въ водоспускахъ тѣ загражденія между щитовыми стойками, которыя удерживаютъ собою прудовую воду и не позволяютъ ей выходить въ выпускное отверстіе. Отъ этихъ загражденій, или створовъ, и самыя плотины съ водоспусками принимаютъ названіе *створчатыхъ плотинъ*.

Створы принимаютъ названіе заставокъ, вѣшекъ, когда разстояніе между щитовыми стойками, или бѣлоножками, не велико, т.-е. не болѣе

2¹/₂ до 4-хъ футовъ и когда поднимаемая за ними вода стоять слоємъ не глубже 2—3 футовъ. Тогда все отверстіе запирается одною заставкою, составляемою изъ досокъ не толще 2—3 дюймовъ, вставляемою въ пазы щитовыхъ стоекъ, или прислоняемою со стороны воды къ четвертямъ этихъ стоекъ или бѣлоножекъ. Такихъ размѣровъ заставки вынимаются изъ своихъ мѣстъ, или поднимаются и опускаются на мѣста прямо руками или помощію ваги, такъ какъ онѣ сами по себѣ не тяжелы и не представляютъ большаго сопротивленія отъ тренія въ пазахъ, или четвертяхъ стоекъ, вслѣдствіе давленія на нихъ прудовой воды.

Но когда при той же ширинѣ отверстія между стойками, глубина слоя воды надъ порогомъ должна быть болѣе 3-хъ футовъ и доходить иногда до 10 и болѣе футовъ, тогда отверстіе закрывается однимъ, двумя или тремя *щитами*, смотря по глубинѣ слоя воды за ними. Щитовъ большаго размѣра, т.-е. больше 16 кв. футовъ, слѣдуетъ избѣгать, потому что управленіе такимъ щитомъ, т.-е. подниманіе и опусканіе его, требуютъ болѣе сложнаго приспособленія. Поэтому, если по обстоятельствамъ щитъ долженъ быть болѣе 16 квадр. футовъ, то его по высотѣ составляютъ изъ двухъ, трехъ и болѣе полотень, или отдѣльныхъ щитовъ, и каждый такой щитъ устанавливаютъ послѣдовательно одинъ надъ другимъ. Такая установка щитовъ одного надъ другимъ, позволяетъ управленіе ими посредствомъ одного или двухъ рабочихъ, облегчаетъ ихъ опусканіе и подниманіе, а въ разборчатыхъ водоспускахъ и относку ихъ на берегъ. Раздѣленіе щитовъ на отдѣльные полотна полезно и въ томъ отношеніи, что нижніе щиты находясь на большей глубинѣ и слѣдовательно подъ большимъ давленіемъ, могутъ быть сдѣланы изъ болѣе толстыхъ досокъ, въ 4—5 дюймовъ, или составлены въ толщину изъ двухъ 2—3 дюймовыхъ досокъ, если нѣтъ въ запасѣ толстыхъ пиленыхъ.

Когда представляется необходимость, для пропуска лодокъ или лѣсныхъ гонокъ, оставлять въ водоспускѣ одно или два болѣе широкія отверстія между щитовыми стойками, тогда для закрыванія прохода, шириною болѣе 8 футовъ, употребляютъ такъ называемые шандорные брусья, или шандоры, т.-е. брусья устанавливаемые въ отверстіи вертикально, брусъ около бруса (какъ это уже указано нами въ статьѣ 46), или укладываемые въ отверстіи горизонтально, брусъ надъ брусомъ. Длина шандорныхъ брусевъ укладываемыхъ горизонтально, рѣдко допускается болѣе 18 футовъ.

Такимъ образомъ въ водоспускахъ или ставахъ съ основаніемъ изъ сланника, въ которыхъ порогъ поднимается высоко, и въ которыхъ слой воды надъ порогомъ рѣдко доходитъ до 3-хъ футовъ глубины, употребляютъ только одиночныя заставки, имѣющія форму представленную на фиг. 613. Въ водоспускахъ же съ основаніемъ ряжевымъ, или изъ шпунтовыхъ свай, въ которыхъ порогъ чаще закладывается низко и слой воды за затворами глубокъ, употребляютъ щиты, составленные изъ двухъ или трехъ отдѣльныхъ полотень. Вязка заставокъ, какъ и щитовъ, дѣлается изъ досокъ вышеуказанной толщины, сплачиваемыхъ

Черт. LIII.
фиг. 613
п 614.

фиг. 615.

фиг. 616.

Черт. LIII.
фиг. 617.

одна съ другой, или просто прямыми хорошо прифугованными кромками, или кромками обдѣланными въ четверть и въ закрой, или въ шпунтъ, чаще же первымъ изъ этихъ способовъ, т.-е. прямыми кромками, но изъ сухихъ досокъ. Сколачиваніе досокъ, нарѣзанныхъ по длинѣ заставокъ или щитовъ, производится въ колодкахъ, какъ обыкновенныхъ плотничныхъ дверныхъ полотень, и соединеніемъ ихъ посредствомъ шпонокъ, загоняемыхъ въ пазы выбранные сквороднемъ во всѣхъ доскахъ, образующихъ одно цѣльное полотно щита.

фиг. 618
и 619.

На сплоченный и связанный шпонками щитъ или заставку, накладываютъ одинъ или два, достаточной длины, подъемные бруска, или желѣзную оковку съ кольцомъ, смотря по предполагаемому способу управления щитомъ. Длина подъемнымъ брускамъ щитовъ и заставокъ дается такая, чтобы при установкѣ ихъ на мѣсто, концы брусковъ были бы выше моста и доходили почти до периль, фиг. 614. Когда къ щиту прикрѣпляются два подъемныхъ бруса, то эти бруска, выше щита, чаще связываются двумя поперечными брусками, за которые поднимаютъ щитъ руками или подкладывая подъ нихъ вагу; когда же употребляется одинъ подъемный брусокъ, тогда сквозь него, выше щита, пропускается нѣсколько пальцевъ изъ твердаго дерева (молодого дуба, клена или березы), посредствомъ которыхъ поднимаютъ щитъ руками или вагою.

фиг. 613.
617.
620.

фиг. 614
и 620.

При щитахъ и заставкахъ обыкновеннаго размѣра, употребляютъ преимущественно накладные подъемные бруска, которые прикрѣпляютъ къ доскамъ щита гвоздями или небольшими желѣзными болтиками съ винтами и гайками. Для подъемныхъ брусковъ употребляютъ обыкновенно доски толщиной отъ 2 до 3-хъ дюймовъ, изъ которыхъ выпиливается брусокъ шириною около 4-хъ дюймовъ.

Иногда щиты связываются, вмѣсто шпонокъ, въ раму, и вообще приготавливаются весьма различно, смотря по тому, какой способъ ихъ подъема признается выгоднѣе. Если щитъ по высотѣ будетъ составленъ изъ двухъ или трехъ отдѣльныхъ полотень, то для нижняго щита, какъ уже замѣтили выше, нужно употреблять доски толще чѣмъ для верхняго; за неимѣніемъ толстыхъ досокъ, дѣлаютъ нижній щитъ изъ двойныхъ досокъ, накрывая швы досокъ одного ряда досками другаго, и оба ряда досокъ скрѣпляютъ между собою деревянными нагелями, расклинивая ихъ съ обѣихъ сторонъ. „На практикѣ намъ случалось, говорить г. Гаусманъ, дѣлать щиты длиною не менѣе трехъ и не болѣе восьми футовъ, при полной высотѣ ихъ отъ 7 до 9 футовъ. При этомъ мы составляли ихъ изъ двухъ до трехъ отдѣльныхъ полотень или щитовъ; нижніе щиты, смотря по длинѣ ихъ, мы дѣлали изъ досокъ толщиной отъ 3-хъ до 6 дюймовъ; вторые щиты изъ досокъ отъ 2¹/₂ до 5 дюймовъ, а верхніе изъ досокъ отъ 2 до 3-хъ дюймовъ толщиной; нижніе и вторые щиты мы обыкновенно составляли изъ двухъ рядовъ досокъ, когда толщина щита превосходила 3 дюйма.“

фиг. 621.

Способъ оковки щитовъ, чаще употребляемый, видѣнъ на фиг. 617, если щитъ связывается оковкой безъ шпонокъ, или съ тонкой иглицей загнушенной за подъ-лицо съ досками, тогда желѣзные полосы оковки

фиг. 619.

обнимаютъ щитъ съ обѣихъ сторонъ; при толстыхъ же шпонкахъ употребляется только одна полоса, съ крюкомъ вмѣсто ушка со стороны противоположной шпонкѣ. Когда оковка дѣлается ушкомъ, тогда въ верхнемъ щитѣ выдалбливаются въ нижней его кромкѣ гнѣзда для помѣщенія ушковъ нижняго щита. Желѣзные оковки приврѣпляются къ доскамъ щитовъ желѣзными болтами съ гайками.

Нижній шандорный брусъ нижнею гладкою стороною опускаютъ на порогъ, а послѣдующими брусьями, имѣющими пазы и гребни, поочередно накрываютъ гребень нижняго пазомъ верхняго, пока не будетъ забранъ весь проходъ на высоту уровня воды. Концами же шандорные брусья впускаются въ пазы щитовыхъ стоекъ или устоевъ. Приготовленіе шандорныхъ брусевъ дѣлается какъ и шпунтовыхъ свай, но для шандоровъ берутся бревна не тоньше 8 вершковъ, при обтесѣ которыхъ выбираютъ пазъ съ одной стороны и нарубаютъ гребень съ другой; боковыя же стороны бруса правильно обтесываютъ по одной скобкѣ, толщиной отъ 4-хъ до 6 вершковъ, смотря по длинѣ бруса.

Приготовленные шандорные брусья прилаживаются плотно между собою, наблюдая чтобы пазъ верхняго бруса свободно покрывалъ гребень предъидущаго, и чтобы между брусьями не оставалось щелей и зазоровъ. На разстояніи около 2-хъ футовъ отъ концовъ каждаго бруса просверливаютъ дыру черезъ середину гребня въ пазъ и вставляютъ желѣзный крюкъ, кольцо или серьгу, фиг. 616, со стержнемъ, съ винтовой на концѣ нарѣзкой и съ гайкой, посредствомъ котораго крюкъ, кольцо или серьга укрѣпляются въ брусѣ. Эти желѣзные части выковываютъ изъ тонкаго въ $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ дюйма, прутянаго желѣза, причемъ диаметру кольца даютъ отъ $1\frac{1}{2}$ до 2-хъ дюймовъ, а стержню даютъ длину смотря по толщинѣ бруса, сквозь который онъ долженъ быть пропущенъ. Эти оковки служатъ для подниманія и опусканія шандорныхъ брусевъ помощію веревки и багра, которымъ зацѣпляютъ за кольцо, крюкъ или серьгу. Послѣ закрѣпленія желѣзныхъ оволоковъ, шандорные брусья вторично прилаживаются между собою съ продалбливаніемъ мѣстъ для втопленія оволоковъ, причемъ кольца и крюки должны выступать изъ гребня, а гайки и концы стержней втопляются въ пазы. Хотя чаще дѣлаютъ шандорные брусья шпунтомъ, но г. Гаусманъ замѣчаетъ, что ему случалось встрѣчать шандоры и не шпунтовые, но хорошо прилаженные между собою, и что при заборкѣ пролета такими гладкими, безъ гребней и шпунтовъ, шандорами, они вполне удовлетворяли своему назначенію. Къ шандорнымъ брусьямъ нерѣдко прибѣгаютъ при исправленіи случайныхъ поврежденій въ щитовыхъ стойкахъ или въ сливныхъ полахъ, и тогда ихъ закладываютъ впереди порога, въ запасныхъ пазахъ устоевъ и быковъ.

Для дѣйствія щитами при подниманіи ихъ, необходимо употреблять известное усиліе, зависящее отъ груза самаго щита, а главное отъ тренія щита о четверти или пазы стоекъ. вслѣдствіе давленія воды на щитъ, въ особенности если уровень воды стоитъ надъ порогомъ высоко и площадь щита велика. Въ этихъ случаяхъ приходится прибѣгать къ раз-

личнымъ механическимъ приспособленіямъ для подъмки и опусканія щитовъ.

Въ ст. 42 мы указали способы опредѣленія величины давленія воды на щитъ даннаго размѣра, и точки приложенія этого давленія; умножая величину этого давленія на коэффициентъ тренія дерева объ дерево, получимъ величину силы тренія, которую нужно преодолѣвать при подниманіи щита; къ этой силѣ тренія нужно еще прибавить вѣсъ самаго щита и слѣдовательно всегда можемъ опредѣлить какую силу должны давать наши подъемные механизмы, изъ которыхъ конечно выбираются самые простѣйшіе.

Самый простой способъ открыванія щита состоитъ въ томъ, что взявшись рукою за верхній поперечный брусокъ щита, щитъ расшевеливаютъ и верхъ его наклоняютъ на воду прочь отъ плотины, насколько позволитъ длина руки; тогда щитъ всплываетъ и его вынимаютъ просто руками, подхватывая подъ поперечные бруски. Но этимъ способомъ можно открывать только щиты малаго размѣра, или заставки, площадь которыхъ не болѣе 12 и 15 квадратныхъ футовъ, и которые не заложены въ пазахъ стоекъ, а прислонены къ четвертямъ. Для болѣе удобнаго откидыванія щита на воду, дѣлаютъ подъемные бруски его такой длины, чтобы рабочему, стоящему на верхнемъ помостѣ, было легко и удобно братья руками за верхій поперечный брусокъ, къ которому иногда привязывается веревка, на случай, если щитъ вырвавшись изъ рукъ упадетъ плашмя на воду; тогда веревкой приподнимаютъ его съ воды и вынимаютъ за поперечные бруски руками. Установка же подобнаго щита на мѣсто требуетъ нѣкоторой ловкости и навыка.

Другой способъ подъмки щита состоитъ въ томъ, фиг. 614, что его постепенно вываживаютъ кверху помощію одного или двухъ рычаговъ, поддѣвая ихъ концы подъ пальцы подъемнаго бруса и опирая рычаги на подкладной брусокъ положенный на верхнемъ мосту. Когда щитъ начнетъ выходить изъ воды, тогда подхватываютъ его за пальцы прямо руками и вынимаютъ совершенно изъ пазовъ стоекъ, или подпираютъ его, или привязываютъ за пальцы къ брусу периль, оставляя его на вѣсу. Когда нужно опустить щитъ на мѣсто, то вынимаютъ изъ-подъ щита подставку или развязываютъ веревку и тогда щитъ, оставаясь въ пазухъ стоекъ, упадетъ самъ на свое мѣсто и закрываетъ отверстіе. Если щитъ ходить слишкомъ свободно въ пазухъ, то его иногда при паденіи заѣдаетъ въ пазухъ. когда онъ падаетъ не прямо обоими краями а нѣсколько перекашивается: тогда осаживаютъ его на мѣсто трамбовкою.

Иногда, вмѣсто пальцевъ, на задней поверхности подъемнаго бруса дѣлаютъ гнѣзда на нѣкоторомъ разстояніи одно отъ другаго, на которыя дѣйствуютъ рычагомъ, какъ на пальцы, при подниманіи щита. Въ этомъ случаѣ конецъ рычага дѣлается клинообразнымъ и оковывается желѣзомъ, а чтобы гнѣзда не обтирались, къ задней сторонѣ подъемнаго бруса прибавляется желѣзная полоса съ соотвѣтственными отверстіями противъ гнѣздъ.

Наконецъ третій способъ подъема щитовъ, фиг. 615, дѣлается

фиг. 615.

помощію веревокъ, или цѣпей, наматывающихся на валъ ворота, приводимаго въ движеніе аншпугами, или рычагами (№ 1) или маховымъ колесомъ съ пальцами (№ 2), какое обыкновенно употребляется при подниманіи воды изъ глубокихъ колодцевъ. Валъ ворота приготавливаютъ изъ обрубка бревна приблизительно одинаковой длины со щитомъ, а толщиною не менѣе 8 вершковъ; его обтесываютъ и гладко остругиваютъ по возможности въ правильный цилиндръ; въ концахъ, по направленію оси, вставляютъ желѣзные штыри и самый валъ на концахъ, а иногда и на серединѣ, оковываютъ желѣзными кольцами, чтобы онъ не кололся. Около середины вала (фиг. 615 № 1) въ немъ продавливаютъ крестъ на крестъ двѣ дыры, каждая отъ $1\frac{1}{2}$ до 2-хъ вершковъ; въ эти дыры наглухо закрѣпляютъ деревянные ручки, за которыя валъ приводятъ на штыряхъ въ вращательное движеніе. Дыры для ручекъ продавливаютъ такимъ образомъ, чтобы оси ихъ были перпендикулярны одна къ другой, но находились не на одной окружности вала, а въ разстояніи около 4-хъ вершковъ одна отъ другой, считая по длинѣ вала. Чтобы валъ легче вращался на желѣзныхъ штыряхъ, въ щитовыя стойки, съ внутренней ихъ стороны, врѣзаютъ подъ штыри желѣзные пятники, или подшпнники; валъ долженъ лежать на нихъ своими шипами совершенно горизонтально и въ то же время длиною своею долженъ лежать параллельно щиту. Валы, какъ съ ручками (№ 1), такъ и съ маховикомъ (№ 2), должны быть установлены надъ помостомъ на такой высотѣ, чтобы ими было удобно дѣйствовать руками за ручки вала или пальцы маховика, а также чтобы щитъ, поднятый на помостъ, могъ помѣщаться подъ ободомъ маховика или подъ концами укрѣпленныхъ въ валъ ручекъ. Если же по размѣрамъ щита неудобно удовлетворить этому требованію и пришлось бы поставить валъ слишкомъ высоко, отчего было бы неудобно дѣйствовать руками на пальцы маховика или ручки вала, тогда пятники, или подшпнники, врѣзаютъ въ стойки надъ мѣстомъ немного выше всей высоты щита, а маховикъ или постоянныя ручки вала, замѣняютъ вкладными аншпугами, которые, для вращенія вала, попеременно вкладываютъ въ дыры и вынимаютъ изъ дыръ вала послѣ каждой четверти оборота. На установленный валъ наворачиваютъ два конца веревокъ, или двѣ цѣпи, къ свободнымъ концамъ которыхъ прикрѣплены желѣзные крюки, выкованные изъ прутянаго желѣза толщиною отъ $\frac{1}{2}$ до 1 дюйма, смотря по грузу щита. Для подниманія щита, эти крючья зацѣпляютъ руками или багромъ за крючья или кольца, составляющія оковку щита, и вращая валъ поднимаютъ или опускаютъ щитъ. Поднявъ верхній щитъ, зацѣпляютъ крючья веревокъ за кольца втораго и такимъ же образомъ, тѣми же веревками, вынимаютъ второй и затѣмъ третій щитъ. При подниманіи щитовъ воротомъ, необходимо обращать вниманіе, чтобы оба конца веревокъ были совершенно одинаковой длины и были бы одинаково натянуты и ровно наматывались бы на валъ, безъ чего щитъ перекашивается при подниманіи и его заѣдаетъ въ пазахъ стоекъ, что очень затрудняетъ подниманіе и опусканіе.

При этомъ замѣтимъ еще, что когда черезъ верхъ щита переливается довольно толстый слой воды, въ особенности когда вода мутна, или въ ночное время, тогда задѣваніе крючьевъ за кольца щита дѣлается весьма затруднительнымъ. Иногда для облегченія этого зацѣпленія употребляютъ багры, съ прикрѣпленною къ нимъ веревкою, фиг. 622. Для этого крюкомъ багра отыскиваютъ кольцо щита и задѣваютъ крюкомъ кольцо, а потомъ придерживая шесть багра руками, начинаютъ наворачивать веревку на валъ, вслѣдствіе чего щитъ будетъ подниматься къ верху. Но неудобство этого способа состоитъ въ томъ, что крюки багра, задѣтые за кольца щита, часто срываются и шести мѣшаютъ свободному движенію валомъ. Для успѣшнаго подъема щита этимъ способомъ, необходимо имѣть людей привычныхъ къ дѣлу; а потому г. Гаусманъ далъ крюкамъ, привязываемымъ къ подъемнымъ веревкамъ, форму представленную на фиг. 622, а именно, крюки эти оканчиваются вверху стержнемъ съ винтовой нарѣзкой, а древко багра укрѣплено на глухо въ втулкѣ имѣющей винтовой нарѣзъ, въ который можетъ ввинчиваться стержень крюка.

Черт. LIV.
фиг. 622
и 623.

Для подъема щита покрытаго водою, навинчиваютъ наконечникъ шеста на стержень крюка подъемной веревки и опустивъ крюкъ съ шестомъ до верхняго ребра щита, отыскиваютъ кольца щита и задѣваютъ за нихъ крючья; натянувъ воротомъ веревки, отвинчиваютъ шести со стержней уже задѣтыхъ за кольца крюковъ и тогда производятъ валомъ окончательный подъемъ щита. По словамъ г. Гаусмана, подобные крюки съ винтовымъ стержнемъ значительно облегчаютъ подъемъ щитовъ. Но при мутной водѣ и особенно ночью, когда при быстрой прибыли воды требуется поднять щиты скоро, на этотъ способъ положиться нельзя. А потому вѣрнѣе, если къ щитамъ будутъ привинчены подъемные бруски, стоящіе выше горизонта воды въ прудѣ съ привинченными къ нимъ крюками, за которые, въ случаѣ прибыли воды, хотя бы и ночью, всегда можно зацѣпить крючья подъемныхъ веревокъ руками и поднять щитъ, фиг. 623.

фиг. 623.

Для подниманія и опусканія горизонтальныхъ шандорныхъ брусевъ, исключительно употребляютъ воротъ съ постоянными, или вкладными ручками, безъ маховика. Зацѣпленіе крючьевъ за кольца, или серьги, дѣлается также помощію багровъ. При шандорныхъ брусяхъ еще важнѣе чѣмъ при щитахъ, чтобы веревки были равной длины и одинаково натянуты, иначе длинный брусъ легко заѣдаетъ въ пазахъ, когда онъ хотя немного перекосятъ при подниманіи или опусканіи, и тогда подъемъ и опусканіе его дѣлаются весьма затруднительны. А потому въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется быстрое отрываніе отверстія, лучше употреблять вертикальные шандорные брусья съ ручками, чѣмъ горизонтальные.

Въ большихъ и капитально устроенныхъ водоспускахъ, вмѣсто вышеописанныхъ воротовъ, употребляютъ различнымъ образомъ устроенные металлическіе ворота съ зубчатыми колесами и валами, или такъ называемыя *лебедки*. Такія лебедки передвигаются вдоль плотины по желѣзнымъ рельсамъ; поднимая щиты одного пролета, передвигаютъ ле-

бедку къ другому и т. д., такъ что одной и той же лебедкой послѣдовательно поднимають и опускають всѣ щиты водоспуска.

Чтобы показать примѣрный расчетъ того усилія, которое необходимо употребить при подниманіи щита, напр. посредствомъ ворота съ ручками, предположимъ что отверстіе между двумя щитовыми стойками закрывается двумя щитами, изъ которыхъ нижній имѣетъ 4 фута ширины и 3 фута высоты, а второй, верхній — 4 фута ширины и 4 фута высоты. Припомнимъ, что вѣсъ кубическаго фута воды составляетъ 1,73 пуд., а вѣсъ кубич. фута сосны, если щиты сдѣланы изъ сосновыхъ досокъ, составляетъ 1,12 пудовъ. Коэффициентъ тренія дерева объ дерево смоченное водою равенъ 0,25 или $\frac{1}{4}$. Если уровень прудовой воды стоитъ на 7 футовъ выше порога, или на линіи *ab* верхняго ребра втораго щита *B*, то давленіе воды на площадь нижняго щита *A*, выразится вѣсомъ столба воды, основаніемъ котораго будетъ площадь этого щита, равная 12 квадр. футамъ, а высотой — разстояніе центра тяжести этой площади до верхняго уровня воды *ab*; это разстояніе въ настоящемъ случаѣ будетъ 5,5 футовъ. Слѣдовательно объемъ этого столба будетъ $12 \times 5,5 = 66$ куб. футовъ, а вѣсъ этого столба будетъ $66 \times 1,73 = 114,18$ пуд. Это и будетъ величина горизонтальнаго давленія воды на всю площадь щита *A*. А чтобы получить величину сопротивленія щита при подниманіи его отъ тренія, вслѣдствіе этого давленія, нужно умножить давленіе на коэффициентъ тренія, а потому величина тренія будетъ $114,18 \times 0,25 = 28,5$ пудовъ. Если щитъ *A* сдѣланъ изъ досокъ толщиною въ 6 дюймовъ, или $\frac{1}{2}$ фута, то объемъ его будетъ 6 куб. фут., а вѣсъ $6 \times 1,12 = 6,72$ пуда; если вѣсъ оковки щита примемъ въ $\frac{1}{2}$ пуда, то вѣсъ всего щита составитъ 7,25 пудовъ. Такимъ образомъ сопротивленіе щита, при подниманіи его, составило бы $28,5 + 7,25 = 35,75$ пудовъ; но такъ какъ *сила или давленіе, съ которымъ вода стремится поднять или вытѣснить снизу вверхъ погруженное въ нее тѣло, равняется вѣсу вытѣсненной воды, или вѣсу воды, имѣющей объемъ одинаковый съ погруженнымъ тѣломъ*, то эту цифру нужно уменьшить на вѣсъ воды въ объемѣ, равнымъ объему погруженнаго въ воду щита. И какъ объемъ щита равенъ 6 куб. футамъ, то вѣсъ такого объема воды = $6 \times 1,73 = 10,38$ пуд. Вотъ слѣдовательно величина усилія, съ которымъ вода приподнимаетъ щитъ къ верху; а потому $35,75 - 10,38 = 25,37$ пуд. и будетъ въ дѣйствительности то усиліе, которое необходимо употребить, чтобы приподнять щитъ съ мѣста. По мѣрѣ приподниманія щита, давленіе на него воды уменьшается и слѣдовательно уменьшается треніе; когда же щитъ вынется изъ воды то треніе происходящее отъ давленія воды уничтожается, а также уничтожается и приподнимающая сила воды и остается лишь усиліе необходимое для поднятія собственно только груза самаго щита, или 7,25 пудовъ.

Усиліе необходимое для поднятія втораго щита *B* будетъ уже гораздо менше, такъ какъ величина давленія на него воды будетъ только 55,36 пудовъ; а изъ этого заключаемъ, что глубокое заложеніе порога,

выгодное въ другихъ отношеніяхъ, оказывается весьма невыгоднымъ относительно весьма значительнаго усилія, которое въ этомъ случаѣ необходимо для подниманія щитовъ.

И такъ усиліе, которое необходимо употребить при подниманіи щита *A*, составляетъ 25,37 пудовъ. Если діаметръ вала ворота будетъ 8 вершковъ (14 дюймовъ), а слѣдовательно радіусъ его 7 дюймовъ, то помощію моментовъ силъ ¹⁾ мы можемъ здѣсь рѣшить два вопроса: 1) предположивъ сдѣлать длину ручекъ *om* въ 3 фута, напр., мы опредѣлимъ усиліе, которое пужно приложить къ концу *m* ручки *om*, чтобы приподнять щитъ, и 2) предположивъ, что мы желаемъ приподнимать щитъ не болѣе какъ двумя рабочими, можемъ опредѣлить необходимую для этого длину ручекъ *om*. Въ первомъ случаѣ, если длина ручки будетъ 3 фута, или 36 дюймовъ, то изъ равенства $P \cdot 36 = 7.25,37$ будетъ $P = \frac{7.25,37}{36} = 4,93$ пудамъ; т.-е., что для поднятія щита необходимо производить на конецъ *m* ручки *om*, длиною въ 3 фута, давленіе немного болѣе 4,93 пуд., т.-е. почти въ 5 пудовъ. Мы еще должны были бы увеличить это усиліе, если бы приняли въ расчетъ треніе шиповъ вала въ подшипникахъ и жесткость веревокъ при наматываніи ихъ на валъ. Но величины этихъ сопротивленій незначительны и потому ими можно пренебречь. Если бы рабочій долженъ былъ вращать валъ, производя давленіе на ручку въ теченіе долгаго времени, напр. въ теченіе рабочаго дня, тогда нельзя было бы требовать отъ него постояннаго усилія болѣе 40 — 50 фунтовъ; кратковременное же усиліе, напр. потребное на поднятіе щита, онъ можетъ произвести на ручку отъ 2 до 3-хъ пудовъ. Слѣдовательно, чтобы поднять щитъ *A*, при длинѣ ручекъ вала въ 3 фута, необходимо употребить не менѣе двухъ рабочихъ.

Если же мы захотѣли бы знать, какой длины должны быть ручки вала, при томъ же его діаметрѣ, чтобы два рабочихъ поднимая щитъ *A* не употребляли кратковременнаго усилія болѣе 2-хъ пудовъ каждый, тогда изъ равенства $P \cdot x = 7.25,37$, и какъ $P = 4$ пудамъ, получимъ длину ручки $x = \frac{7.25,37}{4} = 44,3975$ дюймамъ = 3,7 футовъ, или все равно длину радіуса маховаго колеса ворота.

Въ виду тяжести подъема щитовъ, а главное, въ виду затрудненія зацѣпленія крючьевъ подъемныхъ веревокъ за кольца щита, особенно ночью, тамъ гдѣ при быстрыхъ паводкахъ отъ дождей требуется скорое подниманіе щитовъ, прибѣгаютъ къ подъемнымъ брусамъ и щиты прислоняютъ къ четвертямъ стоекъ, а не заставляютъ ихъ двигаться въ пазахъ. При этомъ устройствѣ, фиг. 624, щитъ довольно легко можетъ быть откинутъ на воду и всплываетъ, а посредствомъ веревки привязанной къ поперечному бруску, между подъемными, его вытаскиваютъ изъ воды на помость руками.

Вмѣстѣ съ приготовленіемъ щитовъ приступаютъ къ конопаткѣ

фиг. 626.

Черт. LIV.
фиг. 624.

1) См. Прилож. XII къ первой части.

понурнаго и славнаго половъ и боковыхъ стоекъ и къ осмолкѣ половъ, стоекъ, боковыхъ стѣнъ выпускнаго отверстія и щитовъ. Впрочемъ осмолка наружныхъ частей водоспуска покрываемыхъ водою, производится лишь въ водоспускахъ капитально устроенныхъ; въ обыкновенныхъ же мельничныхъ водоспускахъ части эти рѣдко осмаливаются; чаще же въ нихъ осмаливаются только русла ведущія воду на колеса, но объ нихъ мы будемъ говорить подробнѣе въ своемъ мѣстѣ.

Конопатка производится смоленой пенькой или смоленой пеньковой паклей, т.-е. повитыми прядями пеньки, или пакли, налитанными жидкою горячею смолою; а чтобы смола не липла къ рукамъ и конопаткѣ, осмоленная прядь обмазывается въ конопляное масло. Если конопатка производится только въ одну прядь, гладко растянутую по пазу, тогда нужно на каждую погонную сажень пазы около 1 фунта смоленой пеньки; если же конопать укладывается въ пазъ *въ наборъ*, т.-е. заполняется ею пазъ во всю глубину наложеніемъ одной пряди на другую, то число прядей и количество конопати зависитъ отъ глубины пазовъ. Такъ, для конопатки пазовъ между досками толщиной въ 1 — 1½ — 2 — 3 дюйма нужно смоленой пеньки

2 — 3 — 4 — 6 фунтовъ на одну погонную сажень конопатки.

Для осмолки же наружныхъ частей водоспуска употребляютъ смолу жидкую и густую, или такъ называемый *пикъ*, или *пѣкъ*.

Подъ жидкой смолой разумѣютъ такъ называемый простой деготь, т.-е. деготь выгоняемый изъ сосновыхъ кореньевъ и частей сосноваго ствола. Этотъ деготь предварительно варится въ чугунномъ котлѣ для выпарки изъ него водянистыхъ частей; варка готова, когда полученная варкою смола, принимающая совершенно черный цвѣтъ, намазанная на дерево горячею, быстро засыхаетъ и не липнетъ нисколько къ рукамъ. Не слѣдуетъ слишкомъ переваривать деготь, потому что тогда полученная смола слишкомъ быстро сохнетъ, мало впитывается въ дерево и иногда дупится, или отскакиваетъ слоемъ; но еще хуже если деготь не доваренъ и липнетъ къ рукамъ, — тогда осмолка не прочна. *Пикъ*, или *пѣкъ*, есть сильно и густо вываренная (съ прибавленіемъ извести или безъ прибавки) смола, которая при остываніи получается въ твердомъ видѣ, а при нагрѣваніи даетъ густую смолу¹⁾.

Для осмолки новыхъ частей сооруженія за два раза, на квадратную сажень осмаливаемой поверхности требуется смолы жидкой и густой вмѣстѣ около 16 фунтовъ, или $\frac{4}{10}$ пуда; при осмоленіи же частей бывшихъ прежде осмоленными, которыя предварительно должны быть хорошо очищены скребками, требуется на квадратную сажень осмаливаемой поверхности смолы жидкой и густой вмѣстѣ около 11 фунтовъ, или немного менѣе $\frac{3}{10}$ пуда. Когда осмаливается поверхность досокъ, напр. понурнаго и сливнаго половъ, собственно для предохра-

¹⁾ Для приданія болѣе чернаго цвѣта осмоляемому дереву, прибавляютъ къ обыкновенной древесной, каменно-угольную смолу; иногда же и всю осмолку производятъ одной каменноугольной смолой; но для прочности осмолки, каменно-угольная смола хуже древесной.

ненія ихъ отъ гніенія, то къ жидкой смолѣ прибавляютъ отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{4}$ густой смолы; тамъ же, гдѣ желаютъ предотвратить прониканіе воды съвозъ законопаченныя щели, употребляютъ по преимуществу густую смолу, или пикъ. Такъ для предварительнаго заливанія проконопаченныхъ швовъ понурнаго и сливнаго половъ, на погонную сажень шва требуется пикъ немного менѣе одного фунта, а именно около $\frac{4}{5}$ фунта. Самая осмолка горячей смолой производится посредствомъ швабръ, т.-е. деревянныхъ ручекъ, на концахъ которыхъ навязывается простое крестьянское сукно въ видѣ большой кисти. Такъ какъ осмолка производится жидкой горячей смолой, то варка смолы должна производиться не далеко отъ мѣста работъ, чтобы во время подноски смола много не остывала. При этомъ должно быть обращено тщательное вниманіе на предосторожность отъ огня, чтобы вѣтеръ не могъ забросить искры и горящія щепки подъ котломъ къ деревяннымъ частямъ строенія¹⁾.

Наконецъ устройство водоспуска завершается устройствомъ моста и периль. Если мостъ этотъ долженъ быть только пѣшеходный, или служить для подниманія и опусканія щитовъ, то онъ дѣлается обыкновенно не шире одной сажени и настиляется изъ одного ряда досокъ. Если же этотъ мостъ служить и проѣзжей дорогой, то при ряжевыхъ водоспускахъ онъ настиляется во всю длину рубки водоспуска и слѣдовательно ширина его равна длинѣ водоспуска, т.-е. чаще отъ 8 до 9 аршинъ; такая же ширина дается ему и въ водоспускахъ съ основаніями свайнымъ и ряжевымъ, если черезъ мостъ проходитъ лишь проселочная дорога. Настилка моста въ небольшихъ мельничныхъ ряжевыхъ водоспускахъ состоитъ чаще изъ пластинъ, т.-е. 6-ти верхко-выхъ бревенъ, распиленныхъ вдоль по-поламъ. Пластины плоскою частію кладутъ вверхъ, а круглую внизъ, причемъ на круглой сторонѣ дѣлаются подѣлки противъ мостовыхъ переводовъ, чтобы пластины лежали твердо и верхняя плоскость моста была ровная. Причемъ всѣ пластины кладутся въ одинъ рядъ вдоль по теченію и слѣдовательно поперекъ по длинѣ моста. Причемъ, или каждая пластина прибивается къ переводамъ гвоздями; или по концамъ пластинъ, надъ крайними мостовыми переводами, кладутъ прогонные брусья поверхъ всѣхъ пластинъ, и брусья будучи притянуты къ переводамъ длинными костылями, прижимаютъ собою пластины къ переводамъ. Въ разборчатыхъ водоспускахъ верхній полъ настиляется въ одинъ рядъ поперекъ досками $1\frac{1}{2}$ вершка толщиной, которыя прижимаются къ переводамъ продольными двумя или тремя (когда мостъ дѣлается на два пути) прогонными брусьями притягиваемыми къ переводамъ болтами съ гайками. Въ постоянныхъ же и капитально устроенныхъ водоспускахъ, мостъ настиляется изъ двухъ рядовъ этой толщины досокъ, которыя въ нижнемъ ряду кладутся поперекъ моста, а въ верхнемъ вдоль моста и каждая доска прибивается къ переводамъ на-глухо гвоздями, или костылями. При настилкѣ верхняго ряда досокъ вдоль моста, всѣ части водо-

¹⁾ См. Часть II, ст. 33.

спуска испытываютъ меньшее сотрясеніе при ѣздѣ по мосту. Наконецъ постановкой на мосту периль и надолбъ по краямъ земляной насыпи, заканчивается устройство водоспуска. Объ устройствѣ руслъ, если онѣ проходятъ сквозь водоспускъ, мы будемъ говорить подробно въ главѣ объ устройствѣ руслъ вообще.

62. Укрѣпленіе дна и береговъ за сливными полами.—

Когда разность уровней между подпертой, прудовой и нижней меженной водой значительна, тогда отъ разрушительнаго дѣйствія падающей въ водоспускъ воды, дно рѣки ниже порога, или позади его, предохраняется сливными полами, длина которыхъ соразмѣряется съ высотой напора. Но если порогъ заложенъ низко и высота слоя воды протекающей надъ порогомъ велика, тогда при открытіи всѣхъ щитовъ, большая масса воды стекаетъ съ сливныхъ половъ съ значительной скоростью и можетъ производить еще весьма разрушительное дѣйствіе на дно и берега рѣки позади сливныхъ половъ. Встрѣчая спокойную нижнюю воду, верховая вода, устремляющаяся съ большою скоростью въ выпускныя отверстія, не вдругъ сообщаетъ первой всю свою скорость и встрѣчая въ ней сопротивленіе своему движенію, образуетъ, по сходѣ съ сливнаго пола, сильное волненіе и водовороты, вымывающіе дно и берега. Опытъ показываетъ, что съ открытіемъ большаго числа щитовъ, и слѣдовательно выпуска большей массы воды, главный бой ея постепенно удаляется отъ линіи щитовъ и приближается къ концу сливнаго пола, около котораго и вымываются дно и берега. При большомъ слоѣ вытекающей надъ порогомъ воды, при нѣскольکو неудачномъ начертаніи сливнаго пола, при слабомъ грунтѣ дна и береговъ рѣки, подмоя дна и обрывы береговъ могутъ угрожать разрушеніемъ сливнымъ поламъ и ихъ береговымъ укрѣпленіямъ, а затѣмъ и самому водоспуску; а потому для обезпеченія ихъ прочности бываетъ необходимо, въ подобныхъ случаяхъ, продолжать и распространять добавочныя укрѣпленія дна и береговъ рѣки за сливнымъ поломъ и за береговыми стѣнами водоспуска, внизъ по теченію, еще саженей на 10 или 20. Но такъ какъ эти добавочныя укрѣпленія находятся позади водоспуска и всегда доступны для осмотра и производства работы, то и самыя работы по укрѣпленію дна и береговъ за сливными полами могутъ быть исполнены только по мѣрѣ дѣйствительной въ нихъ надобности.

Способы укрѣпленія дна рѣки непосредственно за сливнымъ поломъ состоятъ, смотря по степени разрушительнаго дѣйствія воды и имѣющемуся подъ руками матеріалу: 1) изъ простой каменной наброски; 2) изъ каменной наброски между рядами забитыхъ свай; 3) изъ нагруженныхъ хрящемъ или камнями фашинь укладываемыхъ правильными рядами, и 4) наконецъ изъ фашинныхъ тюфяковъ, огружаемыхъ хрящемъ и камнями или удерживаемыхъ на мѣстѣ сваями съ надлежавшей каменной нагрузкой.

Тамъ гдѣ можно имѣть близко и недорого крупный булыжный камень, этотъ камень укладываютъ по дну правильными рядами и въ нѣсколько рядовъ одинъ надъ другимъ, засыпая ряды щебнемъ, хрящемъ

или зернистымъ пескомъ, чтобы вода не могла попадать въ промежутки между камнями и сдвигать камней съ мѣста. Если же приходится дѣлать укладку камня въ водѣ, а не на сушѣ, то вмѣсто вымощенія рядами, камень набрасываютъ кучами, разравнивая эти кучи въ слои и засыпая промежутки хрящемъ и гравіемъ.

Но если бой воды силенъ и каменная наброска въ предъидущемъ видѣ оказывается неустойчивою, тогда, для лучшаго удержанія камней на мѣстѣ, забиваютъ поперекъ дна нѣсколько рядовъ круглыхъ свай и накрываютъ ихъ поперечными насадками, которыя должны лежать въ одномъ уровнѣ съ камнями верхняго ряда. Камень насыпанный и разщепенный между сваями и насадками лучше удерживается на своемъ мѣстѣ и если мѣстами будетъ смывъ, то опять легко можетъ быть подсыпанъ, причемъ смывыя мѣста легко замѣчаются между насадками. Сваи, покрываемыя насадками, или нетолстыя свай забиваемыя ручною бабою и безъ насадокъ, быются въ этомъ случаѣ въ разстояніи отъ 1 до 1½ сажени свая отъ свай и рядъ отъ ряда.

Въ мѣстностяхъ гдѣ камня нѣтъ, или его мало и онъ дорогъ, укрѣпленіе дна производится фашинною выстилкою. Укладку фашинъ правильными рядами производятъ отъ низа, подаваясь вверхъ по теченію къ сливному полу. Для этой выстилки употребляютъ однокомельныя фашины, которыя укладываются въ одинъ рядъ поперекъ дна рѣчки плотно, одна фашина къ другой, обращая всегда комли фашинъ вверхъ по теченію, а хвостовой конецъ внизъ по теченію. Каждая фашина прибивается на мѣстѣ къ дну двумя крючковыми кольями въ 4 фута длиною, по предварительной плотной прижимѣ ея къ прежде прибитой. Когда весь рядъ фашинъ, такимъ образомъ уложенный поперекъ дна, будетъ прибитъ кольями, то комлевой ихъ конецъ засыпаютъ хрящемъ, пескомъ, гравіемъ, или щебнемъ, наблюдая чтобы засыпка заполняла по возможности пустоты между прутьями фашинъ, а для этого насыпанный слой, если укладка рядовъ производится на сушѣ, слегка трамбуется. Засыпанный рядъ фашинъ покрываютъ вторымъ рядомъ, подаваясь комлями къ сливному полу на $\frac{1}{3}$ длины фашины и вновь производятъ тщательную прибивку и засыпку всего ряда, который въ свою очередь покрываютъ, такимъ же образомъ, третьимъ рядомъ и т. д. пока комли послѣдняго ряда не удержатся въ сливной полъ. Подъ концы досокъ котораго засовываются комли фашинъ этого ряда.

При такой фашинной выстилкѣ наблюдаютъ, чтобы каждый отдѣльный поперечный рядъ фашинъ былъ тщательно засыпанъ на $\frac{2}{3}$ длины отъ комлевыхъ концовъ пескомъ съ гравіемъ или щебнемъ; чтобы насыпаемый матеріалъ наполнялъ, не только промежутки между фашинами, но и скважины между прутьями фашинъ; чтобы фашины, не только кольями, но и собственною тяжестью, отъ загрузки хрящемъ, плотно прижимались къ дну; чтобы каждая фашина была уложена по направленію теченія, комлемъ нѣсколько ниже чѣмъ метловою вершиною, такъ чтобы ряды представляли одинаково наклонныя плоскости и вся выстилка имѣла ровный, пушистый отъ метловыхъ концовъ видъ. Такую выстилку

можно хорошо выполнить только на непокрытомъ водою мѣстѣ во время производства главныхъ работъ, т.-е. когда мѣсто обнесено перемычкою или вода отведена отъ мѣста производства работъ. Если же приходилось бы дѣлать эту выстилку фашинъ для укрѣпленія дна когда это послѣднее покрыто водою, то необходимо вести ее по способу укладныхъ сооружений съ удержаніемъ прутяными канатами и постепенною загрузкою, кладя фашины отступными рядами, какъ это описано нами въ ст. 38, прибывая, кромѣ того, фашины и прутяные канаты къ дну длинными кольями и употребляя по преимуществу тяжелую загрузку изъ хряща, гравія и камня.

Для укрѣпленія дна, покрытаго водою, г. Гаусманъ употреблялъ еще и слѣдующій способъ: позади сливного пола забивали поперечные ряды кольевъ, ручною бабою, такъ чтобы колъ отъ кола въ поперечномъ ряду отстоялъ одинъ отъ другаго на 2—4 фута, а одинъ поперечный рядъ кольевъ отъ другаго ряда былъ бы въ разстояніи отъ 1 до 1½ сажени. Между рядами кольевъ загружались двухкомельныя фашины, начиненныя крупнымъ хрящемъ, гравіемъ и камнями. Такую загрузку дѣлали непосредственно за сливнымъ поломъ, въ нѣсколько рядовъ, заполняя пустоту отъ дна до высоты половыхъ насадокъ, а по мѣрѣ удаленія отъ конца пола понижали загрузку такъ, что сливной полъ соединялся съ дномъ наклонною плоскостью, составленною изъ погруженныхъ и загруженныхъ фашинъ, предохранявшихъ собою дно отъ подмыва непосредственно за сливнымъ поломъ. Вязку начинаемыхъ грузомъ фашинъ производили на самомъ мѣстѣ работъ слѣдующимъ способомъ: къ соотвѣтственнымъ кольямъ въ двухъ смежныхъ рядахъ, надъ уровнемъ воды, прикрѣпляли на гвоздяхъ бруски и на каждые два смежные бруска накладывали нѣсколько короткихъ поперечныхъ подкладокъ, по которымъ разстилали послѣдовательно слой хвороста и слой хряща съ гравіемъ и камнемъ, закрывая вторымъ слоемъ хвороста слой грузовой засыпки. Затѣмъ на мѣстахъ перевязей перехватывали и крѣпко стягивали веревочною петлею и двумя аншпугами весь пучекъ хвороста и перевязывали его вицами въ разстояніи 3—4 футовъ одна отъ другой. Окончивъ перевязку, одновременно вытаскивали всѣ поперечныя подкладки и тяжелая фашина, падая въ воду, собственно тяжестью погружалась на дно, фиг. 627. Когда вся площадь дна передъ сливнымъ поломъ будетъ выслана однимъ рядомъ тяжелыхъ фашинъ, тогда накладываютъ на этотъ рядъ песокъ, хрящъ и камень, въ видѣ новой нагрузки, а поверхъ нагрузки настилаютъ второй и слѣдующіе ряды фашинъ, съ такою же ихъ загрузкою, пока образуется изъ нихъ желаемая наклонная плоскость.

Не смотря на укрѣпленіе дна камнями или фашинами, отъ боя воды скатывающейся съ сливныхъ половъ, позади этихъ половъ почти во всѣхъ водоспускахъ образуется въ днѣ бѣльшій или мѣньшій выбои земли, или углубленіе. Такой выбои земли въ теченіе долгаго времени можетъ быть безопасенъ, если не будетъ распространяться полъ сливной воды, предохраняемый каменною наброскою или фашиннымъ укрѣпленіемъ;

но если въ этихъ предохранительныхъ сооруже́нiяхъ замѣчается осадка отъ подмоя, то онѣ должны быть усилены подсыпкою камня или укладкою новыхъ рядовъ фашинъ. Но если, не смотря на частыя исправленiя этого рода сооруже́нiй, выбою углубленiя всетаки будетъ продолжаться, то, по мнѣнiю г. Гаусмана, самое дѣйствительное средство противъ подмоя свай сливнаго пола — это удлинненiе самаго сливнаго пола.

Если, вслѣдствiе сильнаго боя воды, позади сливнаго пола образуется значительное углубленiе дна, которое необходимо заполнить и укрѣпить, тогда съ большой пользой могутъ быть для этого употреблены погружаемые на дно фашинные составы, или такъ называемые *фашинные тюфяки*.

Для пригото́вленiя фашиннаго тюфяка, или фашиннаго состава, дѣлается сѣть изъ обыкновенныхъ прутьяныхъ канатовъ, такимъ образомъ, что рядъ этихъ канатовъ кладется параллельно одинъ другому и въ разстоянiи отъ 2 до 3 футовъ одинъ отъ другаго, а по этимъ рядамъ кладутся сверху другiе ряды канатовъ на-крестъ съ нижними и на такомъ же взаимномъ разстоянiи канатъ отъ каната. Въ мѣстахъ пересѣченiя нижняго ряда канатовъ съ верхними, они перевязываются между собою вицами. Ко всякой перекрестной перевязкѣ по окружности сѣти и черезъ одну или двѣ клѣтки въ перекресткахъ середины сѣти, привязываются по два конца веревокъ, длиною каждый конецъ отъ 4 до 7 фут., смотря по толщинѣ тюфяка. На эту сѣть разстилаютъ однокомельныя фашины въ нѣсколько рядовъ такимъ образомъ, чтобы концы ихъ лежали въ переметъ, т.-е. чтобы къ комлю одной фашины прилегалъ метловый конецъ другой, для того, чтобы общая толщина ихъ въ укладкѣ была ровнѣе и по возможности плотнѣе. Когда ряды фашинъ достигнутъ толщины 3 или болѣе футовъ, то сверху, на уложенныя фашины, накладываютъ другую сѣть прутьяныхъ канатовъ, связанную точно также какъ и нижняя (но только безъ веревочныхъ концовъ), укладывая эту верхнюю сѣть такъ, чтобы ея канаты и ихъ пересѣченiя приходились противъ таковыхъ же нижней сѣти, или надъ ними. При укладкѣ фашинъ на нижнюю сѣть, концы веревокъ на краяхъ сѣти выправляются внаружу; а чтобы веревки, прикрѣпленныя внутри сѣти, не закрылись укладываемыми фашинами, то въ этихъ точкахъ пересѣченiя канатовъ нижней сѣти вбиваются въ канаты кольца, верхнiе концы которыхъ должны выходить надъ уложенными фашинами, и къ этимъ концамъ колець привязываются концы веревокъ, привязанныхъ внутри нижней сѣти. Затѣмъ, когда ряды фашинъ будутъ залегающимъ образомъ уложены и покрыты верхнею сѣтью канатовъ, то концами веревокъ обѣ сѣти туго стягиваются между собою и сжимаютъ плотно заключающiяся между ними фашины.

Такiе фашинные тюфяки изготовляются, или на берегу, или на поверхности воды, а затѣмъ ихъ сплавляютъ на определенное для нихъ мѣсто и опускаютъ на дно посредствомъ нагрузки хрящемъ, гравиемъ и камнями. При возможности, заготовляютъ фашинный тюфякъ надъ самымъ мѣстомъ, гдѣ онъ долженъ быть погруженъ на дно и загрузку его дѣлаютъ постепенно при самомъ заготовленiи, пересыпая слой фа-

Черт. LIV.

«ил. 628.

шинъ хрящемъ и гравіемъ; а послѣ связки нижней и верхней сѣтей между собою, дѣлаютъ уже окончательную наружную нагрузку, по возможности равномерную, чтобы тюфякъ опускался на дно ровно.

Для того же чтобы наружная нагрузка не сваливалась съ краевъ тюфяка, по двумъ крайнимъ канатамъ верхней сѣти набиваютъ кольца и по нимъ заплетаютъ двойной плетень, который образуетъ закраины на верху фашиннаго тюфяка, удерживающія собою насыпаемый на него грузъ.

Въ Голландіи, для приморскихъ сооружений, дѣлаютъ обыкновенно такіе тюфяки длиною въ 72, а шириною въ 36 футовъ; меньшаго же размѣра дѣлаютъ длиною въ 24, а шириною въ 20 футовъ; толщину же имъ даютъ обыкновенно отъ 3 до 6 футовъ.

Погруженіе на дно фашинныхъ тюфяковъ такихъ размѣровъ, въ спокойной водѣ еще не представляетъ большихъ затрудненій; но при быстромъ теченіи, вода съ силою увлекаетъ такой фашинный составъ, отъ мѣста погруженія во время его загрузки. Въ такомъ случаѣ, для устраненія этого неудобства, набиваютъ нѣсколько свай вокругъ того мѣста гдѣ долженъ быть опущенъ фашинный тюфякъ, а къ краямъ верхней и нижней рѣшетокъ, или канатныхъ сѣтей тюфяка, придѣлываютъ прутьяныя кольца, за которыя веревками прикрѣпляютъ тюфякъ къ сваямъ. По мѣрѣ нагруженія тюфяка, веревки, обвитыя одинъ разъ около свай, постепенно отпускаютъ и ослабляютъ, пока загруженный тюфякъ не ляжетъ совершенно на дно.

Тамъ гдѣ выбои глубоки, опускаютъ два и три такіе тюфяка, одинъ на другой съ надлежащей ихъ загрузкой. Впослѣдствіи они замываются иломъ и пескомъ и укрѣпляютъ собою дно рѣки. Для удержанія ихъ на мѣстѣ послѣ погруженія, забиваютъ сквозь нихъ нѣсколько свай, которыми прижимаютъ ихъ плотнѣе къ дну, что бываетъ иногда необходимо и для того, чтобы не могло произойти подмыва дна подъ ними.

Такіе фашинные составы съ пользою употребляютъ подъ основаніе земляныхъ насыпей, когда ведутъ ихъ чрезъ низменные и болотныя мѣста. а также подъ основаніями мостовыхъ устоевъ, чтобы предохранить ихъ отъ подмытія, причемъ основныя сваи набиваютъ сквозь опущенныя на дно фашинные тюфяки.

У насъ въ Россіи, какъ уже мы замѣтили выше, мало употребляютъ въ дѣло фашины, но во всѣхъ тѣхъ случаяхъ гдѣ фашины могли бы принести несравненно большую пользу, у насъ довольствуются укладкою просто хвороста съ засыпкою его землею и пескомъ. Чтобы привести примѣръ употребленія хвороста въ случаяхъ сильнаго выбоя дна и вмѣстѣ показать съ какой скоростью можетъ происходить замывка погруженныхъ на дно фашинныхъ тюфяковъ, припомнимъ о срывѣ Ворошиловскаго става, о которомъ мы говорили въ ст. 11-й I части. и о прорывѣ Штаталовской плотины.

Этими прорывами, непосредственно за ряжевыми сорванными ставами, были вырыты водою буковища, въ Ворошиловской запрудѣ глубиною въ 9 аршинъ, а въ Штаталовской глубиною въ 6 аршинъ. Для установкѣ новыхъ водоспусковъ, прежде всего было необходимо загол-

нить вымытое водою пространство *abc*, фиг. 629; для этого, какъ въ Черт. LIY. Ворошиловской, такъ и въ Шаталовской запрудахъ былъ употребленъ фиг. 629. большую часть березовый хворостъ, который укладывался рядами и погружался на дно отъ *c* къ *b*, постоянно обращая его концы внизъ по теченію. Ряды хвороста, для загрузки, засыпались землей и пескомъ и стѣнка *ab* коней хвороста выводилась почти вертикально или съ самымъ небольшимъ откосомъ. Когда все пространство *abc* было заполнено загруженнымъ хворостомъ, и онъ былъ сверху выровненъ и засыпанъ, то на немъ была положена обыкновеннымъ образомъ еловая слянь подъ ряжевые водоспуски. По установкѣ водоспусковъ земляная насыпь плотинъ была соединена съ ними, а въ мѣстахъ прорыва, въ земляной насыпи плотинъ удлиненъ откосъ обращенный къ прудовой водѣ, а передъ водоспусками отсыпаны болѣе отлогіе отмели. На этомъ хворостяномъ основаніи обѣ плотины стоятъ прочно съ 1857 года и только въ началѣ перваго года дали незначительную осадку. Выбой же *abc* за Шаталовскимъ ряжевымъ ставомъ, бывшій въ 6 аршинъ глубины, въ теченіе около 10 лѣтъ замыло на 4 аршина, такъ что глубина воды за сливнымъ поломъ, вмѣсто бывшихъ 6 аршинъ, составляла не болѣе 2 аршинъ. При устройствѣ новаго водоспуска, лѣтомъ 1880 г., забиваемыя подъ водоспускъ сваи, въ это хворостяное основаніе углублялись уже весьма туго.

Что же касается до укрѣпленія береговъ за водоспускомъ, то чаще это укрѣпленіе производится выстилкою на мху изъ крупнаго булыжнаго камня; такая выстилка довольно успѣшно предохраняетъ береговые откосы отъ обваловъ и подмоевъ. Въ другихъ мѣстахъ защищаютъ береговые откосы за водоспускомъ частой подсыпкой разнаго рода щебня, изгарины отъ кузнечныхъ горновъ, шлаковъ отъ чугуно-плавильныхъ (доменныхъ) печей и другимъ мусоромъ. Одѣваютъ также береговые откосы плетнемъ, фашинами, рассадкою лозы, способами указанными нами въ ст. 38. При удобообразываемыхъ грунтахъ забиваютъ вдоль берега отдѣльные круглыя сваи изъ тонкихъ бревенъ и позади ихъ закладываютъ хворостъ, фашины, съ присыпкою къ нимъ земли; или сваи обшиваютъ изнутри досками, пластинами, начиная отъ дна до высоты уровня нижней подпорной воды, при вполне открытыхъ щитахъ: къ доскамъ же присыпаютъ землю съ плотнымъ ея утрамбованіемъ. Весь рядъ береговыхъ свай обыкновенно связываютъ общою верхнею насадкою, а нѣкоторыя изъ свай и въ особенности угловыя, на поворотахъ береговой линіи, притягиваютъ затяжками къ якорнымъ сваямъ¹⁾. При болѣе капитальныхъ сооруженіяхъ, если бы предъидущія укрѣпленія оказывались бы недостаточными, защищаютъ берега, на нѣкоторомъ протяженіи, проведеніемъ правильныхъ шпунтовыхъ линій, а въ обширныхъ вододѣйствующихъ заведеніяхъ нерѣдко встрѣчаются правильно выведенныя каменные береговыя стѣны, для предохраненія береговыхъ откосовъ позади водоспуска.

¹⁾ См. ст. 42 II-й части.

ОТДѢЛЪ ДЕСЯТЫЙ.

ОПИСАНІЕ УСТРОЙСТВА НѢКОТОРЫХЪ СУЩЕСТВУЮЩИХЪ СТОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

ГЛАВА XX.

УСТРОЙСТВО УРАЛЬСКИХЪ И НѢКОТОРЫХЪ ДРУГИХЪ РУССКИХЪ ПЛОТИНЪ.

63. Въ трехъ предъидущихъ главахъ мы изложили общія правила для устройства створчатыхъ плотинъ и водоспусковъ, придерживаясь въ этомъ изложеніи ¹⁾ указаніямъ г. *Гаусмана*, заимствованнымъ имъ отъ извѣстныхъ и практическихъ гидротехниковъ, каковы *Минаръ*, *Гаенъ*, *Беккеръ* и др., и провѣреннымъ его личнымъ опытомъ. Но хотя, какъ уже замѣтили прежде, строительное искусство и даетъ общія правила для устройства створчатыхъ плотинъ, однако этого рода плотины, въ разныя времена и въ различныхъ мѣстностяхъ, устраивались весьма разнообразно, въ зависимости отъ мѣстныхъ условий и обстоятельствъ и отъ бѣльшаго или меньшаго искусства строителей. Поэтому для дополненія изложенія устройства створчатыхъ плотинъ и водоспусковъ, мы приведемъ здѣсь описаніе устройства этого рода плотинъ дѣйствительно существующихъ, которыя, по различію типовъ, ихъ назначенію и роду матеріаловъ, заслуживаютъ вниманія въ строительномъ отношеніи. Примѣры взяты съ натуры гораздо лучше освѣщаютъ всякое техническое дѣло и наводятъ на тавія подробности, которыя могутъ ускользнуть или не найти себѣ мѣста въ общемъ изложеніи, но которыя, не менѣе того, могутъ имѣть большую важность въ практическомъ отношеніи. Прежде всего мы изложимъ способы устройства створчатыхъ плотинъ на нашихъ Уральскихъ горныхъ заводахъ, гдѣ этого рода плотины распространены съ давнихъ поръ, гдѣ, слѣдовательно, долготнй опытъ привелъ строителей къ опредѣленному типу этихъ плотинъ, наиболѣе соответствующему климатическимъ условіямъ и заводскимъ потребностямъ. Притомъ, во многихъ

¹⁾ Относительно устройства водоспусковъ на свайномъ и рѣжевомъ основаніяхъ.

заводахъ на Уралѣ этого рода сооруженія возведены въ большихъ размѣрахъ; земляныя насыпи плотинъ имѣютъ иногда гораздо болѣе версты протяженія ¹⁾, образуютъ за собою пруды имѣющіе поверхность до 60 квадратныхъ верствъ и поддерживаютъ напоръ воды въ этихъ прудахъ до 5 саженой высотой.

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 полнѣе и обстоятельнѣе ²⁾. 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 Гаеномъ 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 странѣ весьма богатой 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 прошедшаго столѣтія, плотины на нѣкоторыхъ заводахъ нынѣшняго Екатеринбургскаго округа генераль-маіоромъ *де-Геннингомъ*. Въ 1723 г. построена плотина въ городѣ Екатеринбургѣ; прежде еще устроены были имъ же двѣ плотины при заводахъ Угтусскомъ 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. Общій типъ водоспусковъ всѣхъ этихъ плотинъ представленъ на черт. LVІ въ планѣ и поперечномъ разрѣзѣ.

Черт. LV.
сн. 234.

Черт. LVІ.

Г. Рожковъ слѣдующимъ образомъ очерчиваетъ общій характеръ горнозаводскихъ Уральскихъ плотинъ ³⁾.

Плотины, устроенныя на всѣхъ нашихъ горныхъ заводахъ для обра-

1) Чаше же длина ихъ простирается отъ 100 до 250 саженой. Ширина ихъ въ верхнемъ гребнѣ простирается отъ 10 до 20 саженой.

2) Казенные горные заводы на Уралѣ раздѣляются на 5 округовъ, между которыми заключаются и многіе частные заводы. Самый сѣверный округъ есть *Богословскій*, затѣмъ съ сѣвера на югъ слѣдуютъ округа: *Кушвинскій*, или *Гороблагодатскій*, въ которомъ находятся самыя старинныя заводы; далѣе *Екатеринбургскій*, въ которомъ заключаются также извѣстные частные заводы Нижне-Тагильскіе — *Демидова* и Верхъ-Иссетскіе — *Яковлева*. Далѣе на югъ слѣдуютъ округа *Златоустовскій* и *Пермскій*. Чѣмъ сѣвернѣе округа, тѣмъ богаче лѣсомъ.

3) Свѣдѣніе объ Уральскихъ плотинахъ вообще, и въ особенности о мѣрахъ ихъ предохраненію ихъ отъ разрушеній во время разливовъ воды. В. Рожкова. Горн. Журн. 1823 г. январь № 1.

зованія движущей силы, необходимой на дѣйствіе заводскихъ машинъ, имѣють 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, всё безъ исключенія, изъ глиняной затолочки (земляной насыпи), обложенной по обоимъ 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 плотны (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 меженнаго или нормальнаго 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 нормальнаго стоянія, а нерѣдко и того ниже. Упадокъ этотъ начинается въ концѣ ноября, а въ февралѣ мѣсяцѣ 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. Почему существующія заводскія гидравлическія устройства (плотины съ прорѣзми, водоприводными и отводными каналами) могутъ развить рабочую силу отъ 200 до 900 паровыхъ лошадей каждую секунду, а именно:

При расходѣ воды въ 150 кубич. 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 горнозаводскія построенія, служація 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 водянаго 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, ужъ 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, говорить 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 верховаго откоса дѣлаютъ въ $\frac{1}{10}$ противъ высоты, а низоваго въ $\frac{1}{5}$, или заложеніе верховаго до $3\frac{1}{2}$ фут. и низоваго 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 сажени въ земляномъ тѣлѣ, и до 14 сажени въ водоспускахъ, такъ что верховье прорѣзовъ было окружено земляною 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. *Рождковъ* объясняетъ: 1) постепеннымъ развитіемъ горнозаводскаго производства, которое потребовало въ послѣдствіи болѣе значительнаго запаса движущей силы; 2) тѣмъ что рѣки, на которыхъ заложены здѣсь заводы, суть горныя и быстрыя, производящія большія разливы весною, отъ таянія снѣговъ и почвы, а лѣтомъ отъ проливныхъ дождей; 3) что при построении 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 продолжается ровно полгода и земля промерзаетъ на глубину отъ 3 до 4½ аршинъ, какъ доказываетъ опытъ.

Такъ какъ на Уральскихъ заводахъ нѣкоторыя части плотинъ носятъ мѣстные названія, то для ясности описанія этихъ плотинъ, какъ г. *Рождковымъ*, такъ и г. *Нейбергомъ*, приведемъ теперь же нѣкоторыя изъ этихъ названій, которыя въ остальной Россіи болѣею частію не употребляются. Слово водоспускъ не употребляется на Уралѣ и его замѣняютъ словомъ — *прорѣзъ*, и говорятъ весенній, или *вешняжний прорѣзъ* и *рабочій прорѣзъ*. Весь рядъ щитовыхъ стоекъ, между стѣнами отверстія водоспуска, называютъ *стекловымъ рядомъ*. Продолженіе стекловаго ряда въ ту и другую стороны тѣла плотины на нѣкоторое прѣтяженіе 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 стекловаго 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 *свинка*. Ряжи служащія 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 огра-

ничающіе собою выходное отверстіе — называются *крѣпостными свинками*. Крѣпостные свинки начинаются отъ самыхъ открылковъ и оканчиваются у выхода отверстія; открылочные же свинки, начинаясь отъ входа въ отверстіе водоспуска, или отъ начала понурнаго моста, не доходятъ на нѣкоторое разстояніе до открылковъ, или стекловаго ряда; пространство между ними и открылками называется вообще *мятлю*, 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 1½ до 3 аршинъ, изъ которыхъ одинъ ровъ проводится около середины ширины плотины, по линіи стекловаго ряда, а другой ровъ у самой подошвы верховаго откоса плотины. Во рвахъ забиваютъ шпунтовые ряды (на Уралѣ говорятъ — шпунтовый тынъ) во всю длину плотины, прислоняя рядъ къ прудовой стѣнѣ рва, и по набивкѣ рядовъ, пустое пространство рва по обѣ стороны шпунтоваго ряда, набиваютъ плотно чистою, сухою глиной¹⁾. Первый шпунтовый рядъ служитъ въ прорѣзѣ основаніемъ для *мертвого порога* и стекловаго 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 считаютъ суглей. Дальнѣйшая работа состоитъ изъ вывода одного или двухъ ряжей въ откосахъ плотины, которые описаны нами въ ст. 51 этой части. Наружная стѣна ряжа обращеннаго къ водѣ пруда ставится, или на гребень прудоваго 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 сказано въ ст. 51 этой части: и между ними производится насыпка тѣла плотины по-слоевъ, съ возможно сильнѣмъ и равномернымъ утрамбованіемъ слоевъ.

Грудь плотины, говоритъ 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 ряжь по всему протяженію плотины и притомъ отъ основанія до самой вер-

1) Только при каменистомъ грунтѣ, чтобы снять съ него весь наносъ, вырываютъ у прудоваго края ровъ, шириною и глубиною отъ 3 до 4-хъ аршинъ, который набиваютъ глиной; такъ какъ забивка шпунтоваго тына въ каменистый грунтъ невозможна,

шины. По окончаніи вывода тѣла плотины, закладываютъ верховой откосъ; для этого, начиная съ половины высоты прудоваго ряжа, или прудоваго откоса, набрасываютъ чистую глину и трамбуютъ ее также плотно какъ и въ тѣлѣ плотины, приче́мъ откосъ изъ нея дѣлаютъ однокимъ. На этотъ откосъ изъ глины набрасываютъ слой изъ гравія или шлака ¹⁾, перемеживая 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.

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, облаживаютъ 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 пятъ, упирающейся въ прудовой шпунтовый тынъ, достигаетъ до 2-хъ аршинъ толщины.

На Уралѣ возведеніе плотинъ начинается построениемъ прорѣзовъ, или водоспусковъ. Начертаніе водоспуска г. *Рожковъ* описываетъ слѣдующимъ образомъ. При разбивкѣ водоспуска, какъ начальный пунктъ отмѣчается сперва линія стекловаго ряда *AB*; она проходитъ около середины ширины плотины и дѣлитъ толщину ея на двѣ не всегда равныя части—верхнюю и нижнюю; по этой линіи, какъ уже мы знаемъ, будетъ пробиваться коренной шпунтовый рядъ. Эта линія обозначается двумя колами *A* и *B* въ мѣстахъ, гдѣ должны стоять боковыя стойки (на Уралѣ называемыя *коренными*) выпускнаго отверстія и разстояніе между которыми означитъ ширину этого отверстія. На прудовой сторонѣ плотины, гдѣ должна быть ея подошва, пробиваютъ линію *CD* параллельно *AB* и дѣлаютъ *CD* равную $AB + \frac{1}{3} AB$, которая обозначитъ верховье, или воронкообразное расширеніе прорѣза ²⁾. Отъ коренныхъ стоекъ *A* и *B* откладываютъ по линіи *AB*, въ обѣ стороны отъ 4 до 5 сажени до *E* и *F*, и линіи *AE* и *BF* дадутъ длину открьлокъ; затѣмъ проводятъ линіи *GE* и *KFM* параллельныя *AN* и *BO*, чрезъ что получится шесть участковъ, или площадей: площадь *ABCD* обозначитъ мѣсто *водянаго двора*, площадь *ABNO* — *стекловаго двора*. а площади *ACGE*, *AELN*, *BDKF* и *BFOM* обозначатъ боковыя укрѣ-

Черт. LIV.
• стр. 630.

1) Шлаками называютъ куски стекловидной массы, получающейся при выплавкѣ чугуна изъ рудъ въ доменныхъ печахъ, вследствие прибавленія къ рудамъ горючаго порода легконоплавкихъ, называемыхъ *флюссами*.

2) У г. *Рожкова* сказано, вѣроятно по ошибкѣ, что *CD* равна $3AB$: по *Нейбергу*, — разсѣтъ между передними свинками дѣлается на $\frac{1}{3}$ болѣе ширины отверстія между коренными стойками. Очевидно, что отношеніе между линіями *AB* и *CD* будетъ зависеть отъ величины линіи *xy*, т.-е. разстоянія стекловаго ряда отъ подошвы плотины.

ленія прорѣза. Изъ нихъ заштрихованныя части обозначаютъ мѣста *переднихъ и крѣпостныхъ свайнокъ*, а площади *АЕНІ* и *ВFQP* мѣста *мяготи*.

При устройствѣ плотинъ на Уралѣ полагаютъ правиломъ, закладывать основныя укрѣпленія подъ прорѣзомъ (водоспускомъ), при самыхъ выгодныхъ условіяхъ грунта, на глубинѣ не менѣе $1\frac{1}{2}$ арш. отъ поверхности земли, а при слабыхъ грунтахъ и глубже. Предположивъ грунтъ хорошимъ, на пространствѣ всей площади *GKLM* вынимаютъ землю на глубину $1\frac{1}{2}$ аршина, и на днѣ этой выемки вырываютъ два рва одинаковыхъ размѣровъ, одинъ по линіи *AB* стекловаго ряда, а другой по линіи *CD*, или прудовой линіи; ширину рвамъ даютъ 2 аршина, а глубину отъ $1\frac{1}{2}$ до 3 аршинъ. Въ оба рва вбиваютъ шпунтовые ряды; рядъ по линіи *AB* служитъ основаніемъ для мертваго порога и всей стекловой плоскости и продолжаясь непрерывно въ обѣ стороны на всю длину плотины, составитъ собою коренной шпунтовый рядъ; а второй, по линіи *CD*, будетъ служить основаніемъ началу поперечнаго пола и, также продолженный въ обѣ стороны на всю длину плотины, составитъ собою верховой, или прудовой шпунтовый рядъ. Въ то же время ведется третій шпунтовый рядъ на низовой сторонѣ подошвы плотины по линіи *LM* и только на длинѣ этой линіи; всѣ эти три ряда ведутся параллельно между собою.

Шпунтовые сваи приготовляются на Уралѣ изъ лиственничныхъ или сосновыхъ бревенъ, толщиною отъ 6 до 8 вершковъ; въ обдѣлкѣ онѣ оказываются отъ 5 до 7 верш. въ одну сторону и отъ 3 до 4 вершковъ въ другую; шпунтъ дѣлается прямоугольный, въ $1\frac{1}{2}$ вершка въ ширину и глубину. При хрящеватомъ грунтѣ на сваи набиваются желѣзные башмаки. Всего тщательнѣе забивается коренной рядъ, почему въ немъ всѣ сваи забиваются *до отскока*¹⁾.

На верхахъ свай этого шпунтоваго ряда, выровненныхъ подъ ватерпасъ, нарубается гребень, а черезъ каждыя три аршина оставляется шишь: на гребень и шиши накладываются мертвыя брусъ, въ которомъ выбирается пазъ соотвѣтственно гребню и продалбливаются съвозныя гнѣзда для шиповъ; шпунтъ и гнѣзда пригоняются тщательно по гребню и шипамъ и при окончательной укладкѣ бруса на гребень шпунтоваго ряда прокладывается по гребню сермяжное сукно, вымоченное въ вареной смолѣ. Вырытые рвы, послѣ забивки въ нихъ шпунтовыхъ рядовъ, набиваются плотно чистою глиною.

Мертвый брусъ, составляя и порогъ прорѣза, тянется по всей длинѣ стекловаго ряда и всей длинѣ открылковъ и обдѣлывается изъ бревенъ толщиною отъ 14 до 16 вершковъ. Иногда мертвый порогъ образуютъ изъ двухъ такихъ брусевъ, положенныхъ одинъ на другой въ шпунтъ.

Гребни всѣхъ трехъ шпунтовыхъ рядовъ выносятся не на одина-

Черт. LV.
слг. 637.

слг. 637-

1) Когда сваи вбиты до плотнаго материка и частію входятъ въ него, иногда на глубинѣ до 30 фут., то говорятъ на Уралѣ что сваи забиты до отскока.

ковую высоту: высота коренного ряда зависит от высоты заложения порога, которая определяется разностью горизонтов обыкновенного уровня рѣки и высотой поднятой воды, а также толщиной слоя воды допускаемой надъ порогомъ; гребень прудоваго ряда ставится въ уровнѣ или нѣсколько выше уровня воды въ рѣкѣ, при нормальномъ ея состояніи, а вершина нижняго ряда выводится наравнѣ съ почвою.

Иерт. LIV.

сн. 130.

По окончаніи вывода шпунтовыхъ рядовъ, забиваютъ круглыя сваи на всемъ пространствѣ *KMLG*, занимаемомъ прорѣзомъ. Подъ понурный мостъ и ряжи, или свинки, сваи набиваются рядами, въ разстояніи $2\frac{1}{2}$ арш. рядъ отъ ряда и на $1\frac{1}{2}$ аршина свая отъ сваи въ ряду: подъ сливные же мосты ряды бьются въ разстояніи 9 арш. рядъ отъ ряда, а свая отъ сваи въ ряду на разстояніи $2\frac{1}{2}$ аршинъ. Для круглыхъ свай назначаютъ лѣсъ 9-ти-вершковой толщины; на ряды круглыхъ свай кладутъ на шипы насадки.

Понурный мостъ настиляется изъ 3-хъ-вершковыхъ досокъ, причѣмъ верхній его конецъ упирается въ четверть мертваго бруса, а нижній въ четверть бруса насаженнаго на гребень прудоваго шпунтоваго ряда. Пустое пространство подъ понурнымъ поломъ забивается плотно глиною, такъ что доски, прибитыя къ насадкамъ круглыхъ свай, лежатъ непосредственно на глинѣ. Доски, образующія понурный полъ, пригоняются одна къ другой на отдѣльной платформѣ, въ шпунтъ и притомъ такъ, чтобы концы ихъ были направлены въ одну сторону, къ пруду. Настилка производится одновременно съ обѣихъ сторонъ, отъ боковъ къ серединѣ. На насадки, или лежни, съ обоихъ боковыхъ

сн. 631.

краевъ понурнаго пола, кладутся четверти *A* съ двумя въ нихъ шпунтами, изъ которыхъ къ одному притыкается настилка *B* понурнаго пола, а въ другой пригоняется досчатая же обшивка *C*, боковъ водяного двора, какъ это увидимъ ниже. Каждая доска при настилкѣ пола прижимается одна къ другой желѣзными (временными) скобками, и будучи плотно пригнаны на своемъ мѣстѣ прибиваются 6-ти-вершковыми гвоздями къ половымъ насадкамъ. „Цѣль понурнаго моста въ устройствѣ плотинъ очень важная, замѣчаетъ г. *Рожковъ*: будучи подверженъ непосредственно давленію наибольшаго давящаго столба воды, онъ предохраняетъ отъ прожиманія ея все основаніе прорѣза, почему самая работа этого пола должна быть исполнена со всею возможною тщательностію“.

На заложеномъ мертвомъ брусѣ выводятъ *стекловой рядъ*, размѣря въ томъ числѣ *коренныя* (боковыя) и *стекловыя* (щитовыя) стойки съ *краснымъ брусомъ* (верхній брусъ, къ которому прикрѣпляются стойки верхними концами), а также *мяотныя*, или *крѣпостныя* стойки съ открыточнымъ заборомъ (стойки на мертвомъ брусѣ въ мяоти, образующіе, съ обшивкой по нимъ, открылокъ).

Коренныя стойки приготовляются изъ бревень самыхъ толстыхъ размѣровъ, обдѣливая поперечное ихъ сѣченіе квадратомъ до 14 вершковъ въ боку; стойки *ставятся комлями вверхъ*, для предохраненія отъ порчи, такъ какъ верхняя часть ихъ, не будучи покрываема водою, подвергается всемъ переменамъ погоды, а комель болѣе выдерживаетъ отъ

загниванія чѣмъ вершина. Стойки эти шипами, длиною въ 4 вершка, ставятся отвѣсно въ гнѣзда, выдолбленныя въ мертвомъ брусѣ. Съ боковъ къ кореннымъ стойкамъ прибивается досчатая обшивка боковыхъ стѣнъ водянаго и стекляваго дворовъ, какъ видно на фиг. 632; для этого въ коренной стойкѣ вынимается косая четверть на половину ея толщины и въ эту четверть упираются концы обшивочнаго забора водянаго двора, а концы обшивочнаго забора стекляваго двора покрываютъ собою первые концы; обѣ обшивки, изъ досокъ въ 3 вершка толщиной, прибиваются 8-ми-вершковыми гвоздями къ стойкѣ. Передъ прибивкою, въ стыкахъ прокладываютъ просмоленное сермяжное сукно. По продолженному въ мяготь мертвому брусу ставятся, такъ называемыя мяготныя, или крѣпостныя, стойки (одинаково съ обѣихъ сторонъ выпускнаго отверстія); первая стойка приставляется вплотную къ коренной, а прочія ставятся въ разстояніи одной сажени стойка отъ стойки и также шипами въ гнѣзда мертваго бруса. Размѣръ въ обтескѣ мяготныхъ стоекъ менѣе коренныхъ на 3 вершка, кромѣ первыхъ двухъ, прилегающихъ къ кореннымъ стойкамъ (по обѣ стороны прорѣза) и имѣющихъ одинаковые съ ними размѣры, фиг. 632. Связь между этими стойками дѣлается такъ: въ той и другой, въ мѣстѣ соединенія, выбираются четверти *abe* и *dce*, которыя образуютъ собою пазъ, или шпунтъ *abcd*; въ этотъ пазъ вставляется, на просмоленномъ сермяжномъ сукнѣ, брусъ *abcd*, называемый *насынкомъ*; кромѣ того эти стойки связываются между собою желѣзными скобами. Со стороны мяготи, къ крѣпостнымъ стойкамъ прибивается досчатая заборка изъ досокъ 3 вершк. толщиной, соединяемыхъ въ шпунтъ на просмоленномъ сермяжномъ сукнѣ. Эта заборка, вмѣстѣ съ крѣпостными стойками, и составляетъ *открылскъ*, а глиняная забивка между открылкомъ и верхней свинкой будетъ *мяготь*. Концы досокъ открылочнаго забора упираются въ четверть, выбранную въ первой мяготной, или крѣпостной стойкѣ, къ которой и прибиваются гвоздями съ прокладкой просмоленнаго сукна.

Черт. LV.
ши. 632.

Черт. LV.
ши. 632.

Открылки выводятся отъ мертваго бруса до высоты верхняго горизонта воды въ прудѣ, поэтому они не выходятъ на поверхность и покрываются верхними слоями земляной насыпи плотины. Коренныя же стойки выводятся наравнѣ съ верхнимъ гребнемъ плотины; на верхнихъ ихъ концахъ зарубаются шипы, на которые кладется такъ называемый *красный брусъ*. Этотъ брусъ часто составляется изъ двухъ вытесанныхъ бревень и какъ онъ лежитъ внаружѣ, то для предохраненія отъ порчи его пропитываютъ смолою и покрываютъ сверху крошечнымъ желѣзомъ. Прежде обрашивали его красною краской, отчего онъ и получилъ свое названіе. Къ красному брусу прикрѣпляются стеклявыя (щитовыя) стойки своими верхними концами, и которымъ онъ служить упоромъ; въ него же упираются рычаги при открываніи щитовъ или, какъ ихъ называютъ на Уралѣ, *ставней*.

Четыре ряжа, или свинки, располагаются въ бокахъ прорѣза симметрически ¹⁾. Двѣ верхнія свинки, составляющія собою бока входнаго

¹⁾ На фиг. 630 мѣста ихъ заштрихованы.

Черт. LIV. илл. 650. отверстия прорѣза, одной своей стороною ограничиваютъ прудъ, а другою — водяной дворъ. Для образованія воронки онѣ дѣлаются косорубами; до стеклового ряда, или открылковъ, онѣ не доходятъ на 2 сажени. Этотъ промежутокъ между верхними свинками и открылками, набивается глиною, а стѣнка водянаго двора, въ этомъ промежуткѣ, образуется стоечною системою, съ обшивкою досками съ наружной стороны и съ *замятникомъ* съ внутренней, чтобы ослабить давленіе земли въ мяготи на вѣшнюю обшивку. Нижнія свинки рубятся подъ прямымъ угломъ и простираются отъ самыхъ открылковъ до низоваго откоса. Нижніе концы свинокъ опираются на круглыя сваи. При рубкѣ свинокъ, горизонтальныя лежни, поддерживающіе понурный мостъ, концами своими врубаются въ стѣны свинокъ. Высота свинокъ не достигаетъ верхняго гребня плотины на 2 аршина, такъ какъ верхніе вѣнцы ихъ кладутся наравнѣ съ высшимъ уровнемъ воды въ прудѣ.

Къ наружнымъ бокамъ верхнихъ свинокъ, со стороны пруда и водянаго двора, приставляются стойки, называемыя на Уралѣ *боковыми*; со стороны водянаго двора онѣ ставятся пятію шипомъ въ гнѣзда лежней понурнаго пола, а по прудовой линіи въ гнѣзда верхняго бруса шпунтоваго тына. Эти стойки врѣзаются въ стѣны свинокъ по отвѣсу, причерчиваются и прибиваются къ стѣнамъ гвоздями.

Къ этимъ боковымъ стойкамъ прибивается наружная обшивка водянаго двора изъ 3 вершк. толщиною досокъ. Доски обшивки припускаются одна къ другой въ шпунтъ, а нижнія доски вставляются гребнемъ въ шпунтъ *четвертой*, составляющихъ края понурнаго моста, какъ уже это замѣчено выше, фиг. 631. Въ шпунтахъ обшивки прокладывается просмоленное сермяжное сукно. Въ устьѣ прорѣза, обшивка концами своими прибивается къ кореннымъ стойкамъ, какъ видно на фиг. 632. Пространства между обшивкою, стѣнкою свинокъ и боковыми стойками, забиваются глиною по мѣрѣ вывода деревянной стѣны свинки и обшивки; причемъ строго наблюдаютъ, чтобы въ пазахъ свинокъ не осталось промежутка незабитаго глиною ¹⁾.

Нижнія свинки ставятся въ упоръ открылкамъ, причемъ торцы одной стѣны свинокъ упираются непосредственно въ коренныя стойки.

Щиты, или *ставни*, дѣлаются изъ 2½ или 3 вершк. досокъ въ закрой, или даже въ шпунтъ; для скрѣпленія досокъ щита въ нихъ поперекъ запускаются двѣ шпонки и сверхъ того двѣ желѣзныя полосы. Для управленія ставнями къ нимъ придѣлываютъ *сковородники*, т.-е. брусья 5 вершковъ въ квадратѣ, окованные желѣзными обручами и скобами; въ сковородникахъ продѣланы съвозныя гнѣзда, 5 вершк. вышиной и 2½ вершк. шириною, въ эти гнѣзда вставляется рычагъ для подъема и спуска ставней. Сковородни скрѣпляются къ щитамъ желѣзными болтами съ гайками. Ширина щитовъ дѣлается отъ 1½ до 2 аршинъ.

¹⁾ Обшивка со стороны пруда, а также обшивка стеклового двора, производится такимъ же образомъ; равнымъ образомъ полъ стеклового двора выстилается какъ и понурный, но только въ закрой; хотя объ этомъ г. Рожковъ ничего не говоритъ, но о чемъ можно заключить по чертежамъ.

Ставни дѣлають по высотѣ въ два ряда, изъ которыхъ нижній называется *мертвымъ*; верхній рядъ щитовъ имѣеть по одному сковороднику на щитъ, къ каждому же щиту мертваго ряда придѣлывается два сковородника. Кромѣ сковородниковъ къ щитамъ придѣлываютъ еще желѣзные крючья; дабы задѣтымъ за нихъ канатомъ можно было поднять щитъ въ случаѣ поломки сковородника.

Для легкаго движенія ставней, къ обшивкѣ, обхватывающей коренныя стойки, прибаваютъ по небольшому брусу, называемому *пасынкомъ* (также), а нижняя кромка щита (мертваго ряда) ложится на короткій брусъ, утвержденный частію на мертвомъ порогѣ и частію на понурномъ мостѣ, и называемый *напорожникомъ*. Эти брусья предохраняють обшивку и мертвый порогъ отъ ударовъ ставней.

Съ поломъ стекловаго двора непосредственно соединяется сливной мостъ, который тянется параллельно заводскимъ строеніямъ во всю длину ихъ и устьемъ своимъ падаетъ въ русло рѣки. Цѣль сливнаго моста—предохранить берега рѣки, а вмѣстѣ заводскія зданія, отъ подмыва водою, вытекающею чрезъ вешняки во время водополи въ большомъ количествѣ и съ большой скоростью. Ширина сливныхъ мостовъ, имѣющихъ видъ широкихъ деревянныхъ каналовъ, опредѣляется шириною весенняго прорѣза. Для устройства сливнаго моста вбиваютъ ряды круглыхъ свай поперекъ русла, сваю отъ сваи на 2¹/₂ аршина и рядъ отъ ряда на 3 сажени. Вершины свай задѣлываютъ шипами, на которыхъ кладутся поперечныя насадки съ сквозными гнѣздами; по насадкамъ врубаются продольные брусья, а по продольнымъ опять поперечныя, которые схватываются съ сваями желѣзными скобами. Выровнявъ верхнія поперечныя перекладки подъ ватерпасъ, приступаютъ къ настилкѣ пола. Для этого сперва ставятъ боковыя стойки, къ которымъ прибавается боковая досчатая обшивка; стойки ставятся шипами въ гнѣзда, сдѣланные на концахъ поперечныхъ верхнихъ перекладинъ и къ нимъ прислоняются четверти со шпунтами, къ которымъ примыкають, какъ настилка сливнаго моста, такъ и боковая обшивка, какъ на фиг. 633. При моченіи пола доски кладутся въ закрой или въ шпунтъ. На верхи боковыхъ стоевъ кладутся на шипы продольные брусья и кромѣ того стойки подкрепляются извнѣ подкосными упорками. Весь сливной мостъ выводится выше нормальнаго горизонта воды въ рѣкѣ на одинъ аршинъ.

Это устройство сливныхъ половъ, замѣчаетъ г. *Рожковъ*, употребляется на всѣхъ Уральскихъ заводахъ, но оно, по его мнѣнію, невыгодно, такъ какъ 1) требуетъ много лѣса; 2) мосты подвергаются скорой порчѣ, находясь попеременно, то въ сухости, то въ сырости, и требуютъ частыхъ исправленій; 3) сваи находясь въ водѣ, въ теченіе зимы обмерзають и выжимаются изъ земли льдомъ, отчего настилка моста искривляется, и 4) такого рода мосты небезопасны отъ пожара, какъ это указываетъ случай на Камско-Воткинскомъ заводѣ. Вѣроятно дешевизна лѣса въ прежнія времена, говоритъ онъ, служила поводомъ къ такому невыгодному устройству; но укрѣпленіе русла рѣки и береговъ вдоль заводскихъ строеній можетъ быть устроено дешевле; берега

могутъ быть укрѣплены фашинами въ переплетъ, при помощи свай, а укладка нѣсколькихъ рядовъ фашинъ, съ засыпкою ихъ крупнымъ гравиємъ, можетъ хорошо предохранить дно, если оно будетъ выслано на протяженіи 5 или 6 саженой отъ прорѣза. Можно, по его мнѣнію, съ этой же цѣлю употребить плотъ на сваяхъ, но онъ долженъ лежать вовсе безъ наклона и ниже нормальнаго горизонта рѣки.

64. Устройство плотинъ и прорѣзовъ въ Гороблагодатскомъ округѣ¹⁾. — Приведенное въ ст. 63 описаніе устройства плотинъ и водоспусковъ на Уральскихъ горныхъ заводахъ неполно и не касается, не только многихъ подробностей, но и многихъ болѣе важныхъ частей. Поэтому мы считаемъ далеко не бесполезнымъ изложить здѣсь устройство плотинъ въ Гороблагодатскомъ округѣ, слѣдуя описанію работъ г. *Нейберга*, какъ болѣе подробному и обстоятельному. Въ этомъ отношеніи г. *Рожковъ* и г. *Нейбергъ*, такъ сказать, дополняютъ одинъ другаго, и изъ статей обоеихъ можно составить полное и болѣе точное понятіе о способѣ устройства плотинъ на Уралѣ. Хотя при настоящемъ описаніи могутъ встрѣтиться неизбѣжныя повторенія, но мы считали, для ясности изложенія, лучше не соединять того и другаго описанія вмѣстѣ.

На избранномъ мѣстѣ для устройства плотины пробиваютъ вѣхами и кольями линіи направленія плотины, отъ одного берега до другаго, потомъ отмѣривъ ширину плотины (въ подшовѣ) пробиваютъ вторую линію и кольями означаютъ мѣста для прорѣзовъ. На всемъ пространствѣ между двумя первыми линіями снимаютъ деренъ и на всемъ протяженіи плотины вырывается канава, глубиною отъ 2 до 2½ саженой и шириною отъ 5 до 8 саженой, съ откачкою при этомъ изъ нея воды. Въ среднѣй канавѣ²⁾, во всю ея длину, забивается тынъ изъ шпунтовыхъ свай и все пространство канавы, по обѣ стороны шпунтоваго ряда, затрамбовывается плотно чистою, вязкою глиною, чрезъ что основаніе плотины дѣлается непроницаемъ для воды. Лучшими землями для насыпи 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 проникать подъ самыя прорѣзы. Для этого тына употребляются доски, называемыя ларевыми, толщиною въ 3 вершка, шириною отъ 5 до 5½ вершковъ и длиною отъ 3 до 5 саженой, 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.

¹⁾ По описанію г. *Нейберга*. Горн. журналъ на 1854 г., ч. I. кн. 1. стр. 1—47.

²⁾ Средина канавы и шпунтовый тынъ должны находиться на линіи начала поперечнаго моста, считая это начало со стороны пруда.

Тѣсъ и доски, какъ для тына, такъ и вообще для устройства прорѣзовъ, употребляютъ лиственничный или сосновый; еловый и пихтовый не имѣютъ прочности двухъ первыхъ породъ. Досчатая свая заостряется съ двухъ сторонъ ¹⁾; 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 $2\frac{1}{2}$ вершковъ шириною и до 3 вершковъ высотой (фиг. 636).

Черт. LV.
фиг. 635.

фиг. 636.

Круглыя свай забиваютъ подъ всѣ деревянныя части прорѣзовъ, какъ-то: подъ переднія и заднія свинки и подъ лежни понурнаго и сливнаго мостовъ. Подъ каждую изъ переднихъ свинокъ бьются свай 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 свай 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 свай бьются въ разстояннн одна отъ другой на сажень во всѣ стороны. Бревна на круглыя свай 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 свай срѣзаются подъ ватерпасъ и на концахъ всѣхъ свай зарубаются шипы.

Черт. LVII.
фиг. 638.

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, а именно онѣ занимаютъ площади *abcd* и *efgh* 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 вѣнды свинокъ гнѣздами кладутся на шипы круглыхъ свай. Всѣ углы мертвыхъ свинокъ отесываются съ обѣихъ сторонъ, для плотнаго утрамбованія около нихъ глины.

фиг. 638.

Понурный и сливной мосты дѣлаются двойные, т.-е. въ два ряда досокъ. Лежни подъ нижніе мосты, понурный и сливной, кладутся гнѣздами 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

¹⁾ См. гл. XI второй части, ст. 35 и 37.

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 тынь, какъ уже видѣли, пробивается во всю длину плотины по линіи начала понурнаго пола, другой шпунтовый тынь, называемый *основнымъ* (кореннымъ), пробивается параллельно первому у другаго конца понурнаго пола у самыхъ переднихъ крѣпостныхъ свинокъ (фиг. 638). Этотъ шпунтовый рядъ пробивается для того, что еслибы вода прожалась подъ понурный мостъ, то этотъ тынь 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 тынь дѣлается также изъ ларевыхъ досокъ и по забивкѣ на немъ задѣлывается суживающійся кверху гребень, на который насаживается мертвый брусъ. Брусъ этотъ составляется изъ двухъ брусевъ, изъ нихъ нижній называется собственно *мертвымъ брусомъ*, а верхній *подпорожнымъ*. 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 $2\frac{1}{2}$ вершк., а въ мертвомъ до 3-хъ вершковъ. Нижнія кромки мертваго бруса отесываются (фиг. 637) для удобнаго набиванія подъ него глины, а выемки *a, a*, 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 шпилями; для нихъ пробурываются дыры въ разстояніи 2 аршинъ одна отъ другой; головки шпилей обвертываются смоленнымъ сукномъ и шпильи забиваются ручными бабами въ одинъ приемъ. Длина шпилей дѣлается такою, что они проходя насквозь оба бруса, входятъ еще вершка на 4 или на 5 въ шпунтовый тынь.

Черт. LV.

Мертвый и подпорожный брусья, по длинѣ, составляются каждый изъ трехъ брусевъ, которые между собою соединяются стычнымъ шиномъ въ проушину; стыки брусевъ должны приходиться въ мяготи, а не подъ стекловымъ рядомъ, гдѣ брусья должны быть цѣльные. Въ стыкахъ брусевъ прокладывается смоленая кошма. Средніе брусья, т.-е. подъ стекловымъ рядомъ, дѣлаются толщиной въ 14 и 15 вершковъ, а крайніе, въ мяготи, въ 10 и 12 вершковъ. Брусья 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 отърылочныхъ, и заднихъ, или крѣпостныхъ свинокъ. Рубка свинокъ производится изъ бревень толщиной 6 — 7 вершковъ, въ лапу и пазъ, обтесывая притомъ всѣ углы и тѣ стороны, къ кото-

рымъ 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. Премежутокъ между передними и задними свинками, по ширинѣ плотины, или пространство называемое мяготью, оставляется не менѣе 2 сажени 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-стѣнныя, а заднія семи-стѣнныя. Три продольныя стѣны (т.-е. направленныя вдоль плотины) въ каждой изъ переднихъ свинокъ параллельны между собою и общему направленію плотины, вѣшняя, поперечная, къ нимъ перпендикулярна, а пятая, внутренняя поперечная, вслѣдствіе разсвѣта, 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 сажени; ширина прудовой стѣны бываетъ отъ 8 до 12 аршинъ, а ширина стѣны обращенной къ мяготи на $\frac{1}{6}$ часть длиннѣе. Высота вырубкы 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), Черт. LVII. фиг. 638.

Размѣры крѣпостныхъ свинокъ опредѣляютъ слѣдующимъ образомъ: половину длины прорѣза, или длину сливнаго пола, дѣлятъ на три части; на двухъ крайнихъ частяхъ строятъ квадраты, которые даютъ величины для двухъ срубовъ каждой изъ крѣпостныхъ свинокъ, середина же между этими двумя квадратами будетъ мяготь. Но хотя крѣпостныя свинки и состоятъ каждая изъ двухъ отдѣльныхъ срубовъ, но эти срубы имѣютъ одну общую сторону или стѣну *ik* (фиг. 638), которая прилегаетъ къ сливному полу. Стороны или стѣны *fi*, *kk* крѣпостныхъ свинокъ, рубятся также съ откосомъ въ $\frac{1}{6}$, какъ и прудовыя стѣны переднихъ свинокъ. Всѣ свинки рубятся на мѣстѣ, въ самомъ прорѣзѣ, чтобы избѣжать излишней работы на перемѣщеніе ихъ, если бы онѣ рубились предварительно на берегу. Нижніе вѣнцы переднихъ свинокъ кладутся гнѣздами на шины круглыхъ свай, нижніе же вѣнцы крѣпостныхъ — продолжаютъ рубкой на мертвыхъ свинкахъ. Черт. LVII. •авг. 638.

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 съ теченія. Концы насыпи плотины врѣзываются въ берега на протяженіи отъ 3 до 5 сажени, 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 равномернo. Для утрамбованія насыпаемой земли, на каждую квадратную сажень плотины ставится 5 до 8 человекъ, которые уколачиваютъ землю колотушками. Колотушки состоятъ изъ деревяннаго черена (ручки) длиною въ $\frac{3}{4}$ роста человека и толстаго деревяннаго наконечника, большею частію березоваго, или какаго нибудь тяжелаго металлическаго тѣла, вѣсящаго отъ 6 до 10 фунтовъ, посаживаемаго на конецъ черена. Иногда посаживаютъ гранату, иногда же дѣлаютъ особыя четырехугольныя желѣзныя пластинки, въ видѣ большихъ гаекъ, и трамбуютъ ими. Каждый трамбуемый слой не долженъ быть толще 2—3 вершковъ, чтобы возможно было придать ему бoльшую плотность. Когда насыплотъ 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 прибиваніе 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 становятъ 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 сплотилась съ прежнею. На самые верхніе слои плотины, до которыхъ прудовая вода не достигаетъ, насыпаютъ мелкій щебень или гравій и потомъ песокъ.

Понурный и сливной мосты дѣлаютъ ординарными или двойными, изъ 3 вершковыхъ досокъ въ шпунтъ. Глубина шпунта обыкновенно въ $\frac{1}{4}$, а ширина въ 1 вершокъ. Доски также приплачиваются одна къ другой на платформѣ и въ понурномъ мостѣ всѣ концы досокъ направляются къ прудовой сторонѣ. Выстилка половъ, на выровненныхъ подъ ватерпасъ лежнякъ, начинается отъ прибитыхъ къ лежнямъ четвертей съ двумя шпунтами (фиг. 631) и оканчивается въ срединѣ пола. Каждая доска нажимается къ прежде уложенной и прибитой гвоздями, желѣзными скобами и между каждыми двумя досками, въ шпунтѣ, прокладывается осмоленное толстое крестьянское сукно. Нажавши доски скобами, прибиваютъ ихъ 8 вершковыми гвоздями, вколачивая въ каждую четырехъ саженную доску отъ 8 до 12 гвоздей. Фиг. 640 и 641 показываютъ соединеніе понурнаго и сливнаго половъ съ порожнымъ брусомъ и соединеніе понурнаго пола съ безымяннымъ брусомъ. По сдѣланіи нижнихъ половъ укладываютъ на эти полы второй рядъ лежней, отвѣсно надъ нижними лежнями; эти лежни обтесываются сверху и снизу

Черт. LIV.

Черт. LVII.

и кромѣ того на нижней ихъ сторонѣ въ вешняжномъ, или водосливномъ полу, поперекъ лежней дѣлается отъ 5 до 6 выемокъ, въ которые можетъ стекать вода просочившаяся сквозь верхній полъ. На вторые лежни понурнаго и сливнаго половъ стелется второй полъ, верхній, точно такимъ же образомъ какъ и нижній. При настилкѣ, какъ нижнихъ, такъ и верхнихъ половъ, стыки досокъ должны приходиться на лежняхъ; кромѣ того, стыки верхнихъ половъ не должны быть надъ стыками нижнихъ половъ, чтобы насколько возможно не позволить водѣ пройти въ земляную набивку подъ полами; для той же цѣли иногда концы сливнаго пола наводятъ вершковъ на 10 на концы понурнаго пола какъ видно въ *a*, фиг. 639; иногда также на верхнемъ, или второмъ сливномъ полу, дѣлается еще третій, малый сливной полъ *b*, фиг. 639, для того чтобы прошедшій чрезъ запоры ледъ, падая съ высоты, не могъ бы повредить большой верхній полъ.

• ил. 642.

Длина понурнаго пола дѣлается равною половинѣ длины прорѣза, а потому длина сливнаго пола равна длинѣ понурнаго. Ширина сливнаго пола дѣлается одинаковою по всему его протяженію и равною ширинѣ отверстія водоспуска; ширина же понурнаго пола, въ мѣстѣ соединенія съ сливнымъ, равна ширинѣ послѣдняго, а при началѣ на $\frac{1}{3}$ болѣе ширины сливнаго пола. Сливнымъ поламъ даютъ покатость, вниз по теченію, отъ $\frac{1}{2}$ до 1 вершка на каждую сажень протяженія пола; а въ понурныхъ полахъ покатость дается въ противоположную сторону и отъ 5 до 7 вершковъ на каждую сажень ихъ протяженія.

Обшивочными, или *мяотными*, *стойками* называютъ вертикальные брусья, прикрѣпляемые къ свинкамъ; къ этимъ стойкамъ прибивается обшивка изъ досокъ, служащая для охраненія свинокъ и образующая собою бока прорѣза. Бревна на эти стойки употребляются толщиною отъ 9 до $10\frac{1}{2}$ вершковъ, длина же стоекъ равна высотѣ прорѣза. Обшивочныя стойки утверждаются шипами во-первыхъ, въ лежни понурнаго и сливнаго пола, и во-вторыхъ, въ брусья съ прудовой стороны и мяоти. Для большей крѣпости, стойки соединяются со свинками 12 вершковыми желѣзными шпильями, вколачивая въ каждую стойку по два шпилья. Число этихъ стоекъ зависитъ отъ величины прорѣза; помѣщаютъ же ихъ обыкновенно въ каждый лежень верхняго понурнаго и сливнаго половъ и чрезъ сажень разстоянія въ брусья съ прудовой стороны и мяоти. Обшивка по стойкамъ дѣлается изъ 3 вершковыхъ досокъ въ шпунтъ, глубиною $\frac{1}{2}$ и шириною 1 вершокъ. Между досками въ шпунтъ прокладываютъ смоленое сукно. Доски прибиваются къ стойкамъ 8 вершковыми гвоздями на разметъ, вколачивая сквозь доску въ каждую стойку по два гвоздя. Концы боковыхъ обшивокъ водянаго и стекляваго дворовъ должны сходиться между собою на коренныхъ стойкахъ, для чего коренная стойка стесывается сообразно направленію обшивки водянаго двора.

Черт. LVII.

• ил. 643.

Для того чтобы набиваемая между стѣнами свинокъ и обшивкою глина не оттягивала прочь обшивки, обшивку въ водяномъ дворѣ распоркаютъ, помощію *прислонныхъ* и *распорныхъ стоекъ*, горизонтальными распорками. На верхнихъ концахъ этихъ стоекъ зарубаются шипы и

Черт. LVIII.

• ил. 644.

по нимъ кладутъ въ перевязъ брусья поперекъ и вдоль всего водянаго двора въ два вѣнца. Эта верхняя обвязка лежитъ выше уровня воды въ прудѣ и зимой по ней настилаютъ тесъ или доски, которыя предохраняютъ воду отъ замерзанія на водяномъ дворѣ. Прислонныя стойки ставятся вертикально вплотъ къ обшивкѣ, къ которой прибиваются гвоздями; а внизу шипомъ ставятся въ гнѣзда лежней. Между противоположными прислонными стойками водянаго двора ставятся въ срединѣ этого двора, въ одну поперечную линію съ прислонными, — распорныя стойки; если прорѣзъ широкъ, то ставятъ двѣ и болѣе распорныхъ стоекъ въ каждомъ ряду (черт. LVII фиг. 646). Распорныя стойки утверждаются внизу тоже шипами, но не въ лежни, а въ брусъ положенный сверху по длинѣ всего понурнаго пола и врубленный въ лежни. При двухъ распорныхъ стойкахъ кладутся два такихъ бруса по понурному полу. Распорныя стойки бываютъ толщиною отъ 10 до 11 вершковъ; онѣ не тешутся брусомъ, а для большей прочности оставляются круглыми.

Между прислонными и распорными стойками дѣлаются въ два ряда распорки, толщиною отъ 8 до 9 вершковъ; верхъ ихъ стесывается острымъ ребромъ, чтобы сажающійся на нихъ ледъ могъ удобнѣе скатываться и не задерживаться.

На одномъ концѣ этихъ распорокъ дѣлается шипъ длиною и толщиною, въ 3 вершка, который входитъ въ соответствующее гнѣздо сдѣланное въ распорной стойкѣ, фиг. 646, другой же конецъ этой распорки загоняется балдой въ выемку, сдѣланную въ полѣ-дерева со стороны пруда въ прислонной стойкѣ и для большей прочности еще прибивается 8 верш. гвоздемъ.

На фиг. 646 представлена часть водянаго двора въ планѣ и въ вертикальномъ разрѣзѣ: гдѣ 0,0, — обшивочныя, или мяготныя стойки; *p, p*, — прислонныя стойки; *q, q*, — распорныя стойки; *r, r*, — распорки; *s, s*, — продольные брусья, на которые ставятся распорныя стойки; *t, t*, — верхняя обвязка по стойкамъ.

Это сооруженіе, представляя рядъ кѣтчатыхъ перегородокъ изъ распорныхъ брусевъ и распорокъ, предохраняетъ стекловой рядъ и отъ напора льда ¹⁾.

Черт. LVII.

фиг. 642
и 644.

Для укрѣпленія щитовыхъ, или стекловыхъ, стоекъ въ стекловомъ ряду, служатъ *водорѣзные стойки* (или *подможныя*) съ ихъ подкосными брусьями, устанавливаемыми вдоль сливнаго пола противъ мѣста каждой стекловой стойки; онѣ служатъ какъ контръ-форсы всему стекловому ряду и вмѣстѣ подпорами проѣздному мосту. Для установки этихъ стоекъ, вдоль сливнаго пола кладутся, противъ каждой щитовой стойки, брусья *a*, врубаемые въ поперечные лежни сливнаго моста, до настилки верхняго пола, и къ которымъ, въ сдѣланные шпунты, примыкаетъ верхняя половая настилка, фиг. 642.

фиг. 642.

На комляхъ водорѣзныхъ стоекъ *b*, дѣлаются шипы *c*, называемые *сапогомъ*, а на продольномъ брусѣ *a* выдалбливаются въ треть дерева

¹⁾ На черт. LVIII фиг. 648 представленъ видъ водянаго двора со стороны пруда.

соотвѣтственныя гнѣзда, въ которыя и вставляются водорѣзные стойки; но чтобы шипы могли удобно входить въ гнѣзда, эти послѣднія по длинѣ дѣлаются равными толщинѣ водорѣзнаго бруса; когда стойка сапогомъ вставится въ гнѣздо, то въ остающуюся часть гнѣзда забивается плотно клинъ и такимъ образомъ стойка зажимается шипомъ въ гнѣздѣ. На верхнихъ концахъ водорѣзныхъ стоекъ, выравненныхъ по ватерпасу, зарубаются шипы, на которые накладывается брусъ связывающій водорѣзные стойки, на одномъ и томъ же брусѣ *a*, между собою. Для того чтобы стойки оказывали сопротивленіе давленію воды на щиты и, чтобы вода при паденіи своемъ на мостъ не могла вышибать водорѣзныхъ стоекъ, между ними загоняютъ укосины, толщиною въ 4 и 4½ вершка, имѣющіе на верхнемъ своемъ концѣ шипъ, входящій въ гнѣздо предыдущей (передовой) стойки, пробитое на высотѣ около 3 аршинъ отъ сливнаго пола; нижній же конецъ укосины загоняется въ выемку дѣлаемую въ водорѣзной стойкѣ съ боку у самаго бруса *a*, и прибивается къ стойкѣ гвоздемъ. Передовая стойка подпирается двумя укосинами. Водорѣзные стойки снизу, до нѣкоторой высоты (до которой не доходитъ вода, стекающая по сливному полу), обшиваются съ обѣихъ боковъ досками, отъ 1-й до 3-й стойки, 3 вершков. толщины а далѣе 1½ вершк. толщины. Каждая доска къ каждой стойкѣ прибивается двумя 8 вершков. гвоздями въ разметъ. Сверху обшивки наколачиваются доски, препятствующія всякому сору попадать между обшивками. Связанныя такимъ образомъ и стоящія на одномъ и томъ же продольномъ брусѣ *a* водорѣзные стойки, образуютъ собою середовые устои, поддерживающіе стекловой рядъ. Стойки утверждаются въ подпорожный брусъ, къ которымъ прислоняются запоры, или щиты, называются *стекловыми*; крайнія изъ нихъ извѣстны подъ названіемъ *коренныхъ*. Коренныя стойки утверждаются въ порожный брусъ шипами до 4 вершк. длины, къ крѣпостнымъ же свингамъ придѣлываются весьма тщательнымъ образомъ. Среднія стекловыя стойки (называемыя также *хрящевыя*) придѣлываются и ставятся на просмоленной кошмѣ къ стыку половъ (понаурнаго сливнаго), но не на шипы, потому что онѣ ставятся возлѣ среднихъ водорѣзныхъ стоекъ и схватываются съ ними двумя болтами, фиг. 642. Съ боковъ у стекловыхъ стоекъ дѣлается гребень, толщиною въ 3½ и шириною въ 2½ вершка, для хода по немъ щитовъ.

снг. 644.

На верхнихъ концахъ, какъ стекловыхъ, такъ и коренныхъ стоекъ, выровненныхъ подъ ватерпасъ, зарубаются шипы, на которые накладывается *красный брусъ n*. Стекловыя стойки въ сѣченіи представляютъ квадратъ, бокъ котораго равенъ 12 вершкамъ. Къ кореннымъ стойкамъ, какъ уже знаемъ, прибивается обшивка водянаго и стекловаго дворовъ; но какъ между коренными и хрящевыми стойками должны двигаться щиты, то для удержанія ихъ отъ напора воды, прибиваются къ обшивкѣ, въ томъ мѣстѣ гдѣ обѣ обшивки сходятся на коренной стойкѣ, брусъ, извѣстныя подъ названіемъ *насышковъ*, между которыми и хрящевыми стойками двигаются крайніе щиты у коренныхъ стоекъ. Нижній конецъ *насышковъ* обдѣлывается соотвѣтственно стыку половъ сливнаго и по-

Черт. LVII.

снг. 644
и 645.

снг. 643.

нурнаго; бокъ его обращенный въ хрящевой стойкѣ тешется прямымъ брусомъ, бокъ же прилегающій къ обшивкѣ имѣетъ выемку или четверть, соотвѣтственную стыку обшивки. Къ обшивкѣ они прибиваются гвоздями, съ прокладкой смоленой кошмы въ прикосновеніи ихъ съ полами и обшивкой, фиг. 643. Между стекловыми стойками, внизу ихъ, вгоняется брусъ, называемый *порогомъ*, толщиною отъ 5 до 8 вершковъ, въ которомъ нижняя и верхняя грани имѣютъ вынутыя четверти; нижняя — соотвѣтственно боровку, образуемому при соединеніи двухъ верхнихъ половъ на подпорожномъ брусѣ, а верхняя четверть, глубиною и шириною 3 вершка, равная четверти у стекловыхъ стоекъ, служитъ опорой для нижней кромки щита. Порогъ тщательно придѣлывается къ полу и прибивается къ нему, съ просмоленною кошмою, на шпиль. Возлѣ порога, со стороны стекловаго двора, утверждается на верхнемъ сливномъ полу брусъ, упирающійся концами въ боковыя обшивки и серединою въ брусъ *a*, фиг. 642; онъ служитъ для укрѣпленія порога, чтобы его не вышибло водою.

• ил. 644.

По всѣмъ стойкамъ прорѣза врубаются подъ ватерпасъ въ два ряда продольные и въ одинъ рядъ поперечныя обвязки изъ брусевъ, толщиною въ 10 вершковъ; на этихъ обвязкахъ кладется настилка проѣзднаго моста. На стекловыя и подможныя стойки кладется красный брусъ, состоящій изъ цѣльнаго по длинѣ дерева и по толщинѣ изъ сплоченныхъ четырехъ брусевъ, связанныхъ обручами полосоваго желѣза; красный брусъ обшивается кровельнымъ тесомъ съ боковыхъ сторонъ, а на верхъ его готовится изъ досокъ съемная крышка, предохраняющая брусъ отъ сырости.

• ил. 645.

Черт. LVIII.

• ил. 647
и Черт. LIX.

Для предохраненія водоспусковъ (прорѣзовъ) въ весеннее время отъ напора льда, устраивается впереди ихъ дворъ изъ круглыхъ свай и обвязокъ вверху ихъ, фиг. 647. Сваи для этого выбираются прямыя и остругиваются гладко для того, чтобы окружающій ихъ ледъ, въ зимнее время, садился вмѣстѣ съ убылью воды, а не задерживался бы на сваяхъ. Сваи эти вбиваются по угламъ многоугольника и по срединѣ его сторонъ. Число сторонъ многоугольника бываетъ различное и увеличивается или уменьшается смотря по ширинѣ прорѣза. По забитымъ сваямъ кладутся на шпиль брусъ по радиусамъ (огнивы) и продольные, между которыми настиляется полъ. Въ углахъ же многоугольника огнивы проходятъ на сваяхъ до середины верхняго бруса прорѣза и тутъ уже соединяются въ общій узелъ и скрѣпляются съ брусомъ желѣзными наугольниками или скобами.

Щиты дѣлаются также какъ это описано въ предыдущей ст. 63; смотря по высотѣ прорѣза, щиты ставятся въ три ряда или въ два ряда, одинъ надъ другимъ: для нижняго и средняго ряда щитовъ доски употребляются толщиною въ $3\frac{1}{2}$ вершка, а для щитовъ верхняго яруса — въ 3 вершка. Сверхъ верхнихъ щитовъ вставляются въ окна накладки изъ досокъ, толщиною въ $2\frac{1}{2}$ дюйма, съ прибитыми къ нимъ для подниманія крючьями; эти накладки, легко поднимаемыя, служатъ для спуска воды при малой ея прибыли.

Сливные мосты, составляющіе продолженіе сливнаго пола, для охраненія дна и береговъ въ предѣлахъ заводскихъ строеній, устроиваются совершенно также какъ описано въ предъидущей ст. 63. Длину сливнымъ мостамъ даютъ отъ 45 до 60 саженой, покатость же имъ даютъ 1 дюймъ на каждую сажень длины ¹⁾.

Вмѣстѣ со всѣми вышеописанными плотничными работами прорѣзовъ, какъ весеннаго, такъ и рабочаго (который на Уральскихъ заводахъ, какъ увидимъ ниже, устроивается совершенно также, какъ и весенній, отличаясь отъ послѣдняго только шириною отверстія), ведутъ и насыпь плотины съ засыпкою свинокъ, исключая того мѣста въ насыпи, которое оставлено для входа воды во время работы, если вода не отведена перемычкою. По окончаніи же всѣхъ предъидущихъ работъ приступаютъ къ задѣлкѣ и этой части.

Прежде забивки шпунтоваго тына, который долженъ прекратить теченіе рѣки, устроиваютъ двѣ небольшія свинки съ наружной стороны плотины (т.-е. со стороны пруда на обоихъ берегахъ теченія); потомъ кладутъ поперекъ рѣки обтесанныя бревна, одно у свинокъ внизу, а другое вверху. Эти бревна придаютъ вертикальное направленіе шпунтовымъ сваямъ, несмотря на усиливающійся, 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 свай. 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 дерну, дерева и камня. Дернь, для покрытія откосовъ, рѣжутъ желѣзными лопатами, стараясь захватить какъ можно глубже, съ землею, чтобы онъ лучше принимался. Укладываютъ же дернь двойкою: травой вверху и травой внизъ. Дернь положенный зеленою стороною внизъ, по мнѣнію г. *Нейберга*, весьма проченъ и въ короткое время покрывается травою. Во всякомъ случаѣ онъ долженъ быть превозможенъ деревянными шпильками, чтобы держался и не сползалъ съ откоса, и при настиланіи плотно прибить въ землѣ. Деревянная одежда въ послѣднее время совсѣмъ выходитъ изъ употребленія, такъ какъ скоро сгниваютъ, замѣчаетъ г. *Нейбергъ*; каменная же одежда хотя сначала обойдется дороже дерновой и деревянной, но зато она гораздо прочнѣе и вполнѣдствіи 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*,

Черт. LVIII.

сиг. 649.

1) См. черт. LIX, изображающій водоспуски Кушвинскаго завода на Уралѣ.

ихъ должно класть ребромъ, перпендикулярно къ откосу, что придастъ большую прочность каменной одеждѣ ¹⁾. Въ такомъ случаѣ камень, служащій основаніемъ всѣмъ остальнымъ, долженъ имѣть нижнюю сторону горизонтальную, а верхнюю перпендикулярную къ откосу, фиг. 649.

Каменную одежду изъ булыжнаго камня дѣлають также съ прокладкою свѣжимъ мохомъ и уколачивая молоткомъ. Когда мохъ разрастается и своими корнями переплететъ камни, тогда и этотъ родъ каменной одежды бываетъ очень проченъ.

Въ плотинахъ Гороблагодатскаго округа, при скоромъ притока воды и большими массами, устрояють для выпуска излишней воды по два прорѣза, шириною каждый отъ 7 до 9 саженей 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 притока воды, устроиваются по одному прорѣзу, шириною отъ 5 до 7 саженей, 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 устроить, говоритъ г. *Нейбергъ*, отдѣльный рабочій прорѣзъ, для того, чтобы въ случаѣ перестройки одного прорѣза, можно было пустить воду на дѣйствіе колесъ изъ другаго.

Изъ предъидущихъ 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 стеклявой рядъ съ отырылками, составляютъ основную, непроницаемую 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 отырылками, а также концы мертваго бруса, а чрезъ коренныя стойки и концы краснаго; 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 охраняють собою плотину и прорѣзъ отъ напора воды и стремленія ея при входѣ въ воронку водослива, представляя собою неподвижныя и неразмываемые водою части. Мягочъ, раздѣляя собою свинки, не представляетъ водѣ возможность пробираться сквозь всю ширину плотины по пазамъ свинокъ, что могло бы случиться, если бы свинки залегали непрерывно во всю ширину земляной насыпи,

¹⁾ Въ этомъ отношеніи см. гл. XVII, ст. 51.

безъ 2-хъ-саженной перемычки изъ чистой, крѣпко убитой глины, образующей мяготь. Плотнo убитая и заключенная между двумя свинками, она не производитъ почти никакого давленія на стоечную стѣнку, ограничивающую ее со стороны водянаго двора. Толстая шпунтовая обшивка, съ затолочкою за ней вязкою сухою глиною, предохраняетъ доступъ воды во внутрь ряжевыхъ свинокъ, рубленныхъ, притомъ, 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 стекловоій рядъ отъ волнъ, а также даетъ возможность предохранить въ немъ воду отъ замерзанія, такъ какъ, по обвязкамъ распорныхъ стоекъ, весь водяной дворъ покрывается сверху зимою тесомъ, а по тесу, для большей теплоты, можетъ быть и прикрытъ соломою или хвоей.

Такое устройство водянаго двора представляетъ и то удобство, что въ случаѣ необходимыхъ исправленій верхнихъ частей прорѣза, не покрытыхъ водою, а также и стекловоаго 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 служитъ 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 прочності 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

вполнѣ 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, несмотря 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.

Изъ предыдущихъ описаній нельзя не замѣтить нѣкоторой, такъ сказать, шаблонности во всѣхъ Уральскихъ плотинахъ, такъ какъ очевидно одинъ и тотъ же типъ, почти безъ всякаго разнообразія, подражательно повторяется на всѣхъ частныхъ и казенныхъ заводахъ, несмотря на различіе свойствъ рѣкъ; повторяется даже въ ширинѣ отверстій водоспусковъ, какъ это видно изъ цифръ приведенныхъ въ этомъ отношеніи г. *Цейбергомъ*.

Быть можетъ, и даже вѣроятно, что принятый на Уралѣ типъ створчатыхъ плотинъ оказался особенно удобенъ и соответственъ заводскимъ потребностямъ и мѣстному климату; но иногда, какъ утверждаетъ и г. *Рожковъ*, простое подражаніе, не всегда хорошо приравненное къ мѣстнымъ условіямъ, служило главною причиною сходства въ устройствѣ большинства Уральскихъ плотинъ. Однако нѣтъ сомнѣнія, что при устройствѣ у насъ гдѣ бы то ни было створчатыхъ плотинъ, многіе приемы и практическія указанія въ вышеприведенныхъ описаніяхъ устройства Уральскихъ плотинъ, могутъ оказаться чрезвычайно полезными и заслуживающими полного вниманія строителей.

Въ главахъ XVIII и XIX мы привели основныя правила устройства створчатыхъ плотинъ, преподанныя извѣстными и опытными гидротехниками; и здѣсь мы не будемъ входить въ подробный разборъ, на сколько устройство Уральскихъ плотинъ придерживается этихъ правилъ, или отступаетъ отъ нихъ. Кто усвоилъ себѣ эти правила, тому не трудно, изъ предыдущаго описанія, замѣтить всѣ сходства съ ними и оцѣнить цѣлесообразность нѣкоторыхъ отступленій. Мы советуемъ только, при оцѣнкѣ сооруженій приводимыхъ нами какъ примѣры, постоянно имѣть въ виду эти главныя и основныя правила и по нимъ судить о достоинствѣ этихъ сооруженій. Только изъ сопоставленія многихъ примѣровъ можно составить себѣ ясное и полное понятіе, какъ о трудности и сложности этого рода работъ, такъ и получить навыкъ практически удачно пользоваться этими примѣрами въ каждомъ данномъ случаѣ, перечислить которые въ общихъ правилахъ нѣтъ никакой возможности.

65. Каменный водоспускъ, устроенный г. Гаусманомъ (съ 1859 по 1863 г., когда былъ оконченъ) въ Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ.—Въ этомъ сочиненіи мы уже неоднократно упоминали о каменномъ Сестрорѣцкомъ водоспускѣ; здѣсь приведемъ краткое описаніе его устройства ¹⁾.

Водоустройство Сестрорѣцкаго оружейнаго завода основано на притокахъ рѣкъ Сестры и Черной, въ мѣстѣ сліянія которыхъ образовано заводское водохранилище, имѣющее до 12 квадр. верстъ поверхности, уровень котораго на 28 футовъ выше уровня Финскаго залива, находящагося въ полутора верстахъ отъ такъ называемой новой спусковой плотины, о каменномъ водоспускѣ которой идетъ рѣчь. Въ 1839 году, каменный же водоспускъ устроенный на отводномъ каналѣ р. Сестры, былъ сорванъ весенней водой и съ тѣхъ поръ р. Сестра стала изливаться прямо въ Финскій заливъ, минуя заводское водохранилище. Чтобы удержать въ немъ воды р. Черной (которая, по покинутому р. Сестрой руслу, могла бы, при нѣкоторомъ подпорѣ, обратить свои воды въ тотъ же отводный каналъ) была тогда же, въ этомъ руслѣ р. Сестры (ниже ея прорыва по прежнему теченію) устроена временная перемычка, подъ прикрытіемъ которой въ 1841 году устроенъ былъ деревянный водоспускъ, служившій для задержанія водъ р. Черной и вмѣстѣ для спуска излишнихъ весеннихъ водъ изъ водохранилища. Но этотъ водоспускъ, особенно пострадавшій отъ весеннихъ разливовъ 1849 и 1852 годовъ и служившій еще въ 1860 году, не считали уже надежнымъ, а въ случаѣ его прорыва заводу могла угрожать остановка. Поэтому для управленія заводскою водою предположено было устроить новую спусковую плотину съ каменнымъ водоспускомъ на томъ мѣстѣ, на которомъ въ 1830 году, для спуска излишнихъ водъ, была устроена по проекту генерала *Дестрема* водосливная плотина, сорванная водою въ 1863 году. Прорывъ ея, въ то же время, былъ задѣланъ глухою дамбой, которая послужила перемычкой при устройствѣ новаго каменнаго водоспуска. По окончаніи этого водоспуска, дамба была прорѣзана и вода резервуара пущена сквозь новый водоспускъ. Тогда же, въ 1863 году, въ отводномъ каналѣ р. Сестры была устроена г. *Гаусманомъ* глухая плотина, о которой мы говорили выше (гл. XVII ст. 52), чрезъ что вода р. Сестры вновь обращена въ заводское водохранилище, а деревянный водоспускъ 1841 г. потерялъ значеніе и былъ разобранъ.

Размѣры и начертаніе водоспуска были опредѣлены на слѣдующихъ основаніяхъ: 1) уровень резервуара надъ уровнемъ Финскаго залива долженъ стоять на 28 футовъ; дно русла проводящихъ воду на гидравлическія колеса, какъ и прежде, должно лежать ниже этого уровня на 4 фута, чтобы дать для наливныхъ колесъ достаточный напоръ. Наибольшій слой воды допущенный надъ порогомъ, долженъ быть не болѣе 7 футовъ.

¹⁾ Новый каменный водоспускъ на Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ *К. Гаусмана*. Неизвѣстный журналъ 1864 г. № 2 (мартъ и апрѣль) и нѣсколько словъ о Сестрорѣцкой дамбѣ М. Г.

Наибольшій весенній притокъ р. Сестры составляетъ 4000 куб. фут., а р. Черной до 2000 куб. футовъ въ секунду; при напорѣ надъ порогомъ въ 7 футовъ, шириной отверстія дано 75 фут., распределенныхъ на три пролета, каждый въ 25 футовъ. Эта ширина отверстія совершенно достаточна для пропуска весеннихъ водъ рр. Сестры и Черной, а равно ручьевъ и стоковъ попадающихъ непосредственно въ резервуаръ¹⁾. Пролеты образуются двумя береговыми устоями и двумя середовыми быками, толщиной каждый въ 10 футовъ. Каждый изъ трехъ пролетовъ раздѣленъ чугунными стойками на три щитовыя отверстія. Каждый щитъ состоитъ по высотѣ изъ двухъ частей, для облегченія подъема. Черезъ пролеты, образованные устоями и быками, устроенъ мостъ для сообщенія по плотинѣ. 2) Такъ какъ мѣсто водоспуска отстоитъ отъ берега Финскаго залива около $1\frac{1}{2}$ версты, то на этомъ разстояннн нужно было распределить надлежащимъ образомъ всю высоту паденія воды, составляющую 28 футовъ между горизонтомъ запруды и моремъ.

Вслѣдствіе свойствъ мѣстнаго грунта, песчанаго и удобообразымаемаго, предположено было бѣольшую часть этого паденія расположить въ предѣлахъ самаго водоспуска, для чего длинѣ его флюдбета дано около 16 сажени. Верхняя плоскость порога заложена, какъ сказали выше, на 7 футъ ниже горизонта воды въ резервуарѣ, или на 3 фута ниже дна водопроводныхъ руслъ. Слѣдовательно $28 - 7 = 21$ фут. паденія въ дѣйствительности, нужно было распределить на длинѣ 16 сажени водоспуска и на $1\frac{1}{2}$ верстной длинѣ отводнаго канала. Это распределеніе сдѣлано слѣдующимъ образомъ: камни порога, надъ первой горизонтальной площадкой сливнаго пола возвышаются на $1\frac{1}{2}$ фута; вторая горизонтальная площадка расположена ниже первой на 4 фута; третья, также горизонтальная, ниже второй также на 4 фута; оба уступа вертикальны; третья горизонтальная площадка на своемъ концѣ имѣетъ вертикальный уступъ высотой въ 5 футовъ до дна отводнаго канала²⁾. Такимъ образомъ въ водоспускѣ вода падаетъ съ высоты $14\frac{1}{2}$ футовъ; оставшая часть паденія $21 - 14\frac{1}{2} = 6\frac{1}{2}$ фут. приходится на отводный каналъ, дно и берега котораго, на протяженіи первыхъ отъ водоспуска 25 погонныхъ сажени, укрѣплены булыжной вымосткой. Паденіе дна канала на протяженіи первыхъ 31 сажени отъ послѣдняго уступа, составляетъ 4 фута, а остальное паденіе составляетъ уклонъ отводнаго канала на протяженіи $1\frac{1}{2}$ версты. Длина каждой изъ горизонтальныхъ площадокъ сливнаго пола составляетъ 28 футъ, или около 7 разъ взятой высоты уступа. Длина понурнаго пола также 28 фут.; ближайшая къ порогу часть его, длиною 7 футовъ, горизонтальна и лежитъ въ одномъ уровнѣ съ первой площадкой сливнаго пола; остальная же наклонна къ сторонѣ пруда, понижаясь на 2 фута противъ горизонтальной части у передняго конца.

1) $126 \times 7 \times 75 = 6615$ куб. фут., такъ какъ при величинѣ $h = 7$ ф. $v = 12.6$ ф. въ секунду. См ч. I, гл. IV, ст. 13.

2) Въ сущности до 4 горизонтальной площадки сливнаго мѣста, длиною въ 6 сажени, но которая уже находится внѣ предѣловъ водоспуска.

3) Вся ширина отверстія водоспуска между береговыми устоями, и следовательно ширина сливныхъ половъ, составитъ 95 фут. (три пролета по 25 фут. и 2 быка по 10 фут.). Относительно формы сливныхъ половъ г. Гаусманъ замѣчаетъ, что при наклонныхъ полахъ, для устраненія подмыва отъ скатывающейся по нимъ воды, необходимо дѣлать заложеніе основанія ихъ уклона въ 20—25 разъ болѣе разности уровней верхней и нижней воды. При меньшемъ же заложеніи основанія наклоннаго флюдбета, неизбежно обнаружатся вредные и опасные подмывы при концѣ его. Въ подтвержденіе этого мнѣнія онъ приводитъ, что въ водоспускѣ старой заводской плотины въ Сестрорѣцкѣ, построенной генераломъ Путей Сообщенія *де-Вилланомъ*, первоначальная длина наклоннаго флюдбета была 40 сажень, т.-е. въ 10 разъ длиннѣе разности между горизонтами водъ (28 фут.). Впослѣдствіи, для устраненія происходившихъ подмывовъ, наклонная плоскость была продолжена еще на 40 сажень, такъ что вся длина флюдбета сдѣлалась 80 сажень, т.-е. въ 20 разъ длиннѣе разности между горизонтами водъ, и тогда только прекратилось подмываніе дна ниже флюдбета. Конечно въ то же время были продолжены и береговья укрѣпленія, частью каменной одеждой, частью же рядами, на одномъ берегу на протяженіи 35 саж., а на другомъ до 60 саж., считая отъ конца удлиненнаго флюдбета.

Въ водоспускѣ Ижевскаго оружейнаго завода длина наклоннаго флюдбета около 20 разъ больше разности между горизонтами водъ и поврежденій дна не обнаруживается. На Охтенскомъ же пороховомъ заводѣ длина наклоннаго флюдбета хотя имѣетъ до 20 высотъ въ основаніи, но здѣсь булыжная накладка при оконечности флюдбета почти ежегодно повреждается водою при усиленныхъ ея выпускахъ. Самая береговая обдѣлка, продолженная отъ конца флюдбета на 30 сажень съ каждой стороны, не всегда выдерживаетъ весенніе выпуски воды.

Черт. LXI
и LXII.

Приведенные факты, говоритъ г. Гаусманъ, склонили насъ къ проектированію флюдбета съ уступами. Горизонтальнымъ площадкамъ, или поламъ, дана длина отъ 6 до 7 разъ противъ высоты прилегающихъ къ нимъ уступовъ, которые сдѣланы не выше 4—5 футовъ. А именно, какъ сказали выше, для перваго и втораго уступовъ опредѣлена высота въ 4 фута для каждаго, а для третьяго въ 5 футовъ. Разстояніе между уступами, или длина горизонтальныхъ сливныхъ половъ, принята по 4 сажени для каждаго пола. За третьимъ уступомъ, уже не въ предѣлахъ водоспуска, настланъ горизонтальный полъ длиною въ 6 сажень.

По произведенной sondировкѣ грунта оказалось, что плотный глинистый пластъ залегаетъ на глубинѣ 37 футовъ ниже уровня воды въ резервуарѣ, когда этотъ уровень стоитъ на 4 фута выше дна водопроводныхъ руслъ. Надъ этимъ пластомъ глины лежатъ пласты весьма плотнаго ила съ булыжнымъ камнемъ, иногда весьма большаго размѣра, а еще выше, до самой поверхности русла, сыпучій песокъ, сквозь который вода легко можетъ просачиваться изъ водохранилища въ отводный каналъ. Предупредить это просачиваніе можно было только поперечными шпунтовыми линіями. Число такихъ поперечныхъ линій мы

полагали достаточнымъ отъ 5 до 6, говоритъ г. Гаусманъ, полагая отъ 4 до 6 фут. давленія напора на каждую; но однако, въ виду рыхлости и проницаемости грунта и глубокой залежи непроницаемаго слоя, сочли болѣе благонадежнымъ увеличить число шпунтовыхъ линій до восьми. Изъ этихъ восьми поперечныхъ, параллельныхъ между собою шпунтовыхъ рядовъ, 1, 3, 4 и 8 ряды, считая отъ водохранилища, пробиты во всю длину плотины и частію въ берега, протяженіемъ каждый въ 70 сажень; а 2, 5, 6 и 7 ряды, пробиты только собственно подъ водоспускомъ, между двумя продольными шпунтовыми рядами, ограничивающими его ширину. Длина каждаго изъ этихъ рядовъ около 15 сажень.

Что касается до длины шпунтовыхъ свай, то вычтя изъ глубины 37 фут. залеганія материка, высоту напора воды надъ порогомъ, 7 фут. и высоту самого порога $3\frac{1}{2}$ фут., требовалось шпунтовою линіею подъ порогомъ преградить просачиваніе воды на высотѣ $37 - 10\frac{1}{2} = 26\frac{1}{2}$ фут. А потому для первыхъ четырехъ рядовъ нужны были сваи длиною отъ $4\frac{1}{2}$ до 5 саж. Вообще же, какъ круглыя, такъ и шпунтовыя сваи употреблялись отъ 3 до 5 саж. длины.

Всѣхъ шпунтовыхъ свай забито до 6.000 штукъ и круглыхъ до 4.000, а всего до 10.000 свай. Весь деревянный матеріалъ, какъ для свай, такъ и для другихъ частей водоспуска, былъ изъ сосноваго лѣса. При забивкѣ свай было замѣчено, что сваи изъ рудоваго лѣса раскалываются легче, чѣмъ изъ бѣлой сосны. Шпунтовыя сваи приготовлялись изъ 7 вершковыхъ бревенъ, обтесанныхъ съ двухъ сторонъ; на третьей сторонѣ выдалбливался четырехугольный пазъ, а на четвертой нарубался такой же гребень. Толщина свай въ обтескѣ была отъ 4—5 вершковъ, по ширинѣ же ихъ приходилось среднимъ числомъ 10 свай на погонную сажень. На концы шпунтовыхъ свай надѣвались желѣзные башмаки, вѣсомъ отъ 10 до 20 фунтовъ. Ширина копровыхъ бабъ позволяла забивать двѣ шпунтовыхъ сваи разомъ, для чего при забивкѣ такия парныя сваи связывались общимъ бугелемъ. Насадки на шпунтовыя линіи укладывались съ прокладкой изъ смоленой парусины.

Относительно избранія матеріала для верхнихъ, или наружныхъ, непокрытыхъ водою, частей водоспуска, г. Гаусманъ приводитъ слѣдующія основанія: „порогъ, береговья укрѣпленія, быки и вообще деревянные части, подвергаясь попеременно вліянію сырости и сухости. по опыту отъ 15 до 20 лѣтъ, замѣтно начинаютъ гнить и, кромѣ частыхъ починокъ, требуютъ наконецъ совершеннаго возобновленія. Всякое исправленіе, а еще болѣе перестройка заводскаго водоспуска, всегда сопряжены съ большими затрудненіями и нерѣдко съ остановками въ дѣйствиіи завода. По мѣстнымъ условіямъ грунта можно было предвидѣть, что возведеніе основанія водоспуска потребуетъ значительнаго расхода, а потому, для лучшаго предохраненія его отъ поврежденій, слѣдовало верхнія части сооруженія вывести изъ матеріаловъ менѣе подвергающихся порчѣ. На этомъ основаніи при Охтенскомъ, Тульскомъ, Колпинскомъ и другихъ водоспускахъ, при болѣе значительныхъ чисто

техническихъ сооруженіяхъ, употреблены гранитъ и чугуны для непокрытыхъ водою частей.

Прежніе Сестрорѣцкіе водоспуски были построены изъ такихъ же матеріаловъ, а потому и нами, заключаетъ г. Гаусманъ, былъ составленъ проектъ *каменнаго водоспуска*. Поэтому порогъ въ водоспускѣ образованъ изъ гранитныхъ камней, высотой въ $3\frac{1}{2}$ и шириною въ 3 фута; гранитными же тесаными камнями обдѣланы уступы въ сливныхъ полахъ; береговые устои и быки выведены изъ кирпича желѣзнаго вида, нарочно на мѣстѣ приготовленнаго, съ гранитной облицовкой.

Въ виду особенностей грунта на которомъ строился этотъ водоспускъ и особаго устройства его сливныхъ половъ, мы приведемъ болѣе подробныя соображенія относительно устройства основанія, изложенныя г. Гаусманомъ въ его статьѣ: „новый каменный водоспускъ на Сестрорѣцкомъ оружейномъ заводѣ“. Инженерный журн. 1864 г. № 2.

Мы уже выше говорили о глубинѣ залеганія плотнаго глинистаго слоя; всѣ промежуточные слои между 15-ти и 25-ти фут. глубиной, т.-е. начиная отъ поверхности оврага на 10 фут. глубины, оказались песчаными. Сверху лежалъ чистый, навѣянный вѣтромъ (переносный) песокъ, а подъ нимъ болѣе крупный, зернистый, переходящій въ чистый хрящъ. Весь этотъ песчаный слой былъ насыщенъ водою; сдѣлать въ немъ выемку (для устройства основанія) безъ обнесенія мѣста оградой, не было никакой возможности. Яма постоянно заплывая, расширялась бы, но не углублялась, и наконецъ мѣсто сдѣлалось бы топкимъ, т.-е. песокъ обратился бы въ пльвунъ. Последующіе слои, отъ 25 до 37 фут. были песчано-пловатые, пепельнаго цвѣта и необыкновенной твердости. Въ этихъ пластахъ въ большомъ количествѣ встрѣчался хрящъ и булыжникъ, начиная отъ величины горошины до 6 фут. въ поперечникѣ; пловатые же пласты, болѣе или менѣе слоистаго сложенія, состоятъ изъ мельчайшихъ песчинокъ. Плотность и твердость ихъ весьма различна; мѣстами этотъ пластъ можно рѣзать и вынимать лопатами на штыкѣ, мѣстами же не только необходимо употреблять желѣзные ломы, но приходилось прибѣгать къ толстымъ желѣзнымъ клиньямъ и выламывать пластъ кусками. Несмотря на такую плотность, иль этотъ заключаетъ въ себѣ значительное количество воды, которая въ отрѣзѣ слоя выступаетъ въ видѣ отдѣльныхъ капель. Нерѣдко даже выломанныя глыбы, отъ тряски при перевозкѣ въ тачкахъ, распускаются и дѣлаются жидкими до такой степени, что вытекаютъ изъ тачки.

Имѣвъ случай изучать свойства этого ила при прежнихъ земляныхъ работахъ, по близости предположенной постройки, мы знали, говорить г. Гаусманъ, 1) что оны не могутъ противостоять дѣйствию текучей воды, 2) что вслѣдствіе слоистаго его сложенія, въ немъ встрѣчается большое число водопроводныхъ прожилокъ, которые могутъ и будутъ способствовать прониканію воды подъ сооруженіе, и 3) что съ наступленіемъ весны, замерзшіе слои этого ила расплываются и легко могутъ быть вынесены изъ-подъ половъ водоспуска чрезъ тончайшія щели въ шпунтовыхъ линіяхъ и въ половыхъ настилкахъ. А потому

грунтъ этотъ представлялся весьма неблагонадежнымъ и опаснымъ для сооруженія; вынуть же и устранить его изъ-подъ сооруженія было невозможно, тѣмъ болѣе, что не въ дальнемъ разстоянн, впереди мѣста водоспуска, стояла песчаная дамба, подъ защитой которой онъ строился и шпунтовые линнн которой не достигали до глубины глинистаго пласта. Всякая необдуманно сдѣланная выемка позади дамбы могла повлечь за собою опасныя послѣдствія, не только для прочности дамбы, но и для самаго сооруженія. При такихъ условіяхъ мы должны были отказаться, говорить г. Гаусманъ, отъ первоначальной мысли—*разобцнть и перестць соединеніе верхней воды съ нижней въ плоскости порога водоспуска*, посредствомъ основной шпунтовой линнн подъ порогомъ, какъ это обыкновенно дѣлается при незначительныхъ водоспускахъ. При водоспускахъ большой важности, какъ уже знаемъ, не довольствуются одною только линнею, но сверхъ того вынимаютъ изъ огражденнаго двумя шпунтовыми линнями ящнка, впереди порога или подъ нимъ, верхніе, обыкновенно удобопроводящіе воду наносные слои. Этою выемкою углубляются до материка, или до непроницаемыхъ водою слоевъ грунта, а взамѣнъ вынутой земли выводится стѣнка правильною бутовою кладкой, изъ кирпича желѣзнаго вида, или изъ бутовой плиты, по верху которой утверждаютъ порогъ водоспуска. Такое устройство водоспусковъ существуетъ на Охтенскомъ, Тульскомъ, Колпинскомъ и др. заводахъ. При водоспускахъ меньшей важности, выемка эта наполняется плотно утрамбованной вязкою сухой глиной. Но при вышеописанномъ грунтѣ, выемка земли изъ ящнка огражденнаго шпунтовыми сваями, чрезъ давленіе земли съ одной только наружной стороны, могла бы повести къ движенію самыхъ шпунтовыхъ линнн, а при болѣе усиленномъ отливѣ воды изъ ящнка, прилегающій мѣстный грунтъ еще болѣе разрыхлился бы и ослабился.

По этимъ соображеніямъ, строитель ограничился вынутіемъ передъ порогомъ одного только песчанаго пласта, до глубины $20\frac{1}{2}$ фут. ниже вышаго горизонта въ водохранилищѣ, или на $16\frac{1}{2}$ фут. ниже дна водопроводныхъ руслъ; двумя же послѣдующими ящнками, однимъ подъ первымъ, а другимъ подъ послѣднимъ уступами сливнаго пола, врѣзался до наибольшей глубины въ песчано-иловатый пласть, и въ этихъ уже мѣстахъ основалъ непроницаемую для воды преграду на глинистомъ материкѣ. Взамѣнъ же правильной бутовой кладки, для непроницаемой водою преграды, предпочелъ назначить бетонъ.

Этотъ способъ разобценія верховой и низовой воды за порогомъ, вынудилъ къ особому устройству сливныхъ половъ, такъ какъ при этомъ разобценіи ничто не будетъ препятствовать верховой водѣ проникнуть подъ полы водоспуска. Отсюда вода всегда найдетъ себѣ истокъ чрезъ щели въ шпунтовыхъ линняхъ и чрезъ швы въ полахъ, на которые она дѣйствуетъ полнымъ гидростатическимъ давленіемъ снизу вверхъ, равнымъ стоянію воды въ заводскомъ водохранилищѣ. Выступающая изъ-подъ половъ вода, въ видѣ отдѣльныхъ ключей, можетъ выносить съ собою разжиженный мѣстный иловатый грунтъ и можетъ образовать

пустоты и подмывы подъ полами. Впослѣдствіи же, вода эта можетъ затруднить перестилку половыхъ досокъ и даже совершенно воспрепятствовать этой работѣ, какъ это и случилось прежде въ одномъ изъ старыхъ заводскихъ водоспусковъ въ Сестрорѣцкѣ. Притомъ, подобный иль, покрытый только двумя рядами досокъ сливнаго пола, не защищенъ отъ промерзанія, а расплываясь при оттаиваніи, будетъ способствовать образованію пустотъ и промоинъ подъ полами. При подобномъ расположеніи этихъ половъ, они отстоятъ отъ высшаго горизонта водохранилища: 1-й — на 11 фут., 2-й — на 15 фут. и 3-й — на 19 фут., а между тѣмъ изъ опыта извѣстно, что досчатая настилка, тщательно прибитая гвоздями къ своему ростверку, выдерживаетъ только 7-футовое гидростатическое давленіе снизу вверхъ ¹⁾). Слѣдовательно полы были бы подвержены большому гидростатическому давленію чѣмъ допускаетъ опытъ ²⁾). Для восстановленія равновѣсія между гидростатическимъ давленіемъ и сопротивленіемъ полового настила изъ досокъ его подниманію, мы предположили, говорить г. Гаусманъ, прижать эту настилку постороннимъ грузомъ, распредѣливъ его равномерно по всей площади пола. Значительное количество гранита, необходимое для выстилки до 200 квадр. саж. пола камнями довольно большаго размѣра, для прижатія досчатой настилки къ лежнямъ, и цѣнность работы, побудили насъ, говорить онъ, замѣнить гранитъ кирпичною кладкою на гидравлической извести. Для этого опустили ростверкъ 2-го и 3-го половъ къ низу на высоту потребную для нагрузки и покрыли бутовую кладку новымъ досчатымъ настиломъ въ два ряда досокъ, чтобы части нагрузки, т.-е. отдѣльные кирпичи или куски бутовой плиты, не могли быть унесены силою быстро низвергающейся по уступамъ воды. Этимъ объясняется говорить г. Гаусманъ, причина устройства двойныхъ половъ, чего намъ не случилось видѣть въ другихъ водоспускахъ, но по исключительности мѣстныхъ обстоятельствъ одна только эта система удовлетворяетъ требованіямъ прочности сооруженія ³⁾).

Для прикрѣпленія верхней половой настилки, прежде укладки нагрузки на нижніе полы, сквозь насадки, или лежни нижнихъ половъ, пропускались желѣзные болты, на которые, по мѣрѣ укладки нагрузки, накладывались дырками верхніе лежни, которые посредствомъ болтовъ съ гайками стягивались съ нижними. Къ этимъ верхнимъ лежнямъ между которыми послѣ ихъ укладки производилась забутка, прибывалось

¹⁾ Почему, между прочимъ, и не допускается слой воды надъ порогомъ болѣе 7 футовъ.

²⁾ См. приложение XIII.

³⁾ Для опредѣленія толщины бутовой выстилки, которой грузъ былъ бы не менѣе гидростатическаго давленія отъ столба воды равнаго разстоянію каждаго пола отъ высшаго горизонта воды въ водохранилищѣ, за вычетомъ изъ нея 7 фут. г. Гаусманъ пользовался для каждаго пола водоспуска порознь, формулою $x = \frac{\delta}{\delta'} \cdot h'$, гдѣ x — искомаемая толщина бутовой кладки; δ — вѣсъ кубич. фута воды, δ' — вѣсъ кубич. фута бутовой кладки и h' — 7 фут., гдѣ h — полная высота высшаго горизонта водохранилища надъ разстояваемымъ поломъ.

верхніе полы, фиг. 650. Этотъ способъ соединенія переводовъ верхней половой настилки съ ростверкомъ нижняго пола, основаннаго на сваяхъ, употребленъ при 2-мъ и 3-мъ полахъ; подъ первымъ же сливнымъ поломъ употреблена ряжевая система, свинченная желѣзными болтами; приче́мъ бутовая кладка нагрузки дѣлалась въ ящикахъ ряжей, а концы переводовъ подъ верхнимъ поломъ запускали́сь въ гнѣзда береговыхъ устоевъ и быковъ. Подобный двойной полъ продолженъ за порогъ на протяженіи 7 фут. на тотъ случай, если бы встрѣтилась надобность временно закрыть пролеты водоспуска шандорными брусьями; съ закладкою ихъ и со снятіемъ щитовъ порога, эта часть понурнаго пола временно превратилась бы въ сливной полъ, а потому система ея устройства должна быть одинакова съ устройствомъ 1-го сливнаго пола. Наконецъ, для разобщенія нижняго ростверка съ иловатымъ, не благонадежнымъ грунтомъ, подъ всѣми нижними полами водоспуска положены слой бетона въ 4 фута толщиною.

Такимъ образомъ, говоритъ г. Гаусманъ, посредствомъ бутовой кладки, мѣстный иль обезпеченъ отъ замерзанія и оттаиванія; полы, по тяжести лежащей на нихъ нагрузки, не могутъ быть, ни подняты, ни выпучены гидростатическимъ давленіемъ воды; вода изъ-подъ пола не можетъ открыть себѣ выхода, ни чрезъ швы половыхъ настилокъ, ни чрезъ бутовую кладку; перемѣна верхняго настила во всякое время можетъ быть произведена удобно.

Скажемъ еще нѣсколько словъ о производствѣ самыхъ работъ. Копры для бойки свай были обыкновенной конструкціи о двухъ стрѣлахъ и приспособлены къ ходу бабъ, не между, а впереди ногъ копра. На воротковыхъ, или машинныхъ копрахъ, лопарь наматывался на вертикальный валъ, приводимый въ движеніе людьми. Всѣ наличныя бабы были вѣсомъ отъ 28 до 38 пудовъ. Онѣ поднимались на машинныхъ копрахъ общеупотребительнымъ простымъ крюкомъ и срывались съ него рабочими.

Сначала забита была отдѣльная свая впереди порога водоспуска, на которой, съ помощію нивелира, были отмѣчены: высшій уровень воды водохранилища, высота порога и первыхъ шпунтовыхъ линій. 1, 3 и 4-ю линіи подняли наращиваніемъ до высшаго уровня водохранилища, а 8-ю только на 3 фута ниже стѣнъ заднихъ крыльевъ береговыхъ устоевъ. Забивку свай начали съ рамныхъ свай для первыхъ 4-хъ шпунтовыхъ рядовъ. Сваи эти забивались въ землю ручными копрами съ подмостей, устроенныхъ на подвижныхъ козлахъ. Осадку этихъ свай прекращали, когда головы ихъ возвышались надъ горизонтомъ своей шпунтовой линіи отъ 2 до 2½ фут., чтобы на нихъ устроить подмости.

Сначала били сваю противъ свай на разстояніи 10 вершковъ (середина отъ середины), а пару отъ пары въ 4 футахъ. потому что эти сваи входили въ число свай ростверка; но потомъ начали бить рамныя сваи не парами, а въ шахматномъ порядкѣ, потому что вторая свая той же пары шла всегда медленнѣе прежде вбитой, вслѣдствіе не обыкно-

венной твердости и плотности грунта; для облегченія же бойки шпунтовых свай, разстояніе рамныхъ свай увеличили (въ поперечномъ направленіи) до 18 вершковъ. Вообще, вслѣдствіе свойствъ грунта, а также присутствія въ немъ булыгъ большихъ размѣровъ, которыя приходилось откапывать въ пловучемъ грунтѣ и вынимать, бойка всѣхъ свай была чрезвычайно затруднительна. По замѣчанію г. Гаусмана, углубленіе свай, въ особенности шпунтовыхъ, въ песчаномъ грунтѣ идетъ невѣроятно туго; эти сваи углублялись не болѣе 4—5 фѣт. въ теченіе рабочаго дня, при вѣсѣ бабы почти въ 40 пудовъ, при подъемѣ ея на машинномъ копрѣ на 20 фѣт. и при числѣ ударовъ отъ 15 до 20 въ часъ. Одинаковый успѣхъ оказался и при вѣсѣ бабы въ 60 пудовъ. Притомъ свойство грунта оказывалось довольно разнообразно. Такъ, при забивкѣ рамныхъ свай на лѣвомъ берегу оврага, случалось въ теченіе дня осаживать по 8 свай однимъ копромъ, а на правомъ—тѣми же людьми, копрами и бабами, рѣдко удавалось одному копру забить 3 сваи въ теченіе дня. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сваи сначала углублялись довольно медленно, но будучи въ землѣ на 20 фѣтовъ, онѣ отъ удара бабы садились книзу и въ то же время опять приподнимались, или выпучивались кверху, хотя баба и не снималась со свай. Учащенными и болѣе сильными ударами пробивали этотъ пластъ, толщиной около 2—2½ ф., причемъ снизу приподнимался вдоль осаживаемой сваи разжиженный пловучій илъ, отъ котораго отдѣлялась вода, а самый илъ осаждался вокругъ сваи и ложился весьма плотно. Прощедши этотъ пластъ, свая вновь подавалась медленно, но болѣе уже не приподнималась.

При забивкѣ шпунтовыхъ линій, по направленію каждой изъ нихъ, были вырыты по оврагу борозды, которыя хотя и заплывали, но передъ установкою свай въ раму легко расчищались. Рабочіе желѣзными ломками разрыхляли мѣстный грунтъ до доступной глубины, причемъ вынимали или сворачивали булыжники, кирпичи, плиты, часто попадавшіеся въ верхнемъ песчаномъ пластѣ; иногда же приходилось вытаскивать камни на глубинѣ до 7 фѣтовъ ниже грунтовыхъ водъ.

Всѣ шпунтовые сваи устанавливались въ раму по одиночкѣ и въ то же время забивались въ землю ручнымъ копромъ на глубину 3½—5 фѣтовъ. По мѣрѣ удлиненія набираемыхъ такимъ образомъ шпунтовыхъ линій, надвигали машинные копры съ одной и другой стороны каждой линіи и приступали къ осадкѣ шпунтовыхъ свай этими копрами. Эта осадка производилась бабами вѣсомъ въ 35 пуд., которыя падали на парныя сваи, связанныя общимъ бугелемъ. Машинными копрами шпунтовые сваи догонялись до мѣста не въ одинъ приемъ, но обыкновенно каждую пару осаживали около 7 ф. и переходили на слѣдующую пару, такъ что всѣ сваи понижались постепенно и равномерно. При этомъ наблюдали, чтобы крайнія сваи каждаго участка, осаживаемыя однимъ копромъ, были болѣе понижены чѣмъ среднія сваи того же участка; тогда эти крайнія сваи служили какъ бы направляющими для среднихъ.

Между шпунтовыми рядами, по вынутіи изъ ящиковъ земли, забивались рядами круглыя сваи, среднимъ разстояніемъ 4 фут. центръ отъ центра, для укладки на нихъ лежней подъ понурный и сливные полы. Эти сваи большею частію добивались до мѣста ручными копрами; машинные же употреблялись только въ такихъ мѣстахъ, гдѣ ручной коперъ, при вѣсѣ бабы въ 33—35 пуд., не вбивалъ 3 круглыя сваи въ день. Только насадки, или лежни понурнаго и 4 сливнаго половъ соединены со сваями, кромѣ косыхъ шпировъ, желѣзными хомутами ¹⁾. Подъ другими сливными полами желѣзныя скрѣпы не положены потому, что здѣсь всѣ насадки нагружены кирпичною бутовой кладкою и потому не могутъ быть подняты водою.

Вынутая земля между шпунтовыми линиями замѣщалась бетономъ. Въ ст. 27, II части, мы уже говорили о составѣ и приготовленіи этого бетона. Бетонъ же разровненный подъ полами водоспуска состоялъ изъ тѣхъ же частей сыпучаго матеріала, съ тою только разницею, что количество щебня замѣнили хрящемъ, а количество извести уменьшили до 75 куб. фут. (вмѣсто 100). Способъ приготовленія этого бетона былъ тотъ же; уменьшеніе же количества извести, какъ болѣе дорогаго матеріала, было допущено потому, что бетонъ подъ полами служилъ только для разобщенія ростверка съ иловатымъ грунтомъ, тогда какъ въ трехъ кессонахъ онъ долженъ служить непроницаемою преградой для воды. Въ трехъ кессонахъ, гдѣ бетонъ вливался въ воду прямо изъ бочекъ, его готовили гуще и опускали на дно ящика по наклонно поставленнымъ досчатымъ желобамъ, которые передвигались вмѣстѣ съ бочками. Бетонъ по собственной тяжести своей ложился весьма плотно и отъ дѣйствія трамбовки сжимался мало.

Бутовая кладка на полахъ, въ устояхъ и быкахъ, производилась общепринятымъ способомъ, съ употребленіемъ кирпича исключительно желѣзнаго вида на гидравлической, Волховской, извести обожженной на мѣстѣ работъ. Кирпичи клались попеременно: одинъ рядъ по всей площади пола логомъ, а другой тычкомъ. При этомъ наблюдали, чтобы всѣ швы были хорошо заполнены известковымъ растворомъ, чтобы по длинѣ половъ были положены кирпичи въ перевязку между собою, избѣгая по возможности продольныхъ непрерывныхъ швовъ, которые могли бы служить проводниками водѣ въ бутовой кладкѣ. Разщербиванія швовъ по возможности избѣгали и допускали его по необходимости только при кладкѣ въ ряжахъ и между желѣзными связями и переводами верхней половой настилки. Заливку рядовъ известковымъ растворомъ соблюдали не для заполнения швовъ, которые наполнялись растворомъ, но чтобы сгладить швы и выровнять весь рядъ.

При бутовой кладкѣ въ устояхъ и быкахъ, строго наблюдали за наполненіемъ швовъ известковымъ растворомъ, а также за пересѣченіемъ не продольныхъ, а поперечныхъ швовъ, чтобы препятствовать водѣ

¹⁾ По наблюденіямъ г. Гаусмана, соединеніе просто косыми шпирями, безъ всякихъ желѣзныхъ связей, достаточно прочно чтобы удержать на сваяхъ сливной полъ при гидростатическомъ давленіи снизу вверхъ столба воды высотой въ 7 футовъ.

пробираться изъ-за стѣны къ гранитной облицовкѣ. Бутовая кладка 3-го уступа, въ томъ числѣ и надъ послѣднимъ ящикомъ съ крыльями подъ устоями, выведена изъ бутовой плиты до высоты насадки 6-й шпунтовой линіи; начиная же съ этой высоты плита замѣнена кирпичемъ, какъ для лучшей перевязки съ рядами кирпичей надъ 2-мъ уступомъ, такъ и потому, что между брусьями верхняго пола была трудна пригонка плитъ около дерева.

Гидравлическая известь выжигалась на мѣстѣ работъ изъ хорошей Волховской плиты; куски обожженной плиты брали изъ печи въ количествѣ потребномъ для работъ, всыпали въ полусаженные ямы, обитыя досками, обливали въ ямахъ водою, въ количествѣ отъ 60 до 70 ведеръ воды на полусаженку, и известь гасилась разсыпаясь въ порошокъ. При этомъ она увеличивалась въ объемѣ отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{4}$. На другой день послѣ гашенія ее перевозили въ творильныя ямы и въ нихъ затворяли, съ пескомъ или безъ песку, съ наливкою воды отъ 240 до 360 ведеръ на полусаженку. Часто известь только въ творилахъ окончательно гасилась, еще пучилась и охлаждалась. Окончательное приготовленіе известкового раствора производилось въ каменщицкихъ ящикахъ, гдѣ ее тщательно переминали съ равнымъ количествомъ песку. Отнюдь не дозволялось каменщикамъ прибавлять къ извести воды до окончательнаго перемишанія ея съ пескомъ, но когда она уже принимала видъ хорошаго густаго раствора, тогда только ее разводили водою и употребляли въ кладку.

Гидравлическая Волховская известь весьма трудно отдѣляетъ поглощенную ею въ творилѣ воду и при обыкновенномъ мѣшаніи желѣзными лопатами не скоро образуетъ известковый растворъ. Она непременно требуетъ предварительнаго уколачиванія; для этого были сдѣланы небольшія трамбовки, для предварительнаго разминанія извести въ каменщицкихъ ящикахъ. Масса поступавшая изъ творилъ въ ящики казалась совершенно сухою, но уже послѣ нѣсколькихъ, хотя и не сильныхъ, но частыхъ ударовъ трамбовкой, начинала отдѣлять поглощенную ею воду и разжижаться, принимая видъ густаго раствора. Во время уколачиванія, массу переворачивали и подбрасывали подъ трамбовки лопатами, которыми, послѣ уколачиванія, растворъ окончательно разминался. Известь для бетона валили въ творило не пропуская ея чрезъ грохотъ и постоянно безъ песку; для кирпичной же кладки ее постоянно грохотили и песокъ обыкновенно прибавляли въ творилѣ.

Для облицовки береговыхъ устоевъ и быковъ былъ употребленъ гранитъ, остававшійся отъ прежнихъ разрушенныхъ плотинъ и изъ мѣстныхъ булыгъ, которыя были открыты, частію изъ ямы работъ, частію же изъ водоотводнаго канала и изъ ближайшихъ окрестностей. Отрывъ камень и окопавъ вокругъ него землю, камнетесцы начинали его желобить, т.-е. высѣкать поверху камня бороздку по направленію желаемаго раскола камня. Бороздку, смотря по величинѣ камня, высѣзали глубиною отъ 6 до 9 дюймовъ, шириною вверху отъ 3 — 4 дюймовъ, а на днѣ до $\frac{1}{2}$ дюйма. Въ борозды вставляли желѣзные

клинья, одинъ возлѣ другаго, которые нижними концами не упирались на дно борозды. Вложивъ всѣ клинья, ихъ послѣдовательно осаживали кувалдами и большею частію камень раскалывался по желаемому направленію. Поверхность раскола обыкновенно обращали на лицевую сторону камня. Отбивъ другія стороны, приводили камень къ болѣе правильному виду; окончательная же отдѣлка камней, на-чисто, производилась на мѣстѣ работъ. Изъ нѣкоторыхъ булыгъ выходило отъ 3 до 6 годныхъ гранитныхъ кусковъ; даже для порога камни были добыты на мѣстѣ, хотя для этого требовались камни длиною до 4 футовъ, шириною 3 и высотой $3\frac{1}{2}$ ф.

Когда бутовая кирпичная кладка была поднята до высоты верхняго полового настила, тогда наверстали нижніе ряды гранитныхъ кусковъ, по очертанію береговыхъ устоевъ и середовыхъ быковъ, хотя не по всей длинѣ ихъ, но по частямъ, начиная отъ переднихъ крыльевъ водоспуска. Прежде подливки камней, внимательно осматривали пригонку и притеску ихъ въ заусенкахъ и постеляхъ и настоятельно требовали, чтобы камни были пригнаны плотно, безъ просвѣтовъ, по всей площади заусенка и постели, а не касались бы между собою только на однѣхъ наружныхъ ребрахъ. Послѣ такого осмотра, камнетесцы подливали наверстанные камни, и по забуткѣ ихъ каменщиками съ задней стороны кирпичемъ, связывали ихъ между собою желѣзными скобами и пиронами, а съ бутовой кладкой желѣзными двухлапчатыми связями и штырями. Всѣ желѣзныя связи и пироны заливали въ камняхъ свинцомъ. Пустоту, остающуюся между каждаыми двумя камнями съ внутренней стороны и бутовою кладкой, заливали кипяченою смолой съ толченымъ кирпичемъ. Во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ кирпичная или каменная кладка прикасалась къ дереву, проложенъ войлокъ, а дерево осмолено.

Верхъ береговыхъ устоевъ, съ ихъ крыльями, покрытъ бетономъ и по свѣжему бетону сдѣлана мостовая изъ мелкаго булыжника, а средніе быки покрыты листовымъ желѣзомъ. Боковые откосы около водоспуска вымощены на мху крупнымъ булыжнымъ камнемъ въ мѣстахъ, гдѣ прикасается къ нимъ вода, булыжною же мостовою по песку выстланы всѣ остальные площадки и откосы по сторонамъ водоспуска ¹⁾).

4-го іюля 1862 г. прорѣзана была песчаная дамба впереди водоспуска и вода заводскаго водохранилища была пущена во дворъ оконченной постройки, а затѣмъ были открыты щиты и вода пущена съвозъ водоспускъ, которымъ исключительно теперь регулируется уровень заводскаго водохранилища.

Цѣнность всего этого сооруженія, т.-е. плотины съ водоспускомъ, исчислена была по смѣтѣ въ 233.000 р., а обошлась около 240.000 р. преимущественно вслѣдствіе встрѣтившейся необходимости перетески камней отъ старыхъ водоспусковъ, которые были разной высоты, съ отбитыми кромками и углами, и доставки недостававащаго камня.

¹⁾ Щитовыя стойки между каменными быками поставлены чугунныя, какъ видно на чертежѣ LXI.

66. Деревянный Сестрорѣцкій водоспускъ, устроенный въ 1841 году.— Мѣсто для этого водоспуска, какъ сказано въ предъидущей 65 ст., избрано было въ руслѣ р. Сестры, покинутомъ этой рѣчкой. Назначеніе этого водоспуска было временное, для управления водою р. Черной, до сооруженія каменнаго водоспуска, описаннаго въ предъидущей 65 ст., и глухой плотины, обратившей р. Сестру снова въ заводское водохранилище. Этотъ временной водоспускъ слѣдовало приспособить къ подпору водъ р. Черной, или заводскаго водохранилища, на 4 фута выше порога, или дна водопроводныхъ руслъ. Избытокъ же весеннихъ водъ или вслѣдствіе дождей, предполагалось спускать изъ водохранилища чрезъ этотъ деревянный водоспускъ, по руслу р. Сестры, въ отводный каналъ, гдѣ вода эта, соединяясь съ водою р. Сестры, могла уходить въ Финскій заливъ.

Черт. LX
и LXII.

Для удовлетворенія первому условію, достаточно было перенести 4-хъ футовой (выше дна заводскихъ водопроводныхъ руслъ) урсвень водохранилища на мѣсто предполагаемой постройки посредствомъ нивелировки и, нивелировкой же удостовѣриться въ томъ, что вода при такомъ подпорѣ не выступитъ изъ береговъ русла.

Для пропуска же воды изъ водохранилища, требовалось дать водоспуску соответственную ширину отверстія, для прохода наибольшаго весенняго притока р. Черной, который, по произведеннымъ измѣреніямъ, былъ опредѣленъ въ 2000 куб. фут. въ секунду. Основываясь на приведенныхъ данныхъ и имѣя въ виду положить деревянный порогъ водоспуска на глубину 6 футовъ ниже высшаго уровня водохранилища (или на 2 фута ниже дна водопроводныхъ руслъ), ширина отверстія опредѣлена была по формулѣ $l = \frac{Q}{0,44 \cdot h \sqrt{2gh}}$ и равною 40 футамъ.

Въ дѣйствительности же взяли ее равною ширинѣ русла рѣки въ томъ мѣстѣ, или 44 фута; такимъ образомъ, для безпрепятственнаго пропуска до 2000 куб. фут. воды въ секунду, принята была площадь отверстія водоспуска въ 264 кв. фут., которая при напорѣ въ 6 фут. и слѣдовательно при скорости въ 11,8 фут. ¹⁾, могла бы пропустить слишкомъ 3000 куб. фут. Но при этомъ предполагалось, что струя, по открытіи щитовъ водоспуска, будетъ изливаться слоемъ толщиной не болѣе 4 фут., такъ какъ склонъ, или покатость струи, при теченіи отъ водохранилища до водоспуска по руслу р. Сестры, составляетъ около 2 футовъ.

Какъ видно изъ разрѣза водоспуска (черт. LXII), онъ имѣетъ четыре поперечныя шпунтовые линіи изъ бревенъ, впущенныя въ берега на 4 сажени съ каждой стороны, и двѣ продольныя шпунтовые линіи, которыя составляютъ собою и береговыя укрѣпленія отверстія водоспуска.

Порогъ положенъ поверхъ второй шпунтовой линіи и связанъ болтами съ лежащими по обѣимъ его сторонамъ насадками на круглыхъ сваяхъ, для приданія брусу порога болшей прочности.

Съ верхней стороны порога утверждены въ немъ шипами въ соответственныхъ гнѣздахъ двѣ береговыя и шесть промежуточныхъ шпун-

товыхъ стоевъ, образующихъ собою семь отдѣльныхъ пролетовъ для хода воды. Въ стойкахъ вынуты пазы для хода щитовъ.

Съ передней стороны въ каждую щитовую стойку упирается наклонно поставленный брусъ, который, служа подкосомъ стойкѣ, исполняетъ въ то же время и назначеніе ледорѣза; съ задней же стороны, въ общей связи съ щитовыми стойками, поставлены отдѣльные стойки для мостовыхъ переводовъ. Вся эта стоечная система, съ низовой стороны, связана между собою подкоснымъ брусомъ на болтахъ и обшита съ обѣихъ сторонъ досками, образуя вмѣстѣ съ ледорѣзными брусками, также съ боковъ обшитыми, середовые бычки. Разстояніе между тремя крайними стойками, съ каждой стороны, 5 ф., а между средними стойками пролетъ въ 14 футовъ. Первые шесть пролетовъ водоспуска закрываются обыкновенными щитами, склоченными изъ 3-хъ-дюймовыхъ досокъ и окованными желѣзомъ, а среднее запирается обыкновенными, т.-е. горизонтальными, шандронными брусками. Подниманіе и опусканіе щитовъ производится двумя рычагами, а для открыванія шандроннаго отверстія имѣется деревянный валикъ.

Первая шпунтовая линія водоспуска отстоитъ отъ линіи порога на 3 сажени и положенная поверхъ ея насадка связана желѣзными болтами съ прилегающею къ ней заднею насадкою круглыхъ свай. Для приданія понурному полу необходимаго уклона, насадка первой шпунтовой линіи положена на 2 фута ниже уровня порога. При устройствѣ водоспусковъ должно вообще избѣгать крутыхъ подъемовъ и выступовъ, замѣчаетъ г. Гаусманъ, а потому для постепеннаго сжатія струи при проходѣ воды черезъ открытые щиты, полезно дать понурному полу покатость, а боковыя береговыя стѣнки противъ этой части наклоннаго нѣсколько пола, сдѣлать раструбомъ, или воронкой, чѣмъ предупредятся вредные водовороты и поджоп впереди самаго спуска.

Третья шпунтовая линія отстоитъ отъ порога на 2 сажени; положенная поверхъ ея насадка лежитъ на одной высотѣ съ насадкою порога и скрѣплена желѣзными болтами съ насадкою круглыхъ свай. Наконецъ четвертая шпунтовая линія отстоитъ отъ порога на 6 сажени и срѣзана на 4 фута ниже предыдущихъ двухъ линій, такъ что насадка ея лежитъ на одномъ уровнѣ съ дномъ русла р. Сестры. Для утвержденія ростверковъ половъ понурнаго и сливнаго, въ ящикахъ между шпунтовыми линіями забыты, кромѣ шести рядовъ круглыхъ свай по сторонамъ шпунтовыхъ линій, еще по три ряда круглыхъ свай въ первыхъ двухъ ящикахъ и пять рядовъ въ послѣднемъ. Разстояніе между сваями, какъ обыкновенно подъ полами водоспусковъ, т.-е. отъ 3 до 5 футовъ. Поверхъ круглыхъ свай положены на косыхъ шипахъ насадки, выровненныя по ватерпасу и по уклону соответствующихъ имъ шпунтовыхъ линій. Такъ какъ ростверки понурнаго и перваго сливнаго половъ, по положенію порога водоспуска на 6 фут. ниже высшаго горизонта водохранилища, лежатъ выше дна русла р. Сестры, то, по снятіи верхняго наноснаго пла, вся пустота до высоты половъ загружена была весьма тощимъ бетономъ, состоящимъ изъ 6 частей

морского глыба и одной части свѣже обожженной гидравлической (Волховской) извести. Загрузка эта въ теченіе болѣе 25 лѣтъ оказалась вполне удовлетворительною. Впереди понурнаго пола, образующаго небольшою уступъ съ дномъ русла, сдѣлана вымостка, слабой наклонной плоскостью, въ одинъ рядъ крупнымъ булыжнымъ камнемъ на мху. По ростверкамъ настланы полы въ два ряда досокъ, съ тщательною проконопаткою швовъ, прибавкою досокъ гвоздями и осмолкою ихъ горячей смолой.

Поверхъ втораго сливнаго пола, который на 4 фута ниже перваго, положены прижимные брусья, связанные желѣзными болтами съ брусьями ростверка. Прижимы эти значительно предохраняютъ половую настилку отъ пробиванія ея падающими отдѣльными льдинами при весеннемъ проходѣ воды; а кромѣ того и самая струя, ниспадая съ уступа, частью разбивается объ эти брусья и не столь разрушительно дѣйствуетъ на половую настилку.

При настилкѣ половъ и при обшивкѣ стѣнъ и ледорѣзковъ, особенное вниманіе было обращено на то, чтобы концы досокъ были пригнаны въ четверти, вынутыя въ соответственныхъ насадкахъ и стойкахъ. Мѣра эта можетъ показаться маловажною, но въ подобнаго рода постройкахъ она составляетъ необходимое условіе. Этимъ объясняется также, почему насадки на шпунтовыхъ линіяхъ имѣютъ вспомоگательныя насадки на круглыхъ сваяхъ. Вообще же, для меньшаго ослабленія насадокъ, вслѣдствіе вынутія глубокихъ четвертей, полезно класть насадки круглыхъ свай, на толщину одной или двухъ досокъ, ниже насадокъ шпунтовыхъ свай, дабы образовать четверть безъ ослабленія насадки. Остающаяся пустота между берегомъ и лицевыми, продольными шпунтовыми линіями, тщательно засыпана чистымъ хрящемъ; а чтобы давленіемъ земли съ задней стороны эти стѣнки не были отжаты или наклонены впередъ, положены были обыкновенныя якорныя связи ¹⁾.

При открытыхъ щитахъ, струя въ этомъ водоспускѣ низвергается толщиною отъ 3½ до 4 футовъ на второй сливной полъ; здѣсь она хотя и теряетъ отъ удара часть пріобрѣтенной скорости, но при всемъ томъ вода еще съ быстротою продолжаетъ свое теченіе и дѣйствовала бы разрушительно на слабое дно русла, если бы оно не было укрѣплено искусственно. Непосредственно за вторымъ поломъ, дно русла выстлано двухкомельными фашинами и выстилка эта прижата ко дну, кромѣ кольевъ, еще насадками шести рядовъ круглыхъ свай, забитыхъ въ дно въ равномъ между собою разстояніи. Затѣмъ дно русла, отъ послѣдней шпунтовой линіи, на 40 погонныхъ саженой внизъ по теченію, выстлано пушистыми однокомельными фашинами, а береговые откосы, какъ впереди, такъ и позади водоспуска, отбиты плетнемъ. Для предохраненія отъ ледохода, непосредственно впереди понурнаго пола

Черт. LXII.
стр. 651.

¹⁾ См. гл. XIII ст. 42.

поставлено 6 отдѣльныхъ ледорѣзовъ, а поверхъ мостовыхъ прогоновъ насланъ мостъ изъ досокъ въ два ряда.

Говоря объ устройствѣ этого водоспуска, г. Гаусманъ дѣлаетъ слѣдующія замѣчанія относительно формы и размѣровъ сливныхъ половъ, а также и загрузки подъ ними. Въ обыкновенныхъ случаяхъ, при устройствѣ небольшихъ водоспусковъ, т.-е. когда разность между горизонтами верхней и нижней воды не превышаетъ 7 — 10 футовъ, условію хорошаго спуска воды удовлетворяютъ устройствомъ досчатого пола, настилаемаго въ два ряда досокъ поверхъ ростверба на круглыхъ сваяхъ, срубанныхъ ниже или наравнѣ, но ни въ какомъ случаѣ не выше горизонта подпорной, т.-е. нижней воды. Длина сливного пола, а также и соответственныхъ противъ него береговыхъ укрѣпленій, должна быть по меньшей мѣрѣ въ 4 раза больше разности между горизонтами верхней и нижней воды, а для большей безопасности мы, говоритъ онъ, обыкновенно распространяемъ укрѣпленіе дна и береговъ въ длину на 6 до 7 разъ больше этой разности. При водоспускахъ же, гдѣ разность между сказанными горизонтами больше 10 футовъ, необходимо слѣдуетъ спускать воду по сливному полу устроенному въ видѣ наклонной плоскости, или по горизонтальнымъ поламъ соединеннымъ вертикальными уступами. Въ практикѣ намъ случалось видѣть, говоритъ онъ, тотъ и другой способы устройства порознь, а иногда одинъ въ соединеніи съ другимъ, болѣе или менѣе удачно примѣненными къ мѣстности; но мы остаемся при томъ мнѣніи, что расположеніе сливного пола уступами, которое встрѣчается рѣже, имѣетъ свои преимущества предъ наклоннымъ поломъ. При расположеніи сливного пола уступами, соединенными горизонтальными полами, при высотѣ уступовъ отъ 4 до 5 футовъ и длинѣ половъ отъ 6 до 7 высотъ предшествующаго уступа, вода, вслѣдствіе удара объ полъ, лишается части пріобрѣтенной ею скорости и дѣйствуетъ менѣе разрушительно на неукрѣпленное дно позади, или ниже пола; между тѣмъ какъ при наклонномъ расположеніи пола, вода скатывается по наклонной плоскости съ постоянно увеличивающеюся скоростью и дѣйствуетъ весьма разрушительно на дно при концѣ сливного пола.

Относительно загрузки подъ сливными полами, по его мнѣнію, хрящеватый песокъ всегда заслуживаетъ предпочтеніе передъ глиною, а при болѣе важныхъ гидротехническихъ постройкахъ, песокъ можетъ быть замѣняемъ тощимъ бетономъ. Въ исполненныхъ нами постройкахъ, говоритъ г. Гаусманъ, мы всегда руководствовались этимъ правиломъ и избѣгали до извѣстной степени употребленія глины. Нѣкоторыя изъ нашихъ построекъ существуютъ уже болѣе 15 лѣтъ и изъ-подъ половъ ихъ не обнаруживается фильтрацій. Впрочемъ, замѣчаетъ онъ, мы не безусловно отвергаемъ употребленіе глины при подобнаго рода постройкахъ, но полагаемъ, что употреблять ее должно съ большою осмотрительностію и преимущественно въ мѣстахъ недоступныхъ ни для воды, ни для мороза. Такъ напр. весьма полезно употреблять хорошо утрамбованную глину для образованія ядра насыпи въ земляныхъ запрудахъ;

для выведенія же откосовъ полезнѣе болѣе сыпучій и не столь вязкій матеріалъ.

Шандорная плотина на р. Самбрѣ въ Намюрѣ. Изъ невысокихъ створчатыхъ плотинъ г. *Палибинъ* указываетъ на плотину построенную въ Намюрѣ (въ Бельгіи) на р. Самбрѣ, какъ на лучший образецъ изъ видѣнныхъ имъ сооружений подобнаго рода. Каменная плотина эта, входящая въ систему канализаціи р. Самбры, построена близъ впаденія этой рѣки въ р. Маасъ и предназначена къ поддержанію постояннаго подпора воды въ $7\frac{1}{2}$ фут. (2,3 метра) необходимаго для свободнаго плаванія судовъ въ плѣсѣ (бьефѣ) рѣки между Шарлеруа и Намюромъ. Отверстіе рѣки, въ мѣстѣ устройства плотины, около 18,7 сажений (40 метровъ) раздѣлено каменными быками на пять пролетовъ, шириною въ 16,4 фут. (5 метр.) каждый, изъ которыхъ крайній пролетъ лѣваго берега (черт. LXXI) занятъ каменнымъ шлюзомъ для пропуска судовъ; крайній правый назначенъ для питанія вододѣйствующаго завода, а три среднихъ предназначены исключительно для спуска, въ случаѣ надобности, прибылыхъ водъ рѣки.

Черт. LXXI
и LXXII.

Средніе быки, толщиною въ 9,84 фут. (3 метра) и длиною 49,2 фут. (15 метровъ); быкъ лѣваго берега, отдѣляющій шлюзъ отъ плотины, толщиною въ 19,68 фут. (6 метровъ) и длиною въ 164 фута (50 метровъ) построены, равно какъ и береговые устои, изъ бутоваго камня, облицованнаго тесанымъ камнемъ изъ породы мраморовъ. Фундаменты ихъ, также какъ и флюдбеты плотины, основаны на слоѣ бетона, заложенаго на плотномъ днѣ рѣки. Порогъ флюдбета, подъ основаніе водянаго полотна, выведенъ на высоту меженнаго уровня рѣки и имѣетъ наклонные полы—понурный и сливной. Поверхность флюдбета выстлана въ тычекъ мелкимъ камнемъ той же породы, съ своеобразными изъ крупнаго камня перемычками по краямъ и въ порогѣ. Впереди и сзади плотины сдѣланы отсыпи изъ накиднаго камня.

Система затворовъ плотины состоитъ изъ горизонтальныхъ шандорныхъ брусевъ, толщиною около фута (0,3 метра), которые закладываются въ пазы каменныхъ быковъ и устоевъ и поднимаются посредствомъ вѣровъ съ зубчатыми колесами. Для удобства выниманія шандоровъ, къ каждому изъ нихъ укрѣплены особыя цѣпи, у которыхъ концевыя кольца висятъ на особомъ крюкѣ, на станкѣ ворота, и надвѣваются при надобности на крючья подъемнаго вала. Пазы для шандоровъ въ каменныхъ быкахъ и устояхъ срезаны наклонною плоскостью со стороны напора, въ томъ расчетѣ, что при послѣднемъ выниманіи шандоровъ, брусъ эти иногда выскакиваютъ изъ пазовъ и повреждаютъ углы ихъ, если пазы имѣютъ форму прямоугольныхъ вырѣзокъ. При чемъ углы пазовъ, будучи изъ камня не слишкомъ крѣпкаго, покрыты для предохраненія отъ ударовъ полосами шпннаго желѣза, утвержденными въ каменной кладкѣ на закрѣпахъ заклепанныхъ снаружи. Мѣра эта оказалась успѣшною и заслуживаетъ подражанія въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ нѣтъ камня твердой породы годнаго для пазовъ, или вообще для угловатыхъ выступовъ гидротехническихъ сооружений.

Черт. LXXII.

Плотина въ Шарлеруа на р. Самбрѣ, построена по этому же образцу. Плотина въ Гентѣ, на р. Шельдѣ, имѣетъ въ руслѣ рѣки два быка и три неравныхъ пролета: два крайнихъ, въ 5 метровъ шириною, запирающихся шандорами, а средній, въ 10 метровъ шириною, подраздѣленъ на четыре отверстія тремя щитовыми стойками упертыми въ помость. Эти отверстія закрываются выдвигаемыми щитами помѣщенными въ три ряда одинъ надъ другимъ и поднимаемыми посредствомъ воротъ, особыми для каждаго цѣпочками.

ГЛАВА XXI.

УСТРОЙСТВО НѢКОТОРЫХЪ, ПО ПРЕИМУЩЕСТВУ ФРАНЦУЗСКИХЪ, ВЫСОКИХЪ ЗЕМЛЯНЫХЪ И КАМЕННЫХЪ СТВОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

67. Водоспуски съ спускными трубами и колодцами.— Мы выше видѣли, что для устраниенія подмывовъ дна и береговъ ниже водоспуска, длина сливныхъ половъ должна бы быть отъ 6 до 7 разъ болѣе разности горизонтовъ подпертой и низовой воды, а при грунтахъ особенно размываемыхъ даже и болѣе. Поэтому, когда плотина поднимаетъ воду на большую высоту, то длина сливныхъ половъ должна быть весьма значительна, а это увеличиваетъ въ большой степени стоимость устройства водоспусковъ. Такъ напр., если плотина поднимаетъ воду на 35 футовъ, или 5 сажень (высота, на которую поднимаютъ воду многія Уральскія плотины), то длина сливныхъ половъ такой плотины должна бы быть отъ 30 до 35 сажень; но такъ какъ существуютъ плотины поднимающія воду свыше 20 саж., то длина ихъ сливныхъ половъ должна бы быть около 140 сажень. А потому при высокихъ плотинахъ выпускъ воды изъ водохранилища дѣлается посредствомъ спусковой трубы и устроеннаго надъ нею колодца, или башни. Въ колодцѣ движется обыкновенно, помощію домкрата, брусъ, на нижнемъ концѣ котораго укрѣпляется щитъ, закрывающій или открывающій спусковую трубу, проходящую отъ дна водохранилища сквозь всю толщину тѣла плотины. Иногда располагаютъ двѣ или три трубы на разныхъ горизонтахъ водохранилища, которыя открываясь въ колодезь, могутъ брать воду съ разныхъ горизонтовъ водохранилища и выпускать ее колодцамъ сквозь нижнюю трубу.

При такомъ устройствѣ, вода не падаетъ въ водоспускѣ, а вытекаетъ изъ нижней трубы, подъ вліяніемъ высоты напора. лишь съ болѣею или меньшею скоростью, которая однако скоро убываетъ вслѣдствіе надлежащаго расширенія русла отводнаго канала и тренія о его дно и стѣны, которыя должны быть защищены отъ размыванія, сравнительно на весьма небольшое разстояніе.

Въ высокихъ каменныхъ плотинахъ, устраиваемыхъ на грунтахъ скалистыхъ, гдѣ не опасаются размыванія руслъ ниже плотины и не считаютъ необходимымъ устройство длинныхъ сливныхъ половъ, — для лучшаго регулированія уровня водохранилища, иногда въ той же плотинѣ, какъ увидимъ ниже, спускъ воды производится одновременно, какъ помощію спусковыхъ трубъ, такъ и помощію обыкновенныхъ водоспусковъ и водосливовъ. Но вода входя въ колодезь чрезъ верхнія спусковыя трубы, будетъ падать въ немъ иногда съ очень большой высоты и производить сильный ударъ, отъ котораго можетъ быть разрушенъ самый колодезь. Для предупрежденія этого, достаточно дно колодца заложить нѣсколько ниже дна водоема, или нижней спускной трубы, такъ чтобы въ первомъ всегда находилось извѣстное количество воды, которая, по своей несжимаемости, будетъ защищать отъ удара дно колодца. Найдено опытомъ, что при высотѣ паденія въ 10 саж., слой воды толщиною въ 4 фута совершенно для этого достаточенъ.

Черт. LXIII.

нпг. . 579

Въ Россіи намъ извѣстна одна довольно высокая плотина, имѣющая, вмѣсто водоспуска обыкновенныхъ створчатыхъ плотинъ, спусковую трубу съ колодцемъ, а именно, такъ называемая *красная гребля*, образующая за собою большое водохранилище, называемое *краснымъ прудомъ*, при селеніи Царская слободка близъ г. Умани. Преграждая собою теченіе небольшой рѣчки, идущей отъ села Войтовки и впадающей въ р. Ятрань, на которой расположенъ г. Умань, красная плотина поднимаетъ воду этой рѣчки на высоту отъ 4 до 5 саженой. Красный прудъ, образуемый этой плотиною, питаетъ собою два нижележащія пруда, Новоставскій и Нижній, находящіеся въ предѣлахъ когда-то знаменитаго Софійскаго, а нынѣ, такъ называемаго, Царицына Сада, и снабжаетъ водою также водопады и фонтаны этого сада.

Въ 1861 году, когда мы осматривали эту плотину, ея деревянные спусковая труба и колодезь дѣйствовали еще исправно и совершенно отвѣчали своему назначенію; хотя тогда уже, по отзыву техниковъ, спусковая труба была ветха и они опасались за ея цѣлость и, вслѣдствіе того, безопасность самой плотины.

Красная плотина (черт. LXIII), длиною болѣе 150 саженой, состоитъ изъ земляной насыпи, имѣющей ширину въ верхнемъ гребнѣ до 6 саженой, съ двойнымъ верховымъ и полуторнымъ низовымъ откосами. Высота насыпи, въ самой глубокой части оврага, гдѣ и проложена подъ нею спусковая труба, доходитъ до 6 саженой. Верховой откосъ плотины, начиная отъ верхняго гребня и на протяженіи до 2 аршинъ ниже наивысшаго уровня воды въ прудѣ, вымощенъ булыжнымъ камнемъ, низовой же покрытъ травой и кустарникомъ.

Спусковая деревянная труба, лежавшая на свайномъ рѣствѣ, состояла тогда (спускъ этотъ, какъ увидимъ ниже, перестроенъ въ 1879 г.) изъ брусчатыхъ рамъ, обшитыхъ снаружи и внутри весьма тщательно досками въ шпунтъ. Собственно деревянная труба занимала собою среднюю часть спуска, входъ же въ нее и выходъ изъ нея воды, на нѣкоторомъ протяженіи подъ откосами плотины, были обдѣланы каменной

кладкой. При выходѣ воды изъ-подъ низоваго откоса, она изъ спусковой трубы входила непосредственно въ открытый отводный каналъ, обдѣланный, на протяженіи около 10 сажени, плитнымъ камнемъ, а изъ этого канала уже естественнымъ русломъ входила въ предѣлы сада и Новоставскій прудъ. Для непроницаемости основанія, и въ виду чрезвычайно плотнаго глинистаго грунта, былъ пробитъ только одинъ шпунтовый рядъ, при началѣ спусковой трубы, или у подошвы верховаго откоса.

Въ разстояніи около 2 сажени отъ верхняго прудоваго гребня плотины, къ сторонѣ пруда, и надъ самую деревянную частію спусковой трубы помѣщалась башня, или колодезь, образованный изъ стоекъ, связанныхъ поперечными брусьями и обшитый также внутри и снаружи досками стоймя и въ шпунтъ. Дно этого колодца, состоящее изъ толстыхъ досокъ, соединенныхъ въ шпунтъ, лежало на томъ же ростверковомъ основаніи, на которомъ лежала и деревянная спусковая труба. Средніе концы трубы были плотно вдѣланы въ стѣны колодца у самаго его дна и такимъ образомъ оба они открывались въ колодезь. Выходное отверстіе для воды, изъ колодца въ трубу, плотно закрывалось подъемнымъ щитомъ, входное же отверстіе, изъ трубы, въ колодезь, было всегда открыто, а потому вода въ колодцѣ всегда стояла на одномъ уровнѣ съ водохранилищемъ. По выходѣ изъ откоса тѣла плотины, колодезь, или башня, поднималась выше гребня плотины, съ котораго внутрь башни открывалась входная дверь. Нѣсколько ниже гребня плотины, въ колодцѣ, надъ водою, былъ сдѣланъ полъ, на которомъ утверждены домкратъ, зубчатая шестерня котораго задѣвала за зубчатую полосу, укрѣпленную на верхнемъ концѣ вертикальнаго подвижнаго бруса, а къ нижнему концу этого бруса былъ прикрѣпленъ щитъ. Дѣйствуя на рукоятку домкрата поднимали или опускали щитъ и такимъ образомъ спускали или останавливали воду. Сверху колодезь былъ покрытъ желѣзной крышей и верхняя часть его, выходящая изъ откоса плотины, представляла довольно красивую будку. Въ горизонтальномъ сѣченіи колодезь представлялъ собою квадратъ, бокъ котораго около одной сажени; что же касается до размѣровъ внутренняго, вертикальнаго сѣченія деревянной части трубы, то это сѣченіе имѣло форму прямоугольника, высотой въ 12, а шириною около 10 вершковъ. Всѣ деревянные части этого спуска, какъ-то: свая, ростверкъ, рамы, стойки, брусья и доски, были изъ дубоваго лѣса, который въ этой мѣстности составляетъ единственный строительный лѣсной матеріалъ. Устройство этого спуска достаточно видно на черт. LXIII.

Впослѣдствіи, начальство Уманьскаго училища Садоводства и Земледѣлія, въ завѣдываніи котораго находится Уманьскій Царицынъ садъ и красная плотина, заботилось о возобновленіи спусковой трубы и колодца, признавая ихъ ветхими и угрожающими прорыву плотины. Дѣйствительно, около 1878 г. сооруженіе это пришло въ такое состояніе, что вода постоянно просачивалась около трубы и тѣмъ, не только безъ всякой пользы происходила лишній расходъ воды, но эта вода разру-

шала самую насыпь плотины и вымываемыми частицами земли засоряла Новоставскій прудъ и другія ниже лежащія сооруженія. А потому перестройка спусковой трубы и колодца въ красной греблѣ сдѣлалась неотложною потребностью, отъ которой зависѣло существованіе всѣхъ другихъ гидротехническихъ сооруженій Царицына сада. Вслѣдствіе малыхъ размѣровъ деревянной трубы, недопускаящихъ въ ней какихъ либо ремонтныхъ исправленій безъ разрыванія самой плотины, а также неудобства ремонтрованія и деревяннаго колодца, заключеннаго въ тѣлѣ плотины, рѣшено было башню, или колодезь, совершенно уничтожить, а спусковую трубу сдѣлать чугунную.

Инженеръ Департамента Земледѣлія и Сельской Промышленности, *Р. Л. Першке*, производившій перестройку этого водоспуска въ 1879 году, и которому мы обязаны сообщеніемъ нижеслѣдующихъ данныхъ по этой перестройкѣ, передавалъ намъ, что разрывая старые колодезь и трубу, онъ нашелъ ихъ выполненными съ чрезвычайной тщательностію и основательностію. Конечно только благодаря этой тщательной работѣ и дубовому матеріалу, они простояли безъ всякаго ремонта болѣе 60 лѣтъ.

Черт. LXIV.

Перестроенный въ 1879 году г. инженеромъ *Першке* водоспускъ красной плотины, состоящій изъ чугунной спускной трубы, представленъ на чертежѣ LXIV. Въмѣсто башни, или колодца, въ верховомъ и низовомъ откосахъ плотины выбрана часть насыпи и въ этихъ выемкахъ образованы небольшіе водяной и стеклявой дворы, первый съ понурнымъ, а второй съ сливнымъ полами. Стѣнки этихъ дворовъ образованы бутовою кладкой изъ булыжнаго камня, съ небольшимъ наклономъ на земляную насыпь плотины, которой онѣ служатъ въ этихъ мѣстахъ подпорными стѣнками. При кладкѣ, въ нихъ заложены и закрѣплены стоймя деревянные брусья, по которымъ снаружи каменные стѣнки обшиты одновершковыми дубовыми досками въ четверть. Въ водяномъ дворѣ эта обшивка сдѣлана, главнымъ образомъ, для предохраненія каменной кладки отъ льда; въ стеклявомъ же дворѣ деревомъ обѣты, на небольшую высоту, лишь боковыя стѣнки сливнаго пола, около которыхъ вода, вытекающая изъ трубы, движется съ весьма большою скоростью и могла бы своимъ стремленіемъ и ударомъ повредить булыжную кладку.

Понурный и сливной полы настланы по ростверку дубовыми досками въ четверть.

Поперечныя каменные стѣны дворовъ продолжены въ насыпь на нѣкоторое разстояніе, въ видѣ крыльцевъ, а между ними внизу, по ростверку на сваяхъ, проложена чугунная спусковая труба, которая при входѣ въ насыпь плотины и при выходѣ изъ нея, по всей толщинѣ поперечныхъ каменныхъ стѣнъ, обдѣлана плотно кирпичною кладкою. Трубѣ и сливному полу данъ небольшой уклонъ по направленію теченія.

Ростверкъ, изъ поперечныхъ и продольныхъ насадебъ на сваяхъ, сдѣланъ, какъ подъ чугунною трубою, такъ и полъ всѣми каменными

стѣнами съ ихъ открывками. Четыре, недлинные, поперечные шпунтовые ряда пробиты при началѣ понурнаго и при концѣ сливнаго половъ, а также при началѣ и при концѣ чугунной трубы. По свойству грунта изъ плотной глины, сваи употреблялись не длиннѣе 5, 4 и 3 аршинъ. Весь деревянный матеріалъ употреблялся изъ дубоваго лѣса. Во время перестройки воспользовались многими годными старыми сваями. Понурный и сливной полы, а также деревянная обшивка водянаго и стекловаго дворовъ, осмолены. Промежутки и пустоты между сваями и брусками ростверковъ заложены бутвою кладкою. Вся каменная кладка производилась на Портландскомъ цементѣ.

Чугунная труба составлена изъ нѣсколькихъ звеньевъ такимъ образомъ, что конецъ одного звена входитъ въ раструбъ другаго; кромѣ того, каждое звено трубы составлено изъ четырехъ отдѣльныхъ частей, какъ видно на чертежѣ LXIV. Труба въ поперечномъ сѣченіи имѣетъ форму нѣсколько большую полукруга, а именно: ширина ея $1\frac{1}{2}$ арш., а высота 1 арш. Плоская часть трубы клалась по ростверку на слой довольно жидкаго раствора, причемъ всѣ части трубы свинчивались болтами съ замазкою швовъ. Снаружи чугунная труба прикрыта по всей длинѣ сводикомъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича съ тою цѣлю, чтобы оседающая свѣжая насыпь не производила на нее, особенно въ началѣ, всего своего давленія непосредственно.

Домкратъ, для подниманія щита, состоящій изъ трехъ паръ чугунныхъ колесъ, утвержденъ на верху передней, каменной поперечной стѣнки и надъ нимъ сдѣлана деревянная будка подъ желѣзной крышей. По гребню плотины выслана булыжная мостовая для проѣзжей дороги. Все устройство этого новаго водоспуска обошлось въ 10075 руб. 62 коп.

Земляная плотина съ спусковыми трубами резервуара Монтобри (Montaubry). Чтобы дать понятіе о высокихъ земляныхъ и каменныхъ плотинахъ, опишемъ здѣсь устройство нѣкоторыхъ изъ новѣйшихъ французскихъ плотинъ. Черт. LXV.

Плотина резервуара *Мантобри*, питающаго центральный судоходный каналъ, построена въ 1861 году. Особенно благоприятныя условія встрѣтились при выборѣ мѣста для этой плотины; она расположена у оконечности гранитнаго бассейна, поверхностью въ 1600 гектаровъ¹⁾ (1464 десятины), выходящаго извилистымъ ущельемъ въ долину День (Dheune), въ наиболѣе узкомъ мѣстѣ котораго поставлена плотина. Плотина эта сдѣлана изъ земляной насыпи и защищена противъ дѣйствія воды и льда, независимыми одна отъ другой, наклонными каменными стѣнками (см. черт. LXV), соединенными между собою каменными же *бермами* (т.-е. горизонтальными, или слабо наклонными площадками); эта система защиты верховаго откоса предложена инженеромъ *Валлэ* (Vallé). Съ лѣвой стороны плотины, въ скалѣ вырубленной уступами, устроенъ водосливъ; съ правой же, — массивъ изъ каменной кладки, къ которому съ обѣихъ сторонъ примыкаетъ земляная насыпь,

¹⁾ 1 гектаръ = 0,9153 десят.; 1 дес. = 1,0925 гектаровъ.

заключаетъ въ себѣ колодезь съ водоспускными трубами (bondes). Три водоспускныя трубы сообщаются посредствомъ вертикальнаго колодца съ отводнымъ каналомъ, который проводитъ спускаемую изъ резервуара воду въ главный каналъ.

Площадь занимаемая резервуаромъ имѣетъ 125 гектаровъ, считая въ томъ числѣ поясъ въ 20 гектаровъ, расположенный выше уровня резервуара, который долженъ быть облѣсенъ, чтобы отвратить, по возможности, сносъ дождевыми водами земель и песковъ на дно резервуара и его засореніе. Объемъ резервуара составляетъ 5.078.000 куб. метровъ. Бассейнъ Монтобри не заключаетъ въ себѣ никакого значительнаго источника или ключа; но однако онъ получаетъ въ годъ не менѣе 11 мил. куб. метр. дождевой воды.

Плотина Монтобри имѣетъ 6 метровъ ширины въ верхнемъ гребнѣ; ея высота надъ дномъ долины составляетъ 16,58 метровъ (54,38 футовъ); на этомъ уровнѣ ея толщина внизу 55,7 метр., длина же ея по оси всего 39 метровъ въ этомъ мѣстѣ наибольшей высоты.

На гребнѣ плотины сдѣланъ каменный парапетъ (стѣнка вдоль всей плотины), высотой въ 1,2 метра, середина котораго отстоитъ на 2,25 метровъ отъ наружнаго гребня, или бровки, низоваго откоса. Этотъ откосъ полуторный; верховой откосъ, составленный изъ трехъ частей, раздѣленныхъ бермами (площадками), въ каждой части также полуторный; онъ прерванъ двумя бермами, шириною каждая въ 2 метра, и кромѣ того стѣнами и малыми соединительными бермами, образующими на этомъ откосѣ рядъ уступовъ. Одна изъ большихъ бермъ расположена на 6-ти метрахъ высоты надъ основаніемъ плотины, а другая на высотѣ 11 метровъ. Все тѣло верховой половины плотины лежитъ непосредственно на скалѣ, предварительно очищенной отъ мягкихъ и слабыхъ частей. Основаніе постройки углублено, среднимъ числомъ, на 6 метровъ ниже дна ущелья. Три непрерывные рва поперекъ ущелья, углубляютъ массу плотины въ скалу и не допускаютъ никакого просачиванія. Два первые рва шириною въ 1,4 и глубиной въ 1 метръ, а третій, подъ серединою плотины, въ 3 метра шириною и глубиною. Низовая половина тѣла плотины лежитъ на натуральномъ грунтѣ, съ котораго снята вся растительная земля и на скалѣ также совершенно очищенной.

Обѣ половины, верховая и низовая, тѣла плотины, насыпались одновременно и изъ той же земли ближайшей къ плотинѣ, образовавшейся отъ разложенія того же гранита и въ которой отношеніе песка къ глинѣ почти какъ 3:2. Разница въ насыпи заключалась только въ томъ (какъ мы уже говорили объ этомъ въ ст. 51), что верховая половина плотины образовалась изъ слоевъ въ $\frac{1}{10}$ метра толщиной, которые трамбованіемъ и укатываніемъ доводились до толщины $\frac{6}{100}$ метра; въ низовой же половинѣ слои насыпались толщиной въ $\frac{2}{10}$ метра, а трамбованіемъ и укатываніемъ доводились до толщины $\frac{14}{100}$ метра. Или, какъ французскіе инженеры выражаются, одни уплотнялись вполне, а другіе вполонину.

Низовой откосъ газонированъ посѣвомъ травъ, и кромѣ того засаженъ кустарникомъ, для его предохраненія. Верховой же откосъ одѣтъ стѣнками и бермами изъ каменной кладки. Стѣнки параллельны между собою и оси плотины. Высота ихъ 0,8 метровъ, кромѣ 16-й, въ которую упирается верхняя берма; каждая изъ нихъ, вмѣстѣ съ бермой за ней слѣдующей, занимаетъ въ высоту 1 метръ, т.-е. высота стѣнки 0,8 метр. и уклонъ бермы 0,2 метр. Средняя толщина каждой изъ 16 стѣнъ 0,6 метра. Первая, или самая нижняя стѣнка, опирается на каменный массивъ, толщиной въ 2 метра, составляющій предохранительную стѣну, углубленную на 1 метръ въ скалу ниже плоскости основанія плотины. Всѣ остальные стѣнки основаны на массивѣ изъ бетона, толщиной въ 0,4 и шириною въ 0,9 метровъ. Кладка изъ грубо тесаного песчаника, и облицовка наверху изъ тесаного камня, составляютъ лицевую часть стѣнки. Соединяющія ихъ бермы покрыты слоемъ бетона, толщиной въ 0,185 метр., который залитъ асфальтовымъ слоемъ, толщиной въ 0,015 метр. Эта асфальтовая смазка проникаетъ на 0,02 метр. въ бетонъ поверху всей нижней основной стѣны и подъ основаніемъ самой верхней стѣны. Парапетъ, или барьеръ, идущій по верхнему гребню плотины и предохраняющій гребень ея отъ ударовъ волнъ, состоитъ изъ плитной, бутовой кладки (*en moellons smillés*). Онъ опирается на слой бетона въ 0,35 метр. толщиной и въ 0,6 метровъ шириной, а вверху обложенъ тесанымъ камнемъ, въ 0,35 метр. высотой и 0,6 метр. шириною, который, съ каждой стороны, выступаетъ изъ - за бутовой кладки на 0,05 метр. Съ правой стороны этотъ парапетъ углубляется въ скалу, а съ лѣвой онъ оканчивается перилами переходнаго мостика надъ водосливомъ.

Противъ спусковыхъ трубъ въ парапетѣ сдѣланы два прохода, шириною въ 0,8 метр., запираемые желѣзными дверями, обтянутыми листовымъ желѣзомъ, между которыми вѣданы деревянные ящики, въ которыхъ хранятся домкраты, необходимые для дѣйствія щитами водоспускныхъ трубъ. Вся длина парапета 132,5 метровъ.

Водосливъ имѣетъ 8 метровъ ширины; его подошва, или порогъ, лежитъ на 15,2 метр. выше дна ущелья. А такъ какъ высота всей плотины, вмѣстѣ съ парапетомъ, составляетъ 17,78 метровъ, слѣдовательно флюдбетъ водослива ниже парапета на 2,58 метр. Какъ и плотина, водосливъ основанъ на естественной и твердой скалѣ. Для этого было необходимо опуститься съ основаніемъ предохранительной стѣны и боковыхъ стѣнъ водослива на глубину 5-ти метровъ. Бетонный сводъ между береговыми стѣнами, поверхъ растрескавшейся и разложившейся скалы, служить флюдбеотмъ; онъ покрытъ слоемъ асфальта и упирается на рядъ тесаныхъ камней, которыми покрыта предохранительная стѣна. Боковыя стѣны водослива служатъ опорой переходному мостику, состоящему изъ деревянной настилки, поддерживаемой тремя желѣзными фермами, отстоящими на 0,8 метра одна отъ другой и концы пяти укрѣплены на 0,8 метр. выше флюдбета водослива. Фермы

соединены между собою связями и на той, которая обращена къ низовой сторонѣ, поставлены перила на одной линіи съ парапетомъ.

Водопроводныя галлерей, или водоспускныя каменные трубы (bondes), устроены въ основаніи каменнаго водоспуска, съ отверстіемъ въ 1,6 метр., по бокамъ котораго идутъ двѣ каменные лѣстницы имѣющія каждая 1,10 метр. ширины, ступени которыхъ шириною 0,3 метра и высотой 0,2 метра.

Три водоспускныхъ трубы, обдѣланныя тесанымъ камнемъ, расположены одна надъ другой на разстояніи, по высотѣ, 5 метровъ. Онѣ сдѣланы съ полнымъ полукруглымъ сводомъ въ 1 метръ діаметромъ. Высота нижней трубы 2 метра подъ замкомъ свода; высота же двухъ верхнихъ 1,7 метр. Всѣ три трубы закрываются деревянными рамами, въ которыхъ сдѣлано отверстіе, закрываемое щитомъ. Это отверстіе имѣетъ 0,35 метровъ высоты и 0,6 метр. ширины. Щитъ также деревянный, высотой 0,4 и шириною 0,7 метровъ; толщина его 0,1 метръ. Щитъ поднимается и опускается помощію домкрата, помѣщеннаго на высотѣ большой бермы. Два первые, или нижніе, домкраты установлены на каменныхъ сводахъ, которые пересѣкаютъ отверстіе водоспуска у входа въ спусковые трубы; третій же, верхній, утверждёнъ на платформѣ, находящейся на одномъ уровнѣ съ парапетомъ.

Въ боковыхъ стѣнахъ водоспуска (узкаго водянаго двора), выше по теченію отъ каждаго щита, вынуты пазы, въ которые могутъ быть закладываемы шандорныя брусья.

Колодезь, въ который входятъ спусковыя трубы, имѣетъ въ діаметрѣ 1,10 метровъ до высоты свода третьей, или верхней спусковой трубы, и діаметръ 0,9 метровъ выше этой трубы. Онъ одѣтъ грубо притесанными камнями, кладку которыхъ раздѣляютъ части изъ тесаннаго камня на высотѣ флюдбета спусковыхъ трубъ, и которыя принимаютъ на себя ударъ воды проходящей по трубамъ въ колодезь. Этотъ колодезь закрытъ, на высотѣ платформы верхней бермы, чугунной крышкою. Каменный массивъ (черт. LXV) въ которомъ сдѣланъ колодезь и спусковыя трубы, заключенъ въ земляномъ тѣлѣ плотины и укрѣпленъ съ боковъ контрфорсами, или открылками, предназначенными препятствовать фильтраціямъ, которыя стремились бы образоваться вдоль непрерывныхъ внѣшнихъ стѣнъ водоспуска. Подобная же предосторожность принята и вдоль отводной трубы, которая составляетъ продолженіе нижней спусковой трубы, и имѣетъ съ этой послѣдней одинаковыя размѣры: ее окружаютъ два кольца изъ каменной кладки въ 1 метръ шириною и въ 1 метръ выступа за внѣшнюю поверхность трубы; эти открылки, въ формѣ плоскихъ колецъ, также составляютъ препятствіе проходу воды около внѣшнихъ стѣнъ отводной трубы. Этотъ водопроводъ оканчивается каменнымъ водоспускомъ, въ 3 метра шириною, закрываемымъ шандорами, который позволяетъ впускать въ рѣку воду бассейна старымъ русломъ ручья, или, при надобности, осушить проводъ воды въ главный каналъ, разстояніе до котораго составляетъ 512 метровъ.

Стоимость всего этого сооруженія составила изъ слѣдующихъ цифръ:

за отчужденіе земли 125 гектаровъ	185.000	франковъ.
Устройство плотины и спусковыхъ трубъ. . .	337.000	„
Устройство водослива	25.000	„
	<hr/>	
	а всего	547,000 „

Какъ сказали выше, самый высокій профиль плотины имѣетъ протяженіе въ 39 метровъ, а затѣмъ, въ обѣ стороны поперекъ ущелья, высота профиля идетъ уменьшаясь по мѣрѣ приближенія концовъ плотины къ откосамъ береговъ и распространенія этихъ концовъ въ самые берега ущелья.

Каждая водоспускная труба начинаетъ дѣйствовать въ свое время, смотря по опусканію уровня воды въ резервуарѣ. Поднятіе и опусканіе небольшихъ щитовъ производится легко, помощію бронзовыхъ зубчатыхъ полосъ, укрѣпленныхъ на верхнемъ концѣ бруса, на которомъ укрѣпленъ щитъ, и домкратовъ. Бронзовыя зубчатки могутъ оставаться въ водѣ безъ всякаго для нихъ вреда; что же касается до домкратовъ, то они заключены въ съемныхъ коробкахъ, которыя снимаютъ вмѣстѣ съ домкратами при возвышеніи воды, и укладываютъ въ ящики на верху плотины, о которыхъ сказано выше.

Небольшіе деревянные щиты имѣютъ гораздо меньшіе размѣры сравнительно съ площадями сѣченій водоспускныхъ трубъ; щиты упираются въ деревянные рамы, закрывающія отверстія трубъ, которыя легко вынимаются, такъ какъ задерживаются на мѣстѣ просто клиньями.

Когда желаютъ поддерживать уровень резервуара на постоянной высотѣ, напр. между первой и второй водоспускными трубами, чтобы выше дѣлать исправленія, то необходимо открыть водѣ бѣльшее отверстие, чѣмъ отверстие закрываемое небольшимъ щитомъ, которое достаточно для питанія канала. Въ такомъ случаѣ закладываютъ въ пазы шандоры передъ щитомъ нижней спусковой трубы; вода заключенная между этой трубой и шандорами быстро стекаетъ; тогда разбираютъ раму спусковой трубы и вода резервуара начиная переливаться водосливомъ чрезъ заложенные шандоры, уходитъ сквозь всю открытую трубу. Если случится и быстрый паводокъ, то нельзя опасаться, что много измѣнится уровень резервуара, такъ какъ его можно регулировать поднятіемъ и опусканіемъ шандоровъ. Это приспособленіе предложено инженеромъ *Валле*.

Земляная плотина резервуара Пантье (Panthier). Разрѣзъ этой плотины, съ водоспускной ея трубой въ прежнемъ видѣ, представленъ на черт. LXVI.

Резервуаръ Пантье служитъ для питанія Бургонскаго канала. Онъ прежде заключалъ въ себѣ только 1.800,000 куб. метровъ воды, но послѣ перестройки его плотинъ, въ недавнее время, онъ заключаетъ теперь 8.000.000 куб. метр. воды. Прежняя его плотина могла служить образцовой для невысокихъ подъемовъ, такъ какъ нормальная высота подъема за нею воды была не болѣе 7 метровъ, а наибольшая была 9 метровъ. Ея газонированный низовой откосъ былъ двойной, а

верховой, покрытый каменной одеждой, въ $\frac{1}{2}$ метра толщиной, имѣлъ наклонъ $\frac{5}{2}$, или 5 оснований на 2 высоты. Она имѣла башню съ водоспускной трубой и кромѣ того еще водосливъ.

Послѣ перестройки, резервуаръ имѣетъ поверхность въ 140 гектаровъ, и бассейнъ, съ котораго онъ получаетъ воды, поверхностью въ 30 кв. километровъ¹⁾, можетъ давать ежегодно 11 мил. куб. метр. воды, т.-е. по 375.000 куб. метр. съ одного квадратн. километра, какъ показали продолжительныя мѣстные наблюденія.

Резервуаръ Пантье расположенъ въ долину ручья, отъ котораго онъ получилъ свое названіе. Общая форма его имѣетъ видъ эллипса: съ правой и лѣвой стороны онъ ограничивается естественными берегами, а съ верхней и нижней двумя земляными плотинами, вѣрзающимися въ берега. Канавы, длиною въ 3370 метровъ, приводятъ въ него отведенныя воды ручья Эшане (d'Eschannay) и еще четырехъ второстепенныхъ ручьевъ; пятый ручей, Пантье, впадаетъ непосредственно въ резервуаръ. Воды резервуара продвоятся въ Бургонскій каналъ канавою, длиною въ 2500 метровъ.

Главная, нижняя плотина резервуара, состоитъ изъ земляной насыпи, тщательно утрамбованной. Она имѣетъ 1250 метр. длины (585,7 саж.), 4,7 метра ширины въ верхнемъ гребнѣ и 13 метровъ высоты надъ естественнымъ дномъ долины въ своей средней части, на протяженіи 350 метровъ; ширина основанія въ этой части 70 метровъ. Высота подъема воды надъ дномъ спусковой трубы составляетъ 13,6 метра (44,6 фута), а гребень плотины возвышается надъ уровнемъ воды на 1,7 метра, не считая 0,8 метра высоты парапета, или ограждающей стѣнки, идущей по гребню всей длины плотины. Низовой откосъ двойной, а верхней 2,26; первый газонированъ, а второй покрытъ каменной одеждой, толщиной въ $\frac{1}{2}$ метра, сложенной на цементъ и раздѣленъ на четыре уступа четырьмя площадками, въ 3 метра шириною каждая. Плотина, кромѣ того, защищена отъ проницаемости каменною стѣною, въ 1,5 метра толщиной, опущенною до скалистаго грунта, въ который она втоплена на глубину $\frac{1}{2}$ метра. Для отстраненія же всякаго скольженія, въ основаніи плотины, на разстояніи 40 метровъ одна отъ другой, устроены каменные вдоль плотины стѣнки, въ $1\frac{1}{2}$ метра толщиной, поддерживаемыя сводообразными упорными основаніями.

Второстепенная плотина ограничиваетъ воды въ верховьяхъ бассейна, чтобы не затоплять хорошіе луга и не образовать вверху вредныя болота. Эта плотина имѣетъ 1200 метровъ длины, 4,5 метра ширины въ верхнемъ гребнѣ съ двойными откосами и возвышается надъ уровнемъ воды на $1\frac{1}{2}$ метра. Наибольшая ея высота 6 метровъ и въ этой части ширина ея основанія $28\frac{1}{2}$ метровъ.

Стоимость перестройки резервуара Пантье, со всѣми водоспускными трубами на разныхъ высотахъ, новой башней, водосливами, тоннелями, приводными и отводными каналами, простиралась до 1.900.000 франковъ.

¹⁾ 1 кв. километръ = 0,8787 кв. версты.

Проекты перестройки составлены были инженеромъ *Базеномъ* (Vazin) подъ руководствомъ инженера *Шено* (Chenot).

Отъ первоначальнаго устройства осталось только ядро прежней плотины, вошедшее въ составъ новой, и водоспускная труба, которая была удлиннена на 35 метровъ.

68. Сифонный водоспускъ земляной плотины резервуара Миттерсгеймъ. — Однимъ изъ способовъ для спуска воды изъ резервуара, можетъ служить сифонная труба *ABC*, заложенная въ тѣлѣ плотины (фиг. 652), съ воздухопроводною трубою *DE*. Лишь только уровень воды въ прудѣ поднимется до высшей точки *D* сифона, то сифонъ весь заполнится водою, которая начнетъ изливаться чрезъ отверстие *C* полнымъ сѣченіемъ трубы сифона, подъ напоромъ *CH*, равнымъ разстоянію отверстия *C* до уровня воды въ прудѣ. Когда вода опустится до воздухопроводной трубы *DE*, то въ сифонъ будетъ входить по ней воздухъ и вытекание воды изъ-за плотины прекратится; если же вода поднимется нѣсколько выше точки *B*, но не дойдетъ до точки *D*, то обстоятельства вытекания будутъ тѣ же, которыя встрѣчаются въ случаѣ водослива. На практикѣ, такой сифонный водоспускъ, представленный на всемірной выставкѣ 1867 г., былъ устроенъ въ плотинѣ резервуара Миттерсгеймъ, во Франціи, инженеромъ *Гиршемъ* (Hirsch), и регулируетъ автоматически уровень воды въ резервуарѣ, въ предѣлахъ 5 сантиметровъ, или 2 дюймовъ. Черт. LXVII.

Каменноугольный каналъ р. Сарры впадаетъ въ каналъ изъ р. Марны въ Рейнъ, въ плесѣ водораздѣла Вогезовъ, по срединѣ резервуара Гондрезанжъ (Gondrexange). Этотъ каналъ питается Миттерсгеймскимъ резервуаромъ, поверхностью въ 262 гектара, ёмкостью въ 7.100.000 куб. метр. и наибольшей длиною въ 4500 метровъ. Слой воды этого резервуара, который можетъ питать каналъ, составляетъ глубину въ 3,463 метра; объёмъ этого слоя составляетъ 5.800.000 куб. метр. воды.

Дно этого резервуара совершенно непроницаемо. Резервуаръ удерживаетъ разливныя воды р. Сарры и дождевыя воды, которыя упадаютъ на бассейнъ, почти весь покрытый лѣсомъ и съ очень слабыми скалами. поверхностью въ 2950 гектаровъ. Высота слоя ежегодно выпадающаго на этотъ бассейнъ дождя, составляетъ 0,723 метра (28,44 дюйма); испареніе уноситъ слой въ 0,384 метра: резервуаръ получаетъ объёмъ, соотвѣствующій слою въ 0,2 метра: остальная часть воды поглощается почвою и растительностію.

Плотина Миттерсгеймскаго резервуара имѣетъ 332,5 метр. длины, Черт. LXVII.
8,82 метр. высоты, между шоссе, которое проходитъ по ея гребню, и порогомъ нижней спускной трубы, и 11,32 метр. наибольшей высоты, между вершиною парашета и плоскостью основанія предохранительной верховой стѣны. Шоссе проходитъ на 0,7 метр. выше установленнаго правилами уровня воды въ резервуарѣ; парашетъ, высотой въ 1 метръ, предохраняетъ его отъ волнъ резервуара.

Тѣло плотины (черт. LXVII), какъ и плотины Монтобри, состоитъ изъ искусственно уплотненной земляной насыпи, защищенной въ вер-

ховомъ откосѣ каменной одеждой, образующей уступы, имѣющіе каждый наклонную стѣнку и рисберму, или соединительную площадку съ небольшимъ уклономъ. Насыпь образована изъ диллювія, содержащаго почти поровну глины и песка; эта земля смѣшана съ небольшимъ количествомъ гидравлической извести, въ порошокъ или въ видѣ известкового молока, смотря по степени сырости земли. Уплотнѣніе слоевъ производилось чугуннымъ каткомъ, вѣсомъ въ 2.100 килограммовъ, проходившимъ по послѣдовательнымъ слоямъ въ 0,08 метр. толщиною; послѣ 12-ти проходовъ по слою, уплотнѣніе было достаточно; въ углахъ, въ которые нельзя было заходить съ каткомъ, употребляли для уплотненія насыпи чугунныя трамбовки, вѣсомъ въ 19 килограм., или деревянныя колотушки. Обыкновенно употреблялось 12 литровъ извести въ порошокъ на кубич. метръ укатанной земли и работа уплотнѣнія каткомъ обходилась въ 0,21 франка на 1 куб. метръ насыпи.

Уступы верховаго откоса должны сопротивляться льдамъ и потому имѣютъ толщину каменной одежды бѣльшую чѣмъ въ плотинѣ Монтотбри. Каждая стѣна опирается на слой бетона и имѣетъ толщину вверху 0,50 метр. и 0,70 метр. въ основаніи; каждая соединительная площадка (рисберма) имѣетъ толщину въ 0,30 метр., изъ которыхъ 0,18 метр. бетоннаго основанія и 0,12 метр. каменной вымостки.

Самую интересную часть этой плотины составляетъ ея сифонный водоспускъ, который служитъ, какъ для поддержанія опредѣленнаго уровня резервуара, такъ и для спуска всего пруда. Этотъ сифонный приборъ дѣйствуетъ какъ настоящій теоретическій сифонъ и состоитъ изъ двухъ широкихъ чугунныхъ трубъ, съ внутреннимъ діаметромъ въ 0,7 метра и толщиною стѣнокъ въ 0,022 метра, надлежащимъ образомъ изогнутыхъ (Черт. LVXII), имѣющихъ, каждая, по вспомогательной воздухопроводной трубкѣ, также изогнутой, діаметромъ въ 0,15 метр. и толщиною стѣнокъ 0,012 метр., которыя соединяются съ широкими трубами въ ихъ верхнемъ изгибѣ и служатъ для возбужденія сифона къ дѣйствію или для прекращенія его дѣйствія. Обѣ широкія трубы сообщаются съ резервуаромъ своей короткой вѣтвью и погружаются нисходящей вѣтвью въ нижнюю воду, съ низовой стороны плотины. Ихъ верхній изгибъ находится на установленномъ для резервуара уровнѣ. Каждый большой сифонъ, съ своей вспомогательной трубкой, составляетъ полную систему, такъ что аппаратъ состоитъ собственно изъ двухъ отдѣльныхъ сифоновъ, совершенно одинаковыхъ, но совершенно независимыхъ одинъ отъ другаго, такъ что одинъ можетъ быть разбираемъ и исправляемъ по надобности, тогда какъ другой можетъ въ это время дѣйствовать.

Весь этотъ двойной аппаратъ заключенъ въ закрытомъ колодезѣ, который предохраняетъ его отъ промерзанія и плавающихъ тѣлъ. Но всѣ трубы, которыхъ различныя искривленія имѣютъ одинаковый радіусъ кривизны въ 1,44 метра, по оси, такъ расположены въ колодезѣ, что можно ходить кругомъ нихъ и осматривать всѣ ихъ части.

Колодезь этотъ, квадратной формы, приклоненъ къ верховому откосу

плотины; въ нижней своей части онъ имѣетъ два отверстія, одно въ передней стѣнѣ колодца и другое въ задней его стѣнѣ; первое вообще открыто и допускаетъ свободно воду пруда во внутренность колодца; оно запирается только тогда, когда нужно дѣлать исправленія; второе, напротивъ, постоянно закрыто и открывается только въ случаѣ, когда хотятъ выпустить воду изъ колодца или изъ пруда; оно служитъ нижней спускной трубой, или тоннелемъ, устроеннымъ подъ плотинной. Передняя стѣна колодца имѣетъ, кромѣ того, два другихъ отверстія, расположенныхъ на глубинѣ 3,5 метра ниже требуемаго уровня пруда; эти отверстія служатъ входами для воды въ восходящія рукава широкихъ сифонныхъ трубъ. Онѣ круглыя и расширены воронкообразно для того, чтобы уменьшить сжатіе струи при входѣ воды въ трубу и не потерять величины напора вслѣдствіе этого сжатія.

Черт. XLVII.

Нижнія оконечности нисходящей вѣтви каждой широкой сифонной и каждой воздушной трубы, проходятъ плотно сквозь заднюю стѣну колодца и погружаются въ нижнюю воду за плотинной, которой уровень на 6,58 метровъ ниже уровня прудовой воды и поддерживается на этой высотѣ небольшой заборкой, сдѣланной въ отводномъ каналѣ.

Начало воздухопроводныхъ трубокъ не открывається непосредственно въ большой резервуаръ, какъ начало большихъ сифонныхъ трубъ; это начало находится внутри колодца и расположено такимъ образомъ, что его входное отверстіе совершенно затопляется только тогда, когда уровень воды въ прудѣ поднимется на 0,005 метра (или на 5 миллиметровъ) выше установленнаго правилами уровня. Это начальное отверстіе воздухопроводныхъ трубокъ, также сильно расширенное въ горизонтальномъ направленіи, снабжено перегородкой, или внутренней подвижной стѣнкой, которая вращается около вертикальной оси (фиг. 653) и которая позволяетъ по произволу уменьшать или увеличивать входное отверстіе, не производя быстрой перемѣны въ величинѣ сбѣченія и сохраняя всегда прогрессивное его увеличеніе, хорошо удерживаемое. Вся система этого входнаго отверстія можетъ, кромѣ того, подниматься или опускаться въ цѣломъ составѣ въ непроницаемомъ соединеніи, съ свободнымъ расширеніемъ.

Черт. LXVII.

• фиг. 653.

Употребляя отдѣльно или комбинируя то и другое изъ этихъ двухъ средствъ регулированія, и прилагая ихъ болѣе или менѣе различнымъ способомъ въ каждой изъ двухъ группъ сифоновъ, можно измѣнять въ очень широкихъ предѣлахъ ходъ и количество воды, выпускаемое аппаратомъ, и надлежащимъ образомъ поддерживать опредѣленный расходъ воды и уровень пруда. Это регулированіе дѣлается притомъ одинъ разъ навсегда и затѣмъ аппаратъ дѣйствуетъ уже самъ совершенно автоматически и не требуетъ за собою никакого ухода.

Обыкновенно аппаратъ не дѣйствуетъ, потому что вообще уровень резервуара находится ниже предъустановленной для него высоты: но тотчасъ приходитъ въ дѣйствіе, какъ только вода хотя немного поднимется выше предназначеннаго ей наивысшаго уровня. Сначала, и до тѣхъ поръ пока превышеніе уровня не превзошло 0,005 метровъ, истеченіе идетъ

простымъ переливаніемъ чрезъ верхній изгибъ трубы, или водосливомъ; но лишь только уровень воды въ прудѣ начнетъ переходить 0,005 метра выше установленнаго, начинается и дѣйствіе сифона. Дѣйствительно, въ этотъ моментъ входное отверстіе воздухопроводныхъ трубокъ погружается въ воду и аппаратъ внутри разобщается съ внѣшнимъ воздухомъ; движеніе воды увлекаетъ тогда весь воздухъ оставшійся заключеннымъ въ самыхъ трубкахъ и вытягиваетъ воздухъ находящійся въ большихъ трубкахъ; вслѣдствіе этого, давленіе воздуха внутри аппарата быстро уменьшается и скорость теченія и расходъ воды также быстро увеличиваются. Но скоро происходитъ другое явленіе, препятствующее уменьшенію внутренняго давленія и постоянному увеличенію скорости воды, и которое удерживаетъ ихъ въ нѣкоторыхъ предѣлахъ равновѣсія, для каждой высоты уровня воды въ прудѣ. Скорость, съ которой вода начинаетъ входить въ воздухопроводную трубу, развиваетъ около этого входа мѣстное пониженіе уровня и образуетъ маленькій горизонтальный водоворотъ, производящій, съ своей стороны, въ водѣ надъ отверстіемъ воронкообразное углубленіе, которое увеличиваясь съ увеличеніемъ скорости, достигаетъ до отверстія трубки, открываетъ часть его и даетъ въ него доступъ воздуха; вошедшій въ аппаратъ воздухъ производитъ увеличеніе внутренняго давленія и чрезъ это уменьшаетъ скорость теченія воды. Но въ свою очередь это увеличеніе внутренняго давленія и уменьшеніе давленія воды, не могутъ превзойти нѣкоторый предѣлъ; иначе пониженіе уровня надъ отверстіемъ, или воронкообразный водоворотъ, начинаетъ понемногу исчезать съ уменьшеніемъ скорости воды и воздухъ перестанетъ опять входить въ отверстіе воздухопроводной трубки. Затѣмъ опять повторится прежнее явленіе. Послѣ нѣсколькихъ подобныхъ колебаній, устанавливается устойчивое равновѣсіе и постоянное истеченіе воды и воздуха, при которомъ внутреннее давленіе воздуха будетъ тѣмъ слабѣе и расходъ воды тѣмъ больше, чѣмъ уровень воды въ прудѣ будетъ выше. Когда превышеніе уровня достигнетъ 0,05 метра (или 5 сантиметровъ), всякій входъ воздуха и его истеченіе прекращаются и сифонъ изливаетъ тогда воду полнымъ сбѣченіемъ подъ соотвѣтствующимъ напоромъ. Расходъ воды увеличивается по мѣрѣ возвышенія уровня воды въ прудѣ; когда уровень возвысится выше установленнаго на 5 сантиметровъ, тогда сифонъ изливаетъ 7 кубич. метровъ воды въ секунду.

Отъ этого момента, объемъ воды изливаемой сифономъ равенъ и даже нѣсколько болѣе того, какой наибольшій наводокъ можетъ принести въ бассейнъ; уровень воды не можетъ, слѣдовательно, повыситься; наибольшее его возвышеніе надъ установленнымъ уровнемъ ограничено, такимъ образомъ, предѣломъ въ 5 сантиметровъ. Когда разливъ уменьшается, потомъ прекращается, явленія происходятъ въ обратномъ порядкѣ: уровень воды понемногу понижается, давленіе воздуха внутри сифона увеличивается и объемъ вытекающей воды уменьшается до тѣхъ поръ, пока уровень воды упадетъ до назначенной для него высоты, тогда воздухъ войдетъ въ аппаратъ и онъ перестаетъ дѣйствовать. Наибольшая выгода сифоннаго водоспуска заключается въ томъ, что

это приборъ постоянный, который въ обыкновенное время не выпускаетъ изъ резервуара ни одной капли воды и который во время паводка, или въ минуту необходимости, дѣйствуетъ самъ совершенно автоматически, не требуя никакой внѣшней работы и ухода. Эта система оказалась предпочтительнѣе обыкновенныхъ поверхностныхъ водосливовъ, которые теряютъ много воды во время волненія и которые, при большихъ паводкахъ, не могутъ спускать всю воду безъ вспомогательныхъ спусковъ щитами или шандорами, управляемыми прислугою плотины, невниманіе которой можетъ повести иногда къ большимъ бѣдствіямъ. Только при очень большой длинѣ обыкновеннаго водослива онъ еще можетъ регулировать, и то въ значительныхъ предѣлахъ, уровень резервуара; но развитіе въ такой мѣрѣ длины водослива бываетъ не всегда возможно.

Сифонная система водоспуска оказалась предпочтительнѣе и само-дѣйствующихъ щитовъ, которые въ поднятомъ положеніи всегда пропускаютъ очень значительное, излишнее количество воды, у которыхъ вращающіяся и другія подвижныя части ржавѣютъ отъ окисленія и теряютъ подвижность послѣ долгаго бездѣйствія, и въ случаяхъ мгновенной потребности, потерявъ всякую чувствительность, иногда отказываются совершенно дѣйствовать.

Употребленіе постоянныхъ сифоновъ для спуска переполненныхъ бьефовъ и резервуаровъ, не есть мысль совершенно новая; она была высказана уже давно инженеромъ *Жираромъ* (Girard), членомъ Парижской Академіи Наукъ (de l'institut), и даже получила примѣненіе на дѣлѣ. Но аппараты которые были устроены по мысли *Жирара*, состояли исключительно изъ однихъ широкихъ сифонныхъ трубъ, которыхъ полное дѣйствіе или бездѣйствіе требовало весьма большихъ измѣненій въ уровнѣ воды выше и ниже требуемаго уровня; что составляетъ двойное неудобство, потому что съ одной стороны, значительное возвышеніе уровня можетъ угрожать прочности плотины; а съ другой, большое его пониженіе заставляетъ терять значительную часть воды, запасенную для потребностей судоходства. Этому двойнаго неудобства вполне избѣжали въ аппаратахъ Миттерегеймскаго резервуара, прибавкою малыхъ вспомогательныхъ сифоновъ, которые играютъ роль зарядателя и разрядателя сифона, и которые во всѣхъ случаяхъ требуютъ измѣненія въ уровнѣ лишь на 5 сантиметровъ, т.-е. измѣненія самаго ничтожнаго. Это нововведеніе, какъ уже мы сказали, принадлежитъ французскому инженеру *Гиршу*; имъ были проектированы и устроены, какъ сифоны, такъ и всѣ другія части Миттерегеймской плотины, подъ руководствомъ главнаго инженера *Бенара* (Bénard).

По теоріи, сифонный водоспускъ можетъ быть употребленъ при напорахъ до 32 футовъ, но очевидно его нельзя употреблять при напорахъ болѣе 25 футовъ; даже при этомъ напорѣ, такъ какъ вода, протекая по сифону, будетъ увлекать съ собою частицы воздуха, которые скопляясь въ вершинѣ сифона, могутъ остановить теченіе воды, то отъ времени до времени надо будетъ выкачивать воздухъ. При напорахъ же менѣе 25 футовъ это устройство представляетъ большія выгоды.

69. Высокія каменныя плотины.— Чтобы показать примѣры устройства высокыхъ каменныхъ плотинъ, мы приведемъ здѣсь описанія устройства плотины Сеттонской (Settons), на р. Кюръ, плотины *Фюренс* (Fugens) около Сентъ-Этьена и плотины *Банъ* (Ban) около Сентъ-Шамонда.

Черт. LXVII.

Сеттонская плотина. Еще въ концѣ прошлаго столѣтія предположено было устройство въ верхней части долины р. Ионны резервуаровъ, которые запасали бы избытокъ зимнихъ водъ для вспомошествованія лѣтнему шлюзовому судоходству, существовавшему на этой рѣкѣ. Въ 1846 году рѣшено было приступить къ устройству Сеттонскаго резервуара около Монзонъ въ Морванѣ, на р. Кюръ (Cure), притокѣ р. Ионны. Работа, начатая въ 1855 году, была окончена въ 1858 году инженеромъ *Камбюза* (Cambuzat).

Резервуаръ занимаетъ поверхность въ 400 гектаровъ и содержитъ 22 милл. куб. метровъ при наибольшемъ подъемѣ уровня воды въ 18 метровъ (59,04 футовъ). Онъ можетъ наполняться два раза въ годъ; слѣдовательно судоходство можетъ пользоваться изъ него 44 милл. куб. метровъ воды. Сеттонскій резервуаръ лежитъ на высотѣ 568 метровъ надъ уровнемъ моря въ гранитномъ непроницаемомъ бассейнѣ, на который ежегодно выпадаетъ 1,7 метровъ дождя. LXVII черт. изображаетъ поперечный разрѣзъ плотины по оси нижней водоспускной трубы.

Черт. LXVII.

Обширная Сеттонская равнина отлично приспособлена для образованія большаго резервуара; она оканчивается съ низовой стороны узкимъ ущельемъ, въ которомъ расположена подпорная плотина. Плотина эта состоитъ изъ простой каменной стѣны, врѣзанной въ гранитную скалу и сложенной на гидравлической извести изъ грубыхъ глыбъ гранита. Парапеты ея верхняго гребня, углы входа и выхода трубъ и т. п. части, обдѣланы тесанымъ гранитомъ. Толщина плотины 4,88 метр. въ верхнемъ гребнѣ и 11,4 метра въ основаніи, съ выступами въ 0,44 метра съ верховой стороны и въ 0,303 метра съ низовой. Къ низовому откосу придѣланы пилястры, толщиною въ 0,5 метра, чтобы разбить большую поверхность этого откоса, представлявшаго голую стѣну, на отдѣльныя части, слѣдовательно лишь для украшенія. Длина плотины въ верхнемъ гребнѣ 271 метръ, а полная высота ея, между дномъ нижней спускной трубы и верхнимъ гребнемъ, составляетъ 20 метровъ.

Съвозъ плотину проходятъ три водоспуска, одинъ у самаго дна резервуара, другой на высотѣ 6 метровъ и третій на высотѣ 12 метровъ отъ этого дна; каждый водоспускъ состоитъ изъ пяти водоспускныхъ трубъ, или водопроводовъ, имѣющихъ 0,7 метровъ ширины и 1 метръ высоты. Эти водоспускныя трубы запираются деревянными щитами, которые поднимаются помощію домкратовъ съ площадокъ стѣланныхъ для этого на верховомъ откосѣ. Для двухъ первыхъ водоспусковъ (считая отъ дна), подпоры домкратовъ прикрѣплены къ стѣнѣ, но самый домкратъ съемный и его спускаютъ съ верха плотины посредствомъ цѣпи и подвижной брусчатой рамы съ блокомъ. Спущенный домкратъ удерживаютъ на подпоры, съ которыхъ онъ можетъ захватывать зубцы стержня каждаго щита; по окончаніи работы, поднимаютъ домкратъ

имѣтъ съ рамой; у верхняго же водоспуска установлены пять постоянныхъ домкратовъ, которые всегда находятся поверхъ воды.

Кромѣ водоспусковъ въ видѣ спусковыхъ трубъ, плотина имѣетъ еще открытый, верхній водоспускъ, состоящій изъ двухъ пролетовъ, шириною каждый въ 3 метра, которые запираются и открываются, по надобности, шандорами. Наконецъ при выходѣ воды изъ этого открытаго и двухъ верхнихъ трубчатыхъ водоспусковъ, сдѣланы для нея отводные каналы, которые соединяются въ руслѣ р. Кюръ; нижній же, брусчатый, водоспускъ устроенъ въ самомъ этомъ руслѣ.

Привычный сторожъ одинъ управляется со всѣми водоспусками, онъ беретъ себѣ помощника только, когда необходимо вынимать или укладывать шандоры въ пролетахъ открытаго водоспуска. Ему даются прикаанія изъ Оксера (Лухегге) сколько онъ долженъ выпускать воды въ секунду и въ продолженіе какого времени; обыкновенно выпускаютъ изъ резервуара отъ 5 до 10 куб. метр. воды въ секунду; выпускъ свыше 10 куб. метр. причинилъ бы много вреда прибрежнымъ владѣльцамъ ниже резервуара.

Со времени устройства, Сеттонская плотина не потерпѣла никакого движенія, хотя она нѣсколько мѣсяцевъ сряду выдерживала полный напоръ въ 18 метровъ. При первыхъ наполненіяхъ резервуара, т.-е. въ 1858 и 1859 гг., обнаружилась въ низовомъ откосѣ небольшая фильтрація, до высоты 9 — 10 метровъ, но съ конца 1859 года она совершенно прекратилась.

Хотя Сеттонскій резервуаръ былъ устроенъ только въ видахъ облегченія лѣтняго судоходства по р. Юннѣ, т.-е. во время низкихъ водъ, но однако онъ приноситъ большія услуги и въ другихъ отношеніяхъ. Такъ, хотя и въ видѣ снисхожденія, каждую зиму онъ удѣляетъ отъ 3 до 5 милл. куб. метровъ воды торговлѣ, чтобы облегчить сплавъ лѣса розсыпью по р. Кюръ. Кромѣ того многіе заводы, расположенные по этой рѣкѣ и которые прежде не дѣйствовали лѣтомъ за недостаткомъ воды, теперь работаютъ дѣятельно круглый годъ. Наконецъ, если резервуаръ не полонъ ко времени сильнаго грозоваго ливня, или ко времени продолжительныхъ дождей, то онъ можетъ имѣть нѣкоторое вліяніе на уменьшеніе разлива р. Кюръ и даже разлива р. Юнны; но къ сожалѣнію онъ расположенъ слишкомъ близко къ истокамъ р. Кюръ (въ 14 верстахъ) чтобы имѣть большое вліяніе на ослабленіе разлива; если бы даже резервуаръ и былъ полонъ, но какъ онъ можетъ допустить подъемъ воды еще на два метра выше нормального уровня и какъ плотина его устроена очень прочно, то не представлялось бы опасности собрать въ резервуарѣ, хотя на нѣсколько дней, воды чрезвычайнаго грозоваго ливня, не поднимая воду выше одного метра противъ нормального уровня; такимъ образомъ былъ бы задержанъ у разлива объемъ воды отъ 4 до 5 милл. куб. метр., такъ какъ бассейнъ р. Кюръ выше резервуара имѣетъ поверхность въ 4400 гектаровъ, это отвѣтствовало бы слою дождевой воды въ 0,1 метра; а этотъ слой, въ случаѣ дождя, даютъ въ той мѣстности самый сильный грозовой ливень или сильный дождь продолжающійся нѣсколько дней.

Плотина на р. Фюренс ¹⁾ (*Furens*) *резервуара Адской пропасти*
 Черт. LXVI. (*Gouffre d'Enfer*). Рѣка Фюренсъ есть быстрый потокъ, который про-
 ходитъ чрезъ г. Сентъ-Этьенъ (*Saint-Etienne*). Въ верхней ея части, въ
 мѣстѣ называемомъ *Gouffre d'Enfer*, устроенъ резервуаръ предназна-
 ченный: 1) для предохраненія города отъ періодическихъ наводненій;
 2) для снабженія, лѣтомъ, города водою и 3) для увеличенія лѣтомъ
 воды въ р. Фюренсъ, чтобы не останавливать дѣйствія фабрикъ и за-
 водовъ. Этотъ резервуаръ составляетъ, слѣдовательно, важный регуля-
 торъ притока воды въ рѣкѣ.

Вычисленія профиля плотины были сдѣланы инженеромъ *Делокромъ*
 (*Delocre*). На черт. LXVI изображены: общій планъ резервуара и его
 принадлежностей, а также планъ, разрѣзъ и фасадъ плотины съ низо-
 вой стороны. Плотина, высотой въ 50 метровъ (164 фут.), находится
 въ точкѣ *B* общаго плана; въ *A* находится верхняя плотина для распре-
 дѣленія воды, устроенная въ естественномъ руслѣ р. Фюренсъ, имѣю-
 щая въ своемъ водоспускѣ 5 выпускныхъ отверстій, для питанія резер-
 вуара посредствомъ стараго русла р. Фюренсъ, и пять другихъ, для
 направленія воды въ отводный каналъ *ACGD*, который составляетъ но-
 вое русло рѣки, соединяющееся съ старымъ въ мѣстѣ *D*.

Тоннель *EH*, прорѣзывающій гребень, раздѣляющій долину Фю-
 ренсъ отъ второстепенной долины *Иссертинъ* (*d'Issertine*), служитъ къ
 опорожненію резервуара; этотъ тоннель заключаетъ въ себѣ два чугу-
 нные водопровода, діаметромъ въ 0,4 метра, заложенные при началѣ
 въ каменную трубу въ 11 метровъ длиною, которая отдѣляетъ тоннель
 отъ резервуара.

Въ точкѣ *H*, водопроводы открываются въ колодезь, изъ котораго
 вода можетъ быть направлена, или влѣво, въ приводный каналъ заво-
 довъ и фабрикъ для увеличенія ихъ рабочей воды, или вправо, въ за-
 крытый каналъ, соединяющійся съ городскимъ водопроводомъ. Поверхъ
 нижняго тоннеля *EH*, пробить другой тоннель *FG*, который залегаетъ
 только на глубинѣ 5,5 метровъ ниже наивысшаго уровня резервуара
 и который входитъ въ отводный каналъ; онъ служитъ для быстрого
 спуска, при каждомъ паводкѣ, верхняго слоя воды резервуара въ 5,5
 метровъ высотой, такъ какъ эта высота всегда должна оставаться сво-
 бодною для пріема воды при быстрыхъ наводненіяхъ. Этотъ тоннель
 запирается при своемъ истокѣ щитомъ, который поднимаютъ и опус-
 каютъ сверху. Во время паводковъ, объемъ воды протекающей въ р. Фю-
 ренсъ увеличивается на 131 куб. метръ въ секунду. Все что течетъ
 свыше этого объема, должно быть запасено въ резервуарѣ кривая рас-
 ходовъ и время ²⁾ даетъ для величины этого объема 205.000 куб.
 метр. по наблюдавшимся разливамъ. Высота же въ 5,5 метровъ, остав-
 ляемая выше нормальнаго уровня, соответствуетъ объему въ 400.000
 куб. метр., вычисленному точнымъ образомъ по кривымъ горизонталей
 мѣстности.

1) Подробное начертаніе профили этой плотины видно на черт. XXX второй части.

2) См. приложение XLI.

Резервуаръ будучи наполненъ до наибольшей высоты 50 метровъ, содержитъ въ себѣ 1.600,000 куб. метр. воды; вычитая 400,000 куб. метровъ, которые всегда должны быть свободны для приѣма и запаса разливовъ, остаются 1.200,000 куб. метровъ, которые могутъ быть утилизваны. Бассейнъ р. Фюренсъ, поверхностью въ 2,500 гектаровъ, получающій ежегодно слой въ 0,85 метровъ дождевой воды, отдаетъ рѣкѣ только 0,65 частей изъ всего этого слоя, т.-е. около 14 милл. куб. метровъ воды въ годъ.

Городъ Сентъ-Этьенъ потребляетъ 5 милл. куб. метровъ въ годъ, или 150 куб. метровъ въ секунду; остаются затѣмъ 9 милл. куб. метровъ для фабрикъ и заводовъ, что составляло бы для нихъ постоянный объемъ около 300 куб. метр. въ секунду, если бы резервуаръ регулировалъ воду совершенно, т.-е. если бы онъ могъ въ каждую секунду запастись избытокъ въ 300 куб. метровъ или пополнять этотъ недостатокъ. Въ дѣйствительности же, въ теченіе 1869 г. резервуаръ позволялъ поддерживать, въ теченіе 120 дней засухи, объемъ воды протекавшей въ р. Фюренсъ въ количествѣ 200 куб. метровъ въ секунду. Этого было недостаточно, особенно въ виду увеличивающейся потребности въ водѣ города; а потому чтобы дополнить гидравлическую систему долины, построили другой резервуаръ, ниже перваго (au ras du Rivot), имѣющій 1.300,000 куб. метровъ вмѣстимости.

Разсмотримъ теперь въ подробности различныя сооруженія резервуара Фюренсъ.

Верхній водоспускъ, распределяющій воду, образуется мостомъ имѣющимъ 10 арокъ, быки котораго отдѣляютъ десять пролетовъ запираемыхъ щитами въ 1,5 метра ширины и 2,5 метра высоты. Затворы, или щиты, сдѣланы изъ листоваго желѣза въ 1 сантиметръ толщиной, скрѣпленнаго пятью трубчатыми планками; по краямъ щиты имѣютъ чугунныя планки, которыми двигаются въ чугунныхъ же пазахъ. Нижняя планка имѣетъ дубовую обдѣлку, прилегающую къ дубовому порогу, для того чтобы щитъ прижимался къ порогу плотнѣе и не давалъ течи. Когда уровень резервуара ниже 44,5 метровъ, открываются только 5 щитовъ верхняго водоспуска, что поглощаетъ всю воду текущую въ р. Фюренсъ, и тогда резервуаръ обязанъ питать заводы. Когда уровень резервуара достигнетъ высоты 44,5 метра, затворяютъ 5 предыдущихъ щитовъ и открываютъ 5 щитовъ ведущихъ воду въ отводный каналъ; онъ приводитъ воду одинъ, пока уровень ея въ немъ не достигнетъ высоты 2 метра, т.-е. высоты, которой соответствуетъ объемъ протекающей воды въ 90 куб. метровъ въ секунду. Если уровень воды въ отводномъ каналѣ поднимется выше 2 метровъ, то открываютъ послѣдовательно щиты ведущіе воду въ резервуаръ, чѣмъ поддерживаютъ на одной высотѣ воду въ отводномъ каналѣ. Это устройство распределенія воды обошлось въ 36,000 фр.

Отводный каналъ имѣетъ сверху ширину въ 5,5 метровъ, глубину въ 5 метра и уклонъ въ $\frac{12}{1.000}$; онъ проведенъ большею частію въ скалѣ.

кромѣ небольшого пространства, на которомъ поддерживается стѣною. Сооруженіе его стоило 350.000 франковъ. Можно было бы избѣжать устройства этого канала; для этого стоило бы только принимать всю воду р. Фюренсъ въ резервуаръ и обезпечить спускъ изъ него воды тоннелемъ большихъ размѣровъ; но тогда было бы необходимо впускать въ резервуаръ и мутныя воды рѣки, которыя теперь направляются въ отводный каналъ. Такъ напр. въ резервуарѣ Сенъ-Шамонъ (Saint-Chamond) избѣжали устройства отводнаго канала, но чтобы уменьшить осадки въ большомъ резервуарѣ, принимаютъ сначала мутныя воды въ предъидущій, очистительный бассейнъ, образуемый плотиною въ 8 метровъ высотойю.

Нижній тоннель начинается на высотѣ 8 метровъ выше дна резервуара; онъ имѣетъ 2 метра высоты до замка свода и 1,8 метра ширины, съ уклономъ въ $\frac{1}{10.000}$; онъ заключаетъ въ себѣ двѣ широкія водопроводныя чугунныя трубы въ 0,4 метра діаметромъ и третью діаметромъ въ 0,216 метр. Эти трубы задѣланы около резервуара въ каменную кладку, занимающую 11 метр. длины тоннеля, котораго вся длина около 200 метровъ. Эти водопроводныя трубы снабжены щитовыми кранами для регулированія спуска воды; въ началѣ трубъ находятся предохранительныя клапаны, которыми можно дѣйствовать съ поверхности земли, или резервуара, дабы предотвратить послѣдствія въ случаѣ разрыва водопроводныхъ трубъ. Устройство этого спускнаго тоннеля стоило 102.000 франковъ.

Верхній тоннель заложенъ на высотѣ 44,5 метровъ отъ дна резервуара, имѣетъ длину 65 метровъ, высоту 1,95 метровъ и ширину 1,5 метра. При выходѣ изъ резервуара онъ закрывается щитомъ изъ листоваго желѣза, шириною въ 1,5 и высотойю въ 2 метра, воротъ для подниманія котораго находится въ комнатѣ, гдѣ расположены также приборы для дѣйствія предохранительными клапанами. Верхній тоннель стоилъ 18,000 франковъ.

Тѣло плотины состоитъ вполне изъ каменной кладки мѣстной гранитной породы. Ея поперечный профиль образуется съ верховой и низовой сторонъ касательными дугами круга или прямыми линиями (черт. XXX). На верховомъ откосѣ онъ имѣетъ внизу два уступа въ 1,25 метровъ шириною, изъ которыхъ одинъ на высотѣ 2 метровъ, другой 5 метровъ отъ дна долины и третій уступъ шириною въ 2,465 метровъ на высотѣ 47 метровъ отъ дна, или на 2,5 метра выше нормальнаго уровня воды въ резервуарѣ. Низовой откосъ имѣетъ только одинъ уступъ въ 4,3 метра шириною и на 47 метровъ ниже шоссе проходящаго по гребню плотины. На 0,9 метровъ выше этого уступа, толщина плотины составляетъ 33,7 метра. Верхняя часть надъ этимъ массивомъ, или охранныя стѣна поднимающаяся отъ верхняго уступа верховаго откоса, имѣетъ 5 метровъ высоты, 3,75 метровъ толщины въ основаніи и 3 метра ширины вверху; верхній гребень на 2 метра выше наивысшаго допускаемаго уровня резервуара. Давленія на наружныя

стѣны тѣла плотины нигдѣ не превосходятъ 6,5 килограммовъ на квадратный сантиметръ.

Въ планѣ плотина имѣетъ дугообразную форму (черт. LXVI), ея выпуклость обращена противъ теченія; ось верхняго шоссе есть дуга круга, описаннаго радіусомъ въ 252,5 метра, которой хорда равна 100 метрамъ, а стрѣлка 5 метрамъ. Такъ что тѣло плотины представляетъ собою объемъ вращенія около вертикальной оси, почему каждое ея горизонтальное сѣченіе ограничивается двумя дугами круга, легко опредѣляемыми. Углубленіе массы плотины въ береговыя скалы и дно, разбивка и начертаніе каждаго горизонтальнаго сѣченія, а вслѣдствіе того и точность выполненія вертикальнаго профиля, дѣлались по лекалу съ большою тщательностью.

Все тѣло плотины, какъ уже сказали, состоитъ изъ обыкновенной каменной кладки; откосы обдѣланы изъ выбранныхъ неправильныхъ кусковъ камня, величиною отъ 0,35 до 0,40 метровъ въ длинѣ. Тесаными камнемъ обдѣланы только ребра верхняго выступа и верхняя охранная стѣна. На низовомъ откосѣ вдѣлано 9 рядовъ выступающихъ тесаныхъ камней, мѣрою въ 0,35 метровъ въ боку квадрата, и 0,8 метровъ въ хвостѣ, выступающихъ изъ стѣны на 0,4 метр. Эти кронштейны расположены въ шахматномъ порядкѣ и ряды ихъ отстоятъ одинъ отъ другаго на 4,6 метра. Они сдѣланы лишь въ смыслѣ архитектурнаго украшенія, чтобы разбить для глаза большую голую поверхность низоваго откоса.

На верховомъ откосѣ вдѣлано 13 линій желѣзныхъ колець; линія отъ линіи колець отстоитъ на 4 метра. Остальныя укрѣпленія и отдѣлка верха съ парапетами видны изъ чертежа; въ сооруженіяхъ такой высоты нельзя бояться дѣлать выступы рѣзкими и придавать нѣкоторую грубость частямъ верхней отдѣлки.

Боковые парапеты оставляютъ между собою пространство для шоссе шириною въ 2,04 метра, имѣющаго по бокамъ тротуары шириною въ 0,44 метра.

Чтобы облегчить построеніе плотины, нужно было сначала отвести воду; почему работа была начата съ отводнаго канала и съ устройства верхняго водоспуска распредѣляющаго воду. Затѣмъ произведена была развѣдка грунта; плотина основана на гранитѣ имѣющемъ трещины. Со всей поверхности основанія были сняты всѣ мягкія и приставшія породы, а развѣдка была углублена на одинъ метръ около верховаго и низоваго откосовъ, для того чтобы произвести плотное и надежное соединеніе тѣла плотины съ гранитнымъ грунтомъ. Каменная кладка, начатая въ 1862 году, производилась по слойно на всемъ пространствѣ тѣла плотины на высоту 1,5 метра, чтобы избѣжать неравномѣрной кладки и разрывовъ въ кладкѣ. Каменные глыбы употребляемыя въ кладку имѣли объемъ отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{20}$ куб. метра; онѣ клались на слой жидкаго гидравлическаго раствора, плотно пригонялись одна къ другой и разбивались мелкимъ камнемъ въ промежуткахъ. Камень только тогда считался хорошо уложеннымъ, когда онъ нисколько не двигался

подъ ногою. Всѣ каменщики работали на одномъ и томъ же слоѣ, который они поднимали до 1,5 метра высоты на всей поверхности тѣла плотины; они заботливо оставляли поверхъ слоя нѣсколько нарочно выбираемыхъ камней, которые будучи крѣпко посажены въ нижнюю кладку, выходили, или выставлялись изъ нея, на 0,3 до 0,4 метра и служили связью одного слоя кладки съ другимъ слѣдующимъ. Когда одинъ слой былъ уложенъ и начинали класть другой, то предварительно глубоко расчищали швы камней нижней кладки, отбрасывали всѣ не приставшія части раствора и старательно вымывали всю поверхность; каждый каменщикъ приготовлялъ себѣ такимъ образомъ поверхность кладки въ 2 — 3 квадр. метра и уже на этой очищенной и вымытой поверхности, наблюдаемой надсмотрщиками, начинали укладывать слѣдующій слой. Кладка откосовъ, производившаяся всегда тѣми же самыми рабочими, была возвышаема до 1,5 метра прежде заполнения середины. Куски камней въ откосахъ, хорошо залитые растворомъ, длинными хвостовыми концами запущенные въ тѣло плотины и плотно пригнанные одинъ къ другому, оставляли снаружи швы не шире 2—3 сантиметровъ.

Въ мѣстахъ соединенія кладки со скалою, вездѣ гдѣ встрѣчались трещины, ихъ расчищали и наполняли растворомъ изъ равныхъ частей цемента Васси (Vassy) и песка. Вся поверхность скалы въ мѣстѣ прикосновенія съ кладкой плотины покрывалась слоемъ этого раствора, толщиной отъ 0,03 до 0,05 метровъ, въ который запускались торчащіе изъ него камни, чтобы въ мѣстѣ соединенія получить искусственную шероховатую скалистую поверхность.

Съ верховой стороны плотины, на полосѣ шириною въ 25 метровъ, оголили всю скалу, розыскали всѣ трещины и залили ихъ такимъ же растворомъ. Цѣлый валикъ изъ цемента былъ образованъ съ верховой стороны на всей линіи прикосновенія кладки со скалою. Всѣ эти предосторожности принесли свою пользу, такъ что оказавшіяся фильтраціи зависѣли только отъ степени пропускаемости самаго камня и раствора.

Въ каждые шесть мѣсяцевъ лѣтней работы укладывали 80 куб. метровъ въ день, или 10.000 куб. метровъ въ годъ. Работа кладки продолжалась 4 года, отъ 1862 по 1866 годъ. Фюренская плотина обошлась въ 902.000 франковъ; стоимость кубическаго метра обыкновенной кладки, на растворѣ изъ Тейльской (Theil) гидравлической извести, составляла 15 франковъ.

Полная стоимость всѣхъ сооружений по Фюренскому резервуару, съ добавочными работами, обошлась слѣдовательно въ 1.408.000 франковъ; если же къ этой цифрѣ прибавить плату за отчужденіе земли, составлявшую 182.600 франковъ, то вся стоимость составляетъ 1,590.000 франковъ; т.-е. кубическій метръ обошелся въ 1 франкъ 15 сантимовъ.

Плотина резервуара Банъ ¹⁾ *на р. Жиръ (Gier) около Сенъ-Шамонда.* Эта плотина была построена для запаса водъ необходимыхъ для дѣйствія фабрикъ и заводовъ гор. Сенъ-Шамонда. Она была возведена

¹⁾ Подробное начертаніе профиля этой плотины видно на черт. XXX второй части.

инженеромъ *Монгольфье* (Montgolfier) подь руководствомъ инженеромъ *Грефа* (Graeff) и *Ланранжа*, и имѣеть большое сходство съ плотиною *Фюренсъ*.

Полная высота ея составляетъ 47,8 метровъ (156,78 фут.); свободная для пути ширина верхняго гребня имѣеть 4,9 метровъ; она служитъ сообщеніемъ для большой дороги. Ширина плотины въ основаніи 38,7 метр. Верховой и низовой откосы ея образованы изъ прямыхъ линій и дугъ круга касательныхъ между собою (черт. XXX). При всѣхъ равныхъ условіяхъ, профиль плотины Банъ болѣе смѣль, чѣмъ профиль плотины Фюренсъ, потому что въ немъ наибольшее давленіе допущено до 8 килограммовъ, вмѣсто 6,5 на кв. сантиметръ.

Все тѣло плотины образовано изъ обыкновенной каменной кладки, т.-е. изъ нетесаного, а натурально выломаннаго камня, изъ породы шифернаго сланца, посредственнаго качества и величины кусковъ, сложенныхъ на гидравлической извести. Высота наибольшаго подъема, или напора воды, — 42 метра, вмѣсто 50 метровъ поднимаемыхъ плотиною Фюренсъ. Отводнаго канала резервуаръ не имѣеть, и потому долженъ допускать въ себя мутныя воды. Излишняя вода стекаетъ чрезъ поверхностный водосливъ, шириною въ 30 метровъ. Кромѣ того выпускъ воды производится сквозъ тоннель, въ которомъ уложены двѣ водоспускныя чугунныя трубы, діаметромъ въ 0,4 метра, работающія попеременно. Онѣ вдѣланы около резервуара въ каменную кладку, длиною въ 28,27 метровъ. Каждый водоспускъ вверху запирается предохранительнымъ клапаномъ, а внизу щитовымъ краномъ. Вода изъ трубъ спускается въ каменное русло, изъ котораго выходитъ, или въ рѣку ниже плотины, или въ водопроводъ, питающій городъ. Стоимость этого сооруженія составила 905,000 франковъ, изъ которыхъ 200,000 франковъ были приняты на счетъ государства. Водопроводъ и распределеніе воды обошлись въ 450,000 франк. Городомъ было затрачено 1.205,000 франк. Въ 1873 году приходъ отъ продажи части воды, не считая вполнѣ обеспеченнаго, бесплатнаго, публичнаго расхода на нее, составлялъ уже 83,000 франк. Вода эта отличнаго качества для окраски матерій и для паровыхъ котловъ. Кромѣ быстраго развитія промышленности, самая финансовая операція отъ устройства этой плотины оказалась чрезвычайно выгодною¹⁾.

¹⁾ Manuel de l'ingénieur, par A. Debauve. Paris. 1878.

ОТДѢЛЪ ОДИНАДЦАТЫЙ.

УСТРОЙСТВО ГЛУХИХЪ ВОДОСЛИВНЫХЪ ПЛОТИНЪ, СПУСКОВЪ ПРИ НИХЪ И РАЗБОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

ГЛАВА XXII.

УСТРОЙСТВО ВОДОСЛИВНЫХЪ ПЛОТИНЪ И СПУСКОВЪ ПРИ НИХЪ.

70. О водосливныхъ плотинахъ вообще. — Водосливныя плотины устраиваются, какъ въ видахъ улучшенія рѣчнаго судоходства, такъ и для механическаго вододѣйствія; очень часто устройствомъ водосливной плотины достигаютъ той и другой цѣли одновременно.

Улучшеніе рѣчнаго судоходства, посредствомъ „канализаціи рѣкъ“, производилось прежде только посредствомъ водосливныхъ плотинъ; но съ усовершенствованіемъ различныхъ типовъ разборчатыхъ плотинъ, этими послѣдними стали замѣнять водосливныя плотины. Подъ словомъ „канализація рѣки“ разумѣютъ поднятіе уровня рѣки на извѣстномъ протяженіи ея теченія; это поднятіе дѣлается посредствомъ водосливной или разборчатой плотины. Если уклонъ теченія рѣки не великъ, напр. 1 или 2 фута на версту, и если уровень рѣки поднять плотиною напр. на 10 фут. выше нормальнаго, естественнаго ея уровня, то это поднятіе, хотя и постепенно уменьшаясь, простирается слишкомъ на 10 или на 5 верстъ вверхъ ея теченія. Тамъ гдѣ оканчивается это поднятіе, или нѣсколько ближе или дальше, смотря по высотѣ естественнаго уровня, или глубинѣ рѣки достаточной для хода судовъ, устраивается другая плотина, опять поднимающая уровень рѣки, и т. д. Такимъ образомъ между плотинами образуются въ рѣкѣ бьефы, или искусственныя плёса, дающія возможность судамъ съ достаточной нагрузкой и слѣдовательно сидящимъ довольно глубоко, двигаться внизъ и вверхъ по рѣкѣ. Для того же, чтобы суда могли переходить изъ одного плёса въ другое, имѣющія разные уровни воды, устраиваются около водосливныхъ плотинъ камерныя шлюзы или полшлюзы, въ которые суда плывущія внизъ по рѣкѣ входятъ съ высшимъ уровнемъ и выходятъ изъ нихъ съ низ-

шимъ, а плывущія вверхъ по теченію наоборотъ, входятъ въ шлюзную камеру съ низшимъ и выходятъ изъ нея съ высшимъ уровнемъ, какъ въ шлюзованныхъ каналахъ. Для пропуска же лѣсныхъ гоноекъ, въ плотяхъ или розсыпью, которыя обыкновенно идутъ лишь внизъ по теченію, дѣлаются при водосливныхъ плотинахъ простые спуски, или боковые каналы, запираемые щитами или пандорными брусьями, горизонтальными или вертикальными. Для того же, чтобы при этихъ пропускахъ внизъ по теченію, какъ лѣсныхъ гоноекъ такъ и судовъ, не терялось напрасно много воды, стараются устроить затворы спусковъ такимъ образомъ, чтобы они могли быстро открываться въ моментъ необходимости и опять быстро запираются.

Какъ для удобства спусковъ, такъ и для того, чтобы не заливать подпертой водой прибрежная мѣстности и уменьшить высоту падающей чрезъ водосливъ воды, водосливными плотинами поднимаютъ воду очень рѣдко выше 10 футовъ, чаще же этотъ подъемъ ограничиваютъ 5-ю или 6-ю футами. А при такихъ условіяхъ подъема, механической работой воды въ водосливныхъ плотинахъ можно пользоваться только посредствомъ средобойныхъ и пошвенныхъ гидравлическихъ колесъ, которыя, какъ уже мы знаемъ, въ большинствѣ случаевъ даютъ меньшій процентъ, или коэффициентъ полезнаго дѣйствія воды, чѣмъ колеса наливныя, требующія болѣе высокаго подъема воды. Для прохода воды изъ-за плотины къ колесамъ вододѣйствующихъ заведеній, въ берегѣ пруда долженъ быть устроенъ особый рабочій водоспускъ, пропускающій воду въ приводный каналъ. Если паденіе рѣчки велико, какъ это чаще бываетъ въ мѣстностяхъ гористыхъ, и если вододѣйствующее заведеніе расположено на нѣкоторомъ разстояніи отъ водосливной плотины ниже по теченію рѣчки, тогда и при небольшомъ подъемѣ воды плотиною, приводный каналъ, при нѣкоторой иногда небольшой длинѣ, можетъ значительно увеличить высоту паденія воды и дозволить работать большими наливными колесами. А потому въ Германіи, напр. чаще пользуются водосливными плотинами для механическаго дѣйствія, соединяя эти плотины съ приводнымъ каналомъ. При такихъ же условіяхъ, т.-е. при нѣкоторой длинѣ водопроводнаго русла, водосливная плотина въ Александровскомъ заводѣ въ Петрозаводскѣ, даетъ возможность работать довольно большими наливными колесами, а въ послѣднее время и турбиной.

Главное удобство водосливныхъ плотинъ заключается въ томъ, что если водосливъ ихъ хорошо сообразенъ съ величиною притока рѣчки, то онъ не требуетъ за собою никакого ухода относительно управленія водою. При небольшомъ подъемѣ воды давленіе ея на тѣло плотины не велико, а потому профиль плотины можетъ быть гораздо слабѣе, чѣмъ въ высокихъ створчатыхъ плотинахъ и слѣдовательно требуетъ гораздо меньшей затраты матеріаловъ на сооруженіе. Вслѣдствіе небольшого давленія, просачиваніе воды подъ основаніе плотины слабѣе, а потому и основаніе можетъ быть устроиваемо съ меньшими предосторожностями и расходами. Но эти выгоды являются только тогда, когда притокъ рѣчки

довольно постоянны и уровень ея мало колеблется. Въ рѣкахъ же подверженныхъ высокимъ и быстрымъ разливамъ, не говоря уже о рѣкахъ на которыхъ бываетъ сильный и густой ледоходъ, всѣ эти выгоды исчезаютъ. Поэтому-то, безъ сомнѣнiя, у насъ такъ мало встрѣчается водосливныхъ плотинъ, въ особенности въ средней Россiи. Преграждая постоянно все русло рѣки, водосливныя плотины значительно возвышаютъ высоту разлива и подвергаютъ затопленiю, при всякомъ значительномъ паводкѣ, прибрежныя пространства, если только длина ихъ водослива не будетъ втрое, или еще болѣе, ширины русла рѣки въ томъ мѣстѣ, гдѣ устроена плотина. Если при водосливной плотинѣ нѣтъ спуска достаточной ширины, то будучи глухою, она не допускаетъ никакихъ поправокъ и починокъ безъ отвода воды, или требуетъ устройства башни, или колодца, съ водоспускной трубой такихъ размѣровъ, сквозь которую могъ бы проходить весь притокъ рѣки. При большомъ развитiи въ длину, водосливная плотина требуетъ большихъ расходовъ на устройство сливныхъ половъ, или другихъ средствъ, предупреждающихъ выбои дна и береговъ ниже плотины. Такъ какъ флюдбетъ водосливныхъ плотинъ долженъ быть обдѣланъ столько же тщательно какъ флюдбетъ водоспусковъ створчатыхъ плотинъ, то при значительной длинѣ водослива, не смотря на болѣе слабый профиль, устройство водосливной плотины обходится иногда дороже створчатой.

А потому, необходимость слишкомъ большого развитiя длины водослива, невозможность совершенно устранять, при слабыхъ грунтахъ, выбои дна и размыванiе береговъ, необходимость устройства шлюзовъ и спусковъ для пропуска судовъ и лѣсныхъ гоноковъ, заставили обратиться къ разборчатымъ плотинамъ при канализаци рѣкъ, и замѣнять водосливныя плотины разборчатыми, особенно же въ виду постоянно возрастающихъ и быстрыхъ разливовъ рѣкъ вслѣдствiе уничтоженiя лѣсовъ. У насъ въ средней Россiи можно указать лишь на слишкомъ ограниченные случаи, въ которыхъ водосливныя плотины могутъ оказаться полезными и выгодными: если небольшая рѣчка вытекаетъ изъ значительнаго озера, то не въ дальнемъ разстоянiи отъ ея истока можетъ быть съ выгодой устроена водосливная плотина, такъ какъ подобная рѣчка очень мало мѣняетъ свой уровень и не имѣетъ большихъ разливовъ. На такой рѣчкѣ плотина можетъ идти прямо поперекъ русла и длина ея, какъ и длина водослива, можетъ быть не болѣе ширины русла. Озерный ледъ можетъ быть задержанъ при истокѣ и чрезъ водосливъ можетъ пройти только ледъ рѣчки, количество котораго будетъ не велико на небольшомъ протяженiи ея теченiя, причемъ часть его еще сядетъ на берега во время небольшого возвышенiя воды весною. Въ такомъ случаѣ, какъ и при истокѣ р. Лососинки изъ озера, можетъ быть устроенъ регулирующий водоспускъ, который задерживая ледоходъ изъ озера въ рѣку, регулируетъ и самый уровень рѣки. Наконецъ необходимо чтобы дно русла было скалистое, или каменистое и вообще трудно размываемое. Соединенiе же этихъ обѣихъ условiй встрѣчается весьма рѣдко, особенно въ средней Россiи.

Когда рѣка, на которой желаютъ устроить водосливную плотину, мѣняетъ значительно свой уровень во время разливовъ, и когда не хотятъ допускать затопленія прибрежныхъ мѣстностей, то не только должны опредѣлять заранѣе высоту гребня водослива, но и толщину слоя воды надъ этимъ гребнемъ во время наибольшаго притока воды.

Для опредѣленія длины гребня водослива, при данномъ объемѣ протекающей воды и данной толщинѣ слоя воды надъ гребнемъ, или наоборотъ, для опредѣленія толщины слоя воды переливающейся черезъ гребень плотины, при данныхъ длинѣ гребня и объемѣ воды, можетъ служить слѣдующая формула г. *Мари* (профессора парижской школы путей сообщенія) повѣреннная имъ многочисленными опытами:

$$l = \frac{Q}{m \cdot x^{3/2}}, \quad x = \sqrt[3]{\frac{Q}{m \cdot l}} \quad \text{и} \quad Q = m \cdot l \cdot x^{3/2},$$

въ которой Q есть объемъ протекающей въ рѣкѣ воды; l — длина гребня водослива; x — толщина переливающегося чрезъ гребень водослива слоя воды, а m — численный коэффициентъ, измѣняющійся отъ формы водослива. При узкомъ гребнѣ водослива этотъ коэффициентъ можетъ быть принять въ 1,80, но долженъ быть уменьшенъ до 1,60 съ уширеніемъ гребня.

Водосливныя плотины, какъ уже говорили выше, располагаются относительно направленія теченія различнымъ образомъ: или онѣ, имѣя прямолинейное направленіе, идутъ перпендикулярно или наклонно къ теченію; или онѣ состоятъ изъ двухъ прямолинейныхъ дамбъ, направленных наклонно отъ обоихъ береговъ противъ теченія и сходящихся по срединѣ рѣки, гдѣ обѣ дамбы соединяются короткою промежуточною поперечною дамбою, или просто закругленіемъ; наконецъ имъ придаютъ иногда дугообразное направленіе, обращенное выпуклостью противъ теченія.

Плотины этого рода строятся изъ дерева или изъ камня, или изъ того и другаго матеріала вмѣстѣ. Только ряжевыя деревянные набиваются иногда внутри глиною; иногда также къ верховому откосу деревянной плотины, или построенной изъ дерева и камня, дѣлается земляная отсыпь. Такъ какъ рѣдко случается устраивать этого рода плотины на скалистомъ грунтѣ, то преимущественно ихъ возводятъ на свайномъ основаніи: а гдѣ, по свойству грунта, бойка свай невозможна, то на бетонномъ или на ряжевомъ.

Профиль водосливныхъ плотинъ бываетъ также весьма разнообразенъ; поперечный профиль плотинъ деревянныхъ, или устраиваемыхъ отчасти изъ дерева, имѣетъ видъ болѣе или менѣе приближающійся къ пятиугольнику $ABCDE$, фиг. 655, гдѣ AB верховой, или прудовой откосъ; BC — понурная часть водослива; CD — сливная часть водослива; DE — низовой откосъ; AE — подошва плотины и C — гребень, порогъ, или мертвый брусъ. Въ этого рода плотинахъ, когда онѣ поднимаютъ воду очень невысоко, профиль обращается въ четырехугольникъ $A'B'CD$, при неполномъ же водосливѣ иногда и въ треугольникъ

Черт. LXVIII.

BCD'. Въ каменныхъ плотинахъ, при небольшихъ подъемахъ воды, поперечный профиль плотины, по *Вейсбаху*, ограничивается сверху кривою линіею, болѣе или менѣе совпадающею съ пятиугольникомъ, что дѣлается для облегченія движенія сливающейся воды ¹⁾. Относительно поперечнаго профиля водосливныхъ плотинъ *Ренкинз* говоритъ, что задняя, или верховая грань плотины бываетъ крута или совсѣмъ отвѣсна, или имѣеть уклонъ не превосходящій одинокаго откоса. Гребень запруды, шириною не менѣе 2-хъ или 3-хъ футовъ, горизонталенъ или имѣеть нѣкоторую выпуклость. При начертаніи низоваго откоса плотины необходимо озаботиться предохраненіемъ основанія его отъ размыва переливающейся воды; самый обыкновенный способъ состоитъ въ устройствѣ длиннаго пологого откоса, тройнаго или пятернаго; тогда треніе уменьшаетъ скорость воды и ударъ ея о дно русла происходитъ въ косвенномъ направленіи. Дальнѣйшая защита дна состоитъ въ продолженіи откоса ниже дна (фиг. 658) и легкомъ его искривленіи потомъ не много вверхъ. Надобно полагать, продолжаетъ *Ренкинз*, что лучше всего было бы образовать низовой откосъ плотины ступенями, состоящими изъ отвѣсныхъ граней и горизонтальныхъ площадокъ, и имѣющими общій уклонъ въ три основанія на одну высоту, фиг. 659; тогда большой водопадъ раздѣлится на нѣсколько малыхъ, безвредныхъ для площадокъ, на которыя они падаютъ.

Низовой откосъ дѣлають также иногда совершенно отвѣснымъ и у подошвы его устриваютъ изъ камня, или изъ дерева, почти горизонтальный полъ (или рисберму), который принимаетъ на себя падающую съ гребня плотины воду. Эту послѣднюю форму профиля имѣють по преимуществу новѣйшія французскія водосливныя каменные плотины. Наболѣе соответственный, наболѣе экономическій и вообще болѣе употребляемый поперечный профиль для водосливныхъ плотинъ, говоритъ генераль *Моренз*, состоитъ изъ вертикальнаго низоваго откоса съ закругленнымъ верхнимъ ребромъ (фиг. 661), которое выше у низоваго откоса и имѣеть понуръ къ верховому откосу съ уклономъ отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{10}$.

Что же касается до верховаго откоса, то теорія показываетъ, говоритъ г. *Моренз*, что если дадимъ профилю водосливной плотины форму *A*, то ширина гребня плотины *E* можетъ быть тѣмъ меньше, чѣмъ уголъ α будетъ болѣе (или чѣмъ уголъ β меньше), такъ что для нѣкоторой величины угла α , *E* можетъ быть равно нулю. Но для непроницаемости и прочности, не дѣлають ширину *E* гребня менѣе 0,6, или 0,8 метр. (отъ 2 до $2\frac{2}{3}$ фут.): а это увѣчиваетъ, что слѣдуетъ ограничивать наклоненіе верховаго откоса, давая его основанію $\frac{1}{3}$ высоты, для малыхъ паденій (или подъемовъ воды) отъ 1,5 до 2,5 метровъ (отъ 5 до 8 фут. въ круглыхъ числахъ), что соответстветъ $18\frac{1}{4}^\circ$ для угла α : и основаніе въ $\frac{1}{2}$ высоты, для подъемовъ воды свыше 2,5 метровъ: тогда уголъ α = около $26\frac{1}{2}^\circ$.

Если назовемъ чрезъ *H* высоту верхняго (подпорнаго) уровня воды

¹⁾ О начертаніи этого профиля см. ниже, въ ст. 71.

въ водосливѣ надъ основаніемъ плотины, то вычисленія показываютъ, что когда:

Величина верхняго откоса.	то ширина верхняго гребня.	и объемъ кладки на погонный метръ.
$\frac{1}{2}$ основанія на высоту . .	$E = 0,2525 \cdot H$	$0,5025 \cdot H^2$
$\frac{1}{3}$ " " " " . .	$E = 0,4216 \cdot H$	$0,5882 \cdot H^2$
вертикальный откосъ . .	$E = 0,7308 \cdot H$	$0,7308 \cdot H^2$

Эти цифры показываютъ, на сколько уменьшается количество матеріала, при указанныхъ выше наклонахъ верховаго откоса, сравнительно съ вертикальнымъ его положеніемъ.

Съ формой профиля, проектированнаго на этихъ основаніяхъ, мы можемъ указать, между прочимъ, на извѣстную намъ французскую водосливную каменную плотину, построенную на р. Виеннѣ (Viennne) въ г. Шателъро (Châtellerault). Въ мѣстѣ запруды, р. Виеннѣ, притокъ Луары съ лѣвой стороны, имѣетъ около $1-1\frac{1}{2}$ метра глубины и течетъ въ широкомъ ложѣ по сильно каменистому грунту. Плотина, имѣющая до 30 саженой длины, построена на бетонномъ основаніи и поднимаетъ воду отъ 9 до 10 футовъ, — слѣдовательно принадлежитъ къ числу высокихъ водосливныхъ плотинъ. Въ продольномъ направленіи она имѣетъ прямолинейную форму и перпендикулярную къ теченію. Для предохраненія основанія отъ подмыва, ея бетонная рисберма выдвинута за низовой вертикальный откосъ аршинъ на шесть и защищена отъ ударовъ воды крупнымъ навиднымъ камнемъ, покрываемымъ меженнымъ уровнемъ низовой воды на глубину отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ метра. Тѣло плотины выведено бутовой кладкою на гидравлической извести, а откосы и гребень облицованы тесанымъ известнягомъ. Между прочимъ, особенность этой водосливной плотины заключается въ томъ, что весь водосливъ ея, по длинѣ гребня, раздѣленъ небольшими каменными бычками, около метра высотой, $\frac{1}{2}$ метра толщиной и около 3 метровъ въ разстояніи одинъ отъ другаго, образующими между собою рядъ отдѣльныхъ водосливовъ. По этимъ бычкамъ, надъ водосливами, устроенъ, около метра шириною, пѣшеходный деревянный мостъ съ желѣзными перилами съ обѣихъ сторонъ.

Черт. LXX.
фиг. 671.

Водою поднятою этой плотиною, посредствомъ приводнаго канала изъ водохранилища, приводятся въ дѣйствіе всѣ станки и механизмы самаго обширнаго казеннаго оружейнаго завода Франціи. Гидравлическими двигателями служатъ турбины системы Фурнейрона, устроенныя генераломъ Мореномъ ¹⁾.

Форма поперечнаго профиля нашихъ каменныхъ водосливныхъ плотинъ, существующихъ въ нѣкоторыхъ юго-западныхъ губерніяхъ, чаще имѣетъ видъ прямоугольника, т.-е. горизонтальный гребень и оба откоса

¹⁾ Подъ водопадомъ этой плотины производится постоянно ловъ лососей, особыми навидными сѣтями; лососи часто стремятся перепрыгнуть по водопаду изъ нижней воды въ верхнюю, и замѣчательно, что не смотря на 9-футовую высоту водопада, нѣкоторымъ удается достигнуть этой цѣли.

вертикальные. Какъ примѣръ, мы можемъ указать на такую плотину въ с. *Тальное*, на р. Гарный Тікічъ, находящееся въ Кіевской губерніи на большой дорогѣ между городами Звенигородкой и Уманью (имѣніе это принадлежитъ графу Петру Павловичу Шувалову). Плотина эта, высотой около двухъ аршинъ, имѣетъ верхній гребень горизонтальный, шириною въ 3 аршина, и оба откоса вертикальные. Она сложена на гидравлической извести изъ большихъ, довольно плотно пригнанныхъ глыбъ гранита, изъ которыхъ нѣкоторыя имѣютъ въ объемѣ до одного кубическаго аршина. Водю поднятою этой плотиною работаетъ мукомольная мельница въ нѣсколько поставовъ, посредствомъ пошвенныхъ гидравлическихъ колесъ.

При прямоугольномъ профилѣ плотины, мы уже знаемъ (ст. 45. второй части), что толщина плотины, для ея устойчивости, опредѣляется формулами $b = h \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{\Delta}{\Delta_1}}$ для случая вращения и $b = \frac{\Delta}{\Delta} \cdot \frac{h}{2f}$ для случая скольженія. Для каменныхъ же водосливныхъ плотинъ, если высота плотины h , а уровень воды превышаетъ гребень плотины на высоту h' , то для средней толщины тѣла плотины можно пользоваться простѣйшею формулою $b = 0,855 (h + h') \sqrt{\frac{\Delta}{\Delta_1}}$, гдѣ Δ вѣсъ куб. фута воды и Δ_1 вѣсъ куб. фута каменной кладки. Мы здѣсь приняли средній коэффициентъ между коэффициентомъ 0,845 *Понселе* и коэффициентомъ 0,865 *Морена* (см. ст. 45). Такъ какъ для каменныхъ плотинъ величина $\frac{\Delta}{\Delta_1} = \frac{4}{9}$, слѣдовательно $\sqrt{\frac{\Delta}{\Delta_1}} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{9}} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{9}} = \frac{2}{3} = 0,667$, то предыдущая формула обратится въ $b = 0,57 \cdot (h + h')$, или $b = 0,57 \cdot H$, если H вся высота напора. Вообще же, какъ мы видѣли въ ст. 45 второй части, толщина каменной плотины съ прямоугольнымъ профилемъ можетъ быть не болѣе высоты плотины, когда уровень воды стоитъ наравнѣ съ гребнемъ плотины.

Но нѣкоторыя водосливныя плотины, кромѣ нетолстаго слоя воды переливающегося черезъ ихъ гребень въ обыкновенное, меженное время, во время разливовъ, когда этотъ слой принимаетъ значительные размѣры, подвергаются не только увеличенному давленію, но и ударамъ воды, вслѣдствіе увеличивающейся скорости теченія во время большихъ разливовъ. А потому водосливнымъ плотинамъ, находящимся въ подобныхъ условіяхъ, слѣдуетъ придавать толщину большую сравнительно съ толщиной даваемою створчатымъ плотинамъ при той же высотѣ напора.

Толщина каменной плотины дѣлается обыкновенно въ $\frac{1}{2}$ высоты напора, говоритъ г. *Глушинскій*; опредѣляя ее на основаніи общихъ правилъ устойчивости стѣнъ, нашли бы толщину менѣе, именно около $\frac{1}{3}$ высоты напора; но тутъ не принято въ расчетъ что вода можетъ проникнуть подъ основаніе плотины и, производя давленіе на нее снизу, увеличивать усиліе стремящееся опрокинуть ее. При этомъ излишекъ толщины весьма полезенъ, дѣлая плотину болѣе непроницаемою для воды.

Плотина, для лучшаго сопряженія съ грунтомъ, должна входить въ берега плотины и ограничиваться въ нихъ уступами, которые слѣ-

дуетъ дѣлать по возможности мельче, такъ какъ при крупныхъ уступахъ невозможно достигнуть равномерной осадки, а еще труднѣе достигнуть точнаго сопряженія грунта съ вертикальной стѣной.

Такъ какъ въ водосливныхъ плотинахъ устраиваемыхъ изъ дерева и камня, часто тѣло плотины наполняютъ булыжнымъ камнемъ или бетонной кладкой, гравіемъ, хрящемъ и иногда глиной, то замѣтимъ здѣсь, что средній вѣсъ кубическаго фута булыжнаго камня принимаютъ въ 3,594 пуд., гравія и хряща 3 п. средній вѣсъ кубич. фута окрѣпившей бетонной кладки въ 3,411 пудовъ и куб. футъ утрамбованной глины въ 2,623 пуд. При опредѣленіи толщины такого рода плотинъ, дерево въ расчетъ не принимается, а Δ_1 въ такихъ случаяхъ, принимаетъ выше указанные величины.

71. Общія правила для устройства глухихъ водосливныхъ плотинъ ¹⁾.—Приступая къ устройству глухой водосливной плотины, дѣлаютъ предварительно подробное изслѣдованіе рѣки: съемкой, нивелировкой продольной и поперечной; опредѣляютъ объемъ протекающей въ ней воды при разныхъ горизонтахъ и горизонтѣ при которомъ совершается ледоходъ; наконецъ дѣлаютъ подробную развѣдку дна и береговъ. На основаніи этихъ изысканій опредѣляютъ мѣсто, гдѣ должна быть поставлена плотина, причемъ стараются, чтобы выше ея ширина рѣки была возможно болѣе, дабы вода могла разливаться на большее пространство слоемъ меньшей толщины, отчего получится меньшій слой и переливающейся чрезъ водосливъ воды. Затѣмъ задаютъ себѣ высоту плотины, которая будетъ зависѣть отъ назначенія плотины, свойствъ грунта и расхода воды при разныхъ горизонтахъ.

Если плотина устраивается для цѣлей судоходства, то по формуламъ опредѣляютъ толщину слоя переливающейся надъ водосливомъ воды, а слѣдовательно и величину подпора воды надъ естественнымъ горизонтомъ. Вопросъ этотъ рѣшается ощупью или нѣсколькими приближеніями; сначала задаютъ себѣ ширину водослива возможно большую по мѣстнымъ условіямъ и по ней опредѣляютъ величину подпора. Величина эта должна быть такова, чтобы получаемая при ней глубина воды была достаточна для судоходства, а между тѣмъ наименѣе затоплялись бы берега, а слой воды надъ водосливомъ былъ возможно тоньше.

Въ томъ мѣстѣ гдѣ глубина перестаетъ быть достаточною для судоходства, ставятъ другую плотину ²⁾. Затѣмъ соображая длину водослива съ величиною подпора и разстояніемъ между плотинами, стараются такъ измѣнить взаимно эти величины, чтобы работы обошлись дешевле при достиженіи главной цѣли.

Относительно ближайшихъ условій при выборѣ мѣста для постановки водосливной плотины, нужно, чтобы въ этомъ мѣстѣ грунтъ былъ по

¹⁾ И. Глушневскаго. «Водяныя сообщенія» печатныя лекціи Инстит. Пут. Собош. — Петербургъ 1881 г.

²⁾ См. приложение XLVI.

возможности твердый и благонадежный и ширина рѣки незначительная, такъ какъ въ этомъ случаѣ устройство плотины обойдется дешевле. Но съ другой стороны полезно чтобы выше плотины ширина рѣки увеличивалась, для того чтобы весеннія воды могли разливаться на большее пространство и переливались бы чрезъ водосливъ не слишкомъ толстымъ слоемъ; такъ какъ въ противномъ случаѣ онѣ могутъ значительно подняться надъ гребнемъ водослива, произвести большой напоръ на плотину, а ниже ея—сильные выбои дна. Вообще, все сказанное выше относительно выбора мѣста для створчатыхъ плотинъ примѣнимо и къ водосливнымъ. Сверхъ того, такъ какъ дно рѣки всегда представляетъ рядъ возвышенныхъ и пониженныхъ мѣстъ, то выгоднѣе всего было бы помѣстить плотину на возвышенномъ мѣстѣ, такъ какъ тогда высота самой плотины должна быть менѣе. Но если по свойствамъ грунта, или другимъ обстоятельствамъ, этого сдѣлать нельзя, то въ видахъ судоходства, нужно ставить плотину во всякомъ случаѣ ниже (по теченію рѣки) мѣстнаго возвышенія дна, такъ какъ въ этомъ случаѣ возвышеніе это будетъ находиться въ самой глубокой части бьефа и слѣдовательно не затруднитъ судоходства при небольшой даже высотѣ плотины.

Устои водосливныхъ плотинъ, ограничивающіе съ обѣихъ сторонъ длину водослива, устроиваются также какъ и въ створчатыхъ; они должны возвышаться надъ подпорнымъ горизонтомъ не менѣе двухъ футовъ. Съ берегомъ они сопрягаются, или откосными крыльями, или обратными стѣнками; для сбереженія матеріала крылья могутъ быть ограничены снизу уступами, съ тѣмъ однако же, чтобы каждый уступъ былъ опущенъ въ землю не менѣе чѣмъ на 1 сажень.

Въ случаѣ низменныхъ береговъ, заливаемыхъ весенними водами на значительномъ пространствѣ, приходилось бы дѣлать устои очень длинными; поэтому для сбереженія издержекъ, и такъ какъ скорость теченія по разливу бываетъ незначительна, устроиваютъ земляныя дамбы, которыя смыкаются съ береговыми устоями. Откосы дамбъ и конусовъ сопрягающихъ съ ними устои, одѣваются булыжнымъ камнемъ или фашинами. Если и поверхность дамбы затопляется весенними водами, то ее также покрываютъ одеждою изъ булыжнаго камня или фашинь.

Фундаментъ плотины опускаютъ въ землю ниже линіи промерзанія, т.-е. по крайней мѣрѣ на одну сажень ниже горизонта низкихъ водъ.

Сообразно формѣ профиля, водосливы могутъ быть треугольные, прямоугольные, криволинейные и уступами; по матеріалу же, изъ котораго устроиваются, бываютъ каменной кладки, изъ бетона, изъ досчатыхъ половъ и деревянныхъ скелетовъ заполненныхъ камнемъ.

Плотины, ограниченныя съ обѣихъ сторонъ вертикальными стѣнами, если онѣ не поддерживаются шпунтовыми рядами, должны быть устроены изъ правильной каменной кладки на гидравлическомъ растворѣ или должны быть ряжевыя. Верхней грани водослива въ такомъ случаѣ дается уклонъ обратный теченію, чтобы защитить верховое ребро отъ удара плавающихъ тѣлъ и льда.

Эта верхняя плоскость должна быть устроена особенно тщательно;

составляющіе ее камни должны быть возможно крупныхъ размѣровъ, чтобы могли сопротивляться удару льда и плавающихъ тѣлъ. Кромѣ того, такъ какъ вода можетъ пробраться въ швы и при замерзаніи, увеличиваясь въ объемѣ, будетъ стремиться разъединить камни, то они должны, если возможно, упираться къ низу, чтобы лучше сопротивляться поднятію; или же должны быть связаны желѣзными скобами и пиро-нами изъ камня твердой породы.

Иногда къ водосливнымъ плотинамъ съ вертикальными стѣнками дѣлаютъ съ верховой стороны земляную отсыпь изъ глинистой или суглинистой земли. Такая отсыпь препятствуетъ просачиванію воды сквозь плотину и предохраняетъ плотину отъ ударовъ льда и плавающихъ тѣлъ. Но какъ, вслѣдствіе образующихся выше плотины водоворотовъ, подобная отсыпь можетъ быть разрушаема водою, то наружный ее откосъ слѣдуетъ одѣвать возможно крупнымъ булыжнымъ камнемъ.

Когда стѣнки плотины поддерживаются шпунтовыми рядами, то водосливъ можно сдѣлать изъ накиднаго камня, съ облицовкою изъ грубо обтесаннаго камня, или образовать его досчатымъ поломъ. Для большей прочности плотинъ иногда и промежутки между шпунтовыми рядами за-полняются каменною кладкою на растворѣ или бетономъ.

Водосливныя плотины устроиваются весьма разнообразно, какъ въ отношеніи формы ихъ профиля и слѣдовательно формы самаго водослива, такъ и относительно матеріала употребляемаго для образованія тѣла плотины и наконецъ относительно толщины плотины, зависящей отъ формы профиля. Плотинамъ съ вертикальными стѣнками даютъ обыкновенно толщину равную высотѣ напора на нихъ воды.

Плотины съ треугольнымъ профилемъ чаще устроиваются изъ накиднаго камня. Камни поддерживаются двумя рядами свай, забитыми поперекъ теченія, а иногда еще и промежуточнымъ 3-мъ рядомъ. Сваи соединяются продольными и поперечными схватками, положенными нѣсколько ниже горизонта меженныхъ водъ, и насадками, положенными въ уровень верхняго откоса. Верхній откосъ состоитъ изъ крупныхъ камней грубо обтесанныхъ, плотно уложенныхъ между насадками и поддерживаемыхъ сверху и снизу схватками.

Такимъ образомъ вся облицовка флюдбета, или водослива, раздѣлена на части насадками и схватками и въ ней не можетъ произойти общихъ поврежденій: крѣпки же, образуемая насадками и схватками можно уменьшить, врубая въ насадки другіе брусья, къ нимъ перпендикулярные. Съ верховой стороны дѣлаютъ въ такой плотинѣ отсыпь изъ накиднаго камня, а съ низовой стороны забиваютъ нѣсколько рядовъ свай, между которыми накидывается крупный камень и такимъ образомъ низовой откосъ продолжается до дна.

Плотины образованныя изъ сухой каменной кладки или изъ накиднаго камня, конечно весьма проницаемы водою и вода подъ сильнымъ напоромъ входя въ промежутки между камнями можетъ поднимать и перемѣщать ихъ на флюдбетъ; поэтому-то весьма полезны деревянные остовы, или скелеты, которые удерживаютъ камни и не даютъ

поврежденію въ флюдбетѣ распространяться на большомъ пространствѣ. Но остовы не составляютъ необходимости въ томъ случаѣ, если употребляются очень крупныя камни, не сдвигаемые водою.

Иногда плотины съ треугольнымъ профилемъ образуются изъ правильной каменной кладки на гидравлическомъ растворѣ; иногда же заполняютъ деревянный скелетъ бетономъ, а сверху устраиваютъ деревянный полъ. Во всѣхъ трехъ случаяхъ низовому, или сливному откосу плотины, дается уклонъ отъ 3 до 5 оснований на единицу высоты, т. е. тройной или даже пятерной откосъ.

Къ плотинамъ съ треугольнымъ профилемъ близко подходят и плотины ограниченныя сверху частію выпуклою и частію вогнутою кривою (фиг. 656). Эта форма профиля съ теоретической точки зрѣнія наиблаготворительнѣйшая, такъ какъ она соответствуетъ направленію переливающейся чрезъ плотину воды, которая поэтому въ концѣ плотины приметъ горизонтальное направленіе и не будетъ производить подмыва дна. Но плотины этой формы требуютъ обтески камней флюдбета, обходящейся дорого; притомъ выпуклыя кривыя представляютъ то важное неудобство, что въ нихъ толщина камней въ наружной части болѣе нежели въ хвостѣ; поэтому вода, проникая во внутрь кладки, можетъ поднимать камни и вытѣснять ихъ наружу. А если одинъ камень будетъ сдвинутъ съ мѣста, то всѣ упирающіеся въ него должны также подвергнуться сдвиганію.

Черт. LXVIII.

фиг. 662.

Для начертанія профиля криволинейной плотины поступаютъ слѣдующимъ образомъ: пусть ab представляетъ дно рѣки и cd предполагаемую высоту плотины; величину радіуса od выпуклой части выбираютъ наименьшую, при которой кривыя не будутъ слишкомъ узки въ хвостѣ. Изъ точки o радіусомъ od описываютъ дугу круга; затѣмъ отъ точки c по линіи ab откладываютъ длину bc равную отъ $2\frac{1}{2}$ до 4 cd . Точку b соединяютъ съ точкою d прямою bd , пересѣченіе которой съ дугой круга ifd въ точкѣ k , будетъ точкою касанія выпуклой и вогнутой кривыхъ. Продолжая радіусъ ok до пересѣченія съ вертикальною линіею be въ точкѣ e , получимъ въ этой точкѣ центръ вогнутой кривой. Въ верховой же части плотина ограничивается, или вертикальною линіею fg , или наклонною af , или, наконецъ, дуга круга dfi оканчивается вертикальною линіею ih .

Для уменьшенія разрушительнаго дѣйствія переливающейся чрезъ водосливъ воды, профиль плотины дѣлаютъ иногда уступами. Плотины этой формы чаще состоятъ изъ шпунтовыхъ рядовъ, или рядовъ простыхъ свай поддерживающихъ брусья или досчатые щиты, промежутки между которыми заполняются сухою каменною кладкою, бетономъ или навиднымъ камнемъ и гравіемъ. Нижнія площадки уступовъ покрываютъ двойнымъ досчатымъ поломъ, чтобы вода падая на нихъ не попадала внутрь плотинъ. Это устройство представляетъ большую выгоду въ томъ отношеніи, что при немъ можно производить работу отдѣльными частями, и если приходится прекратить работу, вслѣдствіе внезапнаго паводка, то поврежденія могутъ произойти только въ устроиваемомъ ящикѣ, не распространяясь на остальныя части плотины.

Относительно основаній водосливныхъ плотинъ можно сказать почти то же, что и относительно основаній створчатыхъ; кромѣ назначенія сопротивляться давленію, производимому сооруженіемъ, основаніе еще имѣетъ цѣлью предупреждать просачиваніе воды подъ плотиною.

Для предупрежденія просачиванія, основаніе плотины окружаютъ шпунтовыми рядами; грунтъ, находящійся въ огороженномъ сваями пространствѣ, если онъ слабый, вынимаютъ и замѣняютъ его слоемъ крупнаго песка, на который наливаютъ слой бетона, толщиною не менѣе двухъ футовъ, и на слоѣ бетона возводятъ плотину. Если грунтъ очень слабъ, уширяютъ бетонное основаніе плотины или же устраиваютъ подъ плотиною ростверкъ на сваяхъ. Наоборотъ, если грунтъ скалистый, такъ что не допускаетъ забивки свай, то снимаютъ верхній, обыкновенно слабый, слой скалы и замѣняютъ его бетономъ, а для предупрежденія просачиванія пропускаютъ въ пробитыя канавы концы бетоннаго слоя и такимъ образомъ окружаютъ основаніе бетонными стѣнками, замѣняющими шпунтовые ряды. Или, наконецъ, устраиваютъ ряжевое основаніе.

Черт. LXX.
фиг. 671.

Въ случаѣ устройства плотины изъ правильной кладки, необходимо производить ее на сушѣ, слѣдовательно пространство, гдѣ должна быть устроена плотина, обносится перемычкою и изъ него отливаютъ воду; для протока воды ставятся на верхъ перемычекъ жолоба достаточныхъ размѣровъ для пропуска всего количества воды рѣки, которыя такимъ образомъ не будутъ затоплять работы.

Ежели шлюзъ или спускъ, назначенный для пропуска судовъ чрезъ плотину, устроивается въ обводномъ каналѣ, то сперва устраиваютъ этотъ шлюзъ или спускъ и уже по его окончаніи приступаютъ къ возведенію плотины. Тогда притекающая къ перемычкѣ вода отводится чрезъ обводный каналъ и шлюзъ или спускъ.

Плотины изъ правильной каменной кладки можно устраивать изъ мелкаго матеріала, но непременно на лучшемъ цементномъ растворѣ. Въ случаѣ употребленія цементнаго раствора, такъ какъ сопротивленіе его иногда не уступаетъ сопротивленію камня, швы не ослабляютъ кладки и поэтому нѣтъ надобности употреблять крупные камни, которые всегда обходятся значительно дороже. Если же въ данной мѣстности нельзя употребить цементнаго раствора, вслѣдствіе его значительной цѣнности, то лучше отказаться отъ устройства плотинъ изъ правильной кладки, такъ какъ при нашихъ климатическихъ условіяхъ кладка, сложенная на недостаточно доброкачественномъ растворѣ, особенно находящаяся въ водѣ, не представляетъ надлежащей прочности и долговѣчности, между тѣмъ какъ стоимость ея всетаки будетъ значительная.

Если для устройства плотинъ употребляется кирпичъ, то надобно выбирать только желѣзнякъ и полужелѣзнякъ, брасный же плотный и хорошо обожженный можетъ быть употребленъ только внутри береговыхъ устоевъ и внутри тѣла плотины, если онъ тамъ будетъ предохраненъ отъ сырости; обыкновенный же красный и алый не долженъ быть допускаемъ для подобныхъ сооружений.

Части плотины наиболѣе подверженныя, какъ дѣйствию теченія, такъ равно и ударамъ плавающихъ тѣлъ, облицовываются болѣе крупнымъ матеріаломъ, именно лещадками гранитными или изъ камня другой крѣпкой и твердой породы. Облицовка производится на основаніи тѣхъ же правилъ, какими руководствуются при облицовкѣ другихъ сооружений, а именно выбираются лещадки по возможности болѣе большихъ размѣровъ, которыя соединяются между собою и съ каменной массою посредствомъ пионовъ и скобъ, причемъ полезно придавать имъ форму, способствующую болѣе между ними связи.

Черт. LXVIII. Этимъ удаляется струя отъ нижней грани плотины (фиг. 663), безъ чего приходится облицовывать и всю эту грань.
 Всего важнѣе облицовывать верхнюю грань водослива и при этомъ облицовывается, или вся грань, или же, для экономіи, только углы, или ребра. Во всякомъ случаѣ полезно низовое ребро водослива (при вертикальной низовой стѣнкѣ) облицовывать со свѣсомъ въ видѣ карниза;

Въ плотинахъ съ треугольнымъ профилемъ облицовываютъ низовой ихъ откосъ, причемъ для верхняго и нижняго его ребра выбираются камни самыхъ крупныхъ размѣровъ, такъ чтобы въ углахъ не приходилось швовъ. Остальныя части облицовываются болѣе мелкимъ матеріаломъ, поставленнымъ торцомъ, и въ случаѣ недостатка въ камнѣ можно для этого употреблять кирпичъ поставленный на ребро.

Устройство плотинъ изъ правильной каменной кладки, при условіи употребленія вполнѣ доброкачественнаго раствора, обходится дорого, но если такія плотины защищены надлежащимъ образомъ отъ подмывовъ, онѣ не будутъ требовать почти никакого ремонта.

Плотины же изъ накиднаго камня или ряжевыя, хотя и обходятся дешевле, но первыя требуютъ значительнаго ежегоднаго ремонта, а вторыя недолговѣчны. Причемъ нужно замѣтить, что плотины изъ накиднаго камня или бетона могутъ быть устраиваемы безъ отвода и отлива воды.

Въ ст. 20 гл. VI первой части мы видѣли, что ниже плотины образуются водовороты, производящіе подмывы дна, которые могутъ быть очень опасны для устойчивости сооруженія. При треугольномъ профилѣ плотины водовороты уменьшаются и подмывъ удаляется отъ подошвы сооруженія; при профили же прямоугольномъ или съ небольшимъ верховымъ откосомъ, который часто дается плотинамъ, какъ требующій менѣе матеріала, подмывы у подошвы сооруженія неизбѣжны и потому эту подошву необходимо защитить отъ падающей съ водослива воды прочною площадкою, или *рисбермою*, которая принимала бы на себя ударъ воды.

Но чтобы устройствомъ рисбермы совершенно предотвратить опасность отъ подмыва, было бы необходимо продолжить ея длину до предѣла образованія подмывовъ; а какъ она должна быть устраиваема подъ водою, то ея устройство, при большой длинѣ, обошлось бы очень дорого, притомъ отъ удара льдинъ и другихъ плывущихъ тѣлъ, перебрасываемыхъ высокими водами черезъ плотину, рисберма постоянно повреждалась бы и слѣдовательно ея ремонтъ обходился бы дорого. Поэтому

длину рисбермы дѣлають, основываясь на примѣрахъ существующихъ сооруженій, равною отъ 2—5 разъ взятой высоты плотины, причемъ, если средства позволяютъ, лучше держаться высшаго предѣла, что будетъ зависѣть также и отъ свойства грунта.

Иногда совѣтуютъ, вмѣсто устройства рисбермы, опускать основаніе плотины ниже предѣла глубины, на которой подмывы могутъ образоваться; но это возможно только въ случаѣ, если не на очень большой глубинѣ находится грунтъ совершенно не размываемый водою, такъ какъ въ противномъ случаѣ почти невозможно опредѣлить заранее глубину, до которой грунтъ можетъ быть размывъ.

Самая простая рисберма состоитъ изъ каменной отсыпи, или наброски; но камни, набросанные безъ всякой связи между собою могутъ быть раскидываемы водою и тогда придется рисберму постоянно дополнять, такъ что современемъ устройство подобной рисбермы можетъ обойтись дороже устройства ея сразу болѣе правильнымъ образомъ.

Если желаютъ имѣть прочную рисберму, то ее слѣдуетъ устраивать, или изъ правильной каменной кладки, или деревянною изъ свай, съ заполненіемъ промежутковъ между ними неразмываемымъ матеріаломъ.

Деревянные рисбермы состоятъ изъ нѣсколькихъ рядовъ свай, забитыхъ на разстояніи отъ 3 до 4 футъ, и соединенныхъ продольными и поперечными насадками, или схватками.

Промежутки между сваями заполняются щебнемъ, гравіемъ или чурою, сверху выстилаются по возможности крупнымъ камнемъ, поставленнымъ торцомъ и загнаннымъ возможно плотнѣе между брусьями ростверка.

Когда же рисберму устраиваютъ изъ правильной кладки, то она можетъ быть сдѣлана, или вмѣстѣ съ плотною, или же независимо отъ нея, и поэтому можетъ имѣть, или общее съ нею основаніе, или отдѣльное. Последнее обыкновенно имѣетъ мѣсто когда рисберма устраивается уже послѣ устройства плотины, въ случаѣ образованія у подошвы ея подмыва, на который не разсчитывали, надѣясь на достаточное сопротивленіе грунта.

Рисберма устраивается съ небольшимъ склономъ по теченію, въ концѣ ея забивается шпунтовый рядъ, причемъ полезно чтобы конецъ рисбермы не выступалъ надъ дномъ рѣки. иначе у ея конца будутъ образовываться подмывы.

Основаніе для рисбермы дѣлается изъ слоя бетона, на которомъ возводится кладка изъ мелкаго матеріала съ облицовкою изъ болѣе крупнаго. Облицовка дѣлается, или по всей поверхности рисбермы, или же только у верховаго и низоваго конца ея. Иногда прокладываютъ цѣпи изъ тесоваго камня вдоль рисбермы; но этого слѣдуетъ избѣгать, такъ какъ въ этомъ случаѣ мелкій матеріалъ, находящійся въ промежуткахъ между цѣпями, болѣе размывается нежели когда ихъ вовсе нѣтъ. Въ случаѣ каменистаго грунта, недопускающаго забивки свай, шпунтовый рядъ въ концѣ рисбермы замѣняется бетонною стѣнкою.

Рисберма можетъ также состоять изъ ряда фашинныхъ тюфяковъ; такая рисберма, при достаточной прочности, обойдется значительно дешевле деревянной, а особенно каменной; нужно только, чтобы тюфяки были погружены вмѣстѣ съ устройствомъ плотины, а не послѣ, когда уже образовался подмывъ, такъ какъ тюфякъ не будетъ держаться на крутомъ откосѣ подмыва. По мѣрѣ того какъ у конца тюфяка будетъ образовываться подмывъ, тюфякъ будетъ опускаться, принимать наклонное положеніе, и если ему будетъ придана достаточная длина, конецъ его опустится до глубины, дальше которой не могутъ идти подмывы, а между тѣмъ тюфякъ не приметъ слишкомъ крутого откоса. Поэтому устройство рисбермы изъ фашинныхъ тюфяковъ теперь все болѣе и болѣе распространяется.

Вообще водосливныя глухія плотины представляютъ то важное неудобство, что онѣ подпираютъ воду, какъ при меженномъ, такъ равно и при весеннемъ горизонтахъ. Въ послѣднемъ случаѣ образуется подпоръ болѣе значительный, чѣмъ необходимый для судоходства, отчего затопляется окрестная мѣстность, сооруженіе подвергается большому давленію и ударамъ и ниже его образуются подмывы. Наконецъ ледъ встрѣчая въ плотинѣ препятствіе своему движенію, будетъ разрушительно на нее дѣйствовать.

Поэтому глухія водосливныя плотины рѣдко устраиваются въ Россіи, такъ какъ на нашихъ рѣкахъ бываетъ сильное возвышеніе весеннихъ водъ, вслѣдствіе изобилія снѣга и быстрого его таянія и очень сильный ледоходъ.

Выгоднѣйшее устройство плотинъ будетъ то, при которомъ онѣ въ меженныя воды, во время засухи, производятъ возможно болѣе стѣсненіе живаго сѣченія рѣки, а слѣдовательно и подпоръ, во время же весеннихъ водъ дѣйствіе ихъ совершенно прекращается или по возможности уменьшается. Этого достигаютъ устройствомъ разборчатыхъ плотинъ.

72. Ближайшее устройство водосливныхъ плотинъ.— Мы не будемъ входить въ большія подробности при описаніи устройства водосливныхъ плотинъ, во-первыхъ потому, что многія правила и подробности изложенныя нами при устройствѣ створчатыхъ плотинъ примѣнимы и къ водосливнымъ, а во-вторыхъ потому, что этого рода плотины устраиваются у насъ весьма рѣдко.

Водосливныя плотины, иногда устраиваемыя въ Россіи, бываютъ или каменные въ юго-западныхъ губерніяхъ, или ряжевыя въ сѣверныхъ. Каменные чаще строятся изъ гранитныхъ глыбъ, грубо обтесанныхъ, или просто пригнанныхъ иногда на растворѣ, а чаще на глинѣ съ прокладкою навозомъ и присыпкою къ верховому откосу земли нереслоенной навозомъ. Эти плотины, въ губерніяхъ Кіевской и Подольской, чаще поднимаютъ воду не выше двухъ аршинъ и имѣютъ профиль прямоугольный съ отсыпкой верховаго откоса изъ глины; онѣ болѣею частію строятся на рѣчкахъ съ скалистымъ дномъ, а потому не имѣютъ свайнаго основанія и никакихъ укрѣпленій для предохра-

ненія дна отъ размыва ниже плотины, кромѣ, и то не всегда, накиднаго камня. Чаще онѣ имѣютъ направленіе прямолинейное и перпендикулярное къ направленію теченія. Въ нѣкоторыхъ, сложенныхъ изъ неправильной формы булыжнаго камня, по забитымъ около откосовъ сваямъ или по задѣланнымъ въ каменную кладку брусьямъ, производится досчатая обшивка, для предохраненія каменной кладки отъ ледохода.

Плотины ряжевой рубки имѣютъ почти всегда профиль пятиугольника и рубятся въ три или четыре долевыхъ стѣны, съ поперечными перерубами въ разстояніи чаще 3-хъ аршинъ одинъ отъ другаго. Толщина ряжевой плотины дѣлается, при пятиугольномъ профилѣ, отъ 3 до 5 высотъ гребня отъ основанія. Такъ что если высоту $AB=ab$ гребня отъ основанія назовемъ чрезъ h , то CE или $ce=3h$ —до $5h$. Гребень плотины A,a , обыкновенно располагается на разстояніи около $\frac{1}{3}$ ширины плотины ближе къ верховому откосу. Высоту стѣны верховаго откоса дѣлаютъ около $\frac{2}{3} h$. Высоту стѣны низоваго откоса дѣлаютъ отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2} h$.

Для водосливныхъ плотинъ поднимающихъ воду свыше 10 футовъ, слѣдуетъ принимать профиль $CD'AF'E$; этотъ же профиль слѣдуетъ принимать для плотинъ поднимающихъ воду отъ 6 до 10 фут. при слабомъ и размываемомъ грунтѣ; для среднихъ же грунтовъ при этомъ подъемѣ можетъ служить профиль $CDAFE$; при подъемѣ же ниже 6 футовъ и при грунтахъ неразмываемыхъ, можетъ служить профиль $cdafe$, какъ болѣе экономическій.

Одна изъ долевыхъ стѣнъ всегда располагается подъ гребнемъ, двѣ другія составляютъ прудовую и низовую стѣны плотины. При подъемѣ воды выше 10 футъ, слѣдуетъ ставить четвертую долевую стѣну MN , на срединѣ между гребневой и низовой.

Ряжевыя водосливныя плотины ставятся, или на свайномъ основаніи съ шпунтовыми рядами, или на ряжевомъ основаніи, когда бойка свай по свойству грунта невозможна.

Число шпунтовыхъ рядовъ бываетъ два или три, смотря по свойству грунта и высотѣ напора воды. При двухъ рядахъ они бьются подъ крайними стѣнами: третій рядъ бьется подъ гребенной стѣной, которая въ первомъ случаѣ опирается лишь на круглыя сваи. При устройствѣ того и другаго основанія, слѣдуетъ руководствоваться для этихъ плотинъ тѣми же правилами, которыя изложены выше для водоспусковъ створчатыхъ плотинъ.

Такъ какъ водосливная плотина всегда покрыта водою, то внутренность ряжевыхъ ящиковъ предохранена отъ промерзанія, отчего и возможна набивка ихъ глиною. Дѣйствительно, ряжевыя плотины часто заполняются глиною и иногда только булыжнымъ камнемъ или хрящемъ, хотя послѣдняя набивка предпочтительнѣе. При набивкѣ ряжей глиною, какъ рубка ряжей, такъ и настилка половъ, должны быть произведены съ болѣею тщательностію, иначе глиняная набивка можетъ быть вымываема изъ тѣла плотины.

Черт. LXVIII.

фиг. 664
и 665.

фиг. 664.

фиг. 665.

фиг. 664.

Черт. LXVIII. Поэтому, при набивкѣ ряжей глиною, бревна обтесываются съ обѣихъ сторонъ; рубка продольныхъ стѣнъ дѣлается въ шпунтъ на мху, а при болѣе важныхъ сооруженияхъ съ прокладкою въ шпунтахъ просмоленнаго сукна. Рубка длинныхъ стѣнъ идетъ надъ насадными брусьями шпунтовыхъ рядовъ; на верхней грани этихъ брусевъ нарубаются гребень, на который долевое бревно нижняго вѣнца накладывается шпунтомъ и этимъ порядкомъ всѣ бревна долевыхъ стѣнъ соединяются въ шпунтъ. При глиняной набивкѣ, поперечныя, короткія стѣны, врубаются въ крайнія долевыя сквороднемъ въ пол-бревна, чтобы не допустить никакого просачиванія; при набивкѣ же ряжей булыжнымъ камнемъ или крупнымъ хрящемъ, которые не могутъ быть вымываемы сквозь тонкія щели, короткія стѣны врубаются въ долевыя сквозною лапою, которая прочіѣе. Само собою разумѣется, что въ ящикѣ между шпунтовыми рядами, подъ всею плотиною, должна быть вынута вся верховая земля, если возможно до плотнаго грунта, и замѣнена плотно утрамбованною, сухою, вязкою глиною, будутъ-ли ряжи набиваться также глиною, или камнемъ и хрящемъ. Этотъ слой глины въ основаніи имѣетъ главною цѣлю непроницаемость самаго основанія.

Черт. LXVIII.
•ил. 667.

При наполненіи ряжей камнями, которые составляютъ собственно грузъ плотины, чтобы попадающая въ ряжи вода не вымывала глиняной набивки изъ основанія, слѣдуетъ, предварительно навалки камня, покрыть глину слоемъ въ $\frac{1}{2}$ аршина изъ крупнаго хряща или очень крупнаго песка и уже на этотъ слой валить камень.

По вырубкѣ ряжей, сообразно очертанію профиля, на гребни трехъ долевыхъ стѣнъ кладутся пазы брусья—на среднюю стѣну порожный, а на двѣ крайнія—безыменные.

По верхнимъ кортышамъ (кортыши поперечныхъ, или перерубныхъ стѣнъ, при рубкѣ сажаются на вставные шипы) поперечныхъ стѣнъ, по бокамъ порожнаго бруса и вплоть къ нему, врубаются два вспомогательные брусья, связываемые съ порожнымъ болтами (черт. LXIX). Около же безыменныхъ врубаются въ поперечныя стѣны изнутри по одному вспомогательному брусю, которые связываются съ безыменными также болтами.

По скошеннымъ сверху поперечнымъ стѣнамъ, сообразно профилю, нарубаются гребень и на этотъ гребень насаживается пазомъ брусъ, врубаемый концами своими сквороднемъ въ вспомогательные долевые брусья порожнаго и двухъ крайнихъ. Эти брусья на чертежѣ означены буквою *m*. Если поперечные перерубы рѣдки, т.-е, поставлены въ разстояніи одинъ отъ другаго до 6 аршинъ, то такіе же брусья (но безъ пазовъ внизу) врубаются сквороднемъ въ вспомогательные на срединѣ между поперечными стѣнами. Эти наклонные брусья связываютъ собою верхъ ряжевой рубки. По этимъ наклоннымъ брусьямъ врубаются (брусъ въ пол-бруса) долевые горизонтальныя брусья *n*, *n*, къ которымъ прибиваются доски понурнаго и сливнаго половъ, какъ видно на черт. LXIX. Само собою разумѣется что, какъ порожный, такъ и безыменные брусья, причерчиваются и сажаются на мѣсто по ватерпасу. Брусья, свинчи-

ваемые между собою болтами, пригоняются плотно одинъ къ другому и при свинчиваніи между ними прокладывается смоленое сукно. Такъ какъ гребень водосливныхъ плотинъ бываетъ длиннѣе, то чаще эти долевые брусья не могутъ быть цѣльные; стыкъ брусьевъ дѣлается прямымъ шипомъ, въ которомъ также прокладывается смоленое сукно. При рубкѣ слѣдуетъ наблюдать, чтобы стыки брусьевъ не приходились одинъ противъ другаго, но по возможности въ разнометъ; стыки же вспомогательныхъ брусьевъ всегда должны находиться на поперечныхъ стѣнахъ, иначе стыкъ приходился бы на вѣсу. Вспомогательные долевые брусья, кромѣ врубки въ поперечныя стѣны, приерѣпляются къ этимъ стѣнамъ желѣзною планкою *O*, оканчивающеюся болтомъ, проходящимъ сквозь брусъ. Планка или желѣзная полоса прибивается къ бревнамъ гвоздями а на болтъ, сверху бруса, навинчивается гайка. Брусья *m, m*, скрѣпляются съ поперечною стѣною желѣзными скобами.

Береговые устои обыкновенно возвышаются рубкою надъ порогомъ и ограничиваютъ собою съ боковъ ширину водослива. Они по возможности на столько возвышаются надъ гребнемъ водослива, чтобы самый большой притокъ воды во время половодья не переливался черезъ нихъ, а умѣщался въ водосливъ. Углы здѣсь рубятся плотно въ лапу и бревна съ лицевой стороны обтесываются. Гдѣ есть значительный ледоходъ, части стѣнъ обращенныя къ пруду и части обращенныя къ водосливу обшиваются досками.

Шпунтовые ряды и рубка продолжаются въ берега отъ 3 до 5 сажень, смотря по свойству грунта береговъ, для хорошей и прочной связи плотины съ берегами рѣки.

Полы обыкновенно настилаются въ два ряда досокъ, съ оконпатою и просмолкою швовъ, какъ и въ водоспускахъ створчатыхъ плотинъ, или въ шпунтъ, съ прокладкой смоленого сукна, при болѣе капитальныхъ сооруженіяхъ. Можно также пользоваться, для непроницаемости половъ, способомъ шпунтоваго соединенія досокъ, употребляемымъ въ Финляндіи для непроницаемости руселъ и половъ въ водоспускахъ. Этотъ способъ состоитъ въ томъ, что у досокъ, прилаженныхъ въ шпунтъ, передъ ихъ прибѣвкой на мѣсто, набиваютъ желѣзнымъ особымъ молоткомъ гребень шпунта съ трехъ сторонъ и жолобъ паза на столько, чтобы дерево въ нихъ нѣсколько смялось и очень немного сверху размочалилось. Послѣ этого уложить доски на мѣсто, плотно ихъ нажимаютъ одну къ другой и прибиваютъ гвоздями. Вода попадающая въ шпунтъ тотчасъ заставитъ разбухнуть бѣгня молоткомъ волезна дерева, которыя такъ заполняютъ собою шпунтъ, что дѣлаютъ его совершенно непроницаемымъ. Способъ этотъ описанъ генераломъ *Фелькнеромъ* въ одномъ изъ нумеровъ горнаго журнала. Покойный *Н. А. Фелькнеръ* говорилъ намъ, что онъ примѣнилъ этотъ способъ въ полахъ водоспуска устройства имъ на р. Лососинкѣ, при выходѣ ея изъ озера, и результатами остался вполне доволенъ.

Тамъ гдѣ половыя доски примыкаютъ къ необшитой стѣнѣ береговаго устоя, въ стѣнѣ для нихъ выбирается пазъ, глубиною отъ $1\frac{1}{2}$

до 2 вершковъ; крайнія доски запускаются кройками въ этотъ пазъ на просмоленномъ сукнѣ, а затѣмъ щели конопатятся смоленой пенькой и заливаются пекомъ. Если же бока береговыхъ устоевъ обшиты досками, то кладется четвертной шпунтовый брусъ, въ пазы котораго входятъ половыя доски и доски обшивки, какъ объ этомъ было сказано въ уральскихъ плотинахъ.

Стѣны береговыхъ устоевъ, отъ гребня вдоль понурнаго пола, дѣлаются раструбомъ, для болѣе удобнаго хода воды, и въ этомъ мѣстѣ устоя дѣлается косорубомъ; вдоль же сливнаго пола стѣна береговаго устоя рубится перпендикулярно направленію гребня плотины.

Къ верховой стѣнѣ ряжеваго сруба плотины дѣлается отсыпка земли (суглея), съ полуторнымъ или двойнымъ откосомъ, выстилаемая сверху крупнымъ булыжнымъ камнемъ; при изобиліи булыжнаго камня, у низовой стѣны дѣлается накладка булыжнаго камня между сваями, забитыми часто въ шахматномъ порядкѣ на всю высоту низовой стѣнки и подъ уклонъ сливнаго пола; при недостаткѣ же камня, накладка изъ камня дѣлается между сваями съ уступомъ отъ сливнаго пола (черт. LXX). При совершенномъ отсутствіи камня принимаются другія мѣры для предохраненія дна отъ подмыва, указанныя въ ст. 62.

Черт. LXVIII.
фиг. 668.

Ряжевая плотина на ряжевомъ же основаніи устраивается совершенно также, но только рубка ряжей начинается отъ линіи *AB* твердаго грунта, послѣ снятія верховаго. Для того же, чтобы плотина не давала неправильной осадки, подъ стѣнами ряжей ставятся столбы, врываемые въ землю, деревянные или каменные.

Черт. L XIX.

Устройство свайной деревянной плотины. При невысокихъ подемахъ, ряжевая система можетъ быть замѣняема свайною; *Вейсбахъ* даетъ слѣдующее описаніе подобной плотины: *AB* есть стѣна составленная изъ брусевъ, въ которой *A*—мертвый брусъ, *CD* и *C'D'* ряды свай расположенные по бокамъ стѣны *AB*. Верховой и низовой откосы образованы шпунтовыми рядами съ насадками; къ нимъ прилегаютъ и съ ними связываются болтами вспомогательные брусья на круглыхъ сваяхъ (черт. LXX). Внутреннее пространство плотины подъ понурнымъ поломъ заполняется каменною кладкою, а подъ сливнымъ каменной наброской съ хрящемъ. При заполненіи каменной кладкой, подъ нею должно дѣлать роствергъ. Внизу дѣлается, или небольшой сливной полъ, или часть русла вымощивается крупными камнями, помѣщаемыми между рядами свай набитыми въ шахматномъ порядкѣ. Устройство половъ такое же какъ и въ ряжевой.

Черт. LXX.

Черт. LXVIII.
фиг. 669.

При устройствѣ водосливной плотины поднимающей воду не болѣе 4 и менѣе футовъ, или когда плотина имѣетъ уже неполный водосливъ, тогда она можетъ состоять изъ двухъ рядовъ шпунтовыхъ свай (фиг. 669) и каменной вымостки, помѣщенной между свайными рядами. Если шпунтовыя сваи въ такихъ случаяхъ замѣняются шпунтовыми досками, то около шпунтовыхъ рядовъ должны быть набиты ряды круглыхъ свай, насадка на которыхъ скрѣпляется съ насадкой шпунтоваго досчатого ряда.

фиг. 668.

Наконецъ такого рода плотины могутъ состоять изъ двухъ рядовъ шпунтовыхъ досокъ, съ вспомогательными круглыми сваями и одного наклоннаго между ними сливнаго пола (фиг. 668); передній откосъ образуется присыпкою земли, а къ задней, второй шпунтовой стѣнкѣ, присыпается накидка изъ булыжнаго камня между рядами свай съ насадками или между сваями набитыми въ шахматномъ порядкѣ. Внутренность плотины набивается глиною. При нѣсколько большемъ подъемѣ воды можно, для предохраненія дна, если грунтъ размываемъ, присоединить къ наклонному горизонтальный сливной полъ (фиг. 668), и если подъ нимъ будетъ насыпанъ хрянецъ или гравій, то слѣдуетъ въ концѣ его забить третью досчатую шпунтовую стѣнку. За этимъ поломъ, на нѣкоторомъ протяженіи, дно укрѣпляется, или булыжнымъ камнемъ, или, за неимѣніемъ его, фашинами.

Береговые устои въ этого рода плотинахъ могутъ быть изъ шпунтовыхъ свай (черт. LXX), или стоечной системы, съ обшивкою, фиг. 668, черт. LXVIII; устройство каменныхъ плотинъ съ треугольными или криволинейными профилями изображено на фиг. 669. Это устройство ясно изъ чертежа.

Черт. LXVIII
и LXX.
анг. 670.

Водосливныя плотины устраиваются иногда, какъ мы говорили, частію изъ дерева и частію изъ камня; въ этомъ случаѣ онѣ образуются изъ брусчатыхъ деревянныхъ рамъ заполняемыхъ каменной кладкой или накиднымъ камнемъ. Какъ простѣйшій видъ такого рода плотины, г. *Палибинъ* приводитъ плотину устроенную на р. Саррѣ (притокѣ р. Мозеля) близъ дер. Седингъ.

Плотина эта имѣетъ въ планѣ дугообразную форму (черт. LXXII); отверстіе ея въ 115 фут. (35 метр.) и подпоръ около $7\frac{1}{2}$ фут. (2,25 метр.). Она состоитъ изъ трехъ рядовъ свай, забитыхъ по направленію плотины въ разстояніи 3 метровъ одинъ рядъ отъ другаго, оставляя между сваями промежутки около $2\frac{1}{2}$ фут. (0,8 метр.). Крайній, со стороны теченія, рядъ выведенъ на высоту подпора, нижній подрубленъ въ уровень съ низкимъ горизонтомъ рѣки, а средній рядъ имѣетъ среднюю между обонхъ высоту. На этихъ рядахъ свай утверждены на шипахъ горизонтальныя продольныя насадки, въ которыя врублены поперечныя наклонныя схватки, связывающія ряды свай между собою. За крайніе ряды заложены изнутри доски, которыя поддерживаютъ насыпанный между рядами свай камень, перемѣшанный съ хрящемъ и гравіемъ. Прежде насыпки этой смѣси, слой наносной земли, лежащей на плотномъ ложѣ рѣки, былъ очищенъ со стороны нижняго ряда. По причинѣ плитнаго грунта, подмыва подъ основаніе не опасались, при обыкновенномъ же наносномъ грунтѣ было бы необходимо, говорить г. *Палибинъ*, забить шпунтовые линіи по направленію крайнихъ рядовъ. Поверхность этой накидной кладки, выровненная мелкимъ камнемъ съ щебенкою, покрыта вровень съ деревянными рамами мостовою изъ грубо обтесаннаго камня, которая служитъ наклоннымъ сливнымъ поломъ плотины. Со стороны напора сдѣлана земляная отсыпь съ полуторнымъ откосомъ, а въ концѣ сливнаго пола отсыпь изъ крупнаго камня, подновляемая

Черт. LXXII
и LXXIII.

по мѣрѣ подмыва грунта и осадки камня. Въ тѣхъ мѣстахъ гдѣ грунтъ рѣчнаго ложа удобно подмываемъ перепадомъ воды, каменные отсыпи эти сдѣланы на фашинномъ тюфякѣ и укрѣплены рядами свай, забитыми весьма часто въ шахматномъ порядкѣ. Такъ какъ плотина эта служить водосливомъ рѣчнаго протока, то деревянныя рамы ее составляющія, будучи постоянно покрыты водою, хорошо сохраняются.

Сплошнымъ каменнымъ водосливнымъ плотинамъ дается профиль, представленный на черт. LXX и фиг. 670 и 671. Профиль фиг. 671 дается плотинамъ высокимъ, т.-е. поднимающимъ воду отъ 8 до 10 и болѣе футовъ; профиль же черт. LXX фиг. 670 дается преимущественно плотинамъ средней высоты, т.-е. поднимающимъ воду отъ 6 до 8 футовъ.

Этого рода плотины приходится рѣдко возводить на скалистомъ грунтѣ, а потому ихъ преимущественно устраиваютъ на свайномъ основаніи, или бетонномъ, или наконецъ соединяютъ бетонное основаніе съ свайнымъ, заполняя кѣтки деревяннаго свайнаго ростверка бетономъ на нѣкоторую глубину.

Такъ плотины, формы представленной на черт. LXX фиг. 670. возводятся бутовой кладкою на свайномъ ростверкѣ съ двумя шпунтовыми рядами, а сверху облицовываютъ бутовую кладку большими тесанными камнями по кривой линіи профиля, по лекалу, свообразно. Вся кладка должна производиться на гидравлическомъ растворѣ. Дно рѣчки въ такихъ плотинахъ, съ низовой стороны, укрѣпляется вымосткою изъ крупнаго камня, удерживаемою въ концѣ рядомъ свай. Эта вымостка составляетъ продолженіе сливной части плотины и должна быть касательною къ кривой линіи этой части водослива.

Что же касается до плотинъ съ профилемъ представленнымъ на фиг. 671, т.-е. у которыхъ низовой откосъ вертикаленъ, то онѣ возводятся на общемъ фундаментѣ изъ хорошей бутовой кладки на гидравлической извести, на прочномъ основаніи бетонномъ или свайномъ, котораго верхняя поверхность должна быть ниже уровня меженной воды на такую глубину (отъ 2 до 3 футовъ), чтобы всегда покрывающій ее слой воды былъ способенъ умѣрять ударъ этой послѣдней при паденіи ея съ гребня водослива. Этотъ фундаментъ долженъ выходить отъ 6 до 10 футовъ за низовой откосъ, смотря по высотѣ паденія воды, (если только дно рѣчки не состоитъ изъ скалы), и образуетъ собою рисберму. Ниже по теченію отъ выступающей рисбермы, при размываемыхъ грунтахъ, слѣдуетъ дѣлать каменную наброску изъ крупныхъ камней, которую тщательно осматривать одинъ или два раза въ году, послѣ разливовъ, чтобы удостовѣриться нѣтъ-ли подъ ней подмывовъ и не дала ли она осадки. Эта каменная накидка дѣлается иногда и на самой рисбермѣ, надъ тѣмъ мѣстомъ гдѣ упадетъ на нее вода.

По мнѣнію французскихъ инженеровъ бетонное основаніе пригодно въ большинствѣ случаевъ, и всегда когда дно состоитъ изъ гравія, песка и твердаго песчаника; но въ грунтахъ размываемыхъ, иловатыхъ, торфянистыхъ, гдѣ основаніе должно быть свайное. слѣдуетъ прибавлять къ бетонному фундаменту также бетонную предохранительную стѣну, отъ

3 до 4 футовъ глубиною, помѣщаемую между крайними рядами свай ростверка у верховаго откоса, а у края фундамента съ низовой стороны забивать шпунтовый рядъ. Наконецъ, для большей обезпеченности въ этихъ сомнительныхъ грунтахъ, можно продолжать фундаментъ деревяннымъ ростверкомъ на круглыхъ сваяхъ, съ заполненіемъ клѣтокъ бетономъ, и за нимъ уже укрѣплять дно накиднымъ камнемъ, чтобы по возможности удалить отъ плотины мѣсто образованія водоворотовъ.

Вся каменная кладка самага тѣла плотины должна производиться на хорошей гидравлической извести изъ камня твердой породы, такимъ образомъ, чтобы каждый кусокъ камня неправильнаго вида лежалъ бы совершенно неподвижно между другими. Кладка по всей площади плотины должна производиться одновременно, какъ для лучшей связи слоевъ, такъ и для одновременной и однообразной осадки. По внѣшнимъ откосамъ плотины должны выкладываться, во всю длину плотины, горизонтальныя цѣпи изъ плотно притесаннаго камня, въ разстояніи 3—4 фут. цѣпь отъ цѣпи, а также вертикальныя цѣпи изъ тесаннаго же камня, въ разстояніи отъ 12 до 15 футовъ одна отъ другой. Камни этихъ цѣпей должны быть связаны съ внутреннею кладкою и между собою желѣзными скобами и пиронами, съ особенною тщательностію. Верхнія ребра верховаго и низоваго откосовъ и весь гребень плотины должны быть обдѣланы по всей длинѣ изъ тесаннаго камня, который лежалъ бы непосредственно на послѣднемъ ряду кладки и былъ бы связанъ съ нимъ, не только самой кладкой, но и желѣзными скрѣпленіями: желѣзныя скобы должны соединять между собою все камни реберъ и гребня водослива, дабы они могли хорошо сопротивляться теченію воды и плывущихъ тѣлъ.

73. Устройство спусковъ или полушлюзовъ и ихъ затворовъ. для пропуска судовъ и лѣсныхъ гоножъ.—Мы уже выше говорили, что для улучшенія рѣчнаго судоходства прежде преимущественно служили водосливныя глухія плотины, размѣщая которыя на соответственномъ разстояніи, образуются въ рѣкахъ искусственныя плеса (или такъ называемые бьефы), въ которыхъ суда имѣютъ достаточную глубину для безпрепятственнаго движенія. Для перехода же судовъ изъ одного плеса въ другое, устроятся при глухихъ водосливныхъ плотинахъ, или камерныя шлюзы или особыя спуски (полушлюзы), для пропуска судовъ, затворяемые и открываемые различнымъ образомъ. Если при устройствѣ водосливныхъ плотинъ не имѣется въ виду пропуска судовъ, то спуски устроятся при нихъ для стонки плотовъ или дровъ розсыпью, а наконецъ иногда только для стока воды, въ виду необходимыхъ исправленій въ самой плотинѣ.

Полушлюзъ, или спускъ, состоитъ изъ двухъ стѣнъ параллельныхъ теченію, соединенныхъ внизу флюдетомъ. Между этими стѣнами образуется каналъ для прохода судовъ, который запирается воротами или другими затворами.

Полушлюзъ помѣщается, или по срединѣ плотины, или ближе къ одному изъ береговъ; послѣднее расположеніе представляетъ преиму-

щество въ томъ отношеніи, что тогда: 1) бичевникъ ближе къ полушлюзу; 2) полушлюзъ подверженъ менѣе сильному дѣйствию льда; 3) при переходѣ черезъ полушлюзъ суда подвергаются менѣе сильному дѣйствию теченія; 4) полушлюзъ менѣе засоряется наносами, такъ какъ посрединѣ рѣки движется болѣе значительное количество наносовъ, нежели вдоль береговъ.

Черт. I.XXI.

анг. 673.

Но самое выгодное помѣщеніе полушлюза, когда онъ устроенъ совершенно внѣ рѣки въ особомъ каналѣ. Для этого плотину помѣщаютъ въ колѣнѣ, или извилинѣ рѣки, ближайшія точки этой извилины соединяють каналомъ (фиг. 673) и въ немъ уже помѣщаютъ полушлюзъ. Подобное расположеніе хотя обходится дороже, но обыкновенно предпочитается расположенію полушлюза въ плотинѣ, такъ какъ въ этомъ случаѣ вовсе не будетъ существовать приведенныхъ выше неудобствъ.

Такъ какъ между верхнимъ и нижнимъ бьефами существуетъ довольно значительная разность горизонтовъ, то по открытіи затвора надъ нимъ образуется перепадъ воды, а впереди его обратная волна, поэтому если тотчасъ по открытіи затвора впустить въ полушлюзъ судно, то оно подвергалось бы три раза изгибающему усилію, отчего могло бы значительно повредиться, или даже совершенно затонуть. Вслѣдствіе этого необходимо дожидаться пока горизонты верхняго и нижняго бьефовъ нѣсколько сравняются. Конечно, выгоднѣе всего было бы, если бы разность между ними совершенно сгладилась, но этого дожидаться нельзя, такъ какъ для этого нужно было бы значительное пониженіе верхняго бьефа и тогда находящіяся въ немъ суда могли бы обмелѣть.

Во всякомъ случаѣ, такъ какъ полушлюзъ долженъ быть открытъ довольно продолжительное время для пропуска судна, то очевидно, что отъ этого должна произойти значительная потеря воды; поэтому полушлюзы могутъ быть употребляемы съ пользою только тогда, когда имѣются большіе запасы воды и судоходство производится караванами, такъ что нѣтъ надобности открывать полушлюзъ для каждой отдѣльной барки. Сверхъ того, для возможности употребленія полушлюзовъ, разность горизонтовъ верхняго и нижняго бьефовъ не должна превосходить извѣстныхъ предѣловъ, именно она должна быть отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ сажени.

Стѣны и флюдбетъ полушлюзовъ дѣлаются каменные или деревянные и устраиваются вообще точно также, какъ стѣны и флюдбеты плотинъ. Но поверхность флюдбета должна находиться на уровнѣ дна нижняго бьефа. Для предупрежденія подмывовъ, впереди полушлюза устраиваются рисбермы, или же образующіеся омуты заполняются накиднымъ камнемъ или фашинами. Для предупрежденія же просачиванія воды подъ флюдбетомъ, устраиваются въ его концахъ и подъ затворомъ непроницаемыя стѣнки изъ шпунтовыхъ рядовъ или бетона, смотря по роду грунта; такія стѣнки устраиваются иногда и вдоль стѣнъ полушлюза.

Черт. I.XXI.

анг. 672

и 674.

Камерный шлюзъ отличается отъ полушлюза тѣмъ, что вмѣсто одного затвора въ немъ устраиваются ихъ два; разстояніе между этими затворами должно быть нѣсколько болѣе длины самаго наибольшаго судна, для котораго шлюзъ назначается. При камерномъ шлюзѣ взвод-

ное судоходство производится совершенно съ тѣми же удобствами, какъ и сплавное ¹⁾).

Устройство вообще камернаго шлюза состоитъ въ слѣдующемъ: плотина *A* имѣетъ одинъ береговой устой *B*, а другимъ концомъ упирается въ длинный быкъ *CC*; между этимъ быкомъ и береговою стѣною *DD* образуется открытый каналъ *EE*, запираемый на концахъ воротами *m* и *n*. Пространство *E* между воротами въ этомъ каналѣ называется шлюзною камерою, а все это устройство вмѣстѣ называется камернымъ шлюзомъ. Когда открыты ворота *m* и закрыты ворота *n*, тогда горизонтъ воды въ камерѣ *E* будетъ *ab* одинаковый съ верхнимъ плесомъ и тогда суда изъ верхняго плеса могутъ быть введены въ камеру *E*.

По вволѣ судовъ, запираютъ ворота *m* и открываютъ ворота *n*, тогда горизонтъ воды въ камерѣ *E* опустится до *a'b'*, т.-е. приметъ уровень нижняго плеса и суда, опустившіяся до нижняго бьефа, изъ камеры могутъ быть выведены въ это нижнее плесо. Наоборотъ, если суда должны перейти изъ нижняго плеса въ верхнее, тогда запираютъ ворота *m*, и отпираютъ ворота *n*; горизонтъ воды въ камерѣ сдѣлается равнымъ съ уровнемъ нижняго плеса, изъ котораго суда и выводятъ въ камеру *E*. По вволѣ судовъ, запираютъ ворота *n* и отпираютъ ворота *m*; уровень воды начнетъ подниматься въ камерѣ и поднимаетъ съ собою стояція въ ней суда; когда уровень этотъ сравняется съ верхнимъ плесомъ, тогда суда выводятъ изъ камеры въ это плесо. Въ полуплюзѣ же дѣлаются только одни ворота, или одинъ затворъ ²⁾).

Ближайшее устройство подобнаго камернаго шлюза для пропуска судовъ можно видѣть на чертежѣ LXXIII. Шлюзъ этотъ устроенъ при той же водосливной плотинѣ на р. Саррѣ, о которой мы говорили выше. Затворъ и отворъ воротъ въ этомъ, какъ и въ большинствѣ шлюзовъ, дѣлается посредствомъ рычаговъ съ противовѣсами, придѣланными къ верхней части воротъ. Для большаго сопротивленія напору воды, двустворчатые ворота шлюзовъ, при запорѣ ихъ, упираются полотнищами подъ угломъ одно къ другому, обращенному противъ теченія; эту же форму имѣетъ и порогъ, въ который онѣ упираются нижними концами при запорѣ ихъ.

Камерные шлюзы чаще устроиваются изъ тѣхъ же матеріаловъ, изъ которыхъ устроивается и плотина. т.-е. быкъ *CC* и береговая стѣна *DD*, могутъ быть каменные или деревянные, а эти послѣдніе могутъ быть ряжевые, свайные, брусчатые или стоечной системы. Наболѣе прочные каменные и ряжевые. Флюдбѣтъ камеры можетъ быть образованъ каменною выстилкою или сливнымъ поломъ изъ досокъ, продолжаемымъ нѣсколько далѣе внизъ по теченію за воротами *n* и оканчи-

Черт. LXXI.

фиг. 672.

¹⁾ Глушинскій. Печатныя лекціи „Водяныя сообщенія“.

Ломбардини приписываетъ изобрѣтеніе камерныхъ шлюзовъ итальянскому инженеру Висконти, около 1439 года.

- Поэтому полуплюзы устроиваются при обилии воды, ибо суда должны дожидаться пока горизонты бьефовъ почти сравняются.

вающимся накиднымъ камнемъ, или инымъ способомъ укрѣпленія дна. Шлюзные ворота состоятъ обыкновенно изъ брусчатого деревяннаго остова, скрѣпленнаго желѣзными наугольниками и полосами, и обшитаго плотно деревянными досками. Отпирание шлюзныхъ воротъ, вслѣдствіе давленія и сопротивленія устремляющейся въ отверстіе открываемыхъ воротъ воды, представляетъ значительное затрудненіе. Для облегченія отпора и гдѣ не гонятся за нѣкоторою постоянною потерей воды, на нѣкоторыхъ рѣкахъ во Франціи, и между прочимъ на верхней Сонѣ въ г. Грѣ, затворы обыкновеннаго (не камернаго) спуска для судовъ, сдѣланы по образцу обыкновенныхъ шлюзныхъ воротъ, у которыхъ водяное полотно, вмѣсто досчатой, постоянной обшивки, закладывается вертикальными тонкими брусками. Когда нужно отворить спускъ, бруски эти вынимаются руками съ помоста, и тогда остовъ воротъ, не представляющій уже большаго сопротивленія теченію, отворяется довольно легко обыкновенною системою рычаговъ. Ширина и длина шлюзныхъ камеръ зависятъ отъ размѣра и числа судовъ, спускаемыхъ или поднимаемыхъ за одинъ разъ. Судоходные же спуски, требующіе для свободнаго прохода судовъ широкихъ и совершенно открытых пролетовъ, имѣютъ различныя системы затворовъ, болѣе или менѣе соотвѣтствующія этой потребности. Если мы скажемъ объ нихъ нѣсколько подробнѣе, то лишь потому, что нѣкоторыя изъ системъ этихъ затворовъ послужили переходомъ къ устройству полныхъ разборчатыхъ плотинъ, а также и потому, что простѣйшія изъ нихъ могутъ быть съ пользою употребляемы у насъ на небольшихъ рѣчкахъ какъ разборчатыя плотины, если не въ цѣляхъ судоходства, то для механическаго вододѣйствія, особенно же на рѣчкахъ, подвергающихся внезапнымъ и сильнымъ разливамъ.

Глухая водосливная плотина *Трюшеръ* (de la Truchère) была построена въ 1818—1820 году на р. Сейль (Seille), немного выше ея впаденія въ р. Сону (Saône). Но она была разрушена первымъ же наводкомъ, почему ее сдѣлали разборчатою. Въ этомъ видѣ она состоитъ изъ 9-ти равныхъ спусковъ, шириною въ 14,17 футъ (4,32 метр.) каждый, раздѣленныхъ восемью каменными быками, толщиною каждый въ 4,9 фут. (1,5 метра). Одинъ пролетъ былъ предназначенъ для заводскаго вододѣйствія, другой имѣлъ назначеніемъ, посредствомъ щитовъ, регулировать подъемъ воды; остальные же 7 спусковъ имѣютъ разборчатую систему затворовъ, состоящую изъ горизонтальныхъ шандоровъ. Напоръ въ 6,1 фут. (1,85 метр.) поверхъ каменнаго флюдбета, получается посредствомъ деревяннаго порога, выступающаго надъ флюдбетомъ на 0,66 фут. (0,2 метр.) и 11 шандорныхъ брусевъ, накладываемыхъ одинъ на другой, имѣющихъ въ боку, при квадратномъ сѣченіи, около $\frac{1}{2}$ фута (0,15 метр.). Однимъ концомъ шандоры удерживаются въ пазу с устоя, а другимъ концомъ упираются въ вертикальный брусъ *a*, фиг. 675, нижній конецъ котораго прикрѣпленъ къ порогу *b* на горизонтальномъ шпалнерѣ, на которомъ брусъ можетъ откидываться верхнимъ концомъ внизъ по теченію около стѣны быка. Этотъ брусъ удерж-

живается въ вертикальномъ положеніи задвижкой *d*, прикрѣпленной наверху быка, около котораго онъ стоитъ. Когда хотятъ открыть спускъ, выбиваютъ задвижку и брусъ *a* падаетъ на шалнерѣ; шандоры, освобожденные въ одномъ концѣ, сдвигаются теченіемъ, открывая все отверстіе спуска, но не уплывають, такъ какъ концы ихъ въ с прикрѣплены цѣпочками къ быку. Такимъ образомъ открытіе всего спуска дѣлается легко однимъ человѣкомъ, но закрытіе всѣхъ семи отверстій требуетъ 3-хъ человѣкъ и совершается только въ теченіи сутокъ.

Плотины на р. Самбрѣ поднимаютъ воду на 6,56 фут. (2 метра) и состоятъ изъ ряда отверстій, образуемыхъ быками и устоями, устроенными на каменномъ массивѣ, или флюдбетѣ, верхняя плоскость котораго находится наравнѣ съ дномъ рѣки. Вершины быковъ и устоевъ не затопляются весенними водами. Отверстія имѣютъ въ ширину отъ $14\frac{3}{4}$ до 18 фут. (отъ 4,5 до 5,5 метр.) и запираются горизонтальными шандорами, упирающимися однимъ концомъ въ выступъ, сдѣланный въ каменной кладкѣ устоя, или быка, а другимъ — въ вертикальный упорный брусъ, фиг. 676, вращающійся около вертикальной же оси, который, сдѣлавъ поворотъ въ четверть круга, помѣщается во впадинѣ, сдѣланной въ стѣнѣ быка. Давленіе шандоровъ стремится повернуть его изъ положенія *A* въ положеніе *B*, но это давленіе дѣйствуетъ на слишкомъ малый рычагъ, и которому легко сопротивляться посредствомъ небольшой рукоятки *c*, придѣланной къ поворотному бросу *A*. Брусъ этотъ удерживается въ положеніи *A* посредствомъ упорки *D* въ неподвижный брусъ *E*, прикрѣпленный къ стѣнѣ быка. Поворотный брусъ *A* вращается внизу на чугунномъ или желѣзномъ пятникѣ, а вверху онъ вращается и удерживается въ гальсбантѣ, или желѣзной обоймѣ, обхватывающей верхнюю, круглую часть бруса, и укрѣпленную концами въ каменной кладкѣ быка.

Черт. LXXI.
фиг. 676.

Отпоръ отверстій, въ обыкновенныхъ случаяхъ, производится вынугіемъ шандоровъ одного за другимъ, посредствомъ горизонтальнаго ворота, помѣщеннаго надъ каждымъ отверстіемъ. Въ случаѣ же внезапнаго паводка выбиваютъ упорку *D* и брусъ уступая давленію на него шандоровъ, поворачивается около своей оси и становится въ положеніе *B* въ углубленіи сдѣланномъ для него въ каменной кладкѣ быка; шандоры же, теряя одну изъ точекъ опоры производятъ отпоръ отверстія мгновенно. А потому въ отношеніи отпора, Самбрская система плотинъ не оставляетъ ничего желать; но запоръ несравненно труднѣе и продолжительнѣе и чтобы произвести его надлежащимъ образомъ, т.-е. чтобы шандоры были уложены совершенно горизонтально и чтобы при укладкѣ ихъ терялось возможно менѣе воды, потребно не рѣдко около часа на каждое отверстіе. При запираніи отверстій, помѣстивъ два или три шандора въ одномъ отверстіи, переходятъ къ другому и т. д., чтобы не закладывать потомъ шандоровъ при большомъ напорѣ воды.

Значительное усовершенствованіе сдѣлано въ этой системѣ инженеромъ *Баллю* (Billoud), который замѣнилъ деревянные шандоры же-

Черт. LXXI.
фиг. 677.

лѣзными, пустыми внутри (черт. LXXI фиг. 677), боковыя грани которыхъ продолжаются къ низу, такъ что шандоры заходятъ одинъ за другой. Это дѣлаетъ не столь важнымъ горизонтальность шандоръ и слѣдовательно облегчаетъ запоръ. Такая плотина съ желѣзными шандорами въ первый разъ была устроена на р. Шерѣ (Cher) близъ г. Тура.

Черт. LXXI.
фиг. 678.

Плотина, близъ Понтоаза, на р. Оазѣ, состоитъ изъ постоянной части длиною около 37,5 саженой (80 метровъ) и разборчатой. длина которой 41 футъ (12,5 метр.). Устой высотой 24,6 фут. (5,25 метр.); въ флюдбетѣ сдѣланъ порогъ высотой въ 0,39 фут. (0,12 метр.). Помость, состоящій изъ двухъ брусевъ, шириною вмѣстѣ въ 4 фут. (1,20 метр.), связанныхъ желѣзными хомутами, лежитъ въ выемкахъ сдѣланныхъ въ устояхъ. Дно этихъ выемокъ на 4,1 фута (1,25 метр.) ниже вершины устоевъ и слѣдовательно на 13,12 фут. (4 метр.) выше флюдбета, что соотвѣтствуетъ среднему возвышенію горизонта воды. Вертикальные шандоры, составляющіе запоръ, упираются въ помость и въ порогъ вдѣланный въ флюдбетъ, фиг. 678; высота ихъ 14,76 фут. (4,5 метр.) въ боку же квадратнаго сѣченія они имѣютъ около 0,4 фут. (0,12 метр.). Въ верхнихъ концахъ шандоръ просверлены отверстія; чтобы отворить плотину, рабочій вставляетъ рычагъ въ это отверстіе и упирая рычагъ въ деревянную колоду, которую передвигаетъ по помосту отъ одного шандора къ другому, поднимаетъ шандоръ до тѣхъ поръ пока низъ его освободится изъ-за порога и тогда шандоръ всплываетъ на-верхъ. Для того же чтобы шандоры не были увлечены теченіемъ, они всѣ нанизаны на канатъ, прикрѣпленный къ устою. Такимъ образомъ производится отпоръ вынимая одинъ шандоръ послѣ другаго. Точно также производится и запоръ; для перваго нужно около 25 минутъ, для послѣдняго около часа.

Такъ какъ помость не прикрѣпленъ къ устоямъ а только лежитъ на нихъ въ пазахъ, то при возвышеніи горизонта воды онъ поднимается съ нею, доходитъ до вершины устоя, наконецъ если вода продолжаетъ возвышаться, выходитъ изъ пазовъ устоевъ и тогда его причаливаютъ къ берегу, а по спаду воды опять вводятъ на мѣсто. Неудобство этой плотины состоитъ въ томъ, что вслѣдствіе значительныхъ размѣровъ шандоръ, одинъ рабочій можетъ ихъ поднимать для отпора плотины, но чтобы ихъ привести на мѣсто и установить при запорѣ, необходимо не менѣе трехъ человѣкъ.

Самый простой и лучшій, по мнѣнію г. Палибина, способъ затвора судоходныхъ спусковъ есть тотъ, который издавна введенъ на р. Юннѣ и на рѣкахъ входящихъ въ составъ ея водопитательной системы.

Одинъ изъ такихъ спусковъ, деревянный, съ отверстіемъ въ 21,32 фут. (6,5 метр.) и съ подпоромъ въ 6,56 фут. (2 метр.), построенный въ мѣстечкѣ Арси на р. Кюръ, представленъ на черт. LXXII, другой, каменный, съ отверстіемъ въ 22,96 фут. (7 метр.) и съ подпоромъ въ 6,89 фут. (2,1 метр.), построенный на верхней Юннѣ близъ мѣстечка Монуаръ, помѣщенъ на чертежѣ LXXIV.

Способъ затвора этихъ спусковъ состоитъ изъ поворотнаго бруса, или барры, помѣщеннаго на вершинѣ стѣнѣ спуска; поперекъ пролета къ этому брусу прикладываются тонкіе вертикальные шандоры, или спицы, упирающіяся нижними концами въ порогъ флюдбета. Поворотный брусъ вращается на толстомъ желѣзномъ вертикальномъ стержнѣ, укрѣпленномъ на одной изъ стѣнѣ спуска, свободнымъ же концомъ упирается въ каменный или деревянный шпиль, укрѣпленный на другой стѣнѣ. Этотъ длинный конецъ бруса уравновѣшенъ на короткомъ его концѣ грузомъ. Однимъ словомъ, это устройство напоминаетъ собою наши деревенскія ворота, въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, гдѣ грузъ воротъ уравновѣшивается толстымъ концомъ бревна, по другую сторону шпала, на которомъ вращаются ворота. При отпорѣ спуска, шлюзвахтеръ вышимаеть руками по одиночкѣ спицы, проходя по брусу (черт. LXXII); потомъ ставъ на короткомъ концѣ поворотнаго бруса, грузомъ своимъ приподнимаетъ длинный конецъ его выше упornaго шпала и поворачивая брусъ въ сторону, ставитъ его по направленію стѣны, открывая такимъ образомъ свободный проходъ судамъ. Спицы, или тонкіе вертикальные шандоры этихъ затворовъ, имѣютъ отъ 2 до 2 $\frac{1}{3}$ дюймовъ (0,05 до 0,06 метр.) толщины и дѣлаются изъ сухаго еловаго дерева; онѣ чрезвычайно легки и для удобства дѣйствія оканчиваются вверху закругленными ручками.

Деревянный полушлюзъ на р. Кюръ состоитъ изъ брусчатыхъ стѣнѣ, укрѣпленныхъ анкерами къ тремъ рядамъ свай, забитыхъ въ берегахъ и засыпанныхъ хрящеватою землею. Флюдбетъ, огражденный тремя рядами шпунтовыхъ досокъ, состоитъ изъ поперечныхъ брусевъ, заложанныхъ подъ стѣны, въ промежуткахъ заполненныхъ бутовою кладкою на извести и покрытыхъ досчатымъ, прибитымъ къ нимъ гвоздями, поломъ. Такой способъ постройки деревянныхъ стѣнѣ гидротехническихъ сооружений не можетъ, замѣчаетъ г. *Палибинъ*, сравниться въ прочности съ употребляемымъ у насъ, и заимствованнымъ изъ Голландіи, способомъ ряжевой рубки стѣнѣ.

Полушлюзы же на р. Юннѣ построены изъ бутоваго камня, облицованнаго теснымъ известковымъ камнемъ твердой породы. Флюдбеты ихъ заложены на высотѣ меженнаго уровня, съ небольшою покатостью въ сторону спуска. Для удобнаго входа судовъ устроены впереди спуска, въ видѣ крыльевъ, деревянные лавы, состоящія изъ двухъ рядовъ свай скрѣпленныхъ между собою анкерами и обшитыхъ съ наружной стороны досками. Спускъ представленный на черт. LXXIV, помѣщается не въ самомъ ложѣ рѣки, а въ особомъ руслѣ, отдѣленномъ отъ ней каменною дамбой. Такое расположеніе способствуетъ проходу судовъ, потому что волна спускаемой воды принимаетъ отлогую покатость, соразмѣрную длинѣ русла. Тамъ гдѣ стѣны спуска иногда затопляются прибылою водою, то для прохода шлюзвахтера въ поворотному брусу, поставлены на поверхности стѣнѣ каменные ступля, высотой въ $\frac{1}{2}$ метра, расположенные дорожкою на разстояніи шага одинъ отъ другаго.

Черт. LXXV.

Способъ затвора водоспусковъ посредствомъ поворотнаго бруса и вертикальныхъ шандоровъ, былъ примѣненъ въ большомъ размѣрѣ на р. Марнѣ, въ плотинѣ построенной при устьѣ въ эту рѣку канала Сень-Моръ. Хотя подпоръ воды здѣсь не выше 2,6 фут. (0,8 метр.), за то отверстіе спуска, предназначеннаго для прохода судовъ и большихъ плотовъ, сплавляемыхъ къ Парижу, имѣетъ 65,6 фут. (20 метр.), а стѣны спуска до 9,84 фут. (3 метр.) высоты надъ подпорнымъ уровнемъ; а потому положеніе и укрѣпленіе поворотнаго бруса требовало особаго устройства. Затворъ этотъ представленъ на черт. LXXV. Поворотный квадратный брусъ, толщиною въ 1 фут. (0,3 метр.) и длиною во всю ширину пролета, помѣщенъ здѣсь на высотѣ 3,28 фут. (1 метр.) надъ флюдбетомъ и укрѣпленъ наугольниками, желѣзными полосами и наклонными желѣзными вантами къ веревальному столбу. Столбъ этотъ вращается внизу на чугунномъ пятникѣ, заложеномъ въ каменной кладкѣ флюдбета, а сверху — на гальсбантѣ, укрѣпленномъ въ стѣну. Свободный конецъ поворотнаго бруса имѣетъ желѣзную подвижную захлопку, которая при установкѣ бруса на мѣсто, входитъ въ соотвѣтственную вырѣзку желѣзной щеклды, укрѣпленной въ стѣнѣ.

Къ установленному такимъ образомъ поперегъ пролета поворотному брусу, приставляются, противу напора воды, вертикальные шандоры, состоящіе изъ дубовыхъ досокъ толщиною около 2 дюйм. (0,5 метр.), шириною около 10 дюйм. (0,25 метр.) и длиною 5,75 фут. (1,75 метр.), т.-е. имѣющіе высоту подпора воды надъ флюдбетомъ. Шандоры эти снабжены желѣзными кольцами на верхнихъ концахъ, посредствомъ которыхъ нанизаны на веревку укрѣпленную концомъ своимъ къ той стѣнѣ у которой находится веревальный столбъ. Когда нужно открыть отверстіе спуска, то шлюзвахтеръ, посредствомъ нарочно для этого устроеннаго винта, поднимаетъ только захлопку, удерживающую свободный конецъ поворотнаго бруса, и тогда этотъ брусъ, вслѣдствіе давленія воды, отворачивается въ сторону, а упертые въ него шандоры всплываютъ; но будучи причалены веревкою, прибываютъ къ берегу. Обратная установка на мѣсто поворотнаго бруса производится посредствомъ каната, прикрѣпленнаго къ свободному концу его, и притянутого черезъ передаточные катки на противоположную стѣну спуска. Для плотнаго притвора къ стѣнамъ и вмѣстѣ съ тѣмъ для защиты отъ ударовъ плавающихъ тѣлъ веревальнаго столба и мѣста укрѣпленія свободного конца поворотнаго бруса, поставлены въ этихъ мѣстахъ и утверждены къ стѣнамъ спуска упорные брусья. Между этими брусьями и устанавливаются шандоры.

Единственное неудобство этой системы состоитъ въ томъ, что поворотный брусъ, при отпорѣ его вмѣстѣ съ шандорами, ударяется съ большою силою о стѣну спуска, отчего въ немъ часто случаются поврежденія. Поэтому, если вода прибываетъ не быстро, или нѣтъ вообще необходимости въ мгновенномъ открытіи отверстія спуска, то открываютъ спускъ, вынимая одинъ шандоръ за другимъ.

Въ глухихъ водосливныхъ плотинахъ, при постройкѣ которыхъ

не предвидится надобности въ пропускѣ судовъ, или гдѣ для этой цѣли построены особые камерные шлюзы, какъ напримѣръ въ вышеприведенной плотинѣ на р. Саррѣ, устройство спусковъ имѣетъ назначеніемъ, или только стоить воды, или, въ случаѣ надобности, и сгонку плотовъ. Въ такихъ случаяхъ затворы спусковъ дѣлаютъ щитовые, въ одно или нѣсколько отверстій, смотря по величинѣ запруды и по количеству воды, требуемой въ опредѣленный срокъ для питанія системы судоходства, если запруда эта служить однимъ изъ водохранилищъ этой системы.

Величина отверстій спусковъ для лѣсныхъ гонокъ зависитъ отъ величины бассейна передъ спускомъ, объема протекающей воды, которую можно расходовать при каждомъ пропускѣ, величины паденія спуска и количества лѣса подлежащаго сплаву. Обыкновенный размѣръ отверстій въ небольшихъ спускахъ составляетъ отъ 6 до 10 квадр. фут., у большихъ же до 12 квадр. фут. Если послѣдняя величина недостаточна, то устраиваютъ два или нѣсколько спусковъ. Ширина щитовыхъ отверстій дѣлается обыкновенно не болѣе 10 фут., но если спускъ долженъ быть шире, то отверстіе его подраздѣляется постоянными или съемными стойками на нѣсколько пролетовъ; иначе щиты были бы слишкомъ тяжелы и неудобны для подъема. Высота щитовыхъ отверстій, по той же причинѣ, дѣлается не выше 5 фут., но когда подпоръ плотины бываетъ болѣе, то порогъ щитовыхъ отверстій закладывается на высотѣ, соответствующей этому предѣлу высоты щитовъ ¹⁾ и сливной полъ спуска устраивается наклонно.

Въ плотинѣ на р. Саррѣ, кромѣ камернаго шлюза, существуетъ еще и спускъ для лѣсныхъ гонокъ, какъ видно на чертежѣ LXXIII. Отверстіе этого спуска имѣетъ 9,84 фут. (3 метр.) ширины и 4,76 фут. (1,45 метр.) высоты и запирается однимъ щитомъ, толщиною въ 4½ дюйм., поднимаемымъ посредствомъ ворота. Сливной полъ спуска сопрягается наклонною плоскостью съ плитнымъ дномъ рѣки и высланъ крупнымъ тесанымъ камнемъ съ сводообразными горизонтальными перемычками по концамъ.

Такъ какъ ширина спусковъ для лѣсныхъ гонокъ чаще невелика, то когда они строятся изъ дерева, то ихъ иногда покрываютъ крышею для лучшаго сохраненія ²⁾.

¹⁾ Т.-е. порогъ закладывается не ниже 5 футовъ отъ вѣрнѣе уровня подпертой воды.

²⁾ Предыдущія описанія затворовъ спусковъ мы заимствовали изъ статей: „Краткій обзоръ употребительнѣйшихъ опытовъ разборчатныхъ плотинъ“ *И. Глушицкого*, въ 55 томѣ Журнала Путей Сообщенія, 1861 г. и „Рѣчные подпорныя плотины“ *Палибина*, томъ XII того же журнала 1850 г.

ГЛАВА XXIII.

УСТРОЙСТВО РАЗБОРЧАТЫХЪ ПЛОТИНЪ.

74. О разборчатыхъ плотинахъ вообще ¹⁾. — Слѣдуя тому же порядку изложенія, котораго мы держались при разсмотрѣннн устройств створчатыхъ и глухихъ водосливныхъ плотинъ, мы сначала разсмотримъ общія условія устройства разборчатыхъ плотинъ, а затѣмъ перейдемъ къ описанію устройства различныхъ системъ этого рода плотинъ.

Разборчатая плотина должна быть устроена такъ, чтобы въ случаѣ надобности, т.-е. въ случаѣ быстрого паводка, прохода судовъ или лѣсныхъ гонокъ, можно было уменьшить или совершенно уничтожить производимый ими подпоръ и сдѣлать русло рѣки по возможности свободнымъ во всю его ширину. Съ этой цѣлью разборчатая плотина состоитъ изъ основанія, или флюдбета и береговыхъ устоевъ, пространство между которыми запирается подвижными затворами. Затворы эти, при надобности, можно устранять и такимъ образомъ открывать для прохода воды все пространство между устоями. А потому различіе между разборчатымъ водоспускомъ и разборчатой плотиною, заключается въ томъ, что первый занимаетъ собою только часть ширины русла рѣки, тогда какъ плотина занимаетъ всю ширину русла и разбирается на всей ширинѣ рѣки; флюдбетъ разборчатой плотины ставится вообще гораздо ниже, чѣмъ онъ можетъ быть поставленъ въ разборчатомъ водоспускѣ.

Затворы разборчатыхъ плотинъ, характеризующіе собою систему устройства этихъ плотинъ, бываютъ весьма разнообразны и иногда сложны; простѣйшіе же состоятъ изъ деревянныхъ подъемныхъ щитовъ или шандоровъ.

На небольшихъ и неширокихъ рѣчкахъ, разборчатая плотина могутъ быть устроены, какъ уже мы замѣтили это выше, по описаннымъ нами системамъ затворовъ спусковъ, ст. 73. Но такъ какъ щиты и

¹⁾ Эта статья заимствована изъ лекцій г. *Глушинскаго* „Военныя сообщенія“.

шандоры, а равно затворныя барры, къ которымъ прислоняются тонкіе вертикальныя шандоры. или спицы. не могутъ быть слишкомъ большихъ размѣровъ, то необходимо, при нѣсколькѣ значительной ширинѣ рѣки, устраивать кромѣ устоевъ, еще промежуточныя опоры. А потому въ такихъ случаяхъ разборчатыя плотины будутъ состоять изъ основанія, береговыхъ устоевъ и быковъ. При поставленномъ низко флюдбетѣ, такая плотина, если поднять щиты, будетъ уже гораздо менѣ глухой водосливной представлять препятствія теченію и будетъ образовывать за собою лишь небольшой подпоръ, зависящій главнымъ образомъ только отъ высоты подъема флюдбета и стѣсненія русла быками. Сверхъ того она будетъ менѣ подвержена разрушительному дѣйствию льда, для защиты же отъ него быковъ, впереди ихъ устраиваютъ ледорѣзы.

Для сообщенія черезъ плотину устраиваютъ мостъ по возможности простой конструкціи. Такіе мосты обыкновенно дѣлаются балочные на подбалкахъ, или же поддерживаются шпренгелемъ, расположеннымъ сверху, такъ какъ по малому возвышенію мостовъ надъ опорнымъ горизонтомъ, неудобно поддерживать балки подкосами ¹⁾.

Мосты служатъ для подъема затворовъ и поэтому на нихъ помѣщаются необходимыя для этого механизмы, иногда же они служатъ для проведенія черезъ рѣку дороги и тогда должны имѣть соответственную для этого прочность и ширину отъ 2 до 3 саженой. Въ случаѣ очень значительнаго возвышенія горизонта весеннихъ водъ, мосты дѣлаются разборчатыми и тогда на весну ихъ снимаютъ; если же весеннія воды немного возвышаются надъ опорнымъ горизонтомъ, то полезно быки возвысить надъ весеннимъ горизонтомъ и устроить мосты постоянными.

Основаніе, или флюдбетъ плотины ставится обыкновенно на высотѣ уровня меженныхъ водъ или нѣсколькѣ выше. Безъ сомнѣнія было бы желательнѣе устраивать его такъ, чтобы оно вовсе не возвышалось надъ дномъ рѣки, тогда по вынутіи затворовъ дѣйствіе плотины совершенно прекращалось бы; но въ этомъ случаѣ затворы будутъ очень значительныхъ размѣровъ въ высоту, напоръ воды на нихъ будетъ великъ, вслѣдствіе чего ихъ нужно дѣлать толще и подъемъ ихъ будетъ затруднителенъ.

Ставя флюдбетъ по возможности невысоко надъ дномъ рѣки, мы менѣ стѣсняемъ живое сѣченіе и съ невысокаго флюдбета вода упадетъ съ меньшей скоростью на дно и слѣдовательно меньше его размываетъ; но такъ какъ при этомъ увеличиваются размѣры затворовъ, то флюдбету слѣдуетъ давать такое возвышеніе надъ дномъ рѣки, которое, на основаніи этихъ противоположныхъ условій, въ каждомъ данномъ случаѣ окажется выгоднѣйшимъ.

Отверстія въ разборчатыхъ плотинахъ, между устоями и быками, должны быть такъ рассчитаны, чтобы оставалась достаточная площадь для протока весеннихъ водъ, безъ образованія слишкомъ значительнаго подпора, и чрезмѣрнаго увеличенія скорости теченія надъ флюдбетомъ.

Отверстія эти, а равно и высота флюдбета опредѣляются слѣдующимъ образомъ.

Черт. LXXVI.

шир. 679.

Означимъ чрезъ T —глубину воды при весеннемъ горизонтѣ; чрезъ t —глубину при меженномъ горизонтѣ; чрезъ H —высоту подпора; чрезъ Q_1 —расходъ весеннихъ водъ; чрезъ v_1 —скорость теченія весеннихъ водъ; чрезъ Q_2 —расходъ меженныхъ водъ; v_2 —скорость теченія меженныхъ водъ; чрезъ l —ширину отверстія плотины; чрезъ H_2 —высоту флюдбета; чрезъ h —высоту горизонта весеннихъ водъ надъ флюдбетомъ; чрезъ H_2 —высоту разборчатой части надъ горизонтомъ меженныхъ водъ; чрезъ x —толщину слоя воды, переливающейся чрезъ водосливъ длиною l во время меженныхъ водъ и наконецъ чрезъ z —высоту, на которую можно допустить подпоръ весеннихъ водъ послѣ устройства плотины.

Пользуясь общими формулами для истеченія чрезъ водосливъ будемъ имѣть:

$$Q_1 = \frac{2}{3} m \cdot l \sqrt{2g} \left[\left(z + \frac{v_1^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{v_1^2}{2g} \right)^{3/2} \right] + n \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2g \left(z + \frac{v_1^2}{2g} \right)} \dots (I)$$

Въ этой формулѣ можно принять коэффициенты $m = n = 0,8$; задавши себѣ величину z , изъ формулы (I) можно опредѣлить величины l или h . Обыкновенно задаютъ l , и тогда опредѣливъ h , можно найти $T - h = H$, т.е. высоту флюдбета.

Для опредѣленія затѣмъ высоты разборчатой части, пользуются формулою:

$$Q_2 = \frac{2}{3} m \cdot l \sqrt{2g} \left[\left(x + \frac{v_2^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{v_2^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \dots (II)$$

Изъ формулы (II) опредѣлится x , и тогда высота разборчатой части $H_2 = H + t - x - H_1$.

Величину z обыкновенно задаютъ отъ 1 до $1\frac{1}{2}$ фут., что, впрочемъ, будетъ зависѣть отъ вида очертанія береговъ.

Опредѣленная такимъ образомъ высота флюдбета представитъ крайній предѣлъ, выше котораго флюдбетъ не можетъ быть поднять. Если при этомъ высота затворовъ выйдетъ очень мала, то можно будетъ понизить флюдбетъ и достигнуть наивыгоднѣйшаго рѣшенія вопроса въ смыслѣ наименьшаго расхода на устройство глухихъ частей плотины. наиболѣе цѣнныхъ, при достаточной простотѣ устройства и легкости приведенія въ движеніе затворовъ.

Отверстіе оставленное въ плотинѣ разбиваютъ на части быками, причемъ найденная для ширины отверстія величина l представляетъ сумму всѣхъ отверстій между быками и устоями. Называя a предполагаемую ширину пролета между быками, причемъ эта ширина зависитъ отъ системы устройства затворовъ, которыми предполагаютъ закрывать это отверстие, $\frac{1}{a} = n$ будетъ число пролетовъ. гдѣ для n конечно надо брать цѣлое число, тогда $a \cdot n - 1$ представитъ число быковъ. Если при этомъ толщину каждаго быка означимъ чрезъ e и чрезъ L все разстояніе между устоями, то $L = (n - 1) e + 1$.

Если по этимъ вычисленіямъ окажется, что *L* болѣе ширины рѣки, тогда по необходимости нужно устроить разборчатую плотину на всемъ протяженіи между устоями и устранить быки; а въ этомъ случаѣ необходимо употребить для затвора плотины болѣе сложныя устройства.

Въ разборчатыхъ же плотинахъ, допускающихъ установку быковъ, употребляются затворы въ видѣ щитовъ, шандоровъ или полотень.

Щиты, какъ и въ створчатыхъ плотинахъ, дѣлаются изъ досокъ, соединенныхъ шпунтомъ или въ четверть. Доски на щиты употребляются толщиной отъ 3 до 4-хъ дюймовъ (около 2-хъ вершковъ) и въ такомъ случаѣ длина щита дѣлается не болѣе одной сажени.

Для горизонтальныхъ шандоровъ брусья обтесываются на 4 канта и накладываются одинъ на другой въ назначенные для нихъ пазы въ устояхъ и быкахъ. Брусья эти бываютъ отъ 8 дюймовъ до 1 фута толщиной и тогда закрываемое ими отверстіе можно дѣлать отъ 2 до 2¹/₂ сажени.

Щиты удобнѣе шандоровъ, такъ какъ они менѣе пропускаютъ воды, особенно если проконопачены, но за то послѣдніе допускаютъ большее разстояніе между быками; поэтому щиты употребляются когда дорожатъ водою, въ противномъ же случаѣ отдають предпочтеніе шандорамъ.

Наконецъ третій видъ затворовъ — это такъ называемыя *полотна*, состоящія изъ 4-хъ брусьевъ, связанныхъ въ углахъ въ раму; въ вертикальные брусья рамы, фиг. 680, врѣзываютъ по высотѣ нѣсколько горизонтальныхъ, такъ называемыхъ *ригелей*. Въ рамныхъ брусьяхъ вынимають четверти и все внутреннее пространство рамъ обшивають досками.

Черт. LXXVI.
фиг. 680.

Полотна бываютъ толщиной отъ 10 до 12 дюймовъ; при этой толщинѣ онѣ могутъ запирать отверстіе въ 3 и болѣе сажени. По значительному ихъ вѣсу, полотно было бы весьма трудно поднимать, поэтому ихъ дѣлають вращающимися около вертикальной оси.

Такъ какъ всѣ этого рода затворы не могутъ быть слишкомъ значительныхъ размѣровъ, именно отъ 1 до 3-хъ сажени, то для избѣжанія значительнаго числа быковъ, стѣсняющихъ русло и значительно увеличивающихъ стоимость сооруженія, между быками ставятъ промежуточные опоры, или стойки; подобныя же стойки прислоняють къ быкамъ и устоямъ и между стойками закладываются щиты, шандоры или полотна.

Стойки бываютъ двухъ родовъ: если ледоходъ не слишкомъ силенъ, дѣлаются глухія стойки, упирающіяся нижнимъ концомъ въ флюдбетъ, а верхнимъ въ горизонтальный брусъ, называемый верхнимъ упорнымъ брусомъ плотины. Иногда, кромѣ того, стойки подпирають подкосами, отчего уменьшается давленіе стойки на верхній упорный брусъ, и тогда длину его, а слѣдовательно и разстояніе между быками, можно довести до 6 саж.

Въ случаѣ сильнаго ледохода, дѣлають разборчатые или съемныя стойки, которыя снимаются на время прохода льда; онѣ упираются снизу въ флюдбетъ и сверху въ упорный брусъ; иногда онѣ поддерживаются съемными подкосами какъ и въ разборчатыхъ водоспускахъ.

Черт. LXXVI.
фиг. 681.

Если высота напора на плотину очень значительна, то, чтобы избѣжать увеличенія толщины затворовъ или уменьшенія разстоянія между быками, иногда устраивають впереди ихъ второй рядъ затворовъ

меньшей высоты (фиг. 682). Тогда напоръ разложится на оба ряда и слѣдовательно давленіе на каждый изъ нихъ уменьшится ¹⁾).

Флюдбетъ разборчатыхъ плотинъ, какъ уже замѣтили выше, устраивается, или на горизонтѣ меженныхъ водъ, или выше его и рѣдко ниже. Какъ и въ створчатыхъ плотинахъ, онъ состоитъ изъ половъ *понурнаго*, *водобойнаго* и *сливнаго*. Понувному полу дается наклонъ противъ теченія, для постепеннаго сжатія струи; такъ какъ этотъ полъ претерпѣваетъ сильное давленіе, вслѣдствіе иногда значительнаго напора воды, то его слѣдуетъ устраивать особенно прочно и тщательно, чтобы предупредить въ немъ просачиваніе воды. Водобойный полъ дѣлается чаще горизонтальнымъ и иногда наклоннымъ по теченію. Если порогъ плотины помѣщенъ около высоты уровня меженныхъ водъ, то сливному полу даютъ наклонъ отъ водобойнаго, до сопряженія съ дномъ рѣки; если же порогъ поставленъ высоко, то сливной полъ образуютъ уступами, вслѣдствіе чего вода сходя съ сливнаго пола менѣе размываетъ дно рѣки. Сливной полъ уступами долженъ быть достаточно проченъ, чтобы выдерживать удары воды падающей съ уступа на уступъ.

У концовъ понурнаго и сливнаго половъ дѣлаются каменные отсыпи, для уменьшенія подмывовъ, вслѣдствіе образующихся здѣсь водоворотовъ.

Что касается до длины этихъ трехъ половъ въ разборчатыхъ плотинахъ, то если означимъ чрезъ H высоту напора, длину понурнаго пола дѣлаютъ отъ H до $2H$; длину водобойнаго отъ $3H$ до $5H$ и длину сливнаго пола отъ $6H$ до $7H$.

Устройство основанія разборчатыхъ плотинъ зависитъ отъ свойства грунта и высоты напора; основаніе должно быть всегда опущено ниже предѣла промерзанія грунта; чѣмъ напоръ значительнѣе, тѣмъ вода будетъ производить болѣе сильное давленіе на основаніе и стремиться производить въ немъ просачиваніе и подмывы.

Для предупрежденія просачиванія воды, подъ основаніемъ помѣщаются сплошныя стѣнки изъ шпунтовыхъ свай или бетона; стѣнки эти располагаются: первая впереди плотины у начала понурнаго пола, вторая подъ затворами, т.-е. въ концѣ понурнаго пола, третья у конца водобойнаго пола и наконецъ, при слабыхъ грунтахъ и высокихъ напорахъ, помѣщается четвертая у конца сливнаго пола. Стѣнки эти не перерываются ни подъ быками, ни подъ устоями и врѣзываются въ берега. Вторая стѣнка (подъ порогомъ), въ случаѣ деревянныхъ быковъ и устоевъ, врѣзается въ нихъ и должна быть выведена въ высоту, по крайней мѣрѣ до подпорнаго горизонта, для предупрежденія просачиванія воды сквозь самые быки и устои. Иногда еще помѣщаютъ продольныя, сплошныя стѣны кругомъ устоевъ, но, по наблюденіямъ надъ существующими плотинами, это оказалось совершенно излишнимъ и даже вреднымъ, такъ какъ продольныя шпунтовые ряды служатъ проводниками фильтраціи.

По роду матеріала, разборчатыя плотины бываютъ деревянныя и

¹⁾ См. приложение XLV.

каменные; какъ тѣ такъ и другія состоятъ изъ флюдбета, береговыхъ устоевъ и быковъ.

Въ деревянныхъ разборчатыхъ плотинахъ устройство флюдбета бываетъ различно, смотря по роду грунта и высотѣ, на которой устроивается флюдбетъ. Въ случаѣ слабого грунта и если флюдбетъ не много возвышается надъ дномъ рѣки, его составляютъ изъ свай забитыхъ рядами и покрытыхъ ростверкомъ. При значительномъ возвышеніи флюдбета надъ дномъ рѣки, сваи вышли бы очень длинны, а потому не представляли бы надлежащей устойчивости и легко могли бы гнуться; для избѣжанія этого, сваи забиваются только до поверхности земли, часть же флюдбета, лежащая выше, устроивается изъ ряжей съ заполненіемъ промежутковъ между ними неразмываемымъ матеріаломъ, камнемъ, гравіемъ, чурою и т. п. Наконецъ на скалистомъ грунтѣ, не допускающемъ забивки свай, флюдбетъ устроиваютъ изъ ряжей, снявъ сперва верхній слой скалы и выровнявъ по возможности ея поверхность.

Устои же и быки въ деревянныхъ плотинахъ устроиваются всегда изъ ряжей.

При свайномъ основаніи флюдбета, сваи, какъ и въ флюдбетахъ створчатыхъ плотинъ, забиваются правильными продольными и поперечными рядами, располагаемыми на равныхъ разстояніяхъ. Разстояніе между продольными рядами свай дѣлается обыкновенно отъ $5\frac{1}{2}$ до 7 футовъ; поперечные же ряды располагаются, или на тѣхъ же разстояніяхъ, или же, въ случаѣ значительной высоты напора, подъ понурнымъ и водобойнымъ лавами они сближаются отъ $5\frac{1}{2}$ до $3\frac{1}{2}$ футовъ. Разстояніе между рядами свай зависитъ также отъ размѣровъ устоевъ и быковъ и разстояній между ними, такъ какъ подъ каждою гранью устоя и быка долженъ приходиться рядъ свай.

Основаніе дѣлается, или общее для всей плотины, или же его устроиваютъ отдѣльно подъ устои и быки и отдѣльно подъ флюдбетъ.

Шпунтовые ряды забиваются какъ и въ створчатыхъ плотинахъ; о мѣстахъ же ихъ расположенія въ флюдбетѣ сказано выше.

Для забивки этихъ рядовъ, кладутъ на землю сперва брусъ, толщина котораго равна толщинѣ шпунтоваго ряда, и по обѣ стороны забиваютъ круглыя сваи въ шахматномъ порядкѣ; на пины выровненныхъ свай надѣваютъ насадки, которыя будутъ служить направляющими рамами шпунтоваго ряда и уже въ промежуткахъ между ними забиваютъ послѣдній.

Шпунтовые ряды въ плотинахъ имѣютъ толщину до 12 дюймовъ: они дѣлаются изъ брусьевъ или досокъ; въ послѣднемъ случаѣ, для образованія шпунтоваго ряда, забивается нѣсколько рядовъ досокъ, такъ какъ одинъ рядъ представлялъ бы, особенно при большихъ напорахъ, недостаточное препятствіе просачиванію. Во всякомъ случаѣ ряды эти должны быть забиты со всевозможною тщательностію.

Шпунтовые ряды покрываются *шапочными* брусьями, которые на дѣваются пазомъ на гребень, нарубленный на шпунтовомъ рядѣ и въ пазѣ прокладывается смолепый войлокъ. На шпунтовый рядъ подъ затворами, или подъ порогомъ, надѣвается порожный брусъ, или мертвый,

Черт. LXXVI.

фиг. 684
и 685.

называемый также *кореннымъ лежнемъ*, или *фахбаумомъ*. Онъ или связывается съ рамными насадками болтами, какъ это было указано въ створчатыхъ плотинахъ, или состоитъ изъ двухъ брусевъ, соединенныхъ вставными шипами и стянутыхъ болтами, фиг. 684. Въ такомъ случаѣ онъ лежитъ на насадкахъ направляющихъ шпунтовый рядъ и соединяется съ ними заершенными гвоздями. При большихъ напорахъ воды забиваются у шпунтового ряда подъ затворами, вмѣсто двухъ, четыре ряда направляющихъ свай, фиг. 685, и порожный брусъ тогда покрываетъ, кромѣ шпунтового ряда, еще насадки двухъ смежныхъ рядовъ. Сваи этихъ рядовъ забиваются вплоть у самаго шпунтового ряда, вторья же на разстояніи діаметра свай и располагаются въ шахматномъ порядкѣ. Насадки крайнихъ рядовъ свай помѣщаются, въ этомъ случаѣ, на одной высотѣ съ порожнымъ брусомъ, а съ насадками ближайшихъ къ нему рядовъ, на которыхъ онъ лежитъ, порожный брусъ соединяется заершенными гвоздями, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

Для половой настилки въ порожномъ брусѣ вынимаются четверти, въ которыя входятъ доски понурнаго и водобойнаго половъ, прибываемыя къ брусу при одиночномъ полѣ 7-дюймовыми, а при двойномъ— 9-дюймовыми гвоздями.

Передній шпунтовый рядъ, при началѣ понурнаго пола, покрывается толстымъ брусомъ, который лежитъ между насадками свай, фиг. 683, въ немъ вынута внизу косая четверть для половой настилки. Точно также покрывается и шпунтовый рядъ лежащій въ концѣ водобойнаго пола; но какъ здѣсь начинается сливной полъ, который, въ случаѣ уступовъ, лежитъ обыкновенно ниже водобойнаго, послѣдній полъ придерживается сверху горизонтальнымъ брусомъ, притянутымъ болтами къ направляющимъ сваямъ шпунтового ряда; остальные сваи покрываются, какъ обыкновенно, насадками на косыхъ шипахъ, которые расклиниваются.

Доски полового настила, для уменьшенія усилія стремящагося оторвать ихъ, располагаются длиною вдоль теченія, поэтому въ ростверткахъ подъ полами нѣтъ необходимости въ продольныхъ насадкахъ, но онѣ иногда кладутся для приданія бѣльшей связи цѣлому. Для бѣльшей прочности пола, противодѣйствія его поднятію и предохраненію отъ ледохода, кладутся на него прижимные брусья. Послѣ забивки свай подъ флюдбетъ, верхній, рыхлый слой грунта вынимается и все пространство между сваями подъ полами заполняется неразмываемымъ матеріаломъ, камнемъ, гравіемъ, чурою и т. п.

Если флюдбетъ долженъ быть поставленъ высоко надъ дномъ рѣки, то верхи свай оканчиваются у поверхности земли, какъ сказано выше, основаніе же подъ флюдбетъ дѣлается на нихъ изъ ряжей. Непроницаемыя стѣнки въ этомъ случаѣ образуютъ также изъ шпунтовыхъ свай, которыя доводятъ до флюдбета; при этомъ, если грунтъ позволяетъ, онѣ могутъ быть забиты на меньшую глубину, ибо будутъ поддерживаться ряжевыми стѣнками.

Рубка ряжевыхъ стѣнокъ производится какъ въ стѣнахъ жилыхъ строеній; средніе ряжи рубятся изъ круглыхъ бревень, крайніе же

обтесываются со стороны гдѣ къ нимъ прислоняются шпунтовые ряды. Въ углахъ ряжевыя стѣнки рубятся въ лапу, при встрѣчѣ же продольныхъ и поперечныхъ стѣнъ, соединеніе производится врубкою въ прямую чашку. Ряжевыя клѣтки заполняются неразмываемымъ матеріаломъ — камнемъ, гравіемъ, чурою (т.-е. крупнымъ пескомъ или хрящемъ). Поверхъ клѣтокъ настилаются полы. Такъ какъ разстояніе между ряжевными стѣнками дѣлается до одной сажени, то чтобы половыя доски на этомъ разстояніи не могли прогибаться, въ верхнія вѣнцы ряжей врубаются поперечины поддерживающія доски. Такъ какъ сливной полъ чаще значительно ниже водобойнаго, то подъ нимъ можно дѣлать свайное основаніе, оставляя ряжевое на сваяхъ подъ водобойнымъ и понурнымъ.

Для предупрежденія подмывовъ, у понурнаго и сливнаго половъ дѣлаются отсыпи изъ булыжнаго камня. Когда грунтъ скалистый и не допускаетъ забивки свай, то флюдбетъ дѣлаютъ ряжевый по всей высотѣ; тогда сперва снимаютъ верхній, слабый слой скалы и на выравненной ея поверхности прямо начинаютъ ряжевую рубку. Въ этомъ случаѣ непроницаемыя стѣнки дѣлаютъ изъ горизонтальныхъ шпунтовыхъ брусевъ, положенныхъ одинъ на другой, съ прокладкою въ пазахъ смоленнымъ войлокомъ или мохомъ.

Для большей неподвижности флюдбета, при большихъ напорахъ, нижніе вѣнцы ряжевыхъ стѣнъ прикрѣпляются къ скалѣ, выдавливая въ ней гнѣзда, въ которыя забиваются деревянные пробки, къ которымъ прикрѣпляютъ нижніе вѣнцы болтами; или же въ гнѣзда просто вставляются болты, нижніе концы которыхъ раздвоены, и затѣмъ болты въ гнѣздахъ плотно зацебениваются и заливаются растворомъ.

Сливной полъ, въ этомъ случаѣ, также устроивается на ряжевомъ основаніи, но такъ какъ онъ ниже водобойнаго, то уступъ задней стѣнки послѣдняго обтесывается и обшивается досками, въ которыя упирается сливной полъ.

Устройство флюдбета на ряжевомъ основаніи представляетъ преимущество относительно его устойчивости, но неудобно тѣмъ, что требуетъ много строеваго матеріала. Поэтому, если только есть возможность забивки свай, сливной полъ слѣдуетъ дѣлать на свайномъ основаніи; въ водобойномъ можно дѣлать только верхнюю часть основанія ряжевою, понурный же полъ, подверженный самому сильному напору и поэтому требующій самаго прочнаго основанія, желательнѣе дѣлать изъ ряжей.

Береговые устои и быки должны представлять достаточное сопротивленіе напору воды и быть возможно непроницаемыми. Первому условію можно было бы удовлетворить устраивая ихъ изъ свай обшитыхъ досками, но тогда они не представляли бы надлежащей непроницаемости, а поэтому ихъ всегда дѣлаютъ изъ ряжей, заполняемыхъ неразмываемымъ матеріаломъ. Для большей непроницаемости, ихъ иногда заполняютъ глиною, но это признано неудобнымъ, такъ какъ глина отъ дѣйствія мороза пучится и производитъ давленіе на наружныя стѣны

устоевъ и быковъ, срываетъ въ углахъ шиши лапъ и такимъ образомъ нарушаетъ связь рубки въ углахъ. Переднія части быковъ и устоевъ суживаются для постепеннаго сжатія струи, причемъ острые углы быковъ служатъ ледорѣзами; въ случаѣ же сильнаго ледохода. впереди быковъ устраиваютъ отдѣльные ледорѣзы, такого же устройства какъ впереди мостовыхъ быковъ.

Береговые устои входятъ въ берегъ стѣнками нормальными къ его направленію; для того же, чтобы они имѣли достаточную толщину противъ того мѣста, гдѣ они скошены, съ противоположной стороны въ нихъ дѣлаются снаружи выступы.

Кромѣ достаточнаго сопротивленія напору воды, береговые устои, сверхъ того, должны прочно сопротивляться напору на нихъ земли. Размѣры ихъ, въ этомъ отношеніи, опредѣляются вычисленіемъ только въ случаѣ весьма значительныхъ напоровъ, такъ какъ обыкновенно вычисленіемъ получалась бы для нихъ толщина менѣе необходимой для надлежащей ихъ непроницаемости.

Вообще дѣлаютъ толщину быковъ не менѣе трехъ ряжевыхъ стѣнокъ, или двухъ саженей; толщину же береговыхъ устоевъ—равною высотѣ напора и во всякомъ случаѣ не менѣе трехъ ряжевыхъ стѣнокъ.

Наружныя грани, какъ устоевъ, такъ и быковъ, обтесываются и потому углы этихъ граней рубятся въ лапу, всѣ же остальные стѣнки рубятся въ чашку. При начертаніи устоевъ нужно наблюдать, чтобы въ углахъ не встрѣчалось болѣе двухъ стѣнокъ, иначе одна изъ стѣнъ будетъ ослаблена; но такъ какъ въ переднемъ углѣ быка всегда встрѣчаются три стѣнки, то для укрѣпленія этого угла, особенно когда онъ служитъ ледорѣзомъ, ставятъ вертикальный брусъ, фиг. 686, и соединяютъ его со стѣнками посредствомъ паза и шиповъ, скрѣпляя нѣсколькими желѣзными полухомутами, иногда же всю переднюю грань быка обшиваютъ листовымъ желѣзомъ.

Черт. LXXVI.

лит. 686.

Будутъ ли устои и быки устраиваться на общемъ основаніи флюдбета, или на отдѣльныхъ основаніяхъ опущенныхъ ниже, во всякомъ случаѣ непроницаемыя стѣнки флюдбета продолжаютъ подъ устои и быки и оканчиваются у вершины ихъ основанія; стѣнка же порожнаго бруса продолжается до верха устоевъ и быковъ, или по крайней мѣрѣ до подпорнаго горизонта, и тогда часть ея выше флюдбета дѣлается изъ горизонтальныхъ шпунтовыхъ брусевъ.

Если устои и быки основаны на сваяхъ, то насадки послѣднихъ служатъ первыми нижними вѣнцами ряжевой нарубки; если же быки основаны ниже флюдбета, то поперечныя его насадки врубаются въ ряжевыя стѣнки быковъ; особенно же важно врубить въ нихъ коренной лежень, или порожный брусъ. Если ряжевая рубка устоевъ и быковъ дѣлается не въ шпунтъ, то пазы между вѣнцами проконопачиваются и стѣны, въ мѣстахъ прикосновенія съ волою. иногда обшиваются досками, какъ для предохраненія ихъ отъ ледохода, такъ и отъ дѣйствія сырости. Доски обшивки должны быть прибиваемы горизонтальными рядами, такъ какъ въ этомъ положеніи онѣ будутъ менѣе под-

вержены усилю теченія и ледохода, стремящихся оторвать ихъ, чѣмъ когда онѣ были бы располагаемы вертикальными рядами, или стоймя. Но при обшивкѣ стѣнъ необходимо тщательно ремонтировать эту обшивку, иначе вода забираясь за обшивку скорѣе сгноитъ стѣны чѣмъ если бы онѣ были вовсе безъ обшивки. А потому лучше обшивки вовсе не дѣлать, а обтесавъ стѣны, обшить досками только торцы ряжевыхъ стѣнъ.

Если быки выходятъ очень длинны, то для сбереженія матеріала они ограничиваются уступами надъ сливнымъ поломъ, или оканчиваются надъ водобойнымъ.

Какъ и въ створчатыхъ плотинахъ, на устояхъ и быкахъ поперекъ всей плотины устраивается мостъ, служащій для установки механизмовъ поднимающихъ и опускающихъ затворы. Мосты на разборчатыхъ плотинахъ дѣлаются балочные и должны быть возвышены надъ горизонтомъ весеннихъ водъ. Одною изъ мостовыхъ балокъ служить и упорный брусъ плотины, т.-е. брусъ, въ который упираются верхніе концы щитовыхъ стоекъ. Брусъ этотъ помѣщается отвѣсно надъ порогомъ и въ случаѣ значительнаго напора на стойки дѣлается составнымъ; въ немъ вынимается сверху четверть, для помѣщенія пологого настила моста.

На мосту, со стороны противоположной затворамъ, устраиваются перила, высотой до $1\frac{1}{2}$ аршина, у затворовъ же перилья чаще не дѣлаютъ, такъ какъ онѣ мѣшали бы только подъему затворовъ. Но иногда, оставивъ промежутокъ для хода затворовъ, по другую сторону вторыхъ перилья устраиваютъ отдѣльный мостикъ, шириною отъ $\frac{1}{2}$ до 1 сажени, съ котораго дѣйствуютъ подъемными механизмами.

Черт. LXXVI.
шт. 687.

Перила дѣлаются самаго простаго устройства и обыкновенно состоятъ изъ прижимнаго нижняго бруса, въ который вставлены шипами стойки, подпертыя подкосами и соединенныя сверху поручнемъ; кромѣ того, по срединѣ стоекъ проходитъ тонкій брусокъ поставленный на ребро, фиг. 687.

Крайнія стойки поддерживающія щиты, продолжаютъся надъ поломъ моста и служатъ для укрѣпленія въ нихъ подъемнаго механизма; въ нихъ помѣщаются подшипники поддерживающіе горизонтальный валъ. Въ случаѣ значительнаго разстоянія между крайними стойками, валъ вышелъ бы слишкомъ длиненъ, тогда ставятся на мосту промежуточные стойки, въ которыхъ помѣщаются подшипники подъемныхъ валовъ.

Изъ этого краткаго обзора устройства постоянныхъ частей разборчатыхъ плотинъ мы видимъ, что для устройства этихъ частей руководствуются тѣми же правилами какъ и при устройствѣ створчатыхъ плотинъ и потому все сказанное выше для устройства этихъ послѣднихъ, можетъ относиться и къ первымъ. Точно такимъ же образомъ увидимъ, что относительно разборчатыхъ частей, все сказанное о разборчатыхъ водоспускахъ примѣнимо и къ разборчатымъ плотинамъ.

Мы уже знаемъ, что разборчатая части состоятъ изъ стоекъ, пространство между которыми запирается щитами или пандорами. Стойки разбиваютъ разстояніе между быками на нѣсколько частей, для

уменьшенія размѣровъ щитовъ и пандоровъ и притомъ на равныя части, такъ какъ въ противномъ случаѣ для закрытія каждаго отвѣрстія приходилось бы имѣть особыя щиты что, въ нѣкоторыхъ спѣшныхъ случаяхъ, могло бы представить значительное неудобство.

Стойки поставленные у быковъ и устоевъ прикрѣпляются на-глухо, какъ къ порожному и упорному брусьямъ, такъ и къ стѣнамъ быковъ и устоевъ. Промежуточныя же стойки упираются только въ порожный и упорный брусъ. Въ стойкахъ вынимаются пазы или четверти, въ которыхъ движутся щиты или пандоры. Для поддержанія подпорнаго горизонта на большей или меньшей высотѣ, щиты располагаются въ нѣсколько ярусовъ одинъ надъ другимъ, чѣмъ облегчается и ихъ подъемъ.

Глухія стойки соединяются нижнимъ концомъ съ порожнымъ брусомъ, или шипомъ если стоятъ на немъ, или желѣзнымъ болтомъ, если только прислонены къ нему, а съ стѣнами устоевъ и быковъ — желѣзными болтами. Въ случаѣ значительныхъ напоровъ, щитовыя стойки составляютъ изъ двойныхъ брусевъ, какъ и въ створчатыхъ плотинахъ.

Черт. LXXVI.

фиг. 681.

Если нѣкоторыя изъ промежуточныхъ между быками стоевъ дѣлаются глухими, то нижнимъ концомъ онѣ соединяются съ порожнымъ брусомъ шипомъ или болтомъ, а къ упорному брусу верхнимъ концомъ притягиваются болтами.

Для уменьшенія размѣровъ стоевъ, въ случаѣ весьма большаго напора, поддерживаютъ ихъ подкосами. Подкосы упираются, или въ уголъ, составляемый стойкою съ упорнымъ брусомъ и тогда они служатъ для укрѣпленія, какъ стойки, такъ и упорнаго бруса, передавая на флютбетъ часть претерпѣваемаго ими давленія; или же упираются прямо въ стойку на высотѣ центра давленія и тогда они служатъ собственно для ея укрѣпленія; иногда же соединяютъ оба эти расположенія, помѣщая два подкоса, фиг. 681. Кромѣ того стараются противодействовать напору на стойку увеличеніемъ ея вѣса, для чего вынимаютъ четверти какъ въ стойкѣ такъ и въ подкосахъ и обшиваютъ ихъ тонкими досками, заполняя промежутокъ между обшивкою мелкимъ булыжнымъ камнемъ, гравіемъ или чурою. Наконецъ для большей еще устойчивости устраиваютъ иногда вмѣсто стоевъ тонкіе бычки, состоящіе изъ ряда стоевъ подпертыхъ подкосами и обшитыхъ досками, фиг. 606, съ заполненіемъ промежутковъ между ними каменнымъ матеріаломъ, какъ это сдѣлано между прочимъ въ плотинахъ Мариинской системы. Такіе тонкіе бычки поддерживая верхній упорный брусъ плотины, позволяютъ уменьшать его размѣры, или увеличить его длину.

Черт. LI.

фиг. 606.

Съемныя стойки не прикрѣпляются къ порожному и упорному брусьямъ на-глухо болтами, а прижимаются къ нимъ напоромъ воды. Такъ какъ на весну или во время лѣтнихъ наводковъ ихъ надо вынимать, то важно чтобы онѣ были возможно легче, и поэтому въ нихъ не дѣлаютъ пазовъ, образуемыхъ въ двухъ-брусовыхъ стойкахъ, а дѣлаютъ стойки изъ одного бруса съ четвертями, къ которымъ щиты прижимаются напоромъ воды.

Весьма важно чтобы съемныя стойки удобно устанавливались на своихъ мѣстахъ, и притомъ вертикально, иначе невозможно закладывать за нихъ щиты. Поэтому для установки снятыхъ стоекъ на мѣсто, впереди порожняго бруса *a* прикрѣпляются къ понурному полу направляющія бруска *b, b*, соединенныя по два наклонно; тогда поставивъ стойку приблизительно противъ мѣста, которое она должна занимать, само теченіе установитъ нижній конецъ ея совершенно точно на назначенное для нея мѣсто *c* между сходящимися направляющими брусками. Для того чтобы нижніе концы стоекъ, при установкѣ ихъ въ глубокой и съ скорымъ теченіемъ водѣ, не могли попадать въ промежутки *d, d*, между направляющими брусками, въ послѣднихъ вынимаютъ четверти и покрываютъ промежутки *d d* досчатымъ поломъ, фиг. 688, который будучи выше понурнаго, всегда можетъ быть опущенъ нижнимъ концомъ стойки. Четверти въ этихъ стойкахъ, для прижиманія къ нимъ щитовъ, не доводятся до самаго низу и оканчиваются на высотѣ направляющихъ брусковъ. Для вертикальной же установки стойки, мѣсто ея верхняго конца должно быть предварительно обозначено на упорномъ брусѣ, къ которому она прикрѣпляется выемнымъ сквознымъ болтомъ съ чекою, или съемною скобою.

Черт. LXXVI.
фиг. 688.

Эти стойки вынимаются изъ своихъ мѣстъ, или посредствомъ багровъ, или посредствомъ воротовъ, служащихъ и для подъема щитовъ; къ стойкѣ, со стороны воды, прикрѣпляется кольцо, за которое задѣваютъ крюкомъ багра, или прищѣпляютъ канатъ ворота.

Что же касается устройства щитовъ, пандоровъ и подъемныхъ валовъ съ аншпугами или колесами, то все сказанное объ этомъ въ створчатыхъ плотинахъ относится и къ разборчатымъ. Здѣсь замѣтимъ только что высота подъемныхъ колесъ должна быть такова, чтобы рабочій брался за пальцы выше центра колеса; это представляетъ ту выгоду, что рабочіе въ такомъ случаѣ дѣйствуютъ всѣмъ своимъ вѣсомъ и могутъ употребить большее усиліе для подъема щитовъ. Но какъ такия колеса занимаютъ на мосту много мѣста, то вмѣсто нихъ употребляютъ иногда систему зубчатыхъ металлическихъ колесъ. При подъемѣ щитовъ обыкновеннымъ колесомъ, и въ особенности аншпугами, для того чтобы при перекладываніи аншпуговъ изъ гнѣзда въ гнѣздо, валъ не могъ бы принять обратнаго движенія, прикрѣпляютъ къ его концу храповое колесо, фиг. 689.

Черт. LXXVI.

Обращаясь къ каменнымъ разборчатымъ плотинамъ, прежде всего замѣтимъ, что эти плотины дѣлаются, или всѣ каменные, или же, для сбереженія расходовъ, только устой и быки дѣлаются каменные, флюдбетъ же деревянный. Находясь постоянно подъ водою, флюдбетъ сохраняется долгое время (кромѣ перестилки сливныхъ половъ); дѣлая же устой и быки каменными, хотя и увеличивается расходъ на первоначальное ихъ устройство, за то будетъ дешевле ихъ ремонтъ. Каменные разборчатая плотины, во всякомъ случаѣ, устраиваются изъ мелкаго матеріала, на основаніи тѣхъ же соображеній, которыя изложены въ

главѣ о глухихъ водосливныхъ плотинахъ, и только части наиболѣе подверженныя удару воды и плавающихъ тѣлъ облицовываются крупнымъ камнемъ.

Въ случаѣ устройства каменнаго флюдбета, онъ дѣлается на общемъ основаніи съ устоями и быками; для предупрежденія просачиванія воды, какъ и въ деревянныхъ плотинахъ, подъ основаніемъ флюдбета, устоевъ и быковъ, помѣщаются непроницаемыя стѣнки изъ шпунтовыхъ рядовъ, или изъ бетона, въ концахъ флюдбета и подъ затворами.

Въ промежуткахъ между шпунтовыми линиями забиваются, на разстояніи одной сажени, ряды круглыхъ свай, между ними вынимается рыхлая намывная земля и замѣняется бетономъ, иногда же, въ видахъ экономіи, гравіемъ или хрящемъ. На круглыхъ сваяхъ дѣлается рост-веркъ и на немъ уже возводится каменная кладка флюдбета, причѣмъ должно наблюдать чтобы она основаніемъ была опущена въ землю ниже предѣла промерзанія грунта, т. е. въ нашемъ климатѣ на глубину около одной сажени. Въ случаѣ же грунта не допускающаго забивки свай, все основаніе дѣлается изъ бетона, съ бетонными же непроницаемыми стѣнками.

Самый флюдбетъ, какъ и въ деревянныхъ плотинахъ, состоитъ изъ понурнаго, водобойнаго и сливнаго половъ, иногда впрочемъ соединяють водобойный со сливнымъ. Понурному полу даютъ уклонъ противъ теченія, сливному же по теченію и въ случаѣ значительнаго возвышенія флюдбета надъ дномъ, ограничивають его уступами. Въ концахъ понурнаго и сливнаго половъ дѣлають каменные отсыпи.

Флюдбетъ также устроивается изъ мелкаго матеріала и только мѣста наиболѣе подверженныя напору воды и ударамъ, какъ переливающейся черезъ плотину воды, такъ и плавающихъ тѣлъ, облицовываются крупнымъ камнемъ. Такъ напр. облицовываютъ ребра понурнаго и сливнаго половъ и сверхъ того кладется подъ затворами рядъ крупныхъ камней, которые составляютъ порогъ, служащій для упора нижнихъ концовъ стоекъ.

Такъ какъ при упорѣ деревянныхъ щитовъ въ каменную кладку флюдбета невозможно было бы достигнуть плотнаго между ними соприкосновенія, отчего происходила бы фильтрація, то для предупрежденія ея, закладываются въ флюдбетъ деревянные брусья, прикрѣпляемые желѣзными штырями, задѣланными въ каменную кладку флюдбета, а для плотнаго прикосновенія съ кладкою и щитами, брусья эти обертываются смоленнымъ войлокомъ.

Водобойный полъ, болѣе подверженный удару воды, особенно при значительной высотѣ напора, облицовывается весь болѣе крѣпкимъ и крупнымъ камнемъ. При незначительныхъ же напорахъ и если плотина устроена изъ довольно крѣпкаго матеріала, напр. кирпича желѣзняка, полъ этотъ облицовывается тѣмъ же матеріаломъ, поставленнымъ на ребро.

Деревянный флюдбетъ устроивается на сваяхъ, или изъ ряжей совершенно также какъ и въ деревянныхъ плотинахъ; но при деревян-

номъ флюдбетѣ, каменные устои и быки закладываются на отдѣльномъ основаніи и иногда обносятся кругомъ шпунтовыми рядами.

Быки ограничиваются со стороны напора, или наклонными плоскостями (угломъ), или, что лучше, закругляются. Какъ въ нихъ такъ и въ устояхъ дѣлаются пазы, въ которые вставляются деревянные стойки, прикрѣпляемые желѣзными штырями задѣланными въ каменную кладку. Стойки эти необходимы для болѣе плотнаго соприкасанія щитовъ съ устоями и быками. Въ устояхъ и быкахъ достаточно облицовывать только углы и пазы; послѣдніе высѣкаются, или въ одномъ камнѣ, или же, для облегченія тески, въ двухъ соприкасающихся четвертями камняхъ.

Часто дѣлаютъ также пазы открытыми со стороны напора, т.-е. вмѣсто паза дѣлается выступъ для упора щитовъ; въ такомъ случаѣ облицовывается только ребро выступа, въ который упирается деревянная стойка.

По верхнимъ краямъ быковъ и устоевъ прокладывается кругомъ ихъ рядъ камня, называемый *кордономъ*, или же укрѣпляютъ только углы; въ кордонѣ высѣкается самый простой карнизъ, защищающій стѣны отъ стеканія по нимъ дождевой воды.

Верхнія площадки быковъ и устоевъ вымощиваются плитными или гранитными лещадками, или кирпичемъ, поставленнымъ на ребро, или, наконецъ, булыжнымъ камнемъ. Этимъ площадкамъ придаются небольшіе скаты отъ середины къ краямъ для стока воды.

Размѣры быковъ и устоевъ не опредѣляются расчетомъ, за исключеніемъ случая очень большихъ напоровъ, иначе размѣры ихъ, опредѣленные вычисленіемъ, были бы недостаточны для противодѣйствія фильтраціи. Обыкновенно толщину быковъ дѣлаютъ равною половинѣ напора.

Поверхъ плотины устраивается мостъ деревянный или каменный; подкосы, если таковые употреблены, или пяты свода, должны возвышаться надъ высокими водами.

Затворы въ каменныхъ плотинахъ совершенно тѣ же какъ и въ деревянныхъ. Какъ въ тѣхъ такъ и другихъ, на случай внезапныхъ наводковъ, въ одномъ или двухъ пролетахъ могутъ быть примѣнены, вмѣсто щитовъ, быстро отсривающіеся затворы, употребляемые въ спускахъ глухихъ плотинъ (ст. 73).

75. Сельскія разборчатныя плотины устраиваемыя въ средней Россіи. — Мы сначала скажемъ нѣсколько словъ объ устройствѣ самыхъ простыхъ разборчатыхъ плотинъ, съ основаніемъ изъ слани, а потомъ перейдемъ къ описанію болѣе усовершенствованныхъ системъ.

Въ средней Россіи, въ особенности же въ малолѣсныхъ губерніяхъ, гдѣ разливы рѣкъ велики и быстры и гдѣ на этихъ рѣкахъ есть ледоходъ, строятся по большей части плотины разборныя, т.-е. разбираемыя почти вполнѣ передъ наступленіемъ весенняго разлива и ледохода. Устройство этихъ плотинъ весьма первобытное; но такого рода устройство, по мнѣнію нашего опытнаго хозяина *Ф. Х. Майера*, исключи-

тельно пригодны при нашихъ климатическихъ условіяхъ и ледоходѣ и при затратѣ тѣхъ незначительныхъ капиталовъ, которыми чаще могутъ располагать наши хозяева. Но хотя системы разборчатыхъ плотинъ, которыя изобрѣтены и примѣнены къ дѣлу преимущественно французскими инженерами, обходятся весьма дорого, сравнительно съ нашими, но за то онѣ и представляютъ собою системы несравненно совершеннѣйшія для тѣхъ условій, которыя требуются отъ разборчатыхъ плотинъ, въ цѣляхъ улучшенія рѣчнаго судоходства. Климатъ же и ледоходъ не служатъ препятствіемъ для ихъ устройства, такъ какъ онѣ получили примѣненіе и у насъ, въ вѣдомствѣ Путей Сообщенія, и по отзыву г. *Палибина* съ большимъ успѣхомъ.

Если мы приведемъ враткое описаніе и этихъ системъ, то съ двойною цѣлью: во-первыхъ, для полноты изложенія устройства плотинъ вообще; а во-вторыхъ потому, что ознакомленіе съ этими системами можетъ повести нашихъ русскихъ изобрѣтателей къ устройству болѣе простыхъ и болѣе дешевыхъ типовъ разборчатыхъ плотинъ, болѣе соответствующихъ нашему климату и средствамъ нашихъ хозяевъ и заводчиковъ¹⁾.

Наши разборчатыя плотины, о которыхъ говоритъ г. *Майеръ*, устраиваются преимущественно для механическаго вододѣйствія мукомольныхъ мельницъ, винокуренныхъ заводовъ и т. п., посредствомъ пошвенныхъ колесъ, или, какъ выражаются, на нижнюю воду; а потому посредствомъ этихъ плотинъ поднимаютъ воду чаще отъ 1¹/₂ до 2-хъ и рѣдко до 3-хъ аршинъ. Какой бы системы ни была разборчатая плотина и какой бы ширины ни былъ спускъ, хотя бы отъ берега до берега, ея разборчатая часть всегда помѣщается между постоянными береговыми устоями, или *плечами*, ограждающими этотъ спускъ съ обѣихъ сторонъ. Береговые устои могутъ быть каменные или деревянные, а эти послѣдніе могутъ быть ряжевые, шпунтовые, брусчатые, стоечные и даже фашинные. Способы ихъ устройства и связь съ берегами мы уже знаемъ изъ предыдущихъ главъ и распространяться объ нихъ не будемъ. Приведемъ здѣсь только слѣдующее замѣчаніе г. *Майера*: „Береговые устои, или стѣны разборчатой плотины, болѣе всего подвергаются опасности, потому что ледъ, проходя по спуску, объ нихъ часто трется и если ледъ не совершенно гладко по нимъ скользитъ и встрѣчаетъ какую либо выступающую часть, за которую цѣпляется, то и небольшой льдины достаточно, чтобы такое плечо разрушить“. Поэтому часто употребляются *слизы*, т.-е. бревна или брусья, укрѣпленныя горизонтально къ стѣнамъ спуска такимъ образомъ, чтобы ледъ скользя по нимъ не могъ касаться плечей спуска. Если плеча ряжевыя, то онѣ образуютъ ящичи, называемые обыкновенно *косурубамы*, которые нагружаются какъ можно тяжелѣе камнемъ и глиною, перестилаемыми навозомъ. Плечи могутъ также быть сдѣланы изъ слан-

¹⁾ Какъ это и сдѣлано, напримѣръ, инженеромъ *Шистовскимъ* относительно системы Дефонтена. См. „Деревянная самодѣйствующая плотина системы М. А. Шистовскаго“. С.-Петербург. 1882 г. Приложение I.

ника и фашичника. Для устройства таких плечей необходимы опытность и весьма тщательный присмотр; но за то когда онъ устроены совершенно удачно, то бываютъ, по мнѣнію г. *Майера*, прочнѣе всякихъ другихъ, ибо ледъ скользя по комлямъ сланника, по зыбкости этого послѣдняго, не можетъ производить сильныхъ, рѣзкихъ ударовъ. Г. *Майеръ* устраивалъ плотины по преимуществу въ Тульской губерніи; мы приведемъ его описаніе устройства разборчатыхъ плотинъ, которое, какъ и всѣ его печатные труды, отличается большою опытностью и практичностью. *Сланникъ*, составляющій основаніе разборчатой части плотины, или ея флюдбетъ, который кладется на дно рѣки вершиною на встрѣчу воды, большею частію, гдѣ только есть, бываетъ дубовый или еловый. Онъ отличается отъ фашичника только своими большими размѣрами.

Черт. LXVI.
фиг. 610.

Брусъ (мертвый порогъ) накладываемый на сланникъ поперекъ рѣки, называется *лежнемъ*. Онъ можетъ состоять изъ нѣсколькихъ, скрѣпленных по длинѣ, брусевъ или бревенъ, смотря по ширинѣ рѣки.

Деревья, выкапываемыя съ корнемъ образующимъ крюкъ, которымъ обнимаютъ сверху лежень, чтобы онъ не всплывалъ и не приподнимался съ мѣста, называются *кокорами*. Онѣ длиною и толщиною бываютъ равны съ сланникомъ и кладутся съ верховой стороны лежня.

Толстыя бревна, выкапываемыя также съ корнемъ, которыя крюкомъ подхватываютъ лежень снизу, укладываются вмѣстѣ съ сланникомъ съ низовой стороны лежня и перпендикулярно къ нему, въ немаломъ одно отъ другаго разстояніи. Онѣ бываютъ иногда весьма значительной длины и толщины и не имѣютъ особаго названія; въ нихъ укрѣпляются шипами столбы, поддерживающіе насадки. Эти насадки всегда кладутся немного выше уровня прудовой, подпертой воды.

Поперечные брусья, лежащіе на этихъ насадкахъ, почти отвѣсно надъ лежнемъ, называются *лавами*. Къ лавамъ прислоняются *столбцы* (щитовыя стойки) упирающіеся шипомъ въ лежень, въ равномъ между собою разстояніи (обыкновенно въ $1\frac{1}{4}$ до $1\frac{1}{2}$ аршина). Число столбцовъ опредѣляется шириною спуска. Къ столбцамъ прислоняются *затворы* (щиты), связанные изъ досокъ, въ которыхъ приврѣплены два нетолстыхъ бруска. Бревна вторыхъ рядовъ выше лавъ, гдѣ въ нихъ вдавливаются два или три поперечныхъ бруска, подъ которые поддѣваются рычаги, когда нужно вынимать заставки. Столбцы подпираются подкосными брусьями.

На чертежѣ LXXVI, фигура 600, изображающая поперечный разрѣзъ плотины и видъ плотины въ планѣ. *A*—ряжевое плечо, или устой, и *B*—фашинный, *C*—сланникъ, *a*—лежень, *b*—кокоры, *d*—бревна съ крючьями и гнѣздами для столбовъ, *e*—столбы, *f*—насадки, *g*—лавы, *h*—столбцы, или щитовыя стойки, *i*—затворы, щиты, заставки, *k*—подкосные брусья, подпирающіе столбцы.

Для разбираемой въ полую воду плотины, должно стараться положить лежень какъ возможно ниже, говорить г. *Майеръ*, дабы онъ какъ можно менѣе препятствовалъ теченію воды; но подъ лежень нужно по-

ложить, по крайней мѣрѣ, четыре ряда сланника, которые, если бы плотину основать на мелкомъ броду, подняли бы лежень на значительную вышину. Но какъ самое дѣло показываетъ, что должно стараться, чтобы сланникъ лежалъ не горизонтально, но комлями, находящимися позади лежня, выше вершины своей, безъ чего нельзя было бы укрѣпить вершины сланника на днѣ рѣки, нагрузкою на нихъ камня, хряща и земли, то всегда выгоднѣе выбрать мѣсто съ такой глубиной воды, чтобы эти четыре ряда сланника очень мало выходили изъ нея. Это имѣетъ еще ту важную выгоду, что ряды сланника и самый лежень находясь всегда въ водѣ, не подвергаются гниенію. Напротивъ, если плотина будетъ устроена на мелкомъ броду, то весь сланникъ позади лежня (т.-е. ниже по теченію) оставался бы въ обыкновенное время сухимъ и не замедлил бы испортиться.

На небольшихъ рѣчкахъ и суходолахъ, для такой плотины копаются фундаментъ, или замокъ, т.-е. отлогій ровъ поперекъ рѣки или суходола, до самаго материка. Этотъ ровъ наполняютъ правильно фашиникомъ, глиною и небольшою частію навоза, переславая ихъ постепенно, чтобы препятствовать водѣ проникать подъ плотину. Фундаментъ, или замокъ, принимая въ себя вершины перваго ряда настилаемаго фашиника или сланника, уже нѣкоторымъ образомъ направляетъ слѣдующія настилки, или ряды, чтобы онѣ лежали къ пруду покато; это условіе г. *Майеръ* считаетъ необходимымъ.

Въ рѣкѣ большаго размѣра неудобно копать ровъ для фундамента, но и здѣсь необходимо, чтобы комли сланника лежали выше его вершинъ; для этого, въ такомъ случаѣ, подъ комли сланника кладется во всю ширину спуска, поперекъ его, толстое дерево *m*. Если дно рѣки ровно, то оно лежитъ твердо и тогда подъ него не нужно бить свай.

Очевидно, что если бы сланникъ и коры (которыхъ вершины зажимаются между сланникомъ) выше лежня, т.-е. въ прудѣ, лежали горизонтально, то ледъ и самая вода заворачивали бы ихъ вершины. Достигнуть правильнаго положенія сланника иногда не совсѣмъ легко, особенно если сланникъ росъ на просторѣ и очень суковатъ и кривъ. Само собою разумѣется, что каждое дерево для сланника очищается съ двухъ боковъ, чтобы сучья его располагались не иначе какъ вѣеромъ въ стороны, а не вверхъ и не внизъ, причемъ при кладкѣ его на мѣсто отсѣкаются еще многіе изъ оставленныхъ сучьевъ, препятствующіе тѣсной и плотной укладкѣ.

Опытъ меня научилъ, говоритъ г. *Майеръ*, что правильно положенный сланникъ и съ малымъ количествомъ сучьевъ имѣетъ довольно сдѣвленія. Напротивъ того, сланникъ со многими сучьями поднимаетъ вершины, во вреду всего устройства, всегда несравненно выше комлей, чего во всякомъ случаѣ должно стараться избѣгать. Кривыя деревья въ сланникѣ неудобны, какъ это всякій на дѣлѣ сейчасъ увидитъ. А какъ во всякой плотинѣ случающіяся поврежденія довольно легко поправляются, если сланникъ съ лежнемъ остались на своемъ мѣстѣ, и напротивъ того, поправка сопряжена всегда съ большимъ затрудненіемъ, если они тро-

нуты, то я совѣтую, говорить г. *Майеръ*, строящимъ плотины не щадить трудовъ и издержекъ, чтобы получить благонадежное основаніе.

Для того, чтобы комли сланника лежали всегда выше вершинъ, бывають принуждены, сверхъ подкладнаго дерева, класть подъ каждый рядъ комлей еще настилку хорошаго, но короткаго фашичника, который вершинами своими не долженъ доходить до того мѣста, гдѣ начинаются сучья у сланника. Длина настила сланника, выпускаемаго изъ-подъ лежня внизъ по теченію, препятствующаго углубленію омута подъ самую плотину, зависитъ отъ количества и толщины слоя упавшей воды и высоты напора, съ которой она падаетъ черезъ заставки на сланникъ. Чѣмъ выше заложенъ лежень, тѣмъ далѣе долженъ быть выпускаемъ сланникъ. Длина же сланника, выпускаемаго выше лежня, въ прудъ, большею частію зависитъ отъ высоты подъема воды за плотину, т.-е. эта длина должна быть тѣмъ болѣе, чѣмъ выше подпоръ воды. Эта часть плотины, выше лежня, обыкновенно называется *отсытью* и требуетъ тѣмъ болѣе тщательной работы, чѣмъ выше намѣрены поднять воду.

Первое правило при фашинной работѣ, говоритъ г. *Майеръ*, какъ въ плотинахъ, такъ и при проведеніи дорогъ по топямъ, состоитъ въ томъ, чтобы каждую настилку фашичника засыпать хрящемъ, пескомъ или глиною; причемъ стараться двумъ-тремъ рабочимъ, принимающимъ подвозимую или подносимую засыпку, по разсыпкѣ ея по слою, надавливать фашичникъ ногами. Безъ такого надавливанія и утаптыванія, настилка приподнималась бы и не укладывалась плотно; для полученія же желаемаго результата необходимо, чтобы засыпка вошла въ промежутки фашичника и наполнила ихъ по возможности плотнѣе. Въ плотинѣ тонкая настилка навоза, служащая для затыканія, или заволакиванія скважинъ, бываетъ тѣмъ благонадежнѣе, чѣмъ больше уголь, составляемый настилкою съ горизонтомъ, или чѣмъ сланникъ образуетъ большій поперекъ къ сторонѣ пруда. Послѣ засыпки каждаго слоя настилки, для предупрежденія течи, кладется слой навоза, отъ 2 до 4-хъ пальцевъ толщиной. по всему засыпанному слою, а далѣе опять идетъ настилка фашичника или слани.

Такъ какъ всякая фашинная работа, какъ и слань, даетъ со временемъ осадку. то иногда не должно соединять такую работу, или такія части плотины. съ деревяннымъ или каменнымъ сооруженіемъ, не дающимъ осадки, такимъ образомъ, чтобы оно мѣшало фашинной части садиться. Поэтому поводу г. *Майеръ* замѣчаетъ, что гдѣ спускъ огражденъ ряжевими устоями и къ нимъ со стороны берега примкнута плотина, то ему случалось видѣть, что вода прорывала плотину подлѣ этого ряжеваго устоя: это происходитъ, говоритъ онъ, почти всегда отъ того, что фашичникъ былъ положенъ въ безпорядкѣ и уперся комлями въ пазы рубленнаго косоруба, и потому верхній не могъ слѣдовать въ осадкѣ за нижними частями, отъ чего произошелъ промежутокъ. Которымъ вода не замедлила воспользоваться.

Такъ точно при укладкѣ лежня на сланникъ, никогда не слѣдуетъ

сажать первый на сваи, которыя не дозволяютъ ему садиться вмѣстѣ съ сланникомъ, отъ чего между сланникомъ и лежнемъ можетъ образоваться промежутокъ, который никогда не удастся прочно задѣлать. Всякая фабричная работа, замѣчаетъ г. *Майеръ*, заслуживаетъ несравненно большаго вниманія, чѣмъ обыкновенно ей посвящаютъ. „Я всегда, говоритъ онъ, съ величайшей пользою клалъ лежень дугою; когда при этомъ концы его уперты неизбежно во вколоченныя хорошо сваи, то онъ держится подобно своду и не случалось чтобы его проломило. Кокоры же я кладу болѣе для того, чтобы не давать ему подниматься и чтобы ледъ, скользя по нимъ черезъ лежень, никакъ не касался его“. Лежень г. *Майеръ* совѣтуетъ собирать изъ не длинныхъ, но по возможности толстыхъ деревьевъ, которыя скрѣпляются между собою лапою; причемъ совѣтуетъ также наблюдать, чтобы верхняя лапа занимала двѣ трети толщины дерева, а нижняя лишь одну треть, такъ какъ въ верхней иногда приходится долбить гнѣзда для столбцовъ.

Такъ какъ глубина русла рѣки бываетъ неодинаковая, то для ровной укладки лежня необходимо слой слани на глубокихъ мѣстахъ дѣлать толще; но гдѣ этотъ слой будетъ толще, тамъ въ немъ произойдетъ и большая осадка. Чтобы сколько-нибудь предупредить происходящее отъ этого неудобство, должно стараться настлатъ такія глубокия мѣста какъ можно плотнѣе и на столько повыше, чтобы по предполагаемой осадкѣ лежень надавилъ бы сланникъ на всемъ протяженіи одинаково. Если же, какъ часто случается, что глубина рѣки идетъ постепенно увеличиваясь отъ обоихъ береговъ къ серединѣ русла, то въ такомъ случаѣ г. *Майеръ* совѣтуетъ настлатъ сланникъ подъ лежень слоемъ одинаковой толщины, вслѣдствіе чего лежень въ срединѣ спуска будетъ лежать ниже чѣмъ у береговъ, но это, по его мнѣнію, не только не вредитъ дѣлу, но даже еще весьма полезно.

Если вода рѣки не отведена отъ мѣста работъ и работы должны производиться при полномъ теченіи рѣки, то если бы основаніемъ плотины, т.-е. настилкою сланника и его засыпкою, заняли бы разомъ все русло рѣки, то поднимающаяся вода не позволила бы продолжать работу правильнымъ образомъ. А потому, въ такомъ случаѣ, начинаютъ настилку сланника и засыпку его отъ обоихъ береговъ, оставляя въ самомъ глубокомъ мѣстѣ свободный промежутокъ для тока воды. Этотъ промежутокъ долженъ быть достаточно великъ, чтобы обыкновенный притокъ воды не могъ мѣшать боковымъ работамъ. Настилка къ этому промежутку дѣлается постепенными уступами такъ, что если, напримѣръ, въ нижнемъ ряду сланника оставленъ промежутокъ въ 3 аршина ширины, то уже во 2-мъ ряду слѣдуетъ оставить 4 аршина. Этотъ промежутокъ остается открытымъ до совершенной отдѣлки остальной части спуска, причемъ части лежня, стойки, кокоры и бревна съ крючьями, для этого промежутка, должны быть заблаговременно заготовлены. Затѣмъ уже приступаютъ къ тому, чтобы, какъ мельники выражаются, „захватить воду“.

Для этого выбираютъ малоеводное, сухое время и, сверхъ того, про-

сать хозяина верхней мельницы (если таковая существует), чтобы онъ на это время заперъ воду. Если же предвидится, что верховая плотина не можетъ удержатъ воду въ продолженіе времени, потребнаго для захвата воды и задѣлки промежутка, въ такомъ случаѣ просить, чтобы верхній прудъ, передъ тѣмъ временемъ спустили на аршинъ или болѣе, чтобы его плотина могла долѣе задержатъ воду. Въ такихъ условіяхъ, на небольшихъ рѣкахъ, можно освободиться отъ притока воды въ рѣкѣ на два или на три дня; конечно, хозяину верхняго пруда придется заплатитъ за простой, или прогуль его мельницы.

Къ этому времени всѣ матеріалы должны быть на-готовѣ подлѣ самаго промежутка. Задѣлка промежутка производится настилкою слани и ея засыпкою тѣми же способомъ и порядкомъ, какъ велась остальная часть основанія спуска. Чтобы работа шла по возможности скоро, должно отобрать для задѣлки промежутка самый чистый и прямой сланникъ, но какъ вода не позволяетъ иногда засыпать каждый рядъ его, а придется засыпать разомъ два или три ряда, то необходимо, чтобы хрящъ, песокъ, глина и навозъ были заготовлены въ достаточномъ количествѣ. Люди на эту работу должны быть выбраны самые расторопные.

Остальныя плотничьи работы достаточно ясно видны изъ чертежа.

Г. *Майеръ* только предостерегаетъ, чтобы не допускать дѣлатъ въ лежнѣ слишкомъ большихъ гнѣздъ для шиповъ столбцовъ, чтобы безъ надобности не ослабить его; столбецъ можетъ довольствоваться шипомъ очень умѣренной толщины и длины и если бы столбецъ когда-нибудь выломился, то эта неприятность, по его словамъ, ничтожна въ сравненіи съ порчею лежня. Гнѣздо въ лежнѣ не должно быть глубже 2-хъ вершковъ, притомъ его должно долбитъ не на серединѣ лежня, а ближе къ тому краю, который обращенъ къ пруду. По его мнѣнію лучше, чѣмъ дѣлатъ шипъ, опуститъ весь столбецъ въ лежень въ полувершковый потемокъ.

Затворы, или щиты, онъ совѣтуетъ, и весьма основательно, дѣлатъ въ два яруса. Всякій легко понимаетъ, говоритъ онъ, что затворъ никогда не можетъ совершенно плотно становиться на лежень, такъ какъ этому мѣшаютъ коборы (хотя въ щитахъ, на нижней кромкѣ, должны быть сдѣланы противъ коборъ соотвѣтственныя вырѣзки). Слѣдовательно, при заставленіи ихъ вновь постѣ спуска воды, будетъ каждый разъ требоваться много навоза для затыканія отверстій между ними и лежнемъ, а спускъ можетъ случаться по нѣскольку разъ въ лѣто, во время сильныхъ дождей. Поэтому, говоритъ онъ, я дѣлаю всегда затворы въ два яруса, нижній не выше аршина, а верхній такой высоты, сколько нужно для подъема воды. Нижній, или коренной затворъ, имѣетъ свои бруски назади, а верхній спереди, или со стороны пруда. Тогда верхній затворъ становится на нижній безпрепятственно и плотно; при такомъ устройствѣ, въ верхній ярусъ можно спуститъ посредственный паводокъ, не трогая коренныхъ затворовъ, и тѣмъ избѣгать чтобы не смывало засыпу сверху самаго лежня, что всегда случится при подъемѣ нижнихъ затворовъ.

Въ такой плотинѣ, ея основаніе изъ сланника скоро и плотно замыкается пломъ. Передъ весеннимъ водоподемъ вынимаютъ щиты, снимаютъ лавы, столбцы и столбы съ ихъ подкосами и выносятъ на берегъ, куда не достигають весенняя вода. Основаніе же, поднятое невысоко, мало стѣсняеть русло, а потому вмѣстѣ съ лежнемъ, удерживаемымъ кокорами, остается подъ весеннею водою. По спадѣ воды расчищаютъ гнѣзда отъ ила и песка, нанесенныхъ въ нихъ весеннею водою, въ лежнѣ и бревнахъ съ крючьями и устанавливаютъ опять на мѣсто верхнюю часть сооруженія.

76. Описаніе различныхъ системъ разборчатыхъ плотинъ. — Какъ уже мы говорили выше, главное назначеніе разборчатыхъ плотинъ — служить цѣлямъ судоходства на рѣкахъ, или содѣйствовать канализаціи рѣкъ. У насъ простыя и недорогія разборчатыя плотины могли бы, напримѣръ, значительно увеличить районъ для сбыта лѣса, дѣлая и небольшія рѣчки для него сплавыми. Подвигая, посредствомъ разборчатыхъ плотинъ, возможность сплава къ верховьямъ небольшихъ рѣкъ и рѣчекъ, можно достигнуть до такихъ лѣсныхъ дачъ, которыя въ настоящее время не имѣютъ никакой цѣнности по недостатку сбыта и сплавныхъ путей и тѣмъ значительно возвысить ихъ цѣнность и доходность.

Для цѣлей судоходства, разборчатая плотина будетъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ она будетъ независимѣе отъ ширины рѣки, чѣмъ открываніе и затворъ ея будутъ дѣлаться быстрѣе и чѣмъ менѣе она для этого будетъ требовать работы, ухода и присмотра; чѣмъ полнѣе и совершеннѣе, при отпорѣ, она открываетъ все русло рѣки и дѣлаеть его вполне свободнымъ для прохода судовъ. По выраженію инженера *Кранца*, нужно, чтобы разборчатая плотина имѣла способность, такъ сказать, исчезать въ моментъ необходимости, т.-е. при очень быстрыхъ паводкахъ и при быстромъ приближеніи судовъ, не оставляя въ руслѣ рѣки никакой преграды или возвышенія флюдбета. Наконецъ, она тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ части ея менѣе сложны и болѣе просты и чѣмъ устройство ея обходится дешевле.

Черт. LXXVII.

1. *Система Пуарэ (Poirée)*. Чтобы имѣть возможность запирать отверстія плотинъ, какъ бы онѣ ни были значительны, французскій инженеръ *Пуарэ* придумалъ, въ 1833 году, систему разборчатыхъ плотинъ, которую г. *Палибинъ* считаетъ однимъ изъ самыхъ счастливыхъ изобрѣтеній въ этомъ родѣ.

Эта система состоитъ изъ ряда легкихъ желѣзныхъ рамокъ, или фермъ, черт. LXXVII, укрѣпляемыхъ на флюдбетѣ нижнимъ ребромъ, около котораго онѣ могутъ вращаться. Фермы эти располагаются поперекъ флюдбета въ равныхъ разстояніяхъ одного метра (3,28 фут.) одна отъ другой, плоскостью вдоль теченія. Будучи поставлены вертикально и связаны поперекъ желѣзными полосами, онѣ составляютъ съ флюдбетомъ одно нераздѣльное цѣлое, въ которое упираются вертикальные шандоры. Для прохода черезъ плотину, на фермы кладутъ легкой помость изъ досокъ. При разборкѣ плотины, полосы, связывающія рамки,

снимаются, а самыя рамки опрокидываются на бокъ, на поверхность флюдбета, гдѣ онѣ совершенно обезпечены отъ ударовъ плавающихъ тѣлъ и льда, такъ какъ ложатся въ углубленіе, сдѣланное для этого въ флюдбетѣ.

Для скрѣпленія рамокъ, поставленныхъ стоймя, между собою, на верхней перекладинѣ ихъ укрѣпляются подвижныя желѣзныя крючья, которые связывая между собою рамки, служатъ вмѣстѣ съ тѣмъ верхнею линіею упора для вертикальныхъ шандоровъ, нижній конецъ которыхъ упирается въ деревянный брусъ, заложенный въ каменной кладкѣ флюдбета, и выдающійся нѣсколько надъ ея поверхностью.

Шандоры, имѣющіе не болѣе 10 или 12 фунтовъ вѣса, весьма удобно и легко закладываются, вынимаются и переставляются руками, по мѣрѣ излишняго возвышенія или упадка рѣчнаго уровня. Желѣзныя рамки, связанныя вверху легкими цѣпями, послѣдовательно укладываются или поднимаются, также руками, безъ всякой помощи механизма.

Въ этомъ первоначальномъ видѣ, система *Пуарэ* была испытана на р. Луарѣ въ Дигуанѣ и Десизѣ; въ этомъ же видѣ была построена первая плотина на р. Юннѣ, въ мѣстечкѣ Эпиннѣ. Послѣдующія усовершенствованія, сдѣланныя въ системѣ *Пуарэ* сыномъ изобрѣтателя въ плотинѣ на р. Сенѣ, и съ другой стороны, главнымъ инженеромъ р. Юнны г. *Шануанъ* (Chanoine), состоятъ въ томъ, что пролеты между рамками могутъ быть спускаемы внезапно, чрезъ что значительно сокращается время разборки плотинъ, для проуска судовъ, или прибылыхъ водъ рѣки. Для этого подпорные бруски, въ которые упираются въ верху концы тонкихъ вертикальныхъ шандоровъ, или спиць, и которые связываютъ между собою рамки, могутъ быть, посредствомъ особаго устройства, внезапно отцѣпляемы; отчего освобождаются, послѣдовательно въ каждомъ пролетѣ, рамки, которыя ложатся сами собою на дно, а спицы не будучи поддерживаемы, уносятся водою цѣлыми полотнами каждаго пролета. Устройство упорныхъ брусковъ, способствующее такому внезапному спуску отдѣльныхъ полотень, нѣсколько различно въ способахъ примѣненія придуманныхъ *Пуарэ* сыномъ и г. *Шануанъ* ¹⁾.

Способъ перваго, употребленный въ плотинѣ на р. Сенѣ близъ Черт. LXXVШ
Парижа, состоитъ въ томъ, что самыя доски помоста служатъ подпорнымъ въ верху брускомъ для спиць. Доски эти удерживаются на своихъ и LXXIX.
мѣстахъ желѣзными засовами, проходящими сквозь рамки и доски. Когда нужно отырывать извѣстное отверстіе плотины, подъ дѣйствіемъ напора, то вынимаютъ послѣдовательно, начиная съ края, эти засовы, и тогда отдѣльныя полотна каждаго пролета падаютъ вмѣстѣ съ досками и уносятся водою.

Способъ *Шануаня* (черт. LXXX), введенный на всѣхъ плотинахъ Черт. LXXX.
построенныхъ въ послѣднее время на р. Юннѣ, представляетъ болѣе прочности, но вмѣстѣ съ тѣмъ и болѣе сложности въ своемъ составѣ. Упорные бруски, поддерживающіе спицы и связывающіе между собою

¹⁾ Способы эти подробно описаны въ „Annales des ponts et chaussées“ за 1843 г.

рамки, сдѣланы здѣсь въ видѣ крючьевъ, которые откидываются горизонтально подъ дѣйствіемъ напора, когда освободятся предварительно концы ихъ, подпертые *эксцентрическими замками*, укрѣпленными на вершинѣ рамокъ. Каждый изъ этихъ крючьевъ надѣвается, глухимъ ушкомъ своимъ, на шпиль свободной оконечности прилегающаго крюка изъ смежнаго пролета и удерживаетъ всякое движеніе рамки до того времени, когда приходитъ очередь спуска этого пролета въ послѣдовательной разборкѣ плотины.

Такимъ образомъ, безъ предварительнаго приготовленія, т.-е. безъ сдвиганія упорнаго замка и освобожденія крюка, ни одинъ изъ пролетовъ не можетъ открыться самъ собою, какъ это случается въ способѣ *Пуаре* младшаго.

Для отпора плотины системы *Пуаре-Шанюаня*, рабочей надѣваетъ на двѣ смежныя фермы особую съемную желѣзную полосу, съ сдѣланными въ ней зарубками, и удерживающую фермы въ ихъ вертикальномъ взаимномъ положеніи; освобождаетъ эксцентрической замокъ, снимаетъ помость и затѣмъ снявъ съемную полосу, концомъ ея толкаетъ ручку эксцентрическаго замка. Замокъ отворяется и крюкъ поперечной полосы, соединяющей фермы, не будучи имъ удерживаемъ, уступаетъ напору воды; онъ оставляетъ обнимаемый имъ стержень, полоса его вращается въ своей проушинѣ; и какъ разстояніе между стержнемъ, на которомъ надѣта эта проушина, и пятою эксцентрика менѣе длины полосы, то она вращаясь отъ давленія воды, опрокидываетъ ферму и затѣмъ уже продолжая свой путь, ложится вдоль второй фермы у ногъ рабочаго.

Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ способѣ устройства затворовъ, спицы, или вертикальные шандорные бруски каждаго пролета, напизаны верхними концами своими на веревку, которая надѣта петлею на одинъ общій канатъ протянутый позади рамокъ, вслѣдствіе чего бруски эти, падая цѣльными полотнами при разборкѣ плотины, не уносятся совершенно стремленіемъ воды, но собираются на канатѣ и прибиваются къ берегу ниже плотины. Разборка такой плотины производится на длину 2-хъ метровъ въ теченіе минуты, а сборка на длинѣ одного метра въ теченіе пяти минутъ, обыкновенной прислугой каждаго плотины, состоящей изъ одного шлюзвахтера и двухъ рабочихъ.

Въ этой системѣ плотинъ, цѣнность устройства которыхъ обходится во Франціи до 1500 франковъ на погонный метръ и составляетъ цѣнность весьма значительную, сравнительно съ стоимостью глухихъ каменныхъ водосливныхъ плотинъ, деревянныя части водянаго полотна и помоста суть самые дешевые предметы; а потому, если бы въ случаѣ внезапнаго паводка не успѣли разобрать плотины, наибольшій вредъ для нея можетъ быть тотъ, что части эти будутъ унесены водою: между тѣмъ какъ тонкія желѣзныя рамки, не представляя большаго сопротивленія теченію воды, остались бы не вредимыми, что неоднократно случалось въ плотинахъ построенныхъ на рр. Луарѣ и Юннѣ. Если въ случаѣ сорвавшихся съ якорей судовъ или плотовъ, могутъ быть разбиты нѣкоторыя рамки, то замѣненіе ихъ новыми не составляетъ ни-

какого затрудненія, какъ это было доказано многими опытами на тѣхъ же рѣкахъ. Въ виду подобныхъ случаевъ необходимо имѣть, говорить г. *Палибинъ*, нѣсколько запасныхъ рамокъ и двойной комплектъ спиць и досокъ для помоста.

Одно изъ видоизмѣненій системы *Пуаре*, сдѣланное инженеромъ *Черт.* LXXVII. *Гаранте* въ плотинѣ на р. Шерь, въ Турѣ, черт. LXXVII, заключается въ томъ: 1) что для помѣщенія рамокъ не сдѣлано на флюдбетѣ углубленія, какъ въ первоначальной системѣ, и гнѣзда рамокъ вдѣланы, съ одной стороны, въ подпорный брусъ порога, а съ другой—въ каменные отдѣльные стулья, заложенные въ кладкѣ флюдбета. Такимъ устройствомъ устраняется образованіе наносовъ на флюдбетѣ между рамками, и 2) что помостъ плотины состоитъ, вмѣсто досокъ, изъ желѣзныхъ щитовъ, вращающихся на шарнирѣ верхней перекладины рамокъ плотины и имѣющихъ на другомъ концѣ крюки, которые закладываются въ соотвѣтствующія вырѣзки перекладины смежной рамки. Щитки эти представляютъ болѣе прочности для связи рамокъ между собою, но отстраняютъ возможность внезапнаго спуска полотень.

Всѣ разборчатыя плотины по системѣ *Пуаре*, устроенныя на рр. Луарѣ, Сенѣ, Ионнѣ и Шерь, поднимаютъ воду отъ 1 до 2 метровъ и не болѣе 2¹/₂ метровъ высоты надъ флюдбетомъ. Хотя нѣтъ причины сомнѣваться, говорить г. *Палибинъ*, что подобнаго рода плотины могутъ быть примѣнены и къ подпорамъ бѣльшаго подъема, но онѣ утратятъ однако при этомъ одно изъ главныхъ своихъ преимуществъ—легкость и слѣдовательно удобоподвижность разборчатыхъ частей своихъ.

Плотины системы *Пуаре* устроены на многихъ рѣкахъ во Франціи, Бельгіи, Германіи, и у насъ въ Россіи на р. Муховцѣ ¹⁾ и на р. Москвѣ, и оказались на дѣлѣ весьма удовлетворительными.

Значительное усовершенствованіе въ плотинахъ *Пуаре* достигнуто замѣною въ нихъ вертикальныхъ спиць горизонтальными щитами, какъ напр. въ системѣ *Буле* (какъ это увидимъ ниже) и щитами состоящими, каждый, изъ одной доски, принятыми въ плотинѣ устроенной на рѣкѣ Москвѣ г. *Палибинымъ*. Въ этой послѣдней системѣ, противъ каждой *Черт.* LXXXI. фермы устанавливается деревянная стойка, поддерживаемая желѣзною рамою, прикрѣпленною къ фермѣ; въ стойки упираются горизонтальныя доски, снабженныя пальцами (черт. LXXXI), за которые задѣваютъ крюкомъ багра для выниманія досокъ. При такомъ устройствѣ разборка и закладываніе щитовъ несравненно легче, нежели выниманіе и закладываніе спиць и избѣгается потеря воды просачиваніемъ. Съ другой стороны, вода переливающаяся черезъ верхъ щитовъ производитъ на флюдбетъ болѣе разрушительное дѣйствіе, нежели вода, проходящая въ промежутки между спицами, почему флюдбетъ долженъ быть устроенъ болѣе прочно.

¹⁾ Рѣка Муховець, притокъ р. Буга въ Гродненской губерніи. беретъ начало близъ г. Пружанъ и имѣетъ длину теченія около 100 верствъ. Ширина ея отъ 10 до 15 сажень, а глубина отъ 7 до 11 фут., мѣстами же не болѣе 1¹/₂ фута, а потому, по мелководью, плаваніе по ней нерѣдко встрѣчаетъ затрудненія. Р. Муховець соединяется съ р. Пингой Дѣпровско-Бугскимъ каналомъ.

Черт. LXXXI. Флюдбетъ въ плотинахъ системы *Пуаре* немного возвышается надъ дномъ рѣки; онъ можетъ быть каменный или деревянный. Форма флюдбета отличается отъ описанныхъ выше формъ тѣмъ, что въ водобойномъ полу, по всей его длинѣ, дѣлаютъ углубленіе, въ которомъ укрѣпляется разборчатая система. У каменныхъ флюдбетовъ это углубленіе облицовывается тесовымъ камнемъ; особенно важно облицовать боковыя грани и входящіе углы. Иногда и въ сливномъ полу, противъ каждой фермы, прокладываютъ цѣпи изъ тесоваго камня. Самый же флюдбетъ устраивается изъ мелкаго матеріала или изъ бетона и облицовывается мелкимъ тесаннымъ камнемъ или кирпичемъ поставленнымъ на ребро. Въ концахъ флюдбета забиваются шпунтовые ряды, или дѣлаются стѣнки изъ бетона, смотря по роду грунта, фиг. 693.

Деревянные флюдбеты устраиваются также какъ и въ деревянныхъ плотинахъ; по обѣ стороны углубленія, сдѣланнаго въ водобойномъ полу, забиваются шпунтовые ряды и насадки свай, поддерживающихъ ихъ, стесываются такъ, чтобы углубленіе уширилось внизу, фиг. 692.

2) Система *Тенара* (Thénard) ¹⁾. Плотины по системѣ *Тенара*, Черт. LXXXVII. устроенныя въ 1839 году на р. Иль (Isle), состоятъ изъ флюдбета и деревянныхъ щитовъ, соединенныхъ шарнирами съ горизонтальнымъ брусомъ, сдѣланнымъ въ флюдбетъ, черт. LXXXVII. Эта система разборчатыхъ плотинъ, введенная первоначально при канализаціи р. Иль, представляетъ нѣкоторыя преимущества въ тѣхъ только случаяхъ, гдѣ можно безопасно поднять флюдбетъ плотины на нѣсколько футовъ выше обыкновеннаго уровня рѣки.

Подвижныя щиты (*hausses mobiles*) *Тенара*, составляющіе разборчатую часть его плотины, шириною въ 2 метра (6,56 фут.) и высотой въ 1 метръ (3,28 фут.), поднятые и поставленные почти вертикально, противоудѣйствуютъ напору воды упираясь въ желѣзные подкосы; каждый такой подкосъ связанъ съ своимъ щитомъ въ верху шарниромъ, помѣщеннымъ по ширинѣ на срединѣ щита и на двухъ третяхъ его высоты; внизу же подкосъ концомъ своимъ упирается въ чугунный выступъ, вдѣланный въ флюдбетъ. Для быстраго опусканія щитовъ служитъ желѣзная полоса, лежащая на каткахъ поперекъ флюдбета вдоль всей плотины и имѣющая соотвѣтствующіе выступы, захватывающіе концы подставокъ, или упоровъ, щитовъ, фиг. 691. Полоса оканчивается зубчаткою, зацѣпляющеюся за зубцы механизма, помѣщеннаго въ береговомъ устоѣ. При приведеніи въ движеніе механизма, полоса перемѣщается. выступы ея, подхватывая концы упоровъ, сдвигаютъ ихъ съ чугунныхъ упоровъ на флюдбетъ и такимъ образомъ щиты опрокидываются. Чтобы поднять ихъ, когда вода спала, необходимо прежде всего уничтожить ея противоудѣйствіе; для этого служатъ обратныя щиты, придуманныя инженеромъ *Менаже* (Mesnager), устроенныя какъ и первые, но опрокидывающіеся въ противоположную сторону. Верхняя часть этихъ щит-

¹⁾ Описание системы плотинъ г. *Тенара* находится въ „Annales des ponts et chaussées“ 1841.

товъ, когда они опущены, лежитъ на насадкѣ, поддерживаемой рядомъ свай и удерживается въ этомъ положеніи пружиннымъ замкомъ. Когда хотятъ поднять эти щиты, отпираютъ замки полосой съ выступами, подобною той которая служитъ для опрокидыванія главныхъ щитовъ, и тогда обратные, или вспомогательные, щиты поднимаются дѣйствіемъ теченія и удерживаются въ вертикальномъ положеніи желѣзною цѣпкою, прикрѣпленною къ верхней ихъ части и къ сваѣ. Такъ какъ до тѣхъ поръ пока вода не дойдетъ до ихъ гребня флюдбетъ почти сухъ, то рабочій можетъ идти по нимъ и поднимать главные, или основные щиты одинъ за другимъ, дѣйствуя ихъ подкосомъ какъ рычагомъ. Когда главные щиты опять подняты и вода возвысится на столько что заполнить промежутокъ между ними и обратными, или вспомогательными щитами, послѣдніе легко опрокидываются и удерживаются въ лежащемъ положеніи своими замками.

По мнѣнію г. *Палибина* механизмъ этихъ щитовъ сложенъ и неудобенъ для сборки, потому что рабочіе должны ходить въ водѣ для поднятія и подпиранія щитовъ; а управленіе ими весьма затруднительно, потому что для закрыванія плотины, послѣ стока прибылыхъ водъ, нужно уловить настоящую минуту для поднятія вспомогательныхъ щитовъ. Если освободить ихъ слишкомъ рано, то быстро поднимающійся уровень воды можетъ возвыситься надъ гребнемъ ихъ прежде, нежели успѣютъ поднять всѣ главные подпорные щиты; если же уровень прибылыхъ водъ упадетъ внезапно до гребня флюдбета, тогда вспомогательные щиты не всплываютъ, а безъ помощи ихъ подъемъ главныхъ щитовъ противъ теченія крайне затруднителенъ. Притомъ условіе, что щиты эти должны быть легки для ручнаго подъема и что они поддерживаются однѣми лишь подпорками, заставляетъ ограничивать размѣры ихъ высотой 3 и не болѣе 4-хъ футовъ; а потому если требуется большее возвышеніе уровня, необходимо поднимать флюдбетъ выше обыкновеннаго уровня рѣки и тѣмъ образовать въ ложѣ ея порогъ, неудобный для судоходства, вредный для свободнаго протока водъ и опасный для устойчивости самаго сооруженія. А инженеръ *Дебовъ* замѣчаетъ, что вспомогательные щиты обыкновенно поднимаются водою съ такою быстротой и силой, что иногда обрываютъ цѣпи или вырываютъ удерживающіе ихъ пробои. Съ другой стороны, способъ освобожденія, или опрокидыванія щитовъ посредствомъ желѣзныхъ полосъ, проложенныхъ вдоль плотины и имѣющихъ точки приложенія силы по концамъ, у береговыхъ быковъ, — ограничиваетъ пролеты ея въ предѣлахъ не болѣе 20 или 22 саженой и обязываетъ поэтому ставить промежуточные быки во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ плотины должны имѣть отверстіе болѣе этихъ предѣловъ. А потому система эта не имѣла большихъ приложений и введена была на р. Иль и въ верховьяхъ Сены въ видѣ подвижныхъ надстроекъ къ существовавшимъ постояннымъ, каменнымъ водосливнымъ плотинамъ, въ видахъ увеличенія глубины рѣчныхъ быефовъ.

3) Система Тенара, соединенная г. Шануанъ съ системою Цуаре. Черт. LXXIX. Чтобы имѣть возможность придать болшую высоту плотинамъ, г. Ша-

нуань придумалъ соединить систему *Тенара* съ системою *Пуаре*; опытъ былъ произведенъ на верхней Сенѣ, гдѣ плотины должны быть высотой отъ 2 до 2,3 метра и гдѣ пороги ихъ опущены на 0,5 до 0,6 метра ниже меженнаго горизонта. Для опыта была выбрана плотина Монтеро, черт. LXXIX, и на ней устроено 10 щитовъ, высотой въ 2,15 метра и шириною въ 1,2 метра. Обратные же щиты *Менаже* замѣнены фермами системы *Пуаре*. Когда надобно затворить плотину, двое рабочихъ поднимаютъ фермы, накладываютъ помостъ и заставляютъ шандоры, для уничтоженія сопротивленія воды подъему щитовъ. Когда это сдѣлано, эти же рабочіе, съ помоста, захватываютъ крюкомъ кольцо, прикрѣпленное къ верхней части щита и приподнимаютъ его посредствомъ переноснаго воротка. Съ подъемомъ щита, поддерживающій его подкосъ поднимается концомъ по наклонной плоскости, въ уступъ которой онъ долженъ упираться, и дойдя до ея верху, падаетъ между уступомъ этой плоскости и полосою съ выступами и удерживается въ этомъ положеніи давленіемъ воды на щитъ. Когда всѣ щиты подняты, вода быстро поднимается между ними и шандорами; тогда рабочіе вынимаютъ послѣдніе, снимаютъ съ фермъ помостъ и опрокидываютъ фермы.

Полоса съ выступами, служащая для отпора щитовъ плотины, оканчивается зубчаткою, зацѣпляющеюся за зубцы механизма, приводимаго въ движеніе вододѣйствующимъ колесомъ. Механизмъ этотъ и русло, проводящее воду на колесо, заключены въ устоѣ плотины. Дно русла на 0,12 метр. (0,39 фут.) ниже уровня напора. Когда не ожидаютъ внезапныхъ паводковъ, можно закрыть входъ воды въ русло, проводящее воду на колесо, и плотина остается запертою цѣлые мѣсяцы. Въ противномъ случаѣ русло оставляется открытымъ; какъ только уровень воды въ рѣкѣ поднимется выше подпорнаго, вода входитъ въ русло, достигаетъ колеса, которое вращаясь, двигаетъ полосу съ выступами и опрокидываетъ щиты. Длина зубчатки на полосу такъ рассчитана, что когда всѣ щиты опрокинуты, полоса перестаетъ двигаться. Когда всѣ щиты легли, приводятъ полосу въ прежнее ея положеніе, давая обратное движеніе механизму и такимъ образомъ полоса опять готова для опусканія щитовъ, прежде нежели плотина заперта.

Но эта система имѣетъ то неудобство, что независимо отъ плотины, состоящей изъ щитовъ, необходимо еще имѣть плотину, состоящую изъ фермъ, чтобы имѣть возможность поднять щиты увеличеннаго размѣра, притомъ отпоръ и запоръ плотины не производятся со всею желаемою скоростію.

Черт. LXXXIII
и LXXXIV.

4) *Самодѣйствующія плотины изъ качающихся щитовъ* г. Шануаня. Эти плотины были изобрѣтены въ 1852 году, устройство ихъ таково, что для подъема щитовъ, несмотря ни на какую скорость течения, нѣтъ надобности предварительно уменьшать напоръ на нихъ запоромъ другой плотины и что они могутъ отпираться сами собой, безъ помощи вододѣйствующаго колеса и запираются точно также, когда горизонтъ воды понизится соответственнымъ образомъ.

Качающійся щитъ г. Шануаня состоитъ изъ брусчатой рамы, черт.

LXXXIII, обшитой толстыми досками. Щитъ этотъ упирается внизу въ порогъ флюдбета, а по срединѣ въ горизонтальную ось, поддерживаемую желѣзною рамою, нижніе концы которой вращаются въ подшипникахъ, укрѣпленныхъ въ порогѣ. Верхняя часть этой рамы подперта желѣзнымъ подкосомъ, упирающимся въ чугунную коробку вдѣланную въ флюдбетъ, точно такого же устройства какъ въ предыдущей плотинѣ. Каждый щитъ имѣетъ 2,5 метра высоты и 1,2 метра ширины.

Ось вращенія щита, составляющая верхнюю перекладину подпорной рамы, такъ расположена относительно площади щита, что моментъ давленія воды на нижнюю часть щита, относительно этой оси вращенія, нѣсколько болѣе, нежели моментъ давленія на верхнюю часть щита, относительно той же оси вращенія. Если ось вращенія помѣститъ на половинѣ высоты щита, то сумма моментовъ давленія воды на нижнюю часть будетъ болѣе суммы моментовъ давленія на верхнюю и тогда щитъ остается въ вертикальномъ положеніи, упираясь въ порогъ флюдбета и въ ось вращенія. Но если эта ось помѣщена ниже, напр. на одной трети высоты щита, то, когда уровень воды достигнетъ до его верхняго ребра, моменты верхней части будутъ больше моментовъ нижней и тогда щитъ повернется около оси, отрывая такимъ образомъ водѣ проходъ, величина котораго зависитъ отъ ширины щита.

По мѣрѣ пониженія горизонта воды, моменты нижней части все дѣлаются болѣе сравнительно съ моментами верхней и наконецъ сдѣлаются на столько больше, что щитъ самъ собою опять станетъ въ вертикальное положеніе и преградитъ проходъ водѣ. Чтобы совершенно опрокинуть щиты на флюдбетъ, служить такая же полоса съ выступами и зубчаткой, приводимая въ движеніе гидравлическимъ колесомъ, или багоръ прикрѣпленный на веревкѣ, посредствомъ котораго подкосы сдвигаются со своихъ упоровъ, скользятъ въ коробкахъ и ложатся на флюдбетъ; а тогда, не будучи подперта, откидывается давленіемъ воды и подпорная рама на своихъ шарнирахъ, вмѣстѣ съ прикрѣпленными къ ней щитами, которые ложатся ниже порога плотины.

Чтобы опять поднять щиты, опрокинутые такимъ образомъ совершенно на флюдбетъ, двое рабочихъ садятся въ судно и становятся съ нимъ выше щита, который нужно поднять, и возможно ближе къ нему. Для уравненія и причаливанія судна, служить канатъ съ узлами, отстоящими на ширину щита, конецъ котораго укрѣпленъ въ береговомъ устоѣ. На носу судна помѣщенъ отводный блокъ, а по срединѣ судна воротъ, на который навивается веревка съ крюкомъ, поднимающая щитъ. Одинъ рабочій захватываетъ крюкомъ багра за кольцо, прикрѣпленное къ нижней части щита, другой приводитъ въ движеніе воротъ, натягиваетъ веревку укрѣпленную у крюка багра и такимъ образомъ поднимаетъ щитъ. Вмѣстѣ съ щитомъ поднимается его подпорная рама, увлекаемая за собою и упорный подкосъ. Когда подпорная рама достигнетъ положенія, которое должна занимать, подкосъ пройдетъ наклонную плоскость, въ которую долженъ упираться, и падаетъ концомъ между нею и полосой съ выступами, производя стукъ, доказывающій, что онъ

сталъ на свое мѣсто; тогда движеніе подпорной рамы останавливается, и такъ какъ упоръ щита крѣпко установленъ, то отпускаютъ веревку и тогда нижняя часть щита опускается и становится упираясь въ порогъ плотины. Тормазъ, придѣланный къ вороту, умѣряетъ при этомъ скорость вращенія щита, которая, подѣ влияніемъ собственнаго вѣса и дѣйствія теченія, могла бы сдѣлаться слишкомъ значительною и произвести сильный ударъ нижнимъ краемъ щита о порогъ. Щиты г. *Шануана* были испытаны въ 1853 и 1854 годахъ въ плотинѣ близъ Монтеро и успѣхъ ихъ былъ таковъ, что рѣшились устроить плотину въ Конфланѣ, состоящую исключительно изъ такихъ щитовъ. Этотъ опытъ оправдалъ всѣ ожиданія, говоритъ г. *Глушинскій*, такъ что теперь для работъ, производящихся на верхней Сенѣ, исключительно приняты плотины этой системы и кажется имъ суждено вытѣснить изъ употребленія всѣ другія. Въ настоящее время (1866 годъ) окончено устройство 12-ти такихъ плотинъ на верхней Сенѣ и дѣйствіе ихъ оказалось на дѣлѣ вполне удовлетворительнымъ. Стоимость ихъ измѣнялась между 3500 и 4000 франковъ на погонный метръ.

Черт. LXXXIV.

Для судоходныхъ пролетовъ плотинъ, щиты г. *Шануана*, вслѣдствіе болѣешихъ размѣровъ, а главное, значительной высоты какую можно имъ придавать, представляютъ самую совершенную систему затворовъ; самодѣйствующіе же щиты, употребленные имъ для водосливовъ, оставляютъ нѣсколько желать. Поэтому для плотинъ, устраиваемыхъ на р. Марнѣ, послѣ устройства плотинъ на верхней Сенѣ, принята другая система. Судоходные пролеты въ этихъ плотинахъ запираются щитами г. *Шануана*, точно такого же устройства какъ и въ плотинахъ верхней Сены, которые мы описали выше; но водосливы запираются совершенно другимъ образомъ, по системѣ г. *Луиш-Дефонтена*, испытанной съ полнымъ успѣхомъ въ плотинѣ, устроенной близъ м. Дамери на р. Марнѣ.

Черт. LXXXI.

5) Система плотинъ *Луиш-Дефонтена* (*Louiche-Desfontaines*). Эти плотины состоятъ изъ подвижной и постоянной части. Постоянная часть состоитъ изъ каменнаго массива, поддержаннаго рядами свай; она вышается надъ низкимъ, или меженнымъ уровнемъ рѣки, на 0,89 метра (2,92 фут.). Ширина ея 1,815 метр. (5,97 фут.) и позади ея устроены сливной полъ длиною въ 4,5 метр. (14,76 фут.). Впереди плотины, между шпунтовымъ и первымъ свайнымъ рядами, сдѣлано углубленіе, имѣющее форму четверти круга, черт. LXXXI, въ которомъ помѣщаются барабаны, заключающіе въ себѣ подвижную часть плотины.

Ниже сливнаго пола, дно рѣки защищено площадкою изъ наиднаго камня, удерживаемаго свайными рядами, что было необходимо, такъ какъ вода переливаясь чрезъ плотину съ весьма значительною скоростію, производила бы на дно разрушительное дѣйствіе. Рѣчные береговые откосы, на 30 метровъ выше и ниже плотины, съ тою же цѣлю, вымощены камнемъ.

Черт. LXXXI.

Подвижная часть плотины состоитъ изъ 50 щитовъ, шириною каждый около метра (0,99 метр.). Щиты *A*, *A'* желѣзные, черт. LXXXI,

фиг. 694.
и 695.

они состоятъ изъ двухъ частей: верхней плоской A , высоту въ 0,85 метра, и нижней A' —криволинейной. Ось каждаго щита укрѣплена въ желѣзномъ барабанѣ такимъ образомъ, что плоская часть щита можетъ двигаться внѣ барабана, производя напоръ, тогда какъ криволинейная заключена внутри барабана, который снизу ограниченъ поверхностью, состоящею изъ соединенія вертикальныхъ плоскостей съ четвертью цилиндра. Каждый барабанъ, длиною въ одинъ метръ, ограниченъ съ боковъ вертикальными стѣнками, въ которыхъ сдѣланы отверстія O , O' , одно вертикальное, другое горизонтальное. Края отверстій снабжены закраинами M , M' , служащими для связи барабановъ между собою; такимъ образомъ внутри барабановъ, вдоль всей плотины, образуются два канала съ четырехугольнымъ сѣченіемъ. Для непроницаемости сопряженія двухъ смежныхъ барабановъ, между вышеупомянутыми закраинами M , M' , проложена кожа и закраины ихъ стянуты между собою болтами.

Сверху барабанъ ограниченъ крышкою, состоящею изъ трехъ частей: двухъ плоскихъ, горизонтальныхъ P' и P'' изъ котельнаго желѣза, соединенныхъ заклепками съ остальными частями барабана и третьей средней, чугунной P . Листы P' и P'' прикрѣплены болтами къ направляющимъ схваткамъ шпунтоваго ряда и насадкамъ свайнаго ряда. Часть P состоитъ изъ двухъ горизонтальныхъ плитъ лежащихъ въ одной плоскости съ листами P' и P'' и соединенныхъ цилиндромъ, пустымъ внутри, въ которомъ, какъ въ подшипникѣ, вращается ось щита A , A' . Плита P прикрѣплена болтами s , s , къ листамъ P' P'' ; въ ней придѣланы три кольца r , r , въ которыя продѣваются цѣпи; посредствомъ этихъ цѣпей, въ случаѣ, если нужно осмотрѣть внутреннюю часть барабана, можно, освободивъ болты s , s , приподнять плиту вмѣстѣ съ щитомъ.

Вращающійся около оси щитъ A , можетъ принимать два различныя положенія, вертикальное и горизонтальное. Въ первомъ случаѣ щитъ дѣйствуетъ какъ плотина, такъ какъ верхняя прямая его часть производитъ подпоръ; во второмъ случаѣ дѣйствіе щита прекращается и тогда остается только постоянная часть плотины. Щитъ принимаетъ эти два положенія вслѣдствіе давленія на него воды верхняго бьефа. Если вода входя въ барабанъ горизонтальнымъ отверстіемъ O , будетъ давить на верхнюю сторону криволинейной части щита, то часть A щита будетъ становиться вертикально; если же, на оборотъ, вода будетъ входить въ вертикальное отверстіе O' и давить на нижнюю сторону части щита A' , то часть A щита опустится и ляжетъ горизонтально. Крышкѣ барабана придана криволинейная форма для того, чтобы она, прикрывая лежащій горизонтально щитъ, защищала его отъ ударовъ плавающихъ тѣлъ. Одновременно съ давленіемъ воды верхняго бьефа, щитъ претерпѣваетъ и давленіе воды нижняго, такъ что приведеніе щита въ движеніе производится разностью давленій, соответствующихъ обоимъ горизонтамъ. Такъ какъ въ одной части барабана постоянно должна находиться вода верхняго, въ другой нижняго бьефовъ. То важно, чтобы эти части были отдѣлены возможно непроницаемымъ для воды образомъ. Съ этою цѣлью къ краю листа, образующаго бье-

нюю часть щита A' , прикрѣплена каучуковая лента, которая прижимаея, какъ къ стѣнкамъ барабана, такъ равно къ закраинамъ отверстія O' , въ которыя упирается щитъ, дѣлаетъ невозможнымъ просачиваніе воды.

Черт. LXXXI.

сир. 887.

Для спуска воды верхняго и нижняго бьефовъ въ обѣ, раздѣленные щитомъ A' , части барабана T и T' , служатъ проведенныя въ устоѣ и въ бьеѣ трубы R и R' (черт. LXXXI) сообщающіяся съ колодцами K и K' , изъ которыхъ первый соединенъ съ верхнимъ бьефомъ посредствомъ трубы C , а второй съ нижнимъ бьефомъ посредствомъ трубы C' . Щитовые краны d и d' служатъ по произволу для впуска въ трубы R и R' воды верхняго и нижняго бьефовъ и для прекращенія впуска. Если хотять установить щитъ A и слѣдовательно произвести подпоръ, то надобно впустить воду верхняго бьефа въ часть T , а нижняго — въ часть T' барабана. Для этого необходимо соединить трубу R съ колодцемъ RK и трубу R' съ колодцемъ $R'K'$. Поэтому открываютъ краны da и $d'b$ и закрываютъ краны db и $d'a$; втекающая вода давитъ на верхнюю сторону щита A' , превозмогаетъ давленіе на нижнюю его сторону и заставляетъ часть A' щита придти изъ положенія M въ положеніе M' , а часть A стать вертикально. Тогда плотина находится въ дѣйствиіи и производитъ напоръ.

Если наоборотъ, хотять опустить плотину, то надобно впустить воду верхняго бьефа въ часть T' и нижняго въ часть T барабана. Съ этой цѣлью открываютъ краны db и $d'a$ и закрываютъ краны da и $d'b$. Находящаяся въ части барабана T вода верхняго бьефа переходитъ посредствомъ трубы R въ колодець K' и опускается до горизонта нижняго бьефа, въ то же время вода верхняго бьефа входитъ посредствомъ трубы R' въ часть T барабана, давитъ на нижнюю сторону части A' щита и заставляетъ ее придти изъ положенія M' въ положеніе M , или лечь горизонтально, а тогда ляжетъ горизонтально и часть A щита, переставая производить подпоръ. Трубы C и C' снабжены снаружн рѣшетками, не допускающими входъ плавающихъ тѣлъ въ барабаны. Колодцы, трубы и краны находятся, какъ было сказано выше, въ устоѣ и бьеѣ, т.-е. на обоихъ концахъ плотины. Но обыкновенно употребляютъ только трубы устоя или трубы бьега; а тѣ и другія вмѣстѣ только въ случаѣ, когда хотять впустить въ барабаны разомъ большее количество воды, для болѣе скорого подъема щитовъ, или если хотять очистить барабаны отъ могущаго находиться въ нихъ песка.

Для этой послѣдней цѣли впускаютъ чрезъ устой воду верхняго бьефа разомъ въ обѣ части барабана и выпускаютъ ее чрезъ бьеѣ, или наоборотъ. Давленіе, происходящее отъ разности горизонтовъ, прогоняетъ съ большою скоростью воду сквозь барабаны и заставляетъ ее увлекать съ собою песокъ. Для этого на устоѣ открываютъ краны da и db , закрывая $d'a$ и $d'b$ и дѣлаютъ обратное на бьеѣ. Щитовые краны закрывающіе трубы, устроены совершенно также, какъ краны водопроводныхъ трубъ.

При этой системѣ устройства плотинъ, необходима нижняя постоянная часть, потому что только, происходящее отъ разности горизонтовъ выше и ниже плотины, давленіе воды на щиты внутри барабана, производитъ ихъ подъемъ, а слѣдовательно и подпоръ. Поэтому эта система представляетъ соединеніе постоянной и разборчатой плотины, или *водосливъ съ переменнѣйшей высотой порога*. Поднятіе и опусканіе щитовъ производится съ берега, простымъ открываніемъ и закрываніемъ краповъ, и это обстоятельство даетъ этой системѣ значительное преимущество передъ системою *Пуаре*, установка которой гораздо затруднительнѣе, продолжительнѣе и представляетъ даже нѣкоторую опасность для рабочихъ. Щиты въ системѣ *Дефонтена* опускаются въ 1½ минуты и поднимаются въ 4½ минуты, такъ что весь маневръ спуска и подъема щитовъ производится въ 6 минутъ. Стопмость устройства погоннаго метра этой плотины составляетъ 1230 франковъ, не считая быка и укрѣпленія дна и 1740 франковъ, принимая все въ расчетъ. Сравнивая эту систему съ качающимися щитами г. *Шануана*, нельзя не замѣтить, говоритъ г. *Глушинскій*, что послѣдніе могутъ быть сдѣланы большихъ размѣровъ и выдерживать большій напоръ, что представляетъ важное ихъ преимущество, въ особенности для судоходныхъ пролетовъ, или спусковъ плотинъ. Напротивъ, для водосливовъ, которыхъ порогъ бываетъ поднятъ гораздо выше, и въ которыхъ слѣдовательно щиты должны выдерживать значительно меньшій напоръ, система г. *Дефонтена* имѣетъ то неоспоримое преимущество, что она дешевле, что опущенные щиты предохранены отъ ударовъ плавающихъ тѣлъ, между тѣмъ какъ въ плотинѣ *Шануана*, оставаясь въ равновѣсіи на рамѣ, они подвержены этимъ ударамъ, которыми легко могутъ быть повреждены. Наконецъ для совершеннаго опусканія и установки вновь щитовъ *Шануана*, требуется гораздо болѣе времени и усилія, нежели для опусканія и подъема щитовъ системы *Дефонтена*. Поэтому соединеніе двухъ этихъ системъ, одной — для закрыванія судоходныхъ спусковъ, и другой на гребнѣ водосливныхъ плотинъ, какъ это сдѣлано въ Марнскихъ плотинахъ, совершенно рационально.

6) *Американская система*. Говоря о плотинахъ г. *Дефонтена*, Черт. LXXXII. слѣдуетъ упомянуть, замѣчаетъ г. *Глушинскій*, о другой системѣ, уже давно испробованной въ Америкѣ, и которая представляетъ съ первою то сходство, что въ ней также пользуются попеременно давленіемъ воды верхняго и нижняго бьефовъ, для образованія или для уничтоженія подпора. Система эта состоитъ въ слѣдующемъ: между двумя быками, или устоями, устроенъ каменный флюдбетъ, *a, a*, Черт. LXXXII; къ флюдбету прикрѣплены, посредствомъ шарнировъ, два деревянныхъ полотна *b, b*, составляющія подвижную часть плотины. Будучи опущены, полотна ложатся въ нарочно для этого сдѣланное углубленіе флюдбета, не представляя надъ нимъ никакого выступа.

Въ одномъ изъ быковъ *d*, устроенъ колодезь *e*, дно котораго находится на одной высотѣ съ дномъ выемки *c, c*, назначенной для

принятія полотень. Колодець сообщается съ верхнимъ и нижнимъ бьефами каналами f и g и съ выемкою c , c , короткимъ каналомъ h .

Каналы f и g закрываются щитами i и k , приводимыми въ движеніе посредствомъ весьма простаго механизма, устроеннаго такимъ образомъ, что когда одинъ щитъ поднимается, другой, въ то же время, опускается. Для подъема полотень достаточно приподнять щитъ i , опускаемая въ то же время щитъ k . Такъ какъ горизонтъ воды съ верхней стороны плотины выше чѣмъ горизонтъ воды съ нижней, то вода верхняго бьефа входитъ въ колодець и изъ него, посредствомъ отверстія h , проходитъ подъ полотна, приподнимаетъ ихъ и заставляетъ принять положеніе, показанное на черт. LXXXII. Дальнѣйшій подъемъ полотень предупреждается сдѣланными въ стѣнахъ быковъ выступами, а равно планкою l , придѣланною къ нижней части полотна большаго щита. Нельзя допустить, чтобы полотна стали вертикально, такъ какъ въ этомъ случаѣ невозможно было бы ихъ опустить.

Чтобы опустить полотна, или открыть плотину, открываютъ щитъ k , закрывая щитъ i ; тогда вода, поддерживающая полотна, вытекаетъ отверстіемъ h въ колодець, а изъ него каналомъ g въ нижній бьефъ; и полотна опускаются, какъ отъ собственной тяжести, такъ и вслѣдствіе давленія переливающейся черезъ нихъ воды.

Въ рѣкахъ съ слабымъ паденіемъ, гдѣ скорость теченія недостаточна для подъема полотень, прибавляютъ выше плотины небольшіе щиты m ; поднявъ ихъ, образуютъ небольшой подпоръ, и когда вслѣдствіе того полотна будутъ приподняты, тотчасъ опускаютъ эти щиты.

По этой системѣ, кромѣ нѣсколькихъ плотинъ устроенныхъ на р. Леи (Lehigh) въ Пенсильваніи, устроена плотина на р. Энцъ близъ Безигтейма въ Бюртембергѣ и плотина Нёвиль (de la Neuville) на р. Марнѣ во Франціи.

Устройство этихъ плотинъ чрезвычайно просто и не дорого; онѣ могутъ выдерживать весьма значительные напоры, до 9 метровъ (29,52 фут.) или около 30 футовъ, но за то имъ не можетъ быть дана значительная длина, а именно не болѣе 10 метровъ, или около 33 фут. Поэтому, при нѣсколько значительной ширинѣ рѣки, требуя устройства многихъ промежуточныхъ быковъ, онѣ дѣлаются уже менѣе выгодными, сравнительно съ другими системами.

Черт. LXXXII.

7. Система Буле (Boulé). Эта система недавно изобрѣтенная и примененная инженеромъ Буле, завѣдующимъ судоходствомъ на р. Сенъ выше Парижа, служитъ для большихъ подъемовъ воды. Система эта, говоритъ Буле, состоитъ изъ частей самыхъ простыхъ и давно извѣстныхъ: изъ фермъ Пуаре, и обыкновенныхъ щитовъ, черт. LXXXII. Щиты движутся вертикально между двумя смежными фермами, какъ въ обыкновенныхъ плотинахъ между щитовыми стойками. Они также дѣйствуютъ посредствомъ вѣрота (въ видѣ легкаго крана (grue)), передвигающагося по переходному мостику лежащему на фермахъ.

По его мнѣнію, изъ всѣхъ частей входящихъ въ устройство различныхъ разборчатыхъ плотинъ, фермы Пуаре представляютъ наиболѣе

преимущество и наименѣе неудобствъ. Составляя собою упоръ для водоподпорнаго полотна, онѣ поддерживаютъ еще переходный мостикъ, весьма важный для управления плотиной, а не только для прохода, какой бы системы ни была плотина; существованіе этого мостика дозволяетъ вынимать изъ воды всѣ механизмы и не оставлять подъ водою легко портящіяся части, требующія исправленій.

Напротивъ, спицы, или взрѣзанные шандоры въ плотинахъ *Пуаре*, представляютъ многія и извѣстныя неудобства: только въ зависимости отъ нихъ нельзя было дѣлать большихъ подъемовъ воды; ихъ употребленіе вызвало устройство длиннаго и дорого стоящаго водослива около разборчатой части плотины; наконецъ, съвозъ вертикальные шандоры теряетъ очень много воды. Только чтобы избѣжать этихъ неудобствъ, придумывали разныя системы вращающихся щитовъ, которые имѣютъ свои недостатки; и замѣчательно, что для устраненія этихъ неудобствъ, прибѣгали къ тѣмъ же фермамъ *Пуаре* и такимъ образомъ дѣлали двойную плотину вмѣсто одной. Эти обстоятельства привели *Буле* къ мысли, примѣнить простые щиты къ фермамъ *Пуаре*. Каждый щитъ въ его системѣ поднимается отдѣльно и послѣдовательно и переносится въ мѣсто склада, какъ и спицы, или шандоры; одинъ небольшой, подвижной кранъ движется по мостику для подъема всѣхъ щитовъ. Этотъ мостикъ можетъ быть поставленъ на произвольной высотѣ, такъ какъ не нужно болѣе стѣсняться шандорами.

Разстояніе между фермами оставлено имъ тоже около одного метра; вся высота отверстія между двумя фермами закрывается не однимъ щитомъ, который былъ бы слишкомъ тяжелъ для подъема, но нѣсколькими ярусами щитовъ, имѣющими каждый около одного метра высоты.

Чтобы открыть плотину, сначала поднимаютъ одинъ за другимъ всѣ щиты верхняго яруса, потомъ слѣдующаго яруса; въ промежуткѣ этого времени, разница горизонтовъ верхней и нижней воды уже сдѣлается менѣе, и второй ярусъ щитовъ потребуетъ для поднятія почти не большаго усилія чѣмъ первый. Напоръ почти уничтожится когда перейдутъ къ подъему щитовъ самаго нижняго яруса. Во всякомъ случаѣ эта подымка щитовъ будетъ производиться мало по малу, смотря по измѣненію притока; щитами можно совершенно хорошо регулировать верхній уровень. Невозможно опасаться чтобы быстрый наводонокъ поднималъ воду выше мостика, какъ это случилось два раза въ плотинѣ Сюрень въ 1873 году; здѣсь мостикъ поставленъ достаточно высоко чтобы имѣть время поднять щиты.

Щиты *Шануаня*, по мнѣнію *Буле*, неудобны именно тѣмъ, что быстро открываются; въ нѣсколько минутъ можно открыть или закрыть весь судоходный проходъ; но чрезъ это образуется въ нижнемъ бьефѣ, или искусственный, наводнительный потокъ, очень опасный, или разомъ очень обмелеетъ нижній бьефъ. Слишкомъ быстрое открываніе и запираніе плотинъ сдѣлалось бесполезнымъ, когда непрерывное судоходство замѣнилось, чрезъ канализацію рѣкъ плотинами, судоходствомъ шлюзовымъ. Плотина щитовая, съ фермами, позволяетъ придти къ тому же

результату, какъ еслибы въ водосливной плотинѣ можно было достигнуть послѣдовательнаго пониженія порога, по мѣрѣ увеличенія притока. Плотина съ подвижнымъ порогомъ есть дѣйствительно то желаемое усовершенствованіе въ плотинахъ, на которое уже давно указывалъ Совѣтъ Путей Сообщенія (французскій). Это усовершенствованіе самымъ простымъ образомъ осуществляется въ плотинѣ г. *Буле*, которая позволяетъ измѣнять величину истока по произволу, смотря по притоку рѣки, и которая позволяетъ это дѣлать при всякомъ напорѣ. Въ этой плотинѣ всегда можетъ быть допущенъ переливающаяся слой, который подержитъ въ верхнемъ бѣфѣ поверхностное теченіе, увлекающее плавающие предметы; почему устраняется необходимость устройства постоянного водослива, присоединяемаго къ разборчатой части съ вертикальными шандорами. Переливъ чрезъ щиты не будетъ прерывчатымъ, по постояннымъ; а чрезъ это можно удерживать постояннымъ и уровень верхняго бѣфа, что облегчаетъ возможность пользоваться механическимъ вододѣйствіемъ при этихъ плотинахъ, какъ при створчатыхъ. Наконецъ при этомъ устройствѣ всегда легко опредѣлять объемъ воды протекающей въ рѣкѣ. Такъ какъ щиты должны быть убираемы во время обыкновенныхъ разливовъ, то этимъ временемъ можно пользоваться для ихъ исправленія и осмолки, чего нельзя дѣлать съ щитами *Шануаня*, которые всегда находятся въ водѣ.

Система *Буле* была примѣнена въ спускѣ, или проходѣ, Port-à-l'anglais; фермы имѣютъ 4,75 метровъ высоты, 3,10 метра ширины въ основаніи и 1,20 метр. въ верхнемъ гребнѣ (т.-е. 15,58 ф., 10,17 ф. и 3,94 фут.); онѣ поставлены въ разстояніи 1,10 метр. (3,51 фут.) ось отъ оси. Каждое отверстіе запирается тремя щитами, поставленными одинъ на другой, или въ три яруса: щиты дубовые, въ 1,08 метр. (3,54 ф.) шириною и 1,30 метр. (4,26 фут.) высотой; щиты трехъ ярусовъ занимаютъ надъ порогомъ высоту въ 3,9 метра (12,89 фут.) и превышаютъ предѣльный подпоръ на 0,1 метръ (0,33 фут.).

Погонный метръ этой плотины, при подъемѣ воды на 4 метра, обошелся около 3650 франковъ, тогда какъ проходъ, огражденный щитами *Шануаня*, при подъемѣ воды только на 3 метра, стоилъ 3070 франк. Чтобы поднять одинъ щитъ верхняго яруса, нужно 2 — 3 минуты времени, средняго яруса отъ 5 — 6 минутъ и нижняго — отъ 8 — 10 минутъ. Конечно, обыкновенная подымка щитовъ, для выпуска того же количества воды, здѣсь дѣлается медленнѣе чѣмъ при вертикальныхъ шандорахъ, но если бы это было необходимо, то ее всегда можно ускорить¹⁾.

Мы не будемъ приводить здѣсь описанія плотины системы *Цуаре* сына, составляющей водосливъ съ подвижнымъ порогомъ, устроенной

¹⁾ Предыдущія описанія разборчатыхъ плотинъ замѣтованы нами изъ статьи г. *Паллиана* „Рѣчныя подпорныя плотины“. Журн. Пут. Сообщ. 1850. т. XII; статей г. *Годвинскаго* о разборчатыхъ плотинахъ, въ Журн. Пут. Сообщ. 1861. т. XXXV и 1866 г. кн. V за Сентябрь и Октябрь того же журнала; а также изъ обширнаго сочиненія *Manuel de l'ingenieur*, par A. Debaux. Paris. 1878.

для Монетнаго двора въ Парижѣ, на рукавѣ р. Сены, въ 1853 году, по ея сложности и дороговизнѣ; системы разборчатой плотины инженера *Кранца*, основанной на подъемной силѣ воды пустаго ящика, или понтона, вращающагося на шарнирѣ и къ которому, также на шарнирахъ, прикрѣплены вращающійся щитъ; системы *Жирара*, въ которой щиты поднимаются и опускаются помощію гидравлическихъ прессовъ; системъ *Фурнейрона*, *Сарториса* и другихъ, которыя не имѣли еще практическаго примѣненія. Но скажемъ лишь нѣсколько словъ о самодействующихъ щитахъ, которые могутъ имѣть примѣненіе и въ створчатыхъ плотинахъ.

Самодѣйствующій щитъ Шобара (Chaubard). Неудобство обыкновенныхъ щитовъ, не действующихъ автоматически, заключается въ томъ, что когда случается быстрый паводокъ и въ особенности, когда вода вдругъ прибудетъ ночью, щиты или вовсе не поднимаютъ или поднимаютъ уже поздно и постоянство уровня, необходимое для механическаго вододѣйствія, не обезпечено. А потому многіе изобрѣтатели придумывали дѣлать щиты автоматически, т.-е. чтобы они давали въ каждое мгновеніе такое отверстіе для выхода воды, которое поддерживало бы въ прудѣ уровень воды на одной постоянной высотѣ; или, чтобы они выпускали въ отверстіе всегда одинаковый объемъ воды при всякомъ возвышеніи уровня. Между самодействующими щитами наиболѣе известна система щитовъ *Шобара*. Есть два рода щитовъ *Шобара*: одинъ, который назначается для поддержанія постояннаго уровня въ прудѣ, или въ верхнемъ бѣефѣ канала, чрезъ выпускъ неодинаковаго объема воды; а другой, напротивъ, долженъ давать постоянный объемъ, не смотря на измѣненія уровня въ запрудѣ. Изложеніе теоріи устройства подобныхъ щитовъ можно найти въ цитированномъ нами уже не разъ сочиненіи инженера *Дебова* (Debauve). Черт. LXXXIII.
фиг. 698.

Ренкинъ такимъ образомъ описываетъ щитъ *Шобара* перваго рода: *AB* есть щитъ представленный закрытымъ, ребро его *A* у выснаго горизонта воды; щитъ поддерживается двумя чугунными секторами *E*, лежащими на горизонтальной платформѣ *FG*; на окружности каждаго сектора есть жолобъ, въ которомъ лежитъ цѣпь, укрѣпленная однимъ концомъ къ платформѣ въ *F*, а другимъ къ самому сектору въ *H*; эта цѣпь препятствуетъ движенію щита впередъ отъ давленія воды. Когда горизонтъ воды доходитъ до *A*, тогда центръ давленія ея (щитъ прямоугольный) падаетъ въ *C*; на двухъ третяхъ глубины. Если проведемъ изъ *C* перпендикуляръ къ плоскости щита *AB*, то онъ пересѣчетъ ось цѣпи въ *D*. Секторъ и платформа должны быть такъ расположены, чтобы точки ихъ прикосновенія были отвѣсно подъ *D*, тогда сопротивленіе цѣпи и платформы будутъ прямо противоположны давленію воды и его уравновѣсятъ. При возвышеніи воды надъ точкою *A*, она станетъ переливаться, центръ давленія поднимется выше *C*, сила и сопротивленіе перестанутъ быть прямо противоположны, щитъ приметъ другое положеніе равновѣсія, откачнувшись на секторахъ, причемъ не только ребро *A* понизится, но и ребро *B* поднимется, такъ что прѣ-

фиг. 698

щадь открытая для выхода воды будетъ гораздо болѣе той, какъ если бы она переливалась только чрезъ щитъ. При пониженіи горизонта, вслѣдствіе стока излишней воды, центръ давленія *C* опустится ниже и щитъ приподнимется.

Черт. LXXXIII.
: и г. 699.

Иногда пользуются подъемною силою плота, или поплавка, который поднимаясь или опускаясь съ возвышеніемъ или пониженіемъ уровня, можетъ закрывать или открывать щитъ. Такъ напр. для регулированія уровней верхняго и нижняго бьефовъ въ каналахъ, *Вейсбахъ* приводитъ слѣдующій способъ этого регулированія помощію плота, или поплавка. Щитъ *A* управляетъ истокомъ воды изъ *B* въ *C*; онъ прикрѣпленъ къ рычагу *EF*, вращающемуся около оси *D* и соединенному съ поплавкомъ, или плотомъ *SS*, плавающимъ на поверхности воды въ каналѣ *CC*. При поднятіи уровня воды *CC*, поплавокъ *SS* тоже поднимается и при этомъ опускаетъ щитъ *A*; съ пониженіемъ же уровня въ *CC*, щитъ *A* поднимается, потому что поплавокъ будетъ опускаться. Въ первомъ случаѣ расходъ воды чрезъ щитовое отверстіе уменьшится, а во второмъ увеличится; такимъ образомъ потребное количество притекающей воды будетъ уравниваться притомъ. Чтобы поплавокъ *SS* могъ подниматься въ то время когда щитъ *A* закрытъ, что можетъ встрѣтиться, напр. въ случаѣ проливныхъ дождей, стержень скрѣпляющій поплавокъ съ рычагомъ *EF*, пропущенъ сквозъ голову его и соединяется въ *K* съ рычагомъ *FH*, нагруженнымъ грузомъ *G* соответственнымъ вѣсу поплавка.

77. Отзывы французскихъ инженеровъ о разныхъ системахъ разборчатыхъ плотинъ.—Изъ всѣхъ вышеописанныхъ системъ разборчатыхъ плотинъ, двѣ системы имѣютъ наибольшее распространеніе: система *Нуаре*, съ фермами и вертикальными шандорами и система *Шануаня*, изъ усовершенствованныхъ имъ подвижныхъ щитовъ. Обѣ системы оказали большія услуги дѣлу канализаціи рѣкъ, что уже доказываетъ ихъ серьезныя качества. Система *Шануаня*, какъ кажется, болѣе соответствуетъ рѣкамъ быстрымъ, съ большими и скорыми разливами; система же *Нуаре* болѣе примѣнима къ рѣкамъ измѣняющимъ медленно и постепенно объемъ протекающей въ нихъ воды, слѣдовательно къ рѣкамъ спокойнымъ, не имѣющимъ быстро находящихъ паводковъ. Однако теперь, для большихъ французскихъ рѣкъ, снабженныхъ телеграфными проводами, соединяющими между собою всѣ смежныя плотины, необходимость быстрого разбора плотинъ дѣлается менѣе ощутительною; даже на рѣкахъ съ быстрыми разливами, о паводкахъ извѣщаютъ на столько заблаговременно, что всегда есть время открыть для нихъ значительный проходъ. Такъ что въ настоящее время нельзя еще безусловно остановиться на выборѣ той или другой системы, а потому не безынтересны отзывы о нихъ практическихъ французскихъ инженеровъ, хотя нужно замѣтить, они довольно противорѣчивы.

Такъ въ сравнительномъ очеркѣ различныхъ системъ разборчатыхъ плотинъ, напечатанномъ въ „Annales des ponts et chaussées 1866, инженеръ *Лапренъ* (*Laprené*) приходитъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

плотины изъ фермъ и вертикальныхъ шандоровъ имѣють, по его мнѣнію, различныя неудобства: 1) когда напоръ превышаетъ 2,5 метра, шандоры дѣлаются тяжелы и неудобны для дѣйствія; шандоръ въ 4 метра длиною и въ 0,08 метр. (около 3 д.) въ боку квадратнаго сѣченія, сухой вѣситъ 9 килограм. (около 22 фунт.) и 13,33 килограм. (около 32,5 фунт.) когда онъ будетъ въ водѣ; 2) подниманіе и установка шандоровъ опасны для рабочихъ находящихся на мостикѣ и эта опасность увеличивается съ увеличеніемъ тяжести шандоровъ и съ возвышеніемъ подъема воды; 3) щели между шандорами даютъ сильныя токи воды, которые производятъ вымоя ниже плотины; 4) чтобы удержать подпоръ и избѣжать затопленія шандоровъ, необходимо, въ извѣстное время, постоянное и усиленное наблюденіе со стороны прислуги; 5) высокія фермы трудно опрокидывать и не всегда можно убѣдиться легли ли онѣ хорошо на дно; 6) шандоры останавливая собою плавающія тѣла, могутъ развить вредныя испаренія.

Сравнительно съ этими недостатками системы *Пуаре*, *Ларене* указываетъ на слѣдующія преимущества подвижныхъ щитовъ *Шануаня*: 1) ручная работа здѣсь ограничивается передачею движенія зубчатой системѣ, что позволяетъ увеличить усиліе, слѣдовательно высоту напора въ большей степени; 2) во время открытія прохода, рабочій остается на берегу, во время поднятія щитовъ—въ прочной лодкѣ, поэтому онъ не подвергается никакой опасности; 3) управленіе уровнемъ дѣлается автоматически щитами водослива; они удалены отъ спуска и слѣдовательно не производятъ опасныхъ теченій для судовъ входящихъ въ спускъ; 4) вымоя концентрируются только ниже водослива, гдѣ укрѣпленіемъ дна можно ихъ предотвратить; 5) исправленія, требуемыя щитами, рѣдки и производятся легко, щиты ложатся совершенно на флюдбетъ и не представляютъ препятствія для прохода разливныхъ водъ; 6) наконецъ судоходный спускъ можетъ быть быстро открытъ, что представляетъ большое удобство при шлюзовомъ судоходствѣ.

Въ замѣткѣ напечатанной въ 1867 г., генераль-инспекторъ Путьей Сообщенія *Камбуза* (*Kambuzat*), осматривавшій плотины на р. Іоннѣ, изъ которыхъ нѣкоторыя шандорныя системы *Пуаре*, а другія изъ подвижныхъ щитовъ *Шануаня*, приводитъ, что нѣсколько разъ полосы съ выступами и подпорки ломались; что камень или кусокъ дерева, попавшій подъ передвижную полосу или въ слизы подпоровъ, останавливали опусканіе одного или нѣсколькихъ щитовъ; когда эти порчи случались днемъ, проходъ судовъ происходилъ съвозъ шлюзовые спуски, если выпуски воды не обмеляли уровня; но когда поломки или поврежденія происходили ночью, то выпускъ воды былъ потерянъ для судоходства. Повторяемый выпускъ воды, въ плотинахъ съ подвижными щитами *Шануаня*, производитъ ниже плотины сильныя вымоя, которые достигаютъ глубины 4 и 5 метровъ въ гравелистомъ и мѣловомъ днѣ; вымоя происходятъ ниже спусковъ и мало замѣтны ниже водосливовъ. Эти неудобства не происходили бы при непрерывномъ судоходствѣ, но онѣ неизбѣжны при судоходствѣ съ выпускомъ воды, при которомъ

проходъ, или спускъ, открываемый въ двѣ минуты, низвергаетъ внизъ огромную массу воды. Открытіе спуска въ плотинѣ съ фермами *Пуаре* не такъ быстро, поэтому масса и скорость вытекающей воды не такъ значительны, а потому и вымпон при нихъ меньше. При фермахъ *Пуаре* дѣйствительно представляется опасность для рабочихъ, говоритъ г. *Камбюза*, которые открываютъ ихъ во время дождя, мороза или паводка и въ ночное время, тогда какъ плотины съ подвижными щитами не представляютъ этой опасности. Онъ никогда не замѣчалъ, чтобы шандоры, останавливающіе плывущія тѣла, причиняли бы на р. *Юннѣ* какую-нибудь порчу воздуха или воды.

Въ 1868 г. инженеръ *Сентъ-Ивъ* (*Sent-Yves*) сдѣлалъ сравнительный обзоръ разборчатыхъ плотинъ и старался доказать, что плотины системы *Пуаре*, на нижней *Сенѣ*, не представляютъ неудобствъ, указываемыхъ г. *Лаурене*.

Сначала подъема воды были невелики, говоритъ г. *Сентъ-Ивъ*, и можно было давать фермамъ бóльшую высоту противъ необходимой и увеличивать безъ неудобствъ наибольшій напоръ; около разборчатой части находилась постоянная водосливная плотина, гребень которой былъ почти на уровнѣ верхняго бѣефа, и которая служила для пропуска проходящихъ паводковъ. Но когда напоры стали достигать 3 метровъ, нужно было ограничить высоту фермъ высотой самаго подъема воды, такъ какъ тогда необходимо было не переходить за установленный уровень подъема. Постоянный водосливъ, доходившій до высоты определеннаго (установленнаго требованіями судоходства) напора, нужно было отстранить и замѣнить водосливомъ изъ подвижныхъ щитовъ весьма чувствительныхъ. Этого рода водосливы представляютъ огромное значеніе въ большихъ плотинахъ съ фермами и вертикальными шандорами.

По *Сентъ-Иву*, вниманіе и установка шандоровъ сосновыхъ въ 4 метр. длины и въ 0,08 метр. въ квадратн. сѣченіи, которые вѣсятъ отъ 12 до 15 килограм., смотря по роду сосны, дѣлаются безъ затрудненія и безъ опасности для рабочихъ нѣсколько привыкшихъ къ дѣлу; ширина мостика на фермахъ, на нижней *Сенѣ*, увеличена съ 0,6 метр. до 0,9 метр. и не слышно ни объ одномъ несчастномъ случаѣ; работа на подобномъ мостикѣ не должна быть болѣе опасна, чѣмъ работа на лодкѣ; ночная работа случается очень рѣдко на нижней *Сенѣ*; она можетъ встрѣтиться только вслѣдствіе спуска выше лежащей плотины; по постановленія запрещаютъ это дѣлать, безъ предваренія завѣдующихъ выше и ниже лежащими плотинами.

Плотина ставится обыкновенно противъ середины или противъ нижняго конца шлюзового спуска, т.-е. въ разстояніи 70 или 140 метровъ отъ входа въ спускъ, и никогда не случалось, чтобы разборка шандоровъ съ нѣсколькихъ фермъ произвела бы такое сильное теченіе, которое помѣшало бы судну войти въ шлюзовую спускъ. Выемка шандоровъ дѣлается постепенно, каждый разъ на длинѣ одного пролета, а потому вода не выходитъ сразу большими массами и потому не дѣлаетъ вымоевъ.

Вниманіе самыхъ высокихъ шандоровъ производится легко двумя

рабочими, при помощи багра; прежнія цѣпочки уничтожили, такъ какъ онѣ иногда мѣшали полному опрокидыванію фермъ. Зараженіе воды или воздуха, при этой системѣ, такое же, какое свойственно всѣмъ плотинамъ; если приплываетъ трупъ какого либо издохшаго животнаго, то стоитъ только поднять нѣсколько шандоровъ, чтобы пропустить его далѣе.

По *Сентъ-Иву*, гораздо опаснѣе для рабочихъ дѣйствовать на лодкѣ въ системѣ *Шануаня*, чѣмъ съ мостика *Пуаре*, когда онъ шириною въ 0,9 метр.; когда въ рѣкѣ воды мало и ее желаютъ беречь, то въ щитахъ *Шануаня* приходится закрывать щели въ 0,1 метра между щитами; закрывающія планки имѣютъ сѣченіе по крайней мѣрѣ въ 0,15 метр. и выходятъ тяжелѣе обыкновенныхъ спиць; прикладывать и отнимать ихъ приходится съ лодки. Щиты водослива недостаточно чувствительны и не поднимаются сами, когда это необходимо для поддержанія высоты уровня; что касается до опасенія ударовъ о щиты судовъ и плывущихъ тѣлъ, то едва ли щиты *Шануаня* не болѣе подвержены этимъ ударамъ чѣмъ *Пуаре*, которыя укладываются на флюдбетъ въ углубленіе, отъ 0,30 до 0,35 метр., тогда какъ щиты *Шануаня* лежатъ наравнѣ съ порогомъ. Легкость исправленія щитовъ *Шануаня* сомнительна, такъ какъ дѣлается съ помощію лодки или водолазнаго прибора (*scarphandre*), тогда какъ съ мостика всѣ необходимыя исправленія дѣлаются удобно.

Сентъ-Ивъ признаетъ за щитами *Шануаня* важное удобство — именно, что суда могутъ идти черезъ нихъ, при полномъ открытіи (т.-е. при опрокидываніи всего щита), не входя въ шлюзовыи спускъ.

Что касается до подвижныхъ щитовъ *Дефонтена*, то необходимость углубляться барабанами въ флюдбетъ, на глубину почти въ $1\frac{1}{2}$ раза ббльшую противъ высоты подпора даваемого щитомъ, отнимаетъ у этихъ щитовъ, по мнѣнію *Сентъ-Ива*, право на признаніе ихъ особою системою плотинъ; но достигнутые до сихъ поръ этими щитами результаты, дозволяютъ разсматривать ихъ какъ лучшую, наиболѣе удобную и наиболѣе надежную изъ всѣхъ системъ щитовъ для гребней водосливовъ. Посредствомъ поплавковъ, эту систему легко сдѣлать самодѣйствующею, но во всѣхъ случаяхъ, гдѣ это самодѣйствіе безусловно не требуется, принятая система ихъ затвора и открыванія, посредствомъ крановъ или подъемныхъ щитовъ въ колодцахъ, должна быть предпочитаема.

Инженеръ *Кранцъ* дѣлаетъ слѣдующую оцѣнку системъ разборчатыхъ плотинъ: существенный характеръ подвижныхъ, или разборчатыхъ плотинъ — это устраняться, или исчезать (*s'effacer*) совершенно или частію въ извѣстныхъ требуемыхъ случаяхъ. Эта подвижность, или исчезновеніе въ рѣкѣ частей, составляющихъ плотину, есть капитальное условіе для улучшенія въ судоходномъ отношеніи нѣкоторыхъ рѣкъ, въ особенности тѣхъ, которыя текутъ въ низменныхъ берегахъ. Важность разборчатыхъ плотинъ увеличивается вмѣстѣ съ развитіемъ рѣчнаго судоходства, такъ что въ настоящее время, изъ вопросовъ встрѣчающихся въ водяныхъ сообщеніяхъ, разборчатая плотина возбуждаютъ наибольшій интересъ.

Въ тѣхъ условіяхъ высоты подъема, въ которыхъ ихъ употребляютъ на нижней *Сенѣ*, плотины *Пуаре*, по мнѣнію *Кранца*, пред-

ставляютъ слѣдующія неудобства: 1) подъемка фермъ затруднительна; 2) выниманіе и установка вертикальныхъ шандоровъ еще затруднительнѣе и если еще увеличить подъемъ воды, то эти выниманіе и установка сдѣлаются невозможными; 3) плотина *Пуаре* требуетъ постоянной работы, всегда трудной и иногда опасной; 4) она мало сопротивляется ударамъ плавающихъ тѣлъ; 5) она слишкомъ много пропускаетъ воды (иногда чуть не весь меженный притокъ, по мнѣнію *Сентъ-Ива*) и потому ненадежно удерживаетъ необходимый уровень бьефа.

Можно, говорить *Кранцъ*, уничтожить часть этихъ недостатковъ, замѣнивъ вертикальные шандоры щитами, прикрѣпленными къ фермамъ, и дѣйствующими автоматически подъ вліяніемъ напора. Но при этомъ всетаки остается, въ той же степени, трудность подъема фермъ, который долженъ производиться ручной работой, безъ всякаго содѣйствія силы развиваемой паденіемъ воды.

Система главныхъ и вспомогательныхъ щитовъ *Тенара* и *Менаже* мало распространена, что доказываетъ, что кромѣ мѣстныхъ условий, которыми она была вызвана и создана, она не представляетъ серьезныхъ выгодъ. Она служила переходной системой къ высокимъ подвижнымъ щитамъ, придуманнымъ почти одновременно инженерами *Шануанъ* и *Карро* (Carro).

Хотя система щитовъ *Шануаня* представляется *Кранцу* лучшей изъ всѣхъ, которыя существуютъ въ настоящее время для большихъ подъемовъ воды, но она несовершенна тѣмъ, что 1) при подъемѣ щитовъ требуетъ трудной работы; 2) имѣетъ очень сложныя и деликатныя части, которыя нѣсколько сильный ударъ можетъ испортить и сломать; 3) при поворотѣ щитовъ на водосливѣ происходятъ удары огромной массы воды, которые, рано или поздно, не могутъ не произвести разрушительнаго дѣйствія на самое сооруженіе; 4) въ системѣ *Шануаня* сила воды является въ первый разъ на сцену, какъ регулирующій агентъ. Отъ дѣйствія воды щиты сами поворачиваются, но этимъ и ограничивается содѣйствіе самой рѣки. Дѣйствіе же всѣмъ аппаратомъ плотины производится единственно ручной работой и подниманіе щитовъ производится при условіяхъ весьма затруднительныхъ, тяжелыхъ и неудобныхъ.

Въ системѣ *Дефонтена* естественныя силы дѣйствуютъ вполне: человекъ приказываетъ и, помощію рѣки, аппаратъ повинуется. Вслѣдствіе употребленія естественной силы воды, система *Дефонтена*, теоретически, имѣетъ рѣшительное преимущество и практически безукоризненна (d'une suprême élégance).

Къ сожалѣнію, необходимость имѣть контръ-щиты, равные забирающимъ щитамъ, ограничиваютъ употребленіе этой системы только какъ подвижнаго порога водослива. При большихъ подъемахъ, основаніе сооруженія приходилось бы углублять до невозможности, въ смыслѣ слишкомъ большой стоимости сооруженія. Притомъ конструція металлической части аппарата довольно сложна и нѣжна.

ОТДѢЛЪ ДВѢНАДЦАТЫЙ.

ГЛАВА XXIV.

БЕРЕГОВЫЯ РѢЧНЫЯ И МОРСКІЯ ПЛОТИНЫ.

78. Береговья рѣчныя плотины.—Одинъ простой взглядъ на географическую карту Ломбардской долины, которая вмѣстѣ съ тѣмъ составляетъ долину рѣки По съ ея многочисленными притоками, можетъ уже дать достаточное понятіе о характерѣ этой рѣки. Ограниченная съ сѣвера Пепнинскими Альпами, между которыми заключаются такіе гиганты какъ Монбланъ, большой Сень-Бернардъ, Роза, Флетшгорнь, Симплонъ, С.-Готардъ, Бернина и Ортлесъ; съ запада Коттскими Альпами, между которыми возвышаются горы Визо, Женевръ, Пельво и Венту; и съ юга Апеннинами, долина эта открыта только съ востока, т.-е. со стороны Адриатическаго моря. Непстоимые глетчеры Альповъ питаютъ всѣ притоки, втекающіе въ По съ сѣвера и запада, откуда, съ горы Визо, она и сама беретъ начало; огромное количество притоковъ доставляютъ ей Апеннины съ юга. Нѣтъ другой подобной рѣки въ Европѣ, всѣ притоки которой брали бы свое начало на такихъ большихъ горныхъ высотахъ и слѣдовательно верхніе бассейны которыхъ имѣли бы такіе высокіе и крутые скаты, причемъ большинство ея верхнихъ бассейновъ непроницаемы. Отсюда уже можно видѣть какимъ быстрымъ разливамъ должна быть подвержена вся эта рѣчная система, и какія опустошенія должны производить ея наводненія.

При этомъ еще необходимо замѣтить, что Ломбардская долина принадлежитъ къ числу мѣстностей Европы, въ которой выпадаетъ наибольшее количество дождя. Такъ въ Миланѣ, по *Цезарису*¹⁾, ежегодное количество дождя было среднимъ числомъ:

съ 1764 по 1773 годъ	36,84 дюйма.
„ 1774 „ 1783 „	34,12 „
„ 1784 „ 1793 „	39,08 „

¹⁾ Cours d'agriculture par le comte de Gasparin. Paris. 1844. Т II. p. 146, 147.

съ 1793 по 1803	годъ	38,30	дюйма.
„ 1804 „ 1813	„	40,70	„
„ 1814 „ 1824	„	48,13	„

Въ теченіе этихъ 60 лѣтъ, наименьшее количество выпавшаго дождя было 25,57 дюймовъ въ 1817 году; наибольшее, 62,88 дюймовъ, въ 1814 году. Среднее количество за всѣ 60 лѣтъ составляетъ 39,52 дюйма.

Какъ извѣстно, движеніе глетчеровъ отрываетъ и растираетъ горныя породы въ весьма тонкія части, почему всѣ глетчерныя воды, питающія верховья рѣкъ, мутно-бѣлы и несутъ въ взвѣшенномъ состояніи большое количество землистыхъ частицъ. Тѣ притоки По, которые проходятъ черезъ верхнія озера, въ нихъ оставляютъ свою муть, засыпая ихъ мало по малу и изъ нихъ уже выходятъ чистыми¹⁾ но большинство, которое минуетъ ихъ, какъ и сама По, сносятъ огромное количество ила въ долину, а этотъ „илъ драгоцѣннѣе золотоноснаго песка“ какъ объ немъ выразился знаменитый *Торричелли*.

Такимъ образомъ южное солнце, влажный климатъ и тучная почва, сдѣлали изъ Ломбардской долины самую плодотворную страну въ Европѣ, и потому съ незапамятныхъ временъ въ ней была сильно развита земледѣльческая культура. Наводняющія же свойства рѣки, уничтожавшія въ нѣсколько часовъ роскошныя нивы и многолѣтніе труды, съ давняго времени принудили озаботиться средствами защиты. Полагаютъ, что берега р. По и ея притоковъ были обнесены береговыми плотинами, для защиты отъ наводненій окрестныхъ полей, еще во времена этрусковъ.

„Знаменитый памятникъ этрусской древности, говоритъ *Шлоссеръ* (Всемирная исторія т. I, стр. 522. С.-Петербург. 1868 г.), *филитинскіе рвы*, относятся къ гораздо древнѣйшей эпохѣ предшествовавшей основанію Рима (754 г. до Р. Х.). Они находятся въ окрестностяхъ Адрии и состоятъ изъ остатковъ большихъ каналовъ и рвовъ, служившихъ для предотвращенія разливовъ р. По и осушенія болотъ при ея устьѣ.

Находятся также слѣды земляныхъ насыпей, которыми этруски предохраняли отъ наводненій сосѣднія мѣстности и засыпая болота увеличивали пространство годной для обработки земли“.

Затѣмъ, послѣ нашествія варваровъ, когда древнія плотины были заброшены, только съ IX вѣка принялись за возобновленіе этихъ сооружений, а въ 1480 году эти работы были уже совершенно окончены. Въ новыхъ работахъ имѣли въ виду уже не одну только защиту отъ наводненій, но вмѣстѣ и обводненіе, или цѣлую систему ирригации

¹⁾ Это соединеніе чистыхъ и мутныхъ водъ любопытно наблюдать при слияніи рѣкъ Роны и Арвы недалеко отъ Женевы, Рона, пройдя Женевское озеро совершенно очищается и дѣлается прозрачною. Арва же, вытекая изъ Монъ-Бланскихъ ледниковъ, приходитъ въ Рону съ своей желтовато-бѣлой мутью. Воды обѣихъ рѣкъ послѣ слиянія, долго текутъ не смѣшиваясь. Правую часть рѣки, смотря внизъ по теченію, занимаютъ синевато-зеленоватая, но прозрачныя воды Роны, а лѣвую — желтовато-бѣлая мутная вода Арвы. Намъ случилось наблюдать это явленіе въ Ферне, бывшемъ имѣніи Волтера.

воздѣлываемыхъ пространствъ и удобреніе ихъ драгоцѣннымъ иломъ, переносимымъ рѣками во время разливовъ.

Уже во времена глубокой древности, говоритъ *Реклю*, мы находимъ у Индусовъ и Египтянъ ирригаціонныя сооруженія въ исполинскихъ размѣрахъ, и быть можетъ изъ обширныхъ предпріятій этого рода, созданныхъ современною промышленностію, ни одно не превосходитъ, по смѣлости замысла и практической пользѣ, Меридово озеро, вырытое для отвода воды изъ р. Нила, въ царствованіе фараона Аменема III, болѣе чѣмъ 4500 лѣтъ тому назадъ, по хронологіи *Бруша*.... По вычисленію г. *Линана*, оказалось, что въ продолженіе ста дней разлива Нила, рукавъ этой рѣки, Баръ-Юзефъ, составляющій среднимъ числомъ $\frac{1}{23}$ часть Нила, изливалъ въ бассейнъ Меридова озера количество воды равное 356 куб. метрамъ въ секунду и что этотъ гигантскій резервуаръ вмѣщалъ въ себѣ, не принимая въ расчетъ количество испаренія, 2.820 милліоновъ кубич. метровъ воды. Этого было вполне достаточно, какъ для орошенія 162.000 десятинъ земли, такъ и для ослабленія въ значительной степени разрушительнаго дѣйствія наводненій Нила. По свидѣтельству *Геродота*, избытокъ водъ разливался по направленію къ ливійскому Сырту, т.-е. мновалъ озеро Биркетъ-ель-Кейрунъ, онъ наполнялъ русло канала, въ настоящее время пересохшаго, по которому вода изъ Нила стекала въ западныя пустыни. Въ настоящее время провинція Фойюмъ имѣетъ еще превосходную систему ирригаціи, которую можно сравнить съ развѣтвленіями артерій и кровеносныхъ сосудовъ. Меридово озеро, уровень котораго постоянно мѣнялся сообразно нуждамъ земледѣлія, составляло какъ бы сердце этой системы, откуда вода разливалась по всему пространству. Теперь отъ Меридова озера остались лишь однѣ разрушенныя плотины, развалины двухъ пирамидъ, воздвигнутыхъ посреди воды въ честь Аменема, и толстый слой наносной почвы, отложенной на днѣ бассейна мутными водами Баръ-Юзефа ¹⁾).

Въ настоящее время воды р. По употребляются въ обширныхъ размѣрахъ для орошенія почвы. Уже въ 1863 году сельскія хозяева Ломбардіи брали изъ этой рѣки, для орошенія своихъ полей, въ общей сложности 45 милліоновъ кубическихъ метровъ воды въ день, т.-е. 520 куб. метр въ секунду, что составитъ массу равную среднему количеству воды въ Сенѣ. Послѣ того былъ еще вырытъ большой каналъ *Кавура*, представляющій настоящую искусственную рѣку, которая принимаетъ въ себя 110 куб. метровъ воды въ секунду. Начиная отъ Кивасо, лежащаго нѣсколько ниже Туррина, эта рѣка, имѣющая 165 футовъ ширины при истокѣ, изливаетъ свои благодѣтельныя воды въ плодородныя долины Ломелины и принимаетъ въ себя на пути многіе притоки, рр. Ельво, Сезію, Агонью, Тердопсію, и наконецъ у Турбиго изливаетъ въ

¹⁾ Linant de Bellefonds. Mémoire sur le lac Moeris. При хорошемъ управленіи, каналъ Наполеонъ I, Ниль достигаетъ до пустыни, а при дурномъ—пустыня доходитъ до Нила (Эберсъ).

Тичино свои воды, оросивъ, на протяженіи своего 85-верстнаго теченія, 182000 десятинъ. Эта система искусственнаго орошенія, вмѣстѣ съ каналомъ Ганга, въ Индустанѣ, составляетъ величайшее предпріятіе своего рода, принадлежащее новѣйшему времени. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что со временемъ р. По, столь опасная своими внезапными разливами, превратится, подобно многимъ другимъ рѣкамъ Ломбардіи, въ рядъ земледѣльческихъ каналовъ ¹⁾.

Китайскія рѣки также издавна обнесены береговыми плотинами; по преданіямъ, въ 1640 году, 200000 обитателей города Кайфонга, въ провинціи Гонанъ, утонули вслѣдствіе прорыва плотинъ.

Рѣка Гоанъ пробивъ свои плотины, изливалась въ море, то на сѣверной, то на южной сторонѣ полуострова Чантунгъ, такъ что разстояніе между ея послѣдовательными двумя устьями составляло не менѣе 350 верстъ и область подверженная ея опустошеніямъ не уступаетъ по пространству Англій.

Устройство на р. Луарѣ продольныхъ береговыхъ плотинъ и поперечныхъ, для предохраненія отъ разливовъ, относятся къ временамъ Карла Великаго. Сначала это были отдѣльныя береговія плотины, возводимыя частными владѣльцами, помощію крестьянъ, для защиты своихъ земель отъ наводненій. Генрихъ II король англійскій и герцогъ Анжуйскій объявили ихъ публичными сооруженіями.

„Измѣненія постепенно происшедшія въ великой равнинѣ сѣверной Италіи, со временъ Римской республики, весьма значительны, говоритъ Лайэлла. Обширныя озера и болота постепенно высохли, какъ напр., близъ Пиаченцы, Пармы и Кремоны; многія изъ нихъ осушились естественнымъ образомъ, вслѣдствіе углубленія рѣчныхъ руслъ. Часто встрѣчаются русла покинутыя рѣками, какъ русло рѣки Серіо-морта, которая прежде впадала въ Адду, въ Ломбардіи. Рѣка По также часто уклонялась въ своемъ теченіи и съ 1390 года оставила часть Кремонскихъ владѣній и вступила въ Пармскія; ея старое русло до сихъ поръ замѣтно и называется По-морта (мертвое По). Въ пармскихъ владѣніяхъ точно также есть старое русло По, называемое По-веккіо (старое По), оставленное рѣкою въ XII столѣтіи, когда ею было разрушено множество городовъ.

Чтобы воспрепятствовать такому уклоненію рѣкъ отъ своихъ руслъ и ограничить производимыя ими наводненія, устроена цѣлая система искусственныхъ береговъ, или *береговыхъ плотинъ*. По, Адижъ, и почти всѣ ихъ притоки, заключены теперь въ высокія искусственныя плотины. Скорость теченія приобретаемая сжатыми, такимъ образомъ, рѣками, даетъ имъ возможность переносить значительное количество постороннихъ веществъ къ морю. Поэтому, съ тѣхъ поръ какъ устройство такихъ плотинъ сдѣлалось на этихъ рѣкахъ повсемѣстнымъ, дельты По и Адижа стали увеличиваться въ Адриатическомъ морѣ гораздо быстрѣе.

Такъ какъ мы уже знаемъ, что разливъ рѣки всегда выше въ верх-

¹⁾ Реклю. Земля. Суша. стр. 350.

нихъ и среднихъ частяхъ ея теченія чѣмъ въ нижнихъ, ближе къ ея устью, въ особенности въ большихъ рѣкахъ, то очевидно, что береговныя плотины должны давать большій просторъ разливу въ верхнихъ и среднихъ частяхъ, чѣмъ въ нижнихъ, гдѣ сила разлива, подъемъ воды и количество разливной воды постепенно уменьшаются. Поэтому, какъ разстояніе между плотинами, такъ и высота самыхъ плотинъ дѣлаются болѣе въ верхнихъ и среднихъ частяхъ рѣки, чѣмъ въ нижнихъ. Такимъ образомъ внизъ по теченію рѣки По, отъ Кремоны, откуда начинается непрерывный рядъ плотинъ, разстояніе между ними постепенно уменьшается, вплоть до самаго устья, также какъ и ихъ высота. Въ началѣ это разстояніе между плотинами доходитъ до 6 верстъ, затѣмъ уменьшается до трехъ, двухъ и одной версты и наконецъ въ рукавахъ дельты простирается отъ 214 до 141 сажени. Высота же плотинъ у Феррары (въ 50—60 миляхъ отъ моря) доходитъ до 20 футовъ, а за 10—12 миль отъ моря, высота ихъ уже менѣе 12 футовъ.

Вслѣдствіе такого расположенія плотинъ, масса воды, во время разлива, находя въ верхней части рѣки достаточное пространство между плотинами, по большей части скопляется и задерживается на верхнихъ поляхъ, какъ въ обширныхъ резервуарахъ, и такимъ образомъ разливы постепенно уменьшаются отъ верховьевъ къ устью. Въ то время какъ ниже впаденія Тичино воды р. По и ея притоковъ несутъ иногда объемъ воды въ 15000 куб. метровъ въ секунду, у Понте-Лагоскуро, близъ Феррары, количество воды, даже во время самыхъ сильныхъ разливовъ, не превышаетъ 5250 куб. метровъ въ секунду, т.-е. уменьшается почти втрое (въ 2,85 разъ).

Для того чтобы плотины имѣли надлежащую прочность и не могли бы быть прорваны разливными водами, строители заранѣе должны вычислить вѣроятную, возможно большую массу воды, которая можетъ протекать въ рѣкѣ между плотинами, во время самыхъ большихъ разливовъ, не переливаясь черезъ плотины, а также ея давленіе и вообще разрушительное дѣйствіе на плотины. Сообразно этимъ условіямъ, они должны въ разныхъ мѣстахъ давать соотвѣтственную высоту и толщину землянымъ насыпямъ. Хотя въ такихъ громадныхъ сооруженіяхъ какъ вообще береговныя плотины, приходится пользоваться лишь подручнымъ матеріаломъ, но однако отъ искусства строителей зависитъ расположить этотъ матеріалъ въ тѣлѣ плотины такимъ образомъ и придать профилю ея такую форму, при которыхъ плотина оказывала бы наибольшее сопротивленіе, какъ давленію, такъ и размыванію воды. Плотина обыкновенно имѣетъ отлогій скатъ къ сторонѣ русла рѣки, откосъ же ея обращенный къ полю, относительно, всегда дѣлается круче. Чѣмъ отложе откосъ обращенный къ водѣ, тѣмъ боковое давленіе воды на плотину менѣе и тѣмъ, вслѣдствіе меньшей глубины, менѣе скорость воды непосредственно соприкасающейся съ откосомъ плотины, а слѣдовательно тѣмъ слабѣе ея размывающее дѣйствіе.

Строители и мѣстное населеніе должны тщательно наблюдать за **какимъ** малѣйшимъ поврежденіемъ плотинъ и защищать ихъ противъ

животныхъ, имѣющихъ обыкновеніе прокладывать подземные ходы, потому что плотины р. По не разъ бывали проточены кротами, а плотины р. Миссисипи мускусными крысами, и иногда только однѣ эти причины производили прорывы плотинъ и причиняли огромныя бѣдствія окрестному населенію.

Владѣльцамъ полей, заключающихся между плотинами, дозволяется окружать ихъ особыми плотинами и обрабатывать, но только подъ условіемъ, чтобы эти частныя плотины были ниже главной на $6\frac{1}{2}$ футовъ и такимъ образомъ не представляли бы водѣ серьезныхъ препятствій при большихъ наводненіяхъ. Эти поля, обнесенныя плотинами, представляютъ резервуары, въ которыхъ скопляются осадки послѣ каждаго разлива, а потому ихъ уровень значительно выше уровня равнинъ лежащихъ за предѣлами главной плотины.

Вся сѣть плотинъ, возведенныхъ въ нижней долині р. По, имѣетъ протяженіе около 1000 верстъ. Въ нижнемъ теченіи всѣ притоки р. По обставлены плотинами, равно какъ бывшія рѣчныя русла и каналы сообщаются съ рѣкою въ половодье. Благодаря заботливости, съ которою поддерживаются эти плотины прибрежными землевладѣльцами, случаи прорывовъ очень рѣдки. Съ 1705 года, когда образовалась брешь на протяженіи 80 верстъ внизъ по теченію рѣки, начиная отъ Кремоны, эта плотина, по возобновленіи ея, нигдѣ до сихъ поръ не пострадала. Хотя необыкновенно большія наводненія иногда прорываютъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ плотины, но бѣдствія, въ большинствѣ случаевъ, устраняются отводными каналами, проведенными по обѣимъ сторонамъ дельты. Случалось, что прибрежныя общины, или по недостатку денегъ, или по беззаботности, не принимали необходимыхъ предосторожностей для поддержанія плотинъ въ порядкѣ, и потому цѣлыя области оказывались иногда опустошенными только потому, что во-время не были задѣлываемы кротовыя норы.

Понятно какую громадную важность представляетъ содержаніе въ порядкѣ этихъ плотинъ, потому что пространство защищаемыхъ ими мѣстностей составляетъ 1.104.000 десятинъ, которыя ежегодно даютъ земледѣльческихъ продуктовъ болѣе чѣмъ на 200.000.000 франковъ и представляютъ капиталъ въ нѣсколько милліардовъ, къ которому надобно присоединить еще цѣнность прибрежныхъ (затопаемыхъ) городовъ и находящихся въ нихъ промышленныхъ заведеній.

Ломбардини полагаетъ, что слѣдовало бы въ системѣ плотинъ р. По, оставить въ нижней части рѣки болѣе значительное пространство для разлива водъ во время наводненій, или увеличить разстояніе между плотинами, дабы осадки ила оставались на поляхъ для ихъ оплодотворенія, вмѣсто того чтобы направляться къ морю, быстро увеличивать дельту и такимъ образомъ возвышать дно русла рѣки.

Обобщая наблюденія *Прони*, *Кювье*, а за нимъ многіе другіе, въ томъ числѣ и *Лайэлль*, повторяли, что русло рѣки По повышается между плотинами, вслѣдствіе отложенія наносовъ; что теперь русло р. По уже выше окружающей мѣстности, и требуетъ все большаго возвышенія

плотинъ. Вслѣдствіе этого постояннаго возвышенія дна, „рѣки текутъ теперь по равнинамъ на верху высокихъ насыпей, какъ воды акведуковъ, говоритъ *Ляйэлль*; въ Феррарѣ поверхность воды въ р. По поднялась выше кровлей домовъ (причемъ цитируетъ *Prony*, см. *Cuvier*, *Disc. prelim.* р. 146), вслѣдствіе чего иногда необходимо было въ одинъ годъ поднять высоту плотинъ Аддижа и По почти на одинъ футъ“. Измѣренія *Ломбардини* доказали, говоритъ *Дебовъ*, (а также и *Реклю*) несправедливость подобнаго заключенія. На лѣвомъ берегу, между Кремоной и впаденіемъ Минчіо, окрестныя поля на 3,5 до 6 метровъ выше самыхъ низкихъ водъ. Поля, въ нижнемъ теченіи, которыя незамѣтно отдѣляютъ бассейнъ Аддижа отъ бассейна По, а равно болотистыя равнины Вероны, еще расположены на 1½ и 2 метра выше самыхъ низкихъ водъ. На правомъ берегу рѣки, поля возвышаются отъ 3½ до 5½ метровъ надъ самыми низкими водами рѣки, исключая древнихъ болотъ, которыя теперь воздѣлываются. А какъ дно рѣки на 1½—2 метра ниже уровня самыхъ низкихъ водъ, то очевидно, что оно ниже окружающихъ полей. Инженеръ *Комуа* (*Comou*) полагаетъ, что въ цѣломъ, дно рѣки По не подвергается замѣтнымъ измѣненіямъ. Инженеръ *Дебовъ* полагаетъ, что *Прони* говорилъ не о днѣ русла, но объ уровнѣ водъ во время разлива. Разливы же стали выше съ тѣхъ поръ, какъ плотины болѣе не прорываются, вслѣдствіе ихъ улучшенія; но по мнѣнію *Ломбардини* они и не возрастаютъ съ 1840 года.

Повышеніе горизонта водъ обыкновенныхъ и во время разлива, около Феррары, произошло, по мнѣнію *Дебова*, не отъ возвышенія дна, но отъ улучшенія плотинъ и удлинненія теченія рѣки, вслѣдствіе увеличенія дельты отложениями приносимыми рѣкою. Съ 1604 года, по *Ломбардини*, устье рѣки отодвигается дальше въ море на 123 метра въ годъ; общая же дельта подвигается нѣсколько медленнѣе, а именно на 64 метра въ годъ. Съ 1599 года до настоящаго времени, Адриатическое море удалилось отъ Феррары на 22 километра (20,6 верстѣ) и это удлинненіе теченія р. По возвысило ея воды около Феррары почти на 2 метра.

Устройство береговыхъ плотинъ на р. Луарѣ оказалось менѣе удачнымъ чѣмъ на р. По. Луара принадлежитъ къ числу весьма непостоянныхъ рѣкъ, относительно количества протекающей въ ней воды. То большой недостатокъ воды, то чрезвычайно высокіе разливы, то ледоходъ, останавливаютъ въ ней судоходство на 4—5 мѣсяцевъ въ году; быстрота же теченія, доходящая въ среднемъ выводѣ до 4,26 футовъ (для такой большой рѣки эта скорость весьма значительна); большой переносъ песковъ и образованіе изъ нихъ мелей, косъ и банокъ, дѣлаютъ судоходство по ней вообще затруднительнымъ. Береговыя продольныя плотины, сжимающія собою ея теченіе, устроены на значительномъ протяженіи этого теченія; во многихъ мѣстахъ поперечныя плотины устроены съ цѣлью поддержанія ея водъ на извѣстной высотѣ, а также и для задержанія силы разливовъ. На правомъ берегу, отъ Блуа до Анжера, рѣка ограждена береговыми плотинами. Въ концѣ XVII столѣтія, въ нѣкоторыхъ

мѣстахъ, откосы плотинъ обращенные къ водѣ покрыли каменною одеждою, опирающеюся на два ряда свай. Настоящая ширина плотинъ, въ основаніи, простирается отъ 25 до 35 метровъ, а въ верху отъ 6 до 12 метровъ. У городовъ и мѣстечекъ, плотины возвышены парапетами. Съ 1496 по 1711 годъ, плотины были прорваны разливами 27 разъ. Бассейнъ рѣки Луары занимаетъ почти $\frac{1}{4}$ всей поверхности Франціи.

Между Бекъ д'Аліе (т.е. мѣстѣ сліянія рр. Аліе и Луары) и Нантомъ, на протяженіи 487 километровъ ¹⁾, затопляемая равнина Луарской долины представляетъ два значительныя расширенія: одно, около Орлеана, имѣетъ 64 километра длины при 4,68 километровъ средней ширины; другое около Сомюра, долина Отьона (Authion), имѣетъ 77 километровъ длины при 5,38 километровъ средней ширины. На всемъ остальномъ теченіи, средняя ширина затопляемой части рѣчной долины Луары составляетъ 2,28 километровъ.

Главное русло Луары находится почти всегда у подошвы той или другой возвышенности, составляющей вторые берега рѣчной долины; такимъ образомъ только одинъ ея берегъ необходимо защищать плотинной. Необходимость въ плотинахъ на обоихъ берегахъ является только тамъ, гдѣ русло рѣки пересѣкаетъ затопляемую долину, направляясь къ тому или другому второму берегу долины.

Средняя ширина русла Луары между ея плотинами слѣдующая:

отъ Бекъ-д'Аліе до Бриара	1430 метровъ.
„ Бриара до впаденія р. Шеры	790 „
„ впаденія р. Шеры до мостовъ Се	1060 „
„ мостовъ Се до Нанта	1620 „

Такъ что на всемъ протяженіи 487 километровъ теченія, средняя ширина русла между плотинами составляетъ 1090 метровъ. Но въ большемъ числѣ мѣстъ эта ширина уменьшается до 500 и 300 метровъ, у Блуа до 250 метровъ и даже до 230 метровъ выше Жаржо (Jargeau).

На правомъ берегу, между Бекъ-д'Аліе и моремъ, 235 километровъ плотинъ защищаютъ 53572 гектара ²⁾ обрабатываемой земли; а на лѣвомъ берегу 249 километровъ плотинъ защищаютъ 42.000 гектаровъ. Каждый километръ плотинъ защищаетъ, слѣдовательно, среднимъ числомъ 197 гектаровъ. Въ трехъ большихъ долинахъ, Сень-Бенуа, Орлеанской и Отьонской, каждый километръ плотинъ защищаетъ среднимъ числомъ 369 гектаровъ; на остальной части теченія, защищаемая поверхность составляетъ только 126 гектаровъ на каждый километръ длины плотины. Выше Бекъ-д'Аліе плотины встрѣчаются рѣдко и служатъ только для защиты, какъ самыхъ береговъ, такъ и ближайшихъ къ нимъ земель отъ размыванія. Три наводненія, 1846, 1856 и 1866 годовъ, прорвали Луарскія плотины; разливъ 1846 года, происшедшій, какъ уже мы видѣли, отъ разливовъ верхнихъ потоковъ бассейна, быстро сошелъ, умень-

¹⁾ Километръ не много менѣ версты; а именно 1 килом. = 0,937 версты и 1 верста = 1,067 километра.

²⁾ 1 гекторъ = 0,915 десятины; 1 десятина = 1,09 гектаровъ.

шаясь внизъ по теченію, и не произвелъ брешей ниже впаденія Шеры (Cher); два другіе разлива прорвали почти всѣ плотины между Бекъ-д'Аліе и Нантомъ. А потому, хотя плотины подняты вообще на 7 метровъ выше самыхъ низкихъ водъ и достигаютъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ высоты 8 и $8\frac{1}{2}$ метровъ, онѣ не образуютъ достаточнаго простора, по малому между ними разстоянію, для заключенія въ себѣ разлива. Сначала считали достаточною ихъ высоту въ 15 фут. (4,57 метр.), но какъ разливъ 1706 года поднялся на 18 фут., то ихъ возвысили до 21 фута; такимъ образомъ рассчитывали на 3 фута запаса. Но этотъ расчетъ оказался невѣренъ при всѣхъ послѣдующихъ разливахъ.

Въ 1846 году возвысили плотины посредствомъ насыпи банкета въ одинъ метръ высотой; разливъ 1856 года показалъ, что и этого было недостаточно. Чтобы удержать этотъ разливъ 1856 года, оказалось, что плотины слѣдовало бы повысить:

въ Сюлли	на 1,75 метровъ,	въ Монливо	на 1 метръ.
„ Жаржо	„ 1,25 „	„ Монлуи	„ 1,30 „
„ Орлеанъ	„ 1,20 „	„ Туръ	„ 1,20 „

А чтобы быть увѣренными въ прочности, слѣдовало бы возвысить плотины отъ 2,5 до 3,5 метровъ.

На Луарѣ береговыми плотинами слишкомъ сжали ея естественное русло, котораго средняя ширина во время разливовъ, между Бекъ-д'Аліе и Нантомъ, составляла 3100 метровъ, а теперь между плотинами составляетъ только 1090 метровъ. Если бы на Луарѣ въ этомъ отношеніи было поступлено какъ на р. По, то результаты были бы лучше. Изъ сравненія системы сооруженія береговыхъ плотинъ на этихъ двухъ рѣкахъ оказывается: каждый километръ длины плотинъ на р. По. защищаетъ среднимъ числомъ 630 гектаровъ, а на Луарѣ только 197; средняя ширина русла между плотинами на р. По имѣетъ 2180 метровъ, а на Луарѣ только 1090 метровъ. Между тѣмъ бассейнъ По, выше Панаро, имѣетъ площадь въ 69.465 квадратн. километровъ, тогда какъ бассейнъ Луары 110.121 кв. километровъ; между Тессино и Панаро уклонъ русла По на километръ теченія мѣняется отъ 0,288 до 0,117 метровъ, и составляетъ среднимъ числомъ 0,185 метровъ, на Луарѣ же соответственные уклоны, т.-е. на томъ же разстояніи отъ устья рѣки, простираются отъ 0,434 до 0,172 метровъ на километръ теченія. Наибольшій объемъ воды протекающей въ По ниже Тессино доходитъ до 5200 куб. метровъ въ секунду, въ Луарѣ же этотъ объемъ былъ въ 1856 году въ Бекъ-д'Аліе въ 9000 куб. метровъ; это количество уменьшалось внизъ по теченію и было въ Бриарѣ 8865 куб. метр.; при выхолѣ изъ Орлеанской долины 7280 куб. метр.; въ Турѣ 6770 куб. метр. въ секунду.

Изъ этого видно, что пространство оставляемое плотинами для русла рѣки во время разлива, имѣетъ большое вліяніе на наибольшій объемъ воды протекающей во время разливовъ: этотъ объемъ будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ емкость русла, или разстояніе между плотинами, будетъ меньше. А потому и не слѣдуетъ слишкомъ сжимать рѣку между про-

дольными береговыми плотинами; эта ошибка была сдѣлана на Луарѣ, но ея избѣгли на р. По, и то не совершенно, какъ мы видѣли изъ приведеннаго выше мнѣнія *Ломбардини*.

Уничтожить нынѣ существующія на Луарѣ плотины невозможно; очень трудно возвысить ихъ надлежащимъ образомъ, такъ какъ этимъ возвышеніемъ плотинъ можно поднять самый разливъ до огромной высоты; потому-то французскіе инженеры вынуждены предлагать для этой рѣки лишь различныя палліативныя мѣры; какъ напр. задерживать часть разливныхъ водъ въ резервуарахъ за поперечными плотинами, регулировать затопленіе долинъ посредствомъ водосливовъ въ продольныхъ плотинахъ, которые предохраняли бы эти плотины отъ случайныхъ прорывовъ и спускали бы воду въ затопляемыя долины тихо и постепенно; устраивать плотины затопляемыя въ случаѣ особо большихъ наводненій, но обыкновенно достаточныя по высотѣ для защиты самыхъ лучшихъ земель долины и плотины не покрываемыя водой самыхъ сильныхъ разливовъ, часто весьма опасныя, но безусловно необходимыя для защиты большихъ городовъ; устраивать резервуары въ верхнихъ частяхъ долины для скопленія и первой задержки быстро стекающихъ сильныхъ дождевыхъ водъ; водоспускныя поперечныя плотины въ среднихъ частяхъ теченія, чтобы замедлить на нѣкоторое время приливъ высокихъ водъ въ Луару изъ ея различныхъ притоковъ и т. п. Но, по мнѣнію инженера *Кранца*, всѣ эти мѣры не могутъ предотвратить разрушительныя дѣйствія разливовъ, подобныхъ разливу 1856 года. А никто не можетъ поручиться, чтобы не могло послѣдовать еще бѣдшаго и болѣе продолжительнаго разлива. Поэтому *Кранцъ* въ особенности рекомендуетъ страхованіе отъ разливовъ, изъ которыхъ производящіе большія наводненія случаются довольно рѣдко ¹⁾.

Но продольныя, или береговныя, плотины рѣкъ По и Луары, взятая вмѣстѣ, далеко уступаютъ, по размѣрамъ и протяженію, плотинамъ окаймляющимъ р. Миссисипи на большомъ протяженіи ея теченія. На правомъ берегу этой рѣки, отъ мыса Жирардо (впаденіе Миссури) до мыса Гошъ, ниже Новаго Орлеана, эти земляныя плотины образуютъ стѣну въ 1800 верстъ длины, прерываемую лишь въ нѣкоторыхъ мѣстахъ устьями впадающихъ въ Миссисипи рѣкъ и натуральными возвышенными берегами. На лѣвомъ берегу рѣки находится плоскогорье, которое избавляетъ прибрежныхъ жителей отъ необходимости строить сплошную плотину; но чтобы защитить всѣ поля, разстилающіяся отъ Мемфиса до Вискбурга и отъ Батонъ-Ружа до Новаго Орлеана, необходимо было прибѣгнуть и здѣсь къ искусственнымъ плотинамъ. Земляные валы, построенные на лѣвомъ, или восточномъ берегу, тянутся, вмѣстѣ взятые, на протяженіи 1000 верстъ и нѣкоторые изъ нихъ имѣютъ громадныя размѣры. Такъ плотина, построенная у Іозу-Готъ,

¹⁾ Dictionnaire général de Biographie, d'Histoire et de Géographie par Dezobry et Bachelet. Deuxième partie. Paris. 1857.

Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées par A. Debaux. Paris. 1878. Земля. Суша. Элизе *Реклю*. С.-Петербург. 1872 г.

съ цѣлью запрудить одинъ изъ рукавовъ Миссисипи, изливающейся въ р. Иозу, имѣеть не менѣе 6 саженой (43 фут.) ширины въ вершинѣ и слишкомъ 45 саженой (317 фут.) въ основаніи. Къ этому еще нужно прибавить всѣ плотины построенныя на берегахъ притоковъ Миссисипи и на рукавахъ ея обширной дельты; наконецъ нужно замѣтить, что въ мѣстахъ наиболѣе подверженныхъ разливамъ и размывамъ рѣки, воздвигнуты двойныя и тройныя, параллельныя плотины. Такъ что всѣ Миссисипскія плотины вмѣстѣ взятыя, имѣють по крайней мѣрѣ 4000 верстъ длины.

Къ сожалѣнію эти исполинскія сооруженія оставляють еще многого желать въ отношеніи ихъ прочности. Въ 1868 году считывали, что для окончательной поправки плотинъ, между устьемъ Огайо и Мексиканскимъ заливомъ, потребуется 100.000.000 франковъ. При каждомъ большомъ разливѣ Миссисипи образуются одинъ или нѣсколько прорывовъ въ плотинахъ выше Новаго Орлеана; какъ только откроется брешь, вода низвергается изъ рѣки водопадомъ на поля, которыя лежать на 10—13 и даже иногда на 16 футовъ ниже уровня рѣки. Иногда вода прорываясь сквозь плотину и быстро размывая отверстие, пролагаетъ себѣ новое русло среди засѣянныхъ полей. Одно изъ такихъ временныхъ руселъ, которое Миссисипи пролагала въ 1850, 1859 и 1862 гг. близъ одной деревни, несло не менѣе 3000 куб. метровъ воды въ секунду, т.-е. $\frac{1}{6}$ часть средняго количества всей воды въ самой рѣкѣ. И если бы каждый разъ не засыпали это временное русло, то новая рѣка, мало по малу, безъ сомнѣнія превратилась бы въ одинъ изъ рукавовъ Миссисипской дельты.

79. Морскія береговья плотины и пользованіе механической работой приливной воды.—На основаніи несомнѣнныхъ фактовъ, геологами признано, что нѣкоторыя части земной поверхности подвергаются медленнымъ колебаніямъ; однѣ изъ нихъ медленно приподнимаются, а другія опускаются относительно морскаго уровня. Такъ наблюденія показываютъ, что въ Европѣ: весь Скандинавскій полуостровъ (кромѣ самой южной его оконечности) съ побережьемъ Финляндіи по Ботническому и Финскому заливамъ приподнимаются, точно также приподнимаются островъ Шпицбергенъ съ окружающими его островами, Шотландія, западный берегъ Франціи южнѣ Луары, сѣверная оконечность Даніи, острова Сицилія и Сардинія, равно какъ нѣкоторыя острова Греческаго Архипелага. Понижаются же въ Европѣ: сѣверные берега Адриатическаго моря, какъ со стороны Италіи, такъ и со стороны Нѣтріи и Далмаціи и на всемъ протяженіи между Венеціей и Триестомъ; южный берегъ Англіи между островомъ Вайтомъ и Брайтономъ; наконецъ всѣ берега Нѣмецкаго моря, Шлезвигъ и Гольштейнъ, а равно Германскіе берега Балтійскаго моря.

Во Фландріи и Голландіи это пониженіе почвы имѣеть важное значеніе для мѣстныхъ жителей, вслѣдствіе чрезвычайно низкаго общаго уровня этихъ странъ относительно уровня моря. Здѣсь постепенное пониженіе суши было причиною безчисленныхъ катастрофъ для мѣстнаго

населенія. Низменные берега Гановера, Голландіи и Фрисландіи, лежащіе насупротивъ острова Гельголауда, представляютъ едва ли не самый замѣчательный примѣръ разрушительнаго дѣйствія морскихъ волнъ. Въ послѣдніи шестнадцать столѣтій, т.-е. съ тѣхъ поръ какъ началась письменная исторія, въ этихъ странахъ жизнь прибрежнаго населенія была непрерывною борьбою съ моремъ. Въ теченіе этого періода большія вторженія моря насчитываютъ сотнями, и въ числѣ ихъ были такія, по свидѣтельству лѣтописей, когда гибли въ волнахъ цѣлыя населенія въ 50.000 и 100.000 душъ.

Въ теченіе III вѣка, какъ гласитъ преданіе, островъ Вальхеренъ отдѣлился отъ материка; въ 860 году Рейнъ перемѣщается и затопляетъ окрестныя поля и деревни; замокъ Калигулы (*arg britannica*) очутился среди волнъ. Около половины XII вѣка новое вторженіе моря, и озеро Флево обращается въ заливъ моря, который въ 1225 году еще болѣе увеличивается и образуетъ Зюдерзе, этотъ обширный лабиринтъ песчаныхъ мелей, составляющій и по-нынѣ, съ геологической точки зрѣнія, продолженіе твердой земли и отдѣленный отъ владѣній океана длинной цѣпью острововъ и дюнъ. Въ первые годы XIII столѣтія въ прибрежьѣ открывается заливъ Яде, постепенно увеличивающійся въ теченіе послѣдующихъ 200 лѣтъ. Въ 1230 году во Фрисландіи было страшное наводненіе, во время котораго, какъ говорятъ, погибло 100.000 жителей. Въ слѣдующемъ году Гарлемскія озера начинаютъ распространяться и, постепенно увеличиваясь, сливаются наконецъ, около половины XVII столѣтія, въ одно внутреннее море. Въ 1277 году заливъ Доллартъ, имѣющій не менѣе 35 верстъ въ длину при 12 верстахъ ширины, начинаетъ углубляться внутрь страны, мало по малу затопляетъ плодородныя и густо населенныя земли и превращаетъ Фрисландію въ полуостровъ; только въ 1537 году удалось прекратить захватъ моря, которое поглотило городъ Торумъ и 50 деревень. Десять лѣтъ спустя послѣ перваго вторженія водъ въ Доллартъ, разливъ Зюдерзе, сопровождавшійся гибелью 80.000 человекъ, измѣняетъ очертаніе Голландскаго прибрежья. Въ 1421 году затоплено 72 деревни, и по отступленіи водъ моря, на мѣстѣ прежнихъ полей и человѣческихъ поселеній, остался лишь архипелагъ болотистыхъ острововъ, поросшихъ тростникомъ и песчаныхъ мелей: вся эта мѣстность извѣстна нынѣ подъ именемъ Бисбошъ, т.-е. лѣсъ камышей.

Съ тѣхъ поръ много другихъ, не менѣе страшныхъ катастрофъ постигло берега Голландіи, Фрисландіи, Шлезвига и Ютландіи. Бангероге, остатокъ древней земли Вангерландъ, которая соединялась съ материкомъ и тянулась на далекое разстояніе въ море,—былъ еще въ 1840 году цвѣтущимъ и хорошо населеннымъ островомъ; морскія купанья его привлекали лѣтомъ массу публики; теперь это низменный берегъ, покрытый иломъ и почти совершенно покинутый. Пространство острова Гельголауда постоянно уменьшается. Островъ Нордстрандъ уменьшился съ начала XVII столѣтія на $\frac{11}{12}$ своей поверхности, и изъ 24 острововъ, которыми онъ былъ окруженъ триста лѣтъ тому назадъ, оста-

лось всего одиннадцать; лотъ, брошенный въ томъ мѣстѣ, гдѣ прежде былъ центръ острова, показываетъ 46 футовъ глубины.

Быстрѣ всего это нисходящее движеніе суши около устьевъ Шельды, Мааса и Рейна, если судить по измѣненію средняго уровня мостовой въ городахъ и обрабатываемыхъ поляхъ. Въ Кале, улицы лежатъ на 3¹/₂ фута выше самыхъ высокихъ приливовъ, тогда какъ пахатныя поля спускаются до предѣла приливной волны; въ Дюнбирхенѣ высота улицъ не превышаетъ 2 фута, а поля воздвѣваются уже на 3,3 фута ниже поверхности моря; въ Фурнессѣ, въ Остенде, улицы лежатъ еще ниже; уровень же *полдеровъ* (т.-е. обрабатываемыя пространства ниже морскаго уровня и обнесенныя плотинами), постоянно понижается и близъ устьевъ Шельды онъ уже на 11¹/₂ футовъ ниже уровня высокихъ приливовъ; улицы Роттердама и Амстердама лежатъ такъ низко, что во время равноденственныхъ буръ и высокихъ приливовъ онѣ заливаются водою.

Значительная часть Голландскаго побережья сдѣлалась бы добычею океана, если бы прибрежные жители, энергически вступившіе въ борьбу съ стихіями, не защитили своей родной земли громадными плотинами и не осушили ее посредствомъ гигантскихъ дренажныхъ работъ. Все побережье Зеландіи, Голландіи, Фрисландіи, Шлезвига и другихъ странъ лежащихъ у сѣвернаго моря, окаймлено сплошнымъ валомъ плотинъ, имѣющихъ отъ 26 до 33 футовъ высоты и отъ 165 до 330 футовъ толщины въ основаніи, и защищающихъ полдеры отъ ударовъ морскихъ волнъ и прилива воды отъ напора вѣтровъ.

Всѣ эти плотины, построенныя съ величайшею тщательностью, обращены къ морю очень пологимъ скатомъ, о который разбиваются морскія волны восходя на него какъ на наклонную плоскость и теряя постепенно, почти безъ удара, приобретенную скорость движенія и громадную скопленную живую силу. Этотъ отлогій откосъ обращенный къ морю, для защиты его отъ размывающаго дѣйствія морской волны, обшитъ бронею изъ бревень, фашинъ и даже соломенныхъ щитовъ, по которой скользитъ волна превращаясь въ пѣну. Со стороны материка, плотина, имѣющая болѣе крутой откосъ, обведена неширокимъ каналомъ, въ которомъ скопляются воды просачивающіяся сквозь почву, или перебрасываемыя сильнымъ вѣтромъ, при большомъ волненіи, чрезъ гребень плотинъ. Если буря разрушитъ одинъ изъ этихъ оплотовъ, то часть полдеровъ затопляется, но въ нѣкоторомъ разстояніи возвышается другая плотина, за нею слѣдуютъ еще нѣсколько валовъ задерживающихъ наводненіе.

Во время своего, болѣе чѣмъ тысячелѣтняго упорнаго труда. прибрежные крестьяне, подстерегавшіе каждую удобную минуту, когда можно было отнять у моря клочекъ земли, строили плотину вокругъ всякой кучи ила, оставленнаго морскими водами, и такимъ образомъ возникали постепенно ряды оборонительныхъ валовъ по всему побережью; во многихъ мѣстахъ, гдѣ отложеніе морскаго ила совершается особенно быстро, внутреннія поля, или полдеры, отдѣлены отъ берега четверною или пятиугольною оградой.

Мутная морская (какъ и рѣчная) вода, говоритъ г. Докучаевъ, заходя въ покойныя бухты, защищенныя отъ вѣтровъ и волненія и только узкими проходами соединяющіяся съ моремъ (или рѣкой), должна тамъ быстро очищаться отъ механически взвѣшенныхъ въ ней осадковъ, такъ какъ вода находится въ болѣе спокойномъ состояніи чѣмъ въ открытыхъ бассейнахъ; освобожденная отъ мути, вода бухты постоянно должна, вслѣдствіе равновѣсія жидкостей, замѣняться болѣе мутной, т.-е. болѣе тяжелой, водой моря (или рѣки); она снова отдастъ на дно бухты часть осадковъ, снова будетъ замѣнена водой болѣе бурнаго открытаго бассейна и т. д. На основаніи этого, въ Голландіи, какъ извѣстно, отгораживаютъ отъ моря мелководные, прибрежные участки, оставляя только узкій проходъ въ море. Отгороженная часть постепенно обогащается иломъ и повыпаетъ; такимъ образомъ получаютъ прекрасныя почвы“. Правда, что во время страшныхъ бурныхъ приливовъ, воспоминаніе о которыхъ надолго остается въ памяти мѣстнаго населенія, море захватывало обширныя пространства, взамѣнъ отнятыхъ у него человѣкомъ земель, но въ настоящее время, голландскіе инженеры, болѣе искусные и болѣе опытные чѣмъ ихъ предшественники, систематически ведутъ дѣло постепеннаго вторженія въ область водъ. Вычислено, что поверхность Нидерландовъ, не смотря на опусканіе материка и вторженіе моря, увеличивается среднимъ числомъ на 2,7 десятинъ въ день, или около 1000 десятинъ въ годъ, что составляетъ болѣе $\frac{4}{1000}$ всей территоріи этой страны.

Общая длина этихъ прибрежныхъ плотинъ простирается до нѣсколькихъ тысячъ верстъ и много превышаетъ длину всѣхъ береговыхъ плотинъ р. Миссисипи и ея притоковъ.

Морскія сооруженія вообще принадлежатъ къ числу самыхъ трудныхъ; приемы и способы употребляемые инженерами въ однихъ портахъ, часто совершенно не удаются въ другихъ, вслѣдствіе различія силы теченій и силы дѣйствія морскихъ волнъ. Чтобы составить себѣ лишь приблизительное понятіе о той борьбѣ, которую голландскіе и другіе инженеры, занимающіеся морскими сооруженіями, должны вести съ разрушительною силой морскихъ волнъ, нужно хотя нѣсколько представить себѣ родъ и степень этой силы, которую обнаруживаютъ морскіе приливы и теченія, дѣйствующія въ совокупности съ давленіями и ударами морскихъ волнъ, въ особенности во время сильныхъ бурь.

Кто изъ купавшихся въ водахъ сѣвернаго моря, и особенно Ламанша, не испыталъ на себѣ дѣйствіе приливной волны, даже въ самомъ тихомъ состояніи моря: на видъ тихо идущая приливная волна, которая по глубинѣ доходитъ не выше колѣнъ, производитъ уже такой энергическій ударъ, что рѣдко кто можетъ удержаться на ногахъ въ то время, когда она только коснется ихъ. Какова же должна быть сила этого удара, когда приливная волна, усиленная бурей и теченіемъ, несетъ быстро высотой въ нѣсколько саженой и ударяется въ берегъ или въ морскія сооруженія. Самыя твердыя скалы изъ порфира, гранита и

гнейса не выдерживаютъ этихъ повторяющихся ударовъ и разрушаются. Эта сила волны происходитъ отъ того, что волненіе скопляетъ всю механическую работу, производимую движеніемъ воздуха, или давленіемъ вѣтра. Эта работа выражается половиною всей живой силы движущейся волны. Когда распространеніе волненія происходитъ въ открытомъ морѣ и надъ значительной глубиной, то приобретаемая водою механическая работа, выражаемая половиною ея живой силы, сохраняется почти вполнѣ и уменьшается лишь очень медленно и постепенно съ прекращеніемъ работы вѣтра. Но не то происходитъ у береговъ: оба элемента заключающіе живую силу, т.-е. воздухъ и вода, приведенные въ движеніе, встрѣчая препятствія, уничтожаются быстро и живая сила ихъ поглощается ударами, т.-е. работой разрушенія или превращеніемъ въ теплоту.

Волненіе воды, по мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, есть только колебательное движеніе частицъ воды вверхъ и внизъ и вмѣстѣ вращательное; поступательное же движеніе волнъ есть лишь кажущееся, въ родѣ движенія складокъ развѣвающейся матеріи, или волненіе колосьевъ хлѣбнаго поля; хотя вода, въ которую ударяетъ вѣтеръ, поднимается и опускается, но она не мѣняетъ мѣста и находящіеся на ней предметы движутся весьма медленно по направленію видимаго движенія волнъ ¹⁾. Вслѣдствіе безпрестаннаго тренія, верхнія части волнъ постепенно нагрѣваются, какъ это было замѣчено многими наблюдателями, измѣрявшими температуру верхняго слоя воды послѣ сильной бури. Высоту волны называютъ вертикальное разстояніе $ab = df = ce$ отъ впадины b волны до ея гребня d или c ; длиною же, или амплитудою, волны называютъ разстояніе $cd = ef$ между двумя гребнями волнъ. Высота волнъ не во всѣхъ моряхъ одинакова; чѣмъ обшириѣе и глубже бассейнъ и чѣмъ вода менѣе солона (и слѣдовательно легче), тѣмъ высота волны бываетъ болѣе. Самыя высочія и длинныя волны бываютъ отъ продолжительнаго и сильнаго ровнаго вѣтра; бури же производятъ волну болѣе короткую и не столь высокую.

Черт. LXXXIV.
лит. 700.

На Средиземномъ морѣ высота обыкновенныхъ волнъ не превышаетъ 10—13 футовъ, но въ исключительныхъ случаяхъ на немъ наблюдалась высота волнъ доходившая до 30 футовъ. По измѣреніямъ *Скорезби*, высота волнъ въ Атлантическомъ океанѣ средняя отъ 20—30 футовъ, но измѣрялись высоты доходившія до 43 футовъ. Противъ мыса *Доброй Надежды* измѣрялись высоты доходившія до 50 и 70 футовъ, а *Дюмонъ-Дюрвилло* приходилось встрѣчать волны высотой въ 108 футовъ. Что же касается до амплитуды, или полной длины волны, то по большинству наблюденій найдено, что она превышаетъ отъ 10 до 20 разъ высоту, или среднимъ числомъ въ 15 разъ, т.-е. что волна въ 10 сажень вышины имѣетъ 150 сажень длины.

Если въ воду спокойной поверхности пруда бросить камень, то онъ производитъ отъ мѣста паденія на поверхности воды волну, представляющую все болѣе и болѣе расширяющійся кругъ. Скорость, съ которою

¹⁾ См. прилож. XLVII.

волна, отъ центра ея образованія, добѣжить до котораго-либо изъ береговъ. и будетъ скорость видимаго движенія, или распространенія волны. По вычисленіямъ астронома *Эри*, въ морѣ, съ среднею глубиною въ 985 футовъ, всякая волна, амплитуда которой равна 98,5 футовъ, движется со скоростью 22,44 футовъ въ секунду, или почти 23 версты въ часъ; въ бассейнѣ, имѣющемъ около 3-хъ верстъ глубины, волна шириною въ 985 футовъ перемѣщается со скоростью 72,1 фута въ секунду, или почти 74 версты въ часъ. Эту послѣднюю цифру можно принять за среднюю скорость волнъ на большихъ моряхъ во время бури. Такъ какъ скорость распространенія, или видимаго движенія волнъ, можетъ быть найдена теоретически, когда извѣстны амплитуда ихъ и глубина моря, то наоборотъ, если извѣстна скорость распространенія волны и ея амплитуда, то можно опредѣлить глубину моря. Этимъ именно способомъ, говоритъ *Реклю*, и была вычислена средняя глубина южной Атлантики и Тихаго океана между Японіей и Калифорніей. Во время страшнаго подземнаго удара 23 декабря 1854 года, разрушившаго частію многіе японскіе города, въ томъ числѣ Иеддо и Симода ¹⁾, волны, произведенныя этимъ колебаніемъ земли, прошли въ 12 часовъ и нѣсколько минутъ океаническое пространство почти въ 11,000 верстъ; на основаніи этого профессоръ *Франклинъ Бэчъ* вычислилъ скорость волнъ и глубину океана, которая оказалась въ среднемъ выводѣ равною 14,060 футовъ. Непосредственныя измѣренія глубины моря на этомъ протяженіи дали среднюю цифру, чрезвычайно близкую къ найденной теоретически.

Что же касается до глубины на которую простирается вліяніе волненія, то наблюденія показываютъ, что каждая волна распространяется въ вертикальномъ направленіи до глубины въ 350 разъ превосходящей высоту волны. Такъ какъ средняя глубина сѣвернаго моря равняется 330 футамъ, то всякая волна въ 1 футъ вышиною достигнетъ дна этого моря; въ океанѣ же всякая волна въ 40 футовъ высотой ощутительна на глубинѣ 4-хъ верстъ; но лишь ощутительна, тогда какъ на глубинѣ 165 и даже 330 футовъ, волны сохраняютъ еще большую силу.

Но когда волны на пути своемъ встрѣчаютъ препятствія, то массы воды, при ударѣ волнъ о скалы или маяки стоящіе въ открытомъ морѣ, вскидываются на большую высоту. Эти высоты наблюдались: въ 75,44 фута на маякѣ Гогъ (Hogue), въ 98,4 фут. въ фортѣ Боярдъ (Boyard). въ 117 футовъ у маяка Бельрокъ; въ 164 фут. у Эддистонскаго маяка. *Спалланцани* говоритъ, что перѣдко, во время сильныхъ бурь, волны доходятъ до половины, а иногда даже до самой верхушки Стромболюццо, конуса лавы, стоящаго возлѣ Стромболи (вулканы въ Средиземномъ морѣ) и возвышающагося на 308 футовъ надъ среднимъ уровнемъ моря. Эддистонскій же маякъ, во время сильныхъ бурь, скрывается въ заплескахъ волнъ и въ брызгахъ ихъ пѣны.

¹⁾ Въ которомъ въ это время находился нашъ фрегатъ „Намзана“, впоследствии погибшій.

Очевидно, что громадныя массы воды, бросаемаыя волнами съ большою силою, должны производить большія давленія и сильныя удары на встрѣчаемыя ими препятствія. Шотландскій инженеръ Томасъ *Стивенсонъ* въ теченіе долгаго времени измѣрялъ силу давленія волнъ на островѣ Серриворѣ (*Serrivog*), около западныхъ береговъ Шотландіи. Для этого ему служилъ приборъ, состоящій изъ вертикальной металлической доски *A*, обращенной къ морю противъ ударовъ волнъ и поддерживаемой горизонтальными стержнями *B*, передававшими давленія на сильныя пружины; указатели *c*, двигавшіеся на стержняхъ *B* съ треніемъ, указывали за каждый день наибольшее давленіе волнъ на доску *A*.

Черт. LXXXIV.

• нг. 701.

Въ этомъ мѣстѣ берегъ острова подверженъ полной силѣ волненія Атлантическаго океана и наблюденія показали, что среднее давленіе волнъ на одинъ квадрат. футъ было: лѣтомъ 16,9 пуд.; зимою — 57,8 пуд. и въ штормъ — 168 пуд.

Всплески у Бельрокскаго маяка, доходящіе до 117 фут., соотвѣтствуютъ давленію 186 пуд. на квадратный футъ. На западномъ берегу Ирландіи лордъ *Адейръ* измѣрялъ всплески волнъ высотой въ 150 футовъ, что соотвѣтствуетъ давленію въ 260 пудовъ на квадратный футъ.

Въ 1807 году, говоритъ *Ляйэли*, при сооруженіи Бельрокскаго маяка, противъ устья р. Тая, шесть большихъ гранитныхъ камней, выгруженныхъ на подводный рифъ изъ краснаго песчаника, на которомъ строился маякъ, были сдвинуты силою волнъ и переброшены чрезъ выдающуюся косу на разстояніе 12 или 13 шаговъ; а якорь, вѣсившій около 2650 пудовъ, въ то же время выброшенъ на скалу. *Ляйэли* говоритъ, что онъ слышалъ отъ *Стивенсона*, что въ бурное время камни свыше 30 куб. футовъ въ объемѣ, или болѣе 120 пудовъ вѣсомъ, часто выбрасываются на эту скалу изъ глубины моря, которое при низкой водѣ не превышаетъ здѣсь 18 футовъ. Въ Баррогодѣ, на Гебридскихъ островахъ, Томасъ *Стивенсонъ* видѣлъ, какъ каменная глыба, въ 2623 пуда, была передвинута волнами на разстояніи 5 футовъ. Зимою 1867—68 года, говоритъ *Палай*, обтесанные камни вѣсомъ въ 2996 пуд., стоявшіе на оконечности Біаррицкой плотины, были передвинуты волнами на 33 до 40 футовъ; одинъ камень былъ даже поднять почти на цѣлую сажень, опрокинуть и унесенъ далеко въ море. Въ Плимутѣ волны подбросили судно въ 200 тоннъ на самую верхушку плотины, не сдѣлавъ въ немъ никакихъ поврежденій. На островѣ Соединенія, гдѣ свирѣпствуютъ ураганы, лежитъ среди поля огромный мадрепоровый камень въ 14040 куб. фут. (вѣсомъ около 50000 пудовъ), занесенный волнами, которыя оторвали его отъ коралловаго рифа. *Минаръ*, опредѣляя давленіе волнъ по величинѣ сдвинутыхъ и не сдвинутыхъ камней на молахъ, нашель, что въ Шербургѣ оно болѣе 20,9 и менѣе 22,1 пуда на квадратный футъ. Искусственные камни, съ удѣльнымъ вѣсомъ въ 2,2, оказывались устойчивыми въ Марсели при объемѣ въ 1,03 куб. сажени; въ Алжирѣ и Шербургѣ при объемѣ въ 1,54 куб. сажени. Въ Севастополѣ, естественные камни объемомъ въ 48 куб. фут. и вѣсомъ въ 168 пудовъ, оказались неустойчивыми, при укрѣпленіи ими

подшвы батарей Александровской и Николаевской, расположенных на берегу рейда.

Проходя въ 1845 году у западныхъ береговъ Шотландіи, около острова Стаффы, намъ приходилось видѣть множество отдѣльныхъ скалъ, разбросанныхъ вдоль этого берега, торчащихъ изъ воды моря на значительную высоту и самыхъ разнообразныхъ формъ и очертаній, вслѣдствіе разрушительнаго дѣйствія на нихъ волнъ. Хотя большая часть изъ нихъ состоитъ изъ базальта, какъ и весь островъ Стаффа, но тѣмъ не менѣе многія изъ нихъ пробиты насквозь ударами волнъ океана, разорваны и обломаны самымъ разнообразнымъ образомъ. Всѣ онѣ составляли когда-то берегъ твердой земли, но разрушительное дѣйствіе прибой океана постоянно разрушаетъ этотъ берегъ, какъ и нѣкоторые берега Норвегіи, оставляя близъ него ряды одинокихъ скалъ, которыя, почему-либо, менѣе поддавались этому разрушенію.

Говоря о шотландскихъ островахъ, докторъ *Гиббертъ* замѣчаетъ, что островъ Станессъ представляетъ картину разрушенія, не имѣющую ничего себѣ подобнаго. Въ бурныя зимы огромныя глыбы камней опрокидываются или сдвигаются съ своихъ первоначальныхъ мѣстъ и относятся вверхъ по слабому склону морскаго дна на разстояніе почти невѣроятное... Этотъ берегъ, продолжаетъ онъ, является какъ бы поставленнымъ въ видѣ оплота противъ вторженій океана. Атлантическій океанъ, разсвирѣчившій отъ зимнихъ бурь, громитъ его со всею силою настоящей артиллеріи и волны его, неоднократно повторявшимся штурмомъ, образовали въ немъ проломъ.

Это описаніе доктора *Гибберта* представляется нисколько не преувеличеннымъ; въ Діеппѣ, далеко не столько подверженномъ непосредственнымъ ударамъ волнъ океана, и не во время зимнихъ бурь, а въ бури лѣтнія, въ сезонъ купанія, удары волнъ въ известковыя высокія скалы, лежація по обѣ стороны набережной (*plage*), производятъ такой гулъ и громъ, которые только и можно уподобить сильной пушечной канонадѣ, за которой иногда не бываетъ слышно сильныхъ раскатовъ грома, когда буря сопровождается грозой. Въ Дюнкирхенѣ, когда море бушуетъ, земля дрожитъ на пространствѣ полторы версты отъ берега, какъ доказалъ *Вильярс* посредствомъ чрезвычайно тонкихъ наблюдений.

И тамъ, гдѣ не выдерживаютъ скалы изъ гранита, порфира и базальта, голландскіе инженеры противопоставляютъ этой разрушительной силѣ морскихъ волнъ лишь слабыя фашины и гравій. Дѣло въ томъ, что фашины, по упругости своей, сжимаются отъ удара и смягчаютъ этотъ ударъ; а иль и гравій, замывая всѣ промежутки фашинъ, дѣлаютъ плотину непроницаемою; слабый же уклонъ даваемый откосу плотинъ къ сторонѣ моря, дѣйствуетъ какъ наклонная плоскость, по которой вода поднимается безъ удара и вслѣдствіе дѣйствія тяжести, теряя постепенно во время восхожденія всю свою живую силу и поступательное движеніе, скатывается обратно въ море.

На берегахъ Голландіи плотины и приморскія дамбы имѣютъ наружные откосы (если онѣ не имѣютъ одежды) отъ 3-хъ до 12-ти разъ

противъ высоты. Плотины состоятъ изъ песку, земли или глины; иногда ядро ихъ дѣлается изъ тростника. Вершина ихъ поднимается выше самаго высокаго горизонта моря, иначе волны перекатываясь черезъ гребень размываютъ внутренній откосъ и могутъ произвести прорывъ.

Большую частію дамбы бываютъ одѣты естественнымъ дерномъ; но во время бурь дернъ срывается волнами и земля или песокъ обнажаются. Тогда обнаженные части прикрываютъ соломой до слѣдующей весны; подъ гнѣющей соломой вырастаетъ къ веснѣ трава, а къ осени, когда начинаются бури, образуется новый слой дерна. На обнаженномъ мѣстѣ солома настиляется въ два ряда, расположенные крестъ на крестъ, по $\frac{1}{2}$ вершка толщиною въ ряду, а на верхній слой кладутся соломенные веревки, прикрѣпляемые къ землѣ, чрезъ каждый футъ, деревянной вилкой, или коломъ съ крючкомъ. Соломенная одежда можетъ существовать не болѣе одного года.

Часто употребляютъ для одежды смѣсь фашинъ, соломы, плетня и камня. Для этого поверхность дамбы покрываютъ слоемъ соломы, тростника или травы, толщиною въ 2 дюйма, поверхъ ихъ растилаютъ слой фашинъ, толщиною въ $\frac{1}{2}$ фута и прибиваютъ ихъ кольями, которые потомъ оплетаютъ хворостомъ и продольные промежутки между плетнями, шириною въ 2 фута, загружаютъ камнемъ. Иногда, какъ для одежды откосовъ, такъ и для задѣлки прорывовъ, употребляютъ фашинные тюфяки.

Каменная обдѣлка откосовъ посредствомъ сухой каменной кладки, называемой *перре*, держится трудно, особенно при крутыхъ откосахъ или вертикальныхъ стѣнкахъ; при очень отлогихъ же держится нѣсколько долѣе. Нѣкоторые опыты показываютъ, что одежда лучше удерживается, когда ей даютъ форму вогнутой кривой линіи. Для ослабленія дѣйствія волнъ на берега, въ Голландіи устраиваютъ также продольныя деревянные стѣны впереди берега, на линіи низкой воды; подошву этихъ стѣнъ предохраняютъ отъ подмытія каменной наброской.

На островѣ Сильтъ, въ Шлезвигѣ, заставили самое море помогать сооруженію плотинъ, долженствующихъ отражать его нападенія, говоритъ *Реклю*. Вдоль берега набиваютъ два ряда свай, отстоящія одинъ отъ другаго саженой на пять, и между ними прокладываютъ ряды фашинъ. Во время бурь, волны съ ревомъ перекатываются черезъ фашины, оставляя между прутьями фашинъ содержащійся въ нихъ песокъ и илъ, которые постепенно скопляются между рядами свай на рядахъ фашинъ и вскорѣ на берегу моря возникаетъ длинная дюна искусственнаго происхожденія, защищающая внутреннія поля. Но это средство защиты, говоритъ *Реклю*, не вездѣ можетъ быть употреблено съ успѣхомъ.

Пользованіе работой воды прилива и отлива. Говоря о морскихъ береговыхъ плотинахъ, мы здѣсь лишь мимоходомъ замѣтимъ, что помощію этихъ плотинъ можно пользоваться механическою работою воды вслѣдствіе морскихъ приливовъ и отливовъ. Мы потому не будемъ много распространяться объ этомъ предметѣ, что въ европейской Россіи способъ этого пользованія можетъ быть осуществимъ лишь по берегамъ

Сѣвернаго океана и Бѣлаго моря, гдѣ существуютъ приливы и отливы; на берегахъ же нашихъ внутреннихъ морей, каковы Балтійское и Черное, приливы и отливы не чувствительны.

Приливы и отливы моря, какъ извѣстно, есть результатъ притягательнаго дѣйствія луны и солнца и подвижности жидкихъ частицъ воды. Частицы воды стягиваются къ тому мѣсту моря, надъ которымъ стоитъ луна и возвышаются; а какъ земля имѣетъ вращательное движеніе, то это возвышеніе имѣетъ форму волны, вслѣдствіе послѣдовательнаго возвышенія морской поверхности, находящейся подъ непосредственнымъ и ближайшимъ дѣйствіемъ притяженія луны. Притяженіе солнца дѣйствуетъ такимъ же образомъ, но слабѣе; силы притягательнаго дѣйствія луны и солнца на приливы относятся между собою какъ 5 : 2. Въ зависимости отъ взаимнаго положенія этихъ двухъ небесныхъ тѣлъ, приливъ можетъ быть выше или ниже. Самые высокіе приливы случаются въ новолуніе и полнолуніе, т.-е. два раза въ теченіе каждаго луннаго мѣсяца; въ этихъ случаяхъ солнце и луна находятся на одномъ и томъ же меридіанѣ и въ новолуніе оба эти свѣтила находятся въ соединеніи, а въ полнолуніе — въ противостояніи. Въ каждомъ изъ этихъ положеній ихъ притяженіе соединяется и подымаетъ воду до наибольшей высоты. Напротивъ, самые низкіе приливы случаются когда луна находится въ квадратурѣ, или на 90° разстояніи отъ солнца, тогда притяженія этихъ свѣтилъ противодействуютъ одно другому. Теоретически, среднія высоты большихъ и малыхъ приливовъ должны относиться между собою какъ 7 : 3.

Если бы вся земля была покрыта водами океана и притомъ одинаковой глубины, то время появленія прилива и высота его, для каждаго мѣста могли бы быть съ точностью опредѣлены вычисленіемъ. Но такъ какъ скорость движенія (отъ востока къ западу) приливной волны пропорціональна глубинѣ океана, и притомъ воды океана прерываются материками неправильной формы, то, такъ называемый *прикладной часъ*, т.-е. время протекающее между прохожденіемъ луны черезъ меридіанъ и моментомъ наступленія прилива, значительно разнится даже въ портахъ лежащихъ въ близкомъ разстояніи одинъ отъ другаго. Гдѣ глубина океана 8 верстъ, скорость приливной воды доходитъ до 850 верстъ въ часъ; при глубинѣ моря въ 330 футовъ, приливъ распространяется со скоростью 96 верстъ въ часъ; при глубинѣ же моря въ 33 фута — не болѣе 25 верстъ въ часъ. А потому, вслѣдствіе неодинаковой глубины океановъ и морей, многочисленныхъ и разнообразныхъ извилинъ береговъ всѣхъ материковъ, а также отъ дѣйствія вѣтровъ и морскихъ теченій, явленія прилива представляютъ безконечныя видоизмѣненія и кажуціяся нецѣлостности; отчего и высоты приливовъ бываютъ для разныхъ мѣстъ весьма разнообразны. Вообще высота приливовъ должна уменьшаться отъ экватора къ полюсамъ: но вслѣдствіе различныхъ вышеуказанныхъ пертурбацій, происходитъ огромная разница въ высотѣ приливовъ даже въ весьма близкихъ между собою мѣстахъ. Такъ въ Панамскомъ портѣ приливы поднимаются на высоту до 22 фута, попеременно затопляя и обнажая отлогій берегъ на огром-

ное пространство; тогда какъ верстахъ въ 60 оттуда, на другомъ берегу перешейка, приливная волна едва замѣтна. Въ устьѣ англійской рѣки Севернъ и въ большой французской бухтѣ горы Св. Михаила, разность между высотой большихъ приливовъ въ новолуніе и полнолуніе, и самую низкою водою во время отлива, доходитъ до 46 — 50 футовъ; при входѣ въ Магеллановъ проливъ *Финч-Роу* случалось видѣть приливы въ 50, 60 и 66 футовъ высоты. Наконецъ самые высокіе приливы, доходящіе до 70 футовъ, бывають въ бухтѣ Фунди¹⁾. Въ каждой данной береговой линіи самые большіе приливы бывають въ узкихъ проливахъ, заливахъ и лиманахъ, а самые малые тамъ, гдѣ земля выдается въ море.

Въ теченіе 24 часовъ 50 минутъ (почти), въ каждой точкѣ земной поверхности, два раза морская вода, вслѣдствіе прилива, достигаетъ наибольшей высоты и два раза наименьшей.

Теперь представимъ себѣ, что на берегу моря находится продольная плотина и что со стороны берега, за этой плотинной, двумя поперечными плотинами, соединяющимися съ продольною, отдѣлено нѣкоторое пространство, предназначенное быть бассейномъ; что въ продольной береговой плотинѣ сдѣланъ шлюзъ, отворяющійся въ бассейнъ со стороны моря. Когда приливъ поднимается, то напоромъ морской воды шлюзовые ворота отворяются и вода прилива входитъ въ бассейнъ и наполняетъ его. При наступленіи же отлива, шлюзовые ворота запираются и бассейнъ остается наполненнымъ водою, тогда какъ отливъ понижаетъ уровень моря на нѣсколько футовъ ниже уровня воды, оставшейся въ бассейнѣ. Очевидно, что гидравлическое колесо, поставленное у береговой плотины, со стороны моря, можетъ работать водою, собранной приливомъ въ бассейнѣ, во все продолженіе времени отлива; наоборотъ, если шлюзовые ворота не допускаютъ входа воды въ бассейнъ, то гидравлическое колесо, поставленное у береговой плотины со стороны бассейна, можетъ работать водою прилива спуская отработавшую воду въ пустой бассейнъ. Но при такомъ расположеніи плотинъ и колесъ, очевидно, что колесы будутъ вращаться въ противоположныя стороны. По словамъ *Белидора*, плотничному мастеру *Персу* (*Perse*) принадлежитъ первая мысль устройства мельницы въ Дюнкирхенѣ, дѣйствовавшей приливомъ и отливомъ моря, притомъ такимъ образомъ, чтобы гидравлическія колесы вращались постоянно въ одну сторону²⁾.

Прилагаемая фиг. 702 изображаетъ три канала, изъ которыхъ Черт. LXXXIV. средній *KCM* можетъ запирается двумя щитами, помѣщенными въ *B* фиг. 702. и *E*; два другіе канала *GDL* и *HFI* запираются также щитами, или заставками, *D* и *F*. Предполагается, что приливная морская вода входитъ въ средній каналъ со стороны *M* и выходитъ изъ канала со стороны *K* въ большой резервуаръ, въ которомъ она остается въ запасъ во время отлива моря. Гидравлическое колесо мельницы помѣщено въ *C*.

¹⁾ При вершинѣ Фундійскаго залива въ Новой Шотландіи.

²⁾ М. *Bélidor*. *Architècture Hydraulique*. Paris. 1737. Tome premier p. 304—308.

Когда начинается приливъ, поднимаютъ заставки *B* и *E* и опускаютъ заставки *D* и *F*. Тогда приливная вода, проходя по среднему каналу, вращаетъ колесо около $4\frac{1}{2}$ часовъ, изъ 6 часовъ въ теченіе которыхъ приливъ поднимается, потому что когда высота прилива начинаетъ приближаться къ уровню воды въ резервуарѣ, колесо перестаетъ вращаться за $1\frac{1}{2}$ часа до того времени, когда приливъ достигаетъ наибольшей высоты, а затѣмъ еще $1\frac{1}{2}$ часа послѣ начала отлива. Такимъ образомъ изъ 12 часовъ времени прилива и отлива, работа колеса превращается на 3 часа; а такъ какъ въ теченіе 24 часовъ и 50 минутъ (лунныхъ сутокъ) бываетъ 2 прилива и 2 отлива, то въ теченіе этого времени колесо не работаетъ 6 часовъ (или не много болѣе) въ сутки.

Когда начинается отливъ, запираютъ заставки *E* и *B* и открываютъ двѣ другія *D* и *F*; тогда вода изъ резервуара должна проходить черезъ каналъ *GDL* и какъ опущенная заставка *B* не позволяетъ ей уходить въ море, то она идетъ подъ колесо *C*, которое заставляетъ вращаться въ ту же сторону какъ и прежде; отработавшая же на колесѣ вода черезъ каналъ *HFI* уходитъ въ море, въ которомъ совершается отливъ. Такимъ образомъ, чтобы заставить работать колесо *C*, приводящее въ движеніе мельничные жернова, стоитъ только каждыя 6 часовъ, попеременно, открывать заставки *E*, *B* и *D*, *E*. Чтобы остановить дѣйствіе колеса *C* и мельницы, когда это находятъ нужнымъ, опускаютъ заставку *A*, которая не позволяетъ тогда приливной водѣ моря входить въ каналъ.

Бемдоргъ приводитъ еще нѣсколько способовъ для пользованія водами прилива и отлива; но мы полагаемъ достаточнымъ предъидущаго указанія.

Морскія плотины, или молы и бревкатыры. Лишь для полноты нашего изложенія скажемъ нѣсколько словъ о собственно морскихъ сооруженіяхъ, имѣющихъ сходство съ плотинами, и которыя иногда носятъ названіе морскихъ плотинъ, а именно о молахъ и бревкатырахъ.

Гаванью, или портомъ, называется часть моря у берега, закрытая отъ вѣтровъ и волненія, въ которой глубина воды всегда достаточна для того, чтобы суда могли стоять у самыхъ набережныхъ, имѣя всѣ удобства для нагрузки и разгрузки.

Рейдомъ же называется часть моря, прикрытая болѣе или менѣе отъ вѣтровъ и волненія естественными условіями или искусственно и въ которой суда могутъ съ безопасностью стоять на якорѣ. Рейды составляютъ убѣжище, куда суда скрываются во время бурь: а потому кромѣ защищенности отъ бурь и волненій, они должны быть достаточно обширны, достаточно глубоки и имѣть хорошей грунтъ. или дно, для держанія якорей.

Плотины устраиваемыя въ морскихъ портахъ, носятъ названіе *молъ* и *бревкатыровъ* (волнорѣзовъ), возводимыхъ съ цѣлю огражденія гавани или рейда отъ волненія. Если это сооруженіе въ видѣ плотины, или дамбы, примыкаетъ къ берегу, то оно называется *моломъ* (môle,

rier); если же оно построено въ морѣ и совершенно уединенно отъ береговъ, то называется *брекватеромъ* (brise-lames, breakwater). А потому брекватеры назначаются собственно для огражденія отъ волненія рейдовъ, а молы — гаваней. Входъ въ гавань обыкновенно ограждаютъ двумя молами, образующими между собою каналъ, и вдающимися отъ берега въ море нѣсколько далѣе черты низкой воды, тамъ гдѣ существуютъ приливы и отливы. Этого рода молы, служащія также для втягиванія входящихъ съ рейда въ гавань судовъ, называются *жете́* (jetée, jetties) и особенно употребительны въ океанскихъ портахъ Франціи. Если подобныя жетё свозныя, свайныя, то называются также *эстакадами* (estacade, stockade), или пристанями. Молы и жетё, кромѣ огражденія гавани отъ волненія, служатъ иногда для нагрузки и разгрузки судовъ и тогда имѣютъ назначеніе набережныхъ.

Въ зависимости отъ господствующихъ вѣтровъ, волненія, теченій, приливовъ и отливовъ, а главное наносовъ отъ этихъ различныхъ причинъ, расположеніе моловъ и жетё въ планѣ, составляетъ одну изъ труднѣйшихъ задачъ для морскаго инженера, и должно быть основано на точномъ топографическомъ и историческомъ изученіи мѣстности, на которой предполагается возведеніе подобныхъ сооружений и можетъ быть окончательно опредѣлено только по совѣщаніи съ опытными моряками и лоцманами.

Молы и жетё дѣлаются, или каменные, или деревянные наполненные внутри камнемъ, пескомъ или землею, или фашинные съ верхнею частию каменною, или наконецъ деревянные свозныя (эстакады). Смотря по способу устройства, ихъ форма и профили бѣвають различны. Поверхность моловъ дѣлается горизонтальною, съ небольшими скатами въ стороны для стока воды отъ заплесковъ волнъ. Эта поверхность возвышается около 5 фут. надъ уровнемъ высокой воды и вообще зависитъ отъ высоты волнъ въ томъ мѣстѣ. Съ наружной стороны, т.-е. обращенной къ морю моль, или жетё, имѣютъ парапетъ, т.-е. стѣнку высотой отъ 3 до 10 фут. для защиты отъ всплесковъ волнъ. Если моль назначенъ только для прохода людей, втягивающихъ суда, то ширина его бываетъ около одной сажени; если же онъ служитъ для нагрузки судовъ, какъ набережная, то дѣлается не менѣе 10 - 15 саж. Ширина каменныхъ моловъ дѣлается отъ 2 до 4-хъ саженей. Голова, или оконечность мола, дѣлается всегда шире, какъ для большаго сопротивленія ударамъ волнъ, такъ и для большаго простора собирающихся здѣсь людей, постановки портовыхъ огней и т. п.

Что касается до профилей моловъ и брекватеровъ, то строители еще не вполне согласны между собою на этотъ счетъ. Такъ какъ этого рода сооруженія приходится часто выводить на большой глубинѣ (напр. оконечность новаго Алжирскаго мола находилась на глубинѣ 30 метр. или 98,4 фут.) и при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ, то естественно что древнѣйшій и самый употребительный до настоящаго времени способъ устройства ихъ заключался въ возведеніи ихъ на каменную кладку, т.-е. просто въ набрасываніи въ море, на протяженіи

полагаемаго сооруженія, камней, до тѣхъ поръ, пока масса ихъ не возвысится надъ поверхностью воды. Этотъ способъ былъ употребленъ еще въ царствованіе *Траяна*, для устройства гавани въ Чивита-Веккіи и подробно описанъ *Плиніемъ*. Наблюденія надъ существующими въ наше время навидными кладками, приводятъ къ заключенію, что профиль ихъ, параллельно направленію господствующихъ вѣтровъ, устанавливается такъ: 1) со стороны обращенной къ морю, откосъ навидной кладки двоякій: отъ поверхности воды до глубины, на которой волненіе чувствуется довольно замѣтнымъ образомъ, откосъ имѣетъ обыкновенно основаніе отъ 5 до 11 разъ болѣе высоты; ниже полосы волненія откосъ этотъ уже гораздо круче, и именно имѣетъ основаніе отъ $1\frac{1}{2}$ до 2-хъ разъ болѣе высоты, и 2) со стороны же обращенной къ берегу, откосъ имѣетъ основаніе отъ 1 до 2 разъ болѣе высоты. Только ниже полосы волненія откосы сколько нибудь постоянны; выше же, уклонъ откоса зависитъ отъ величины камней и отъ силы волнъ, которыя въ каждомъ случаѣ бываютъ различны. Приведенныя выше числа относятся къ навиднымъ массамъ изъ неустойчивыхъ камней; употребляя же камни достаточно большіе, напр. отъ 10 до 15 куб. метр., можно устривать молы и брекватеры съ постоянными откосами около 45° (т.-е. одиночными), какъ съ внутренней, такъ и съ наружной стороны.

Черт. LXXXV. Какъ примѣръ этого рода профиля моловъ и брекватеровъ, мы приведемъ здѣсь профиль Альдернейскаго брекватера, изображеннаго на фиг. 703. При молахъ и брекватерахъ изъ навиднаго камня, французскіе инженеры кладутъ внутрь мелкіе камни, а внаружу крупныя.

Что же касается до моловъ и брекватеровъ возводимыхъ правильной кладкой съ самага дна, то подобное устройство могло совершаться только съ изобрѣтеніемъ и усовершенствованіемъ водолазныхъ приборовъ, такъ какъ подобная работа производится водолазами. Только строящійся въ настоящее время въ Дуврѣ молъ, представляетъ единственный примѣръ такого рода работы. Полная длина этого мола, когда онъ будетъ оконченъ, составитъ около 3-хъ верстъ. Работа его была начата въ 1849 году и въ 1857 году былъ оконченъ участокъ длиною только въ 1000 футовъ. Камни въ немъ кладутся на сухо, съ точной пригонкой. Внутренность мола составлена изъ искусственныхъ камней, объемомъ каждый въ 120 куб. фут. и вѣсомъ въ $7\frac{1}{2}$ тоннъ. Работая четырьмя колоколами, укладываютъ въ сутки около 50 камней. Облицовка же дѣлается изъ естественныхъ камней. Профиль Дуврскаго мола представлена на фиг. 704. Къ этой профили и устройству при-

Черт. LXXXV. бѣгли по недостатку камня.

При навидной массѣ, на нее кладутъ слой бетона и на этомъ слой уже возводятъ правильную кладку. Причемъ полагаютъ, что каменной кладкѣ необходимо давать не менѣе 5 фут. толщины вверхъ, чтобы она могла сопротивляться разрушительному дѣйствію волнъ снизу, сквозь скважины навидной кладки, почему нужно быстро и ровно вести эту работу пользуясь тихой погодой.

Изъ другихъ способовъ основанія моловъ и брекватеровъ, кромѣ

накидной кладки, наиболее употребительной и самой лучшей, когда камень находится въ изобиліи и не далеко, дѣлаютъ это основаніе: 1) изъ слоя бетона при скалистомъ днѣ и глубинѣ не болѣе 20 фут.; 2) изъ погруженныхъ ящиковъ съ дномъ, или кессоновъ, наполняемыхъ правильной каменной кладкой или бетономъ; 3) изъ ряжей, наполненныхъ камнями, которые особенно удобны въ сѣверныхъ климатахъ для опусканія ихъ со льда. Между прочимъ всѣ Кронштадтскіе и Ревельскіе молы выстроены изъ подобныхъ ряжевыхъ ящиковъ; 4) изъ ростверка на сваяхъ, особенно на мягкихъ и легко размываемыхъ грунтахъ, и 5) наконецъ, какъ въ Дуврскомъ молѣ, выводя правильную кладку съ самаго дна помощію водолазныхъ приборовъ. Въ Германіи и Голландіи, по недостатку камня и его дороговизнѣ, употребляютъ фашинное основаніе для устройства моловъ; но въ такомъ случаѣ только нижнюю, подводную часть, дѣлаютъ изъ фашинъ, выводя ее до поверхности воды, а потомъ со всѣхъ сторонъ это фашинное основаніе покрываютъ камнемъ, валя его на фашинные тюфяки. На такомъ основаніи верхнюю часть выводятъ каменной кладкой. Устройство основанія изъ каменной накидки требуетъ большаго количества камня, напр. на Плимутскій брекватеръ, длиною въ 5100 фут., употреблено 3.369,621 тоннъ камня крупнаго и мелеаго и вся постройка его обошлась 3.500,000 фунт. стерлинговъ. Въ Шербургскомъ брекватерѣ, котораго погонный метръ длины обошелся въ 18.800 франк., $\frac{2}{3}$ суммы стоило устройство накиднаго основанія и $\frac{1}{3}$ устройство стѣны на брекватерѣ. Погонный метръ Голихедскаго мола обошелся 15,830 франковъ. Французскій инженеръ *Шуарель* первый примѣнилъ, въ 1838 году при устройствѣ новаго Алжирскаго мола, искусственный бетонный камень, который допускалъ въ профилѣ полуторный и даже одинокій откосъ, что значительно сокращало количество употребляемаго камня. Каждый камень имѣлъ объемъ въ 10 куб. метровъ (всѣ одной мѣры, длиною 11 фут., шириною $6\frac{1}{2}$ фут. и толщиною 4 ф. 11 дюйм.). Погонный метръ мола этой конструкціи, при глубинѣ отъ 36 до 63 фут., обходится до 10,000 франковъ.

При кладкѣ стѣны моловъ, и въ особенности при ихъ облицовкѣ, камни скрѣпляются между собою пиронами изъ твердаго камня; такой способъ соединенія камней между собою былъ употребленъ и при постройкѣ Эдистонскаго маяка. Желѣзные пироны морская вода очень скоро уничтожаетъ, превращая желѣзо въ водную окись, теряющую крѣпость; чугунъ, находясь въ морской водѣ, чрезъ 30 лѣтъ, дѣлается похолошимъ на графитъ и такимъ мягкимъ, что его легко можно рѣзать ножомъ.

Что же касается до деревянныхъ моловъ, то сплошные молы состоятъ изъ трапеціодальныхъ фермъ, прикрѣпленныхъ къ забитымъ въ дно сваямъ и обшитымъ изнутри или снаружи досками.

Внутри такой молъ наполняется камнемъ, пескомъ или землей. Другаго рода деревянные сплошные молы образуются изъ двухъ продольныхъ шпунтовхъ линий, пространство между которыми также на-

полняется каменной накидкой, каменной кладкой, или пескомъ и землей, какъ напр. Одесскіе молы.

Сквозные деревянные молы, или эстакады, состоятъ изъ деревянныхъ фермъ и раскосовъ, соединенныхъ между собою врубками въ полдерева и болтами. Фермы эстакады образуются, или изъ верхнихъ частей свай забитыхъ въ дно, или фермы составляютъ отдѣльную часть, прикрѣпляемую въ вбитымъ предварительно сваямъ; послѣдній способъ предпочитается. По верху фермъ располагается помость изъ досокъ. Такимъ образомъ построена напр. эстакада Остендская. Но деревянные молы подвергаются часто нападенію морскихъ червей (*toredo navalis*) существующихъ во многихъ мѣстахъ и уничтожающихъ дерево съ большою быстротой. Этотъ червь обыкновенно уничтожаетъ дерево близъ средняго горизонта воды; въ прѣсной водѣ онъ существовать не можетъ. Въ Севастополѣ этотъ червь обнаруживается съ половины іюня до половины августа; въ Азовскомъ морѣ его нѣтъ. Въ Лоріанѣ черви уничтожаютъ дерево въ теченіе трехъ лѣтъ; въ Гаврѣ, вся эстакада была съѣдена червями въ 6 мѣсяцевъ; въ 1806 году, на рейдѣ острова Aix, черви въ 6 мѣсяцевъ съѣли (по вѣсу) половину линейнаго корабля, ставнаго на мель. Только напитываніе дерева креозотомъ (подъ сильнымъ давленіемъ) предохраняетъ его до нѣкоторой степени отъ морскихъ червей ¹⁾.

¹⁾ Герсеновъ „Лекціи о морскихъ сооруженіяхъ“.

ОТДѢЛЪ ТРИНАДЦАТЫЙ.

УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДНЫХЪ КАНАЛОВЪ, РУСЛЪ И ТРУБЪ.

ГЛАВА XXV.

УСТРОЙСТВО ВОДОПРОВОДНЫХЪ КАНАЛОВЪ, РУСЛЪ И ТРУБЪ.

80. Допускаемая скорость теченія и уклоны.— Когда плотины предназначены для механическаго вододѣйствія, то обыкновенно вмѣстѣ съ ихъ устройствомъ производится и устройство каналовъ, руслъ и трубъ, какъ верхнихъ такъ и нижнихъ, т.-е. *приводящихъ* рабочую воду къ гидравлическимъ приѣмникамъ и *отводящихъ* отработавшую на нихъ воду въ русло рѣки ниже плотины. Равнымъ образомъ, вмѣстѣ съ устройствомъ плотинъ, образующихъ за собою пруды, или резервуары воды, предназначенные для питанія судоходныхъ каналовъ, или для снабженія водою городовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ и т. п., устраиваются и водопроводы отъ прудовъ до мѣстъ снабженія.

А потому устройство приводныхъ и отводныхъ каналовъ, руслъ и трубъ, принадлежитъ, въ дѣйствительности, въ устройству плотинъ, такъ какъ оба устройства весьма тѣсно между собою связаны и совершаются чаще одновременно. Въ первой части (гл. IV, ст. 14) мы изложили главныя условія движенія воды въ каналахъ, руслахъ и трубахъ, исследовали наивыгоднѣйшія формы сѣченія тѣхъ и другихъ и въ общихъ чертахъ изложили основанія для устройства, какъ приводящихъ, такъ и отводящихъ каналовъ, руслъ и трубъ; теперь же займемся болѣе подробнымъ изложеніемъ ихъ устройства.

Для этого, прежде всего, припомнимъ себѣ, что *уклономъ* текущей въ рѣкѣ, или каналѣ воды, называется уголъ наклоненія верхней ея поверхности къ горизонту; что *падениемъ* текущей воды на известномъ протяженіи называется вертикальное разстояніе крайнихъ точекъ горизонта воды, удаленныхъ одна отъ другой на это протяженіе: что паденіе на единицу длины есть то паденіе, которое текущая вода имѣетъ на протяженіи равномъ единицѣ длины. Для части канала, или рѣки, $AB = l$, $DH = h$ есть паденіе, а уголъ $DAH = \alpha$ есть уклонъ; паденіе же на единицу длины будетъ $\text{Sina} = \frac{h}{l}$.

Черт. LXXXV.

• нг. 705.

Что *сопротивленіе* движенію воды отъ русла, вслѣдствіе сдѣянія и тренія (ч. I. гл. IV ст. 12), возрастаетъ съ увеличеніемъ поверхности соприкосновенія между русломъ и водою, т.-е. съ увеличеніемъ *подводнаго периметра*, который означимъ чрезъ p . Что это сопротивленіе обратно пропорціоально площади *живаго сѣченія*, которую означимъ чрезъ F и слѣдовательно это сопротивленіе пропорціоально отношенію $\frac{p}{F}$ подводнаго периметра къ площади живаго сѣченія. Наконецъ, чтобы сопротивленіе отъ тренія текущей воды было возможно меньше, нужно поперечному профилю придать такую форму, при которой отношеніе $\frac{p}{F}$ было бы *возможно меньшимъ*, т.-е. чтобы при данной площади живаго сѣченія подводный периметръ былъ бы наименьшимъ, или, обратно, чтобы при данномъ периметрѣ площадь живаго сѣченія была бы наибольшая. Въ первой части, въ ст. 14, мы подробно разсмотрѣли эти условія для открытыхъ каналовъ и руслъ, въ водопроводахъ же закрытыхъ со всѣхъ сторонъ, напр. въ трубахъ круглыхъ или инаго сѣченія, p есть весь периметръ фигуры поперечнаго сѣченія. Такъ какъ при томъ же числѣ сторонъ правильныя фигуры имѣютъ меньшій периметръ нежели неправильныя, а въ правильныхъ фигурахъ периметръ уменьшается съ увеличеніемъ числа сторонъ, то для водопроводовъ закрытыхъ со всѣхъ сторонъ, сопротивленіе отъ тренія будетъ тѣмъ менѣе, чѣмъ поперечный ихъ профиль будетъ правильнѣе и, чѣмъ онъ будетъ имѣть большее число сторонъ, такъ, что въ этомъ случаѣ наивыгоднѣйшая форма поперечнаго профиля будетъ кругъ, такъ какъ можно предположить, что онъ имѣетъ безконечное число сторонъ.

Въ водопроводахъ же сверху открытыхъ, это отношеніе будетъ инымъ, ибо верхъ ихъ поперечнаго профиля свободенъ, или точнѣе, онъ находится въ соприкосновеніи съ воздухомъ, который, находясь въ покоѣ, представляетъ весьма малое сопротивленіе движенію воды. Поэтому, при разсматриваніи тренія, въ этомъ случаѣ изъ периметра p исключаютъ верхнюю, свободную часть профиля.

Мы знаемъ уже, что въ правильномъ каналѣ или руслѣ движеніе воды на извѣстномъ протяженіи дѣлается *однообразнымъ*. При такомъ движеніи воды на протяженіи $AD = l$, все паденіе $DH = h$ употребляется на преодоленіе сопротивленія тренія воды въ руслѣ, ибо вода вытекаетъ съ тою же скоростью изъ сѣченія CD , съ какою притекаетъ въ сѣченіе AB , поэтому высота напора, соответствующая скорости, остается неизмѣнною. Выражая это треніе высотой столба воды, или высотой напора потребнаго на преодоленіе сопротивленія отъ тренія, можно эту высоту приравнять паденію. Высота соответствующая сопротивленію отъ тренія, возрастаетъ вмѣстѣ съ отношеніемъ $\frac{p}{F}$ длиною l и квадратомъ средней скорости v ; поэтому ее можно выразить формулою: $h = \varphi \cdot \frac{l \cdot p}{F} \cdot \frac{v^2}{2g}$, гдѣ φ есть численный коэффициентъ, опредѣляемый изъ опытовъ; онъ называется *коэффициентомъ сопротивленія отъ тренія*. Изъ предъидущей формулы будетъ: $v = \sqrt{\frac{F}{\varphi \cdot l \cdot p} \cdot 2gh}$: изъ чего видно, что

опредѣленіе паденія по даннымъ: длинѣ, поперечному профилю и скорости, и обратно: опредѣленіе скорости по даннымъ: паденію, длинѣ и поперечному профилю, зависятъ отъ коэффициента тренія φ .

Эйтелвейнъ, вычисливъ 91 наблюденіе *Дюбуа*, *Брюнинга*, *Функа* и *Волтмана*, нашель, $\varphi = 0,007565$. Поэтому:

$$h = 0,007565 \cdot \frac{l \cdot p}{F} \cdot \frac{v^2}{2g}; \text{ и какъ } g = 32,2 \text{ фута, то получимъ:}$$

$$h = 0,00011753 \cdot \frac{l \cdot p}{F} \cdot v^2 \text{ и } v = 92,2 \sqrt{\frac{F \cdot h}{p \cdot l}} \text{ въ футахъ.}$$

При водопроводныхъ трубахъ съ круговымъ сѣченіемъ, означая внутренній діаметръ трубы чрезъ d , будетъ: $\frac{l \cdot p}{F} = \frac{l \cdot \pi \cdot d}{\frac{1}{4}\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot l}{d}$; а потому предъидущая формула для нихъ превратится въ $h = 0,03026 \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$, или для среднихъ скоростей *Вейсбахъ* нашель точнѣе, что:

$$h = 0,025 \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ или } h = 0,000388 \cdot \frac{l}{d} \cdot v^2.$$

Въ части первой въ ст. 14 мы видѣли, что когда профили канала дается трапеціодальная форма A , а русламъ—прямоугольная форма B , то въ нихъ отношеніе $\frac{p}{F}$, какъ въ томъ, такъ и въ другомъ, составляетъ $\frac{2}{3}$.

Черт. LXXXV.
фиг. 706.

Вообще же въ каналахъ и руслахъ подводящихъ воду, отношеніе $\frac{p}{F}$ заключается между числами $\frac{1}{5}$ и 2, а скорости теченія, вообще для каналовъ и водопроводовъ, заключаются между 1 и 5 футами; а потому предѣлы паденій для каналовъ и руслъ будутъ слѣдующіе:

$$h = 0,007565 \cdot \frac{1}{5} \cdot 1 \cdot 0,0155 = 0,000024 \text{ и}$$

$\frac{h}{l} = 0,007565 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 0,0155 = 0,00586$, или въ первомъ случаѣ 0,002 дюйма на погонную сажень протяженія канала, а во второмъ 0,5 дюйма на каждую погонную сажень длины канала. Если чрезъ δ означимъ уклонъ канала или русла, то $\delta = \frac{h}{l}$, а слѣдовательно все паденіе, соответствующее длинѣ l канала будетъ $h = \delta \cdot l$.

Опыты указываютъ, что наибыгоднѣйшая скорость теченія воды въ открытыхъ каналахъ и руслахъ, должна быть около 4 футовъ, а въ закрытыхъ, или трубныхъ водопроводахъ, она не должна быть болѣе 3 футовъ. А какъ для открытыхъ каналовъ и руслъ наибыгоднѣйшія формы сѣченій суть A и B , въ которыхъ отношеніе $\frac{p}{F} = \frac{2}{3}$, то при скорости теченія въ 4 фута, паденіе канала или русла будетъ:

$0,007565 \cdot \frac{2}{3} \cdot 16 \cdot 0,0155 = 0,0012507$. Это будетъ паденіе на единицу длины, что составитъ на каждую сажень протяженія канала 0,11 дюйма; а на версту протяженія 0,62535 сажени, или 4,37745 футовъ.

фиг. 706.

Далѣе мы также уже знаемъ, что если назовемъ чрезъ V наибольшую скорость теченія на поверхности канала и русла и на стремъ этой поверхности, чрезъ v среднюю скорость теченія для всей площади живаго сѣченія канала и русла, и наконецъ чрезъ w скорость теченія у дна, то чаще $v = 0,80V$ до $v = 0,85V$; и $w = 0,75v$. Такъ что если средняя

скорость течения $v = 3$ ф.—4 ф.—5 ф., то въ то же время скорость у дна $w = 2,25$ ф.—3 ф.—3,75 ф. Между тѣмъ, чтобы дно и стѣнки канала не были размываемы, то нужно чтобы:

при иловатомъ грунтѣ w	было не болѣе	$\frac{1}{4}$	фута,
„ глинистомъ грунтѣ w	„	„	$\frac{1}{2}$ „
„ песчаномъ грунтѣ w	„	„	1 „
„ хрящеватомъ и гра- велистомъ грунтѣ w	„	„	2 „
„ крупномъ каменис- томъ грунтѣ . . . w	„	„	4 „ и т. д.

Поэтому въ каналахъ можно допускать среднюю скорость течения въ 4 фута только при очень хорошихъ твердыхъ грунтахъ, при слабыхъ же, эту скорость можно допускать лишь въ 2 и даже въ 1 футъ, а иначе необходимо укрѣплять дно и стѣнки канала искусственно, что при значительной длинѣ канала можетъ обойтись очень дорого.

А потому каждый разъ необходимо взвѣснить, соображаясь съ мѣстными цѣнами, что будетъ выгоднѣе, придать ли каналу бѣльшую площадь живаго сѣченія и малую скорость течения, т.-е. увеличить количество земляныхъ работъ, но избѣжать искусственной обдѣлки дна и стѣнокъ канала; или наоборотъ, уменьшить профиль канала, увеличить скорость и слѣдовательно уменьшить земляныя работы, но произвести искусственное укрѣпленіе дна и береговъ канала. При этомъ еще нужно замѣтить, что увеличивая скорость течения и слѣдовательно величину паденія, мы тѣмъ самымъ, при данной длинѣ канала, уменьшаемъ на концѣ его высоту паденія воды, или высоту напора.

Въ деревянныхъ или металлическихъ руслахъ нечего опасаться порчи дна или стѣнокъ отъ скорого течения воды, поэтому въ этого рода руслахъ, чѣмъ была бы больше скорость течения, тѣмъ могла бы быть меньше площадь живаго сѣченія, для проведенія того же объема воды; а при меньшемъ сѣченіи, менѣе потребовалось бы матеріала на устройство русла и оно обошлось бы дешевле. Но какъ уже замѣтили, что въ каналахъ, для большой скорости течения нужно было бы давать руслу большее паденіе и слѣдовательно на концѣ его терять значительную высоту напора; притомъ, еще значительный напоръ потерялся бы при самомъ движеніи воды въ руслѣ, такъ какъ всѣ сопротивленія этому движенію возрастаютъ не прямо пропорціонально возрастанію скорости течения, а пропорціонально квадрату этой скорости и слѣдовательно возрастаютъ очень быстро и въ значительной степени съ каждымъ увеличеніемъ скорости.

А потому-то опытъ и указываетъ, что принимая всѣ эти обстоятельства въ соображеніе, наивыгоднѣйшею среднею скоростью течения воды въ открытыхъ каналахъ и руслахъ должно считать скорость въ 4 фута въ секунду. Въ закрытыхъ же трубахъ, въ которыхъ сопротивленія движенію оказываются болѣе, наивыгоднѣйшею скоростью течения признается скорость въ 3 фута.

Что же касается до величины паденія, то эту величину необхо-

димо нѣсколько увеличивать, противъ находимой теоретически вышеуказаннымъ путемъ, такъ какъ не только въ каналахъ, но въ деревянныхъ и металлическихъ руслахъ, на днѣ и стѣнкахъ очень скоро образуется значительное количество водорослей, увеличивающихъ собою периметръ прикосновенія и уменьшающихъ скорость движенія воды.

При устройствѣ канала или русла, обыкновенно задаются: величина паденія, и слѣдовательно средняя скорость течения, а также—объемъ воды, который должны давать въ каждую секунду времени устройства каналъ или русло; а на основаніи этихъ данныхъ опредѣляется площадь живаго сѣченія F , при данной формѣ этого сѣченія. Для средней скорости въ 4 фута, паденіе обыкновенно принимается въ 0,12 дюйма на погонную сажень, или 5 фут. на версту. Если означимъ чрезъ Q объемъ воды, который должны давать въ секунду приводящія каналъ или русло, то $Q = F \cdot v$ и $F = \frac{Q}{v}$.

снг. 708.

Слѣдовательно, если русло имѣетъ форму B , прямоугольника, у котораго глубина воды вдвое менѣ ширины русла, то означая глубину чрезъ a , будетъ $F = a \cdot 2a = 2a^2$, откуда $a^2 = \frac{F}{2}$ и $a = \sqrt{\frac{F}{2}}$. Если же сѣченіе канала должно имѣть видъ трапеціи формы A , то означивъ половину ширины дна канала чрезъ x , будетъ:

$$F = \frac{(2x + 10x) \cdot 3x}{2} = \frac{6x^2 + 30x^2}{2} = \frac{36}{2} \cdot x^2 = 18 \cdot x^2 \text{ откуда: } x^2 = \frac{F}{18} \text{ и } x = \sqrt{\frac{F}{18}}$$

Каналамъ и русламъ отводящимъ воду, даютъ большіе уклоны чѣмъ приводящимъ, для того, чтобы вода получая въ нихъ большую скорость, быстрѣе удалялась изъ-подъ гидравлическихъ колесъ, не производя ихъ подтопа и тѣмъ не препятствуя ихъ наибольшему дѣйствию. При наливныхъ колесахъ, однако, невыгодно придавать большой уклонъ отводящимъ каналамъ и русламъ, такъ какъ чрезъ это уменьшается діаметръ колеса и слѣдовательно полезное его дѣйствіе; а потому болѣе быстрого оттока воды изъ-подъ этихъ колесъ достигаютъ, не увеличеніемъ уклона, а увеличеніемъ площади живаго сѣченія отводнаго канала или русла.

Трубные водопроводы употребляются обыкновенно для проведенія не столь значительнаго количества воды, какъ это дѣлается каналами или открытыми руслами. Вода ими доставляемая заполняетъ все сѣченіе трубы, поэтому трубные водопроводы могутъ быть пролагаемы не только по уклонамъ внизъ, но и по подъемамъ вверхъ. Причемъ величина уклоновъ и подъемовъ можетъ быть совершенно произвольная, лишь бы только конечное отверстіе трубнаго водопровода не было поднято противу начальнаго, болѣе чѣмъ на 32 фута (т.-е. высоту соотвѣтствующую давленію одной атмосферы); причемъ, чѣмъ этотъ подъемъ конечнаго отверстія противъ начальнаго будетъ менѣ, тѣмъ лучше. Отсюда слѣдуетъ, что водопроводными трубами можно проводить воду по оврагамъ и по возвышеніямъ, не употребляя, ни водопроводныхъ мостовъ, ни подземныхъ галлерей, но лишь укладывая трубы на такую глубину въ грунтъ, при которой онѣ не могли бы подвергнуться промерзанію.

Разсмотримъ еще нѣкоторыя условія, относящіяся къ устройству руслъ. а именно тѣ потери въ механической работѣ, которыя могутъ происходить при теченіи воды въ руслахъ и величина которыхъ зависить отъ устройства руслъ.

Въ части 1-й, ст. 6, мы замѣтили, что для выгоднаго дѣйствія нѣкоторыхъ гидравлическихъ колесъ, какъ напр. наливныхъ, уровень воды въ прудѣ долженъ быть довольно постояненъ и колебаться лишь не въ большихъ предѣлахъ. Что для этого рода колесъ долженъ быть въ прудѣ нѣкоторый запасъ напора, для того чтобы вода могла падать на вращающееся колесо съ нѣкоторою опредѣленною скоростью. Такъ какъ въ большей части случаевъ этимъ колесамъ, при вращеніи, дается скорость на окружности около 5 футовъ¹⁾, и какъ для выгоднаго ихъ дѣйствія нужно чтобы вода упала на нихъ со скоростью вдвое большею, т.-е. со скоростью около 10 фут. въ секунду, то очевидно, что при выходѣ воды изъ русла на колесо, нужно чтобы напоръ воды въ руслѣ надъ щитовымъ отверстіемъ былъ въ состояніи сообщить водѣ эту скорость. Мы знаемъ, что отношеніе между высотой напора и соотвѣтствующею ему скоростью выражается формулою: $v_2 = \sqrt{2gh}$ или $h = \frac{v^2}{2g}$ или $v = \sqrt{2gh}$ а изъ таблицы напоровъ и скоростей (Часть 1-я ст. 13) видимъ, что скорости около 10 ф. въ секунду соотвѣтствуетъ высота напора отъ 1,55 до 1,60 фут., ибо при $h = 1,55$ фут. $v = 9,9899$ ф. и при $h = 1,60$ ф. $v = 10,1496$ ф.; точнѣе же, изъ формулы:

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{10 \cdot 10}{2 \cdot 32,2} = \frac{100}{64,4} = 1,552795 \text{ фут.}$$

Если бы вода падала на колесо, такъ сказать, непосредственно изъ пруда, безъ всякаго русла, тогда для скорости въ 10 фут. достаточно было бы держать въ прудѣ напоръ воды надъ колесомъ въ 1,562795 фут.; но такъ какъ для прохода воды изъ пруда на колеса нельзя обойтись безъ русла хотя небольшой длины и, какъ при движеніи въ руслѣ вода встрѣчаетъ различныя сопротивленія, то при высотѣ напора въ прудѣ въ 1,552795 ф., и если русло будетъ горизонтально, вода при выходѣ изъ русла на колесо уже не получитъ скорости въ 10 ф., а эта скорость, вслѣдствіе различныя сопротивленій движенію воды въ руслѣ, будетъ уже менѣе 10 ф. А потому, чтобы получить скорость въ концѣ русла въ 10 фут. необходимо, или увеличить высоту напора въ прудѣ, которая уравновѣживала бы эти сопротивленія, или увеличить наклонъ русла; т.-е. какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ потерять часть высоты, съ которой поднятая въ прудѣ вода будетъ упадать до нижней воды; иными словами, потерять часть механической работы, которую могла бы дать поднятая въ прудѣ вода.

Прудовая вода чаще находится въ спокойномъ, неподвижномъ состояніи; когда ей будетъ открытъ ходъ въ каналъ или русло, а водо-

¹⁾ Если діаметръ этихъ колесъ великъ, то окружности ихъ придавать скорость въ 10 футовъ; для колесъ средней величины эта скорость уменьшается до 5 фут.; наконецъ, скорость окружности малыхъ колесъ допускается еще менѣе, но не менѣе 2½ футовъ.

проводъ на другомъ своемъ концѣ будетъ закрытъ, то вода изъ пруда наполнитъ его, будетъ стоять въ немъ также неподвижно и на одномъ горизонтѣ или уровнѣ съ прудомъ. Но лишь только воду изъ водопровода пустятъ на колеса, то она придетъ въ движеніе въ каналъ или руслѣ, въ которыхъ, въ самое короткое время, установится постоянное, однообразное ея движеніе и убыль воды въ водопроводѣ, уходящей сквозь щитовыя отверстія на колеса, будетъ постоянно пополняться соответственнымъ притокомъ ея изъ пруда. При этомъ движеніи, горизонтъ воды въ каналѣ или руслѣ нѣсколько понизится противъ горизонта ея въ прудѣ и это пониженіе будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ скорость теченія будетъ болѣе, чѣмъ площадь сѣченія канала или русла будетъ менѣе и чѣмъ вода при движеніи своемъ будетъ встрѣчать болѣе разнаго рода препятствій. Чтобы избѣжать этой потери въ высотѣ напора въ руслѣ, противъ высоты напора въ прудѣ, или поддержать въ руслѣ уровень прудовой воды, нужно было бы, между прочимъ, придать площади сѣченія водопровода очень большіе размѣры. Но какъ увеличеніе этой площади въ значительной степени удорожаетъ устройство водопровода, то обыкновенно признаютъ выгоднѣе пожертвовать нѣкоторою частью напора въ руслѣ и слѣдовательно нѣкоторой частью механической работы, которую могла бы давать вода накопленная въ прудѣ.

Перечислимъ теперь, какія причины производятъ потери высоты напора въ руслѣ и укажемъ на способы опредѣленія величины этихъ потерь: 1) вода должна течь по водопроводу съ нѣкоторою скоростью и слѣдовательно изъ состоянія покоя, въ которомъ она находилась въ прудѣ, нѣкоторая масса воды должна получить опредѣленной величины живую силу, на сообщеніе которой должна быть израсходована часть механической работы, а на эту работу затратится часть высоты напора; 2) если вода входитъ изъ пруда въ русло сквозь щитовое отверстіе или въ трубный водопроводъ, то въ этихъ случаяхъ происходитъ сжатіе струи, т.-е. столкновеніе частицъ воды, и слѣдовательно нѣкоторое сопротивленіе свободному ея теченію, которое поглощаетъ часть живой силы, или часть механической работы, и требуетъ, или увеличенія напора въ прудѣ, или производитъ уменьшеніе напора въ руслѣ; 3) при движеніи въ каналѣ, руслѣ или трубѣ, вода встрѣчаетъ сопротивленіе отъ сѣпленія и тренія частицъ о стѣнки водопровода; это сопротивленіе также поглощаетъ часть живой силы и слѣдовательно механической работы, и на преодолѣніе котораго теряется часть напора въ руслѣ или требуется увеличеніе напора въ прудѣ; 4) иногда, по какимъ-либо соображеніямъ, приходится измѣнять въ водопроводѣ площади поперечныхъ его сѣченій и слѣдовательно вода въ немъ можетъ переходить изъ расширенной части въ узкую и наоборотъ; при этихъ условіяхъ, какъ уже мы знаемъ, должны происходить измѣненія въ скорости теченія, а вслѣдствіе этихъ измѣненій, столкновенія частицъ, или удары воды, которые всегда поглощаютъ часть живой силы, или механической работы; для ея возмѣщенія нужно также, или увеличить напоръ воды въ прудѣ, или допустить уменьшеніе напора въ руслѣ; 6) водопроводъ,

по мѣстнымъ обстоятельствамъ, можетъ быть непрямолинейный, а мѣняющій свое направленіе и слѣдовательно имѣть изгибы. Въ этомъ случаѣ, при теченіи въ изгибахъ, вода производитъ болѣе или менѣе косвенный ударъ о стѣнки водопровода и при этомъ теряетъ часть движенія, или живой силы, и слѣдовательно механической работы. Такъ что если водопроводъ изгибается подъ прямымъ угломъ, то въ изгибѣ теряется вся скорость и слѣдовательно вся живая сила воды, которую она имѣла до прихода въ изгибъ; и чтобы по выходѣ изъ изгиба опять пріобрѣсти то же движеніе, необходимо затратить полный напоръ соотвѣтствующій этой скорости, и наконецъ, б) при проходѣ воды изъ водопровода на колеса сквозь щитовыя отверстія, опять теряется часть напора, вслѣдствіе тѣхъ же причинъ, которыя изложены въ п. 2.

Если вода изъ пруда входитъ въ каналъ свободно, то предполагая, что въ прудѣ она совершенно спокойна, необходимо, чтобы при самомъ входѣ въ каналъ или русло, уровень ея нѣсколько понизился для образованія напора, соотвѣтствующаго скорости v , съ которою вода течетъ въ каналъ. Величина этого напора есть $\frac{v^2}{2g}$ изъ формулы $v^2 = 2gh_1$ откуда: $h_1 = \frac{v^2}{2g}$. При средней скорости отъ 3 до 4 футовъ въ секунду, это пониженіе уровня составляетъ лишь отъ 1,8 до 3 дюймовъ, и должно быть вычтено изъ всего напора воды въ прудѣ.

Черт. LXXXV.

фиг. 707.

Если же вода входитъ въ каналъ или русло изъ-подъ щита, то толщина слоя воды текущей въ каналѣ будетъ всегда болѣе высоты щитоваго отверстія почему въ каналѣ, на нѣкоторомъ разстояніи отъ щита, образуется скачекъ на поверхности воды, а разность же уровней h_2 , въ прудѣ и въ каналѣ, получится по величинѣ такая же, какъ и въ предъидущемъ случаѣ; но такъ какъ отверстіе щита очень рѣдко бываетъ гладкое и съ округленными стѣнками (для устраненія сжатія струи), то величину h_2 слѣдуетъ увеличить на 10 и болѣе процентовъ, въ виду препятствій, при проходѣ воды сквозь щитовое отверстіе, понижающихъ уровень воды въ каналѣ. Причемъ теорія показываетъ, что разность уровней воды передъ щитомъ и за нимъ будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе площадь отверстія щита сравнительно съ поперечнымъ сѣченіемъ канала или русла.

Потеря въ высотѣ напора отъ тренія, какъ уже мы видѣли выше, выражается для каналовъ и руслъ формулою: $h_3 = \varphi \cdot \frac{l \cdot p}{F} \cdot \frac{v^2}{2g}$, а для трубъ формулою: $h_3 = \varphi \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$. Здѣсь l — означаетъ длину водопровода, p — периметръ прикосновенія воды къ стѣнкамъ канала или русла, d — діаметръ трубы, F — площадь живаго сѣченія канала или русла и φ — коэффициентъ тренія, средняя величина котораго = 0,007565¹⁾.

Потеря отъ сжатія при входѣ воды въ трубу и въ щитовое отверстіе, или вообще изъ широкаго сѣченія въ узкое, выражается формулою $h_4 = \alpha \cdot \frac{v^2}{2g}$, гдѣ α означаетъ коэффициентъ сопротивленія. Для входа въ трубу

1) См. Приложение XVI.

$\alpha = 0.505$. Въ случаѣ свободнаго входа воды въ каналъ или русло, нѣтъ потери, такъ какъ струя при входѣ въ нихъ не сжимается. Сопротивленіе это существуетъ также только при трубахъ небольшого діаметра; при большихъ же трубахъ, каковы водопроводныя, нѣкоторые гидравлики не совѣтуютъ принимать во вниманіе коэффициентъ сопротивленія. Потери въ напорѣ отъ измѣненія сѣченія, а также отъ перемѣны направленія водопровода, опредѣляются по тѣмъ же формуламъ для трубъ и для руслъ, которыя приведены нами для этихъ случаевъ въ 1 части ст. 14. Означая эти потери чрезъ h_5 и h_6 , сумма всѣхъ потерь $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$, вслѣдствіе гидравлическихъ сопротивленій, дастъ высоту напора, необходимую для произведенія движенія воды въ водопроводѣ.

Изъ разсмотрѣнія этихъ сопротивленій, уменьшающихъ высоту напора и требующихъ, или увеличенія напора въ прудѣ, или увеличенія уклона водопровода, мы можемъ вывести слѣдующія практическія заключенія относительно устройства водопроводовъ:

1) Выгоднѣе дѣлать входъ воды въ каналъ или русло изъ пруда непосредственно, безъ всякаго щитоваго отверстія; при устройствѣ же щитоваго отверстія, выгоднѣе дѣлать его во всю ширину канала или русла съ возможнымъ закругленіемъ угловъ для предотвращенія сжатія струи.

2) Не слѣдуетъ давать большой скорости движенія воды въ водопроводѣ, такъ какъ всѣ сопротивленія движенію возрастаютъ пропорціонально квадрату этой скорости; или слѣдуетъ дѣлать водопроводъ съ большимъ сѣченіемъ, насколько это возможно въ предѣлахъ должной экономіи въ матеріалѣ, и давать возможно меньшій уклонъ.

3) Стараться придавать площади сѣченія водопровода такую форму, при которой отношеніе $\frac{p}{F}$ было бы по возможности наименьшее.

4) Стараться сохранить на всемъ протяженіи водопровода одинаковую форму и величину площади живаго сѣченія, и въ случаѣ необходимости измѣненія, дѣлать это измѣненіе постепенно, на нѣкоторомъ протяженіи. Во всякомъ случаѣ выгоднѣе нѣсколько уменьшить живое сѣченіе къ концу водопровода, чѣмъ увеличить.

5) Должно стараться вести водопроводъ по прямой линіи на всемъ его протяженіи, и въ случаѣ необходимости изгибовъ, дѣлать эти изгибы постепенно, на нѣкоторомъ протяженіи, т.-е. съ большимъ радіусомъ кривизны, и дѣлать повороты подъ наиболѣе тупыми углами.

6) Выпускъ воды на колеса дѣлать изъ-подъ наклонныхъ щитовъ, причемъ краямъ отверстій давать закругленія, при которыхъ происходило бы наименьшее сжатіе струи.

81. Устройство приводнаго канала. — При проектированіи приводнаго канала, нужно съ точностію обозначить его направленіе на мѣстности; посредствомъ нивелировки, въ избранныхъ точкахъ, означить его уклонъ, или паденіе, соотвѣтственно принимаемой для него скорости теченія; и по требуемому отъ него въ каждую секунду объему воды, опредѣлить площадь сѣченія, давъ ей надлежащій профиль.

Для проведенія направленія канала, всегда даются двѣ его точки:

Черт. LXXXV. *начальная*— у выхода канала изъ пруда, или рѣки, и *конечная*, гдѣ каналъ долженъ оканчиваться для спуска воды на гидравлическіе приемники. Выгоднѣе, если возможно провести его по прямой линіи между этими двумя точками; но при этомъ проведеніи всегда самую важную роль играетъ мѣстность: нужно стараться провести каналъ чрезъ самыя пониженныя мѣста, чтобы избѣжать большой выемки и сопряженной съ ней значительной земляной работы; а потому иногда прямое направленіе канала, или близкое къ прямому, оказывается не всегда самымъ выгоднымъ. Равнымъ образомъ не всегда возможно вести каналъ по самому пониженному мѣсту, если углубленіемъ его проникаютъ въ сильно пропускающій воду грунтъ или въ грунтъ скалистый, въ которомъ работа обходится очень дорого. Выше мы видѣли, что скорость теченія воды въ каналѣ, когда бока и дно его не укрѣплены, должна быть отъ 3 до 4 футовъ въ секунду, а слѣдовательно и паденіе его должно соответствовать этой скорости. Очевидно лучше, когда уклонъ этотъ на всемъ протяженіи канала одинаковъ и слѣдовательно одинакова скорость теченія на всемъ его протяженіи; но иногда, по необходимости, приходится измѣнять уклоны на протяженіи канала, а тогда скорости теченія, а также и площади сѣченія, будутъ уже не одинаковы на всей длинѣ; и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ скорости теченія будутъ выше означенныхъ предѣловъ, явится необходимость укрѣпленія откосовъ канала искусственными способами, для предохраненія ихъ отъ размыванія.

Приводный каналъ обыкновенно ведется въ долину рѣки и по скатамъ этой долины. Очевидно нужно стараться провести каналъ по одной изъ отлогостей долины, не переходя имъ на другую сторону рѣки, для чего потребовалось бы устройство черезъ нея моста, что чрезвычайно увеличило бы расходы на устройство канала. Поэтому весьма важно съ большимъ вниманіемъ изслѣдовать оба ската долины, чтобы убѣдиться, который изъ нихъ представляетъ больше удобствъ для проведенія канала. Обыкновенно избираютъ изъ нихъ тотъ, который отлогее, въ которомъ грунтъ менѣе проницаемъ и гдѣ встрѣчается наименѣе пересѣченій съ второстепенными лощинами, оврагами и ручьями впадающими въ рѣку, около которой ведется каналъ. Такъ какъ приводный каналъ проводится вообще на не очень большую длину, то часто можно избѣжать этихъ встрѣчъ; но иногда обстоятельства вынуждаютъ даже переходить каналомъ и на другой скатъ, по ту сторону рѣки.

фиг. 708.

Выборъ мѣстъ для начала и конца приводнаго канала обусловливается: для начала—удобствомъ помѣщенія плотины, хотя и небольшой, и шлюза, вводящаго воду изъ рѣки или пруда въ каналъ: для конца же—достиженіемъ требуемой высоты паденія воды и удобствомъ расположенія вододѣствующихъ заведеній. Относительно плана рѣки, всегда выгоднѣе вести приводный каналъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ рѣка, дѣлающая нѣсколько извилинъ, описываетъ общую большую дугу, для которой каналъ былъ бы хордою (фиг. 708: тогда при небольшой

длинѣ канала можетъ быть выиграно на концѣ его значительное паденіе; въ такомъ мѣстѣ вогнутый берегъ долины чаще бываетъ крутъ, а выпуклый—отлогъ и слѣдовательно представляетъ болѣе удобствъ для проведенія канала; наконецъ въ такомъ мѣстѣ, лощины, овраги и ручьи, чаще направляются къ рѣкѣ со стороны крутаго, вогнутаго берега.

Необходимость небольшой подпруды рѣки при выходѣ изъ нея канала вызывается тѣмъ, что каналъ не слѣдуетъ располагать очень низко относительно русла рѣки, около которой онъ проводится, потому что въ противномъ случаѣ его придется защищать дамбою (земляною насыпью) отъ весенняго разлива рѣки. Въ этомъ случаѣ необходимы лишніе расходы на устройство дамбы, которая, притомъ, можетъ стѣснить собою живое сѣченіе весенняго разлива и сама будетъ подвержена дѣйствію быстрого теченія и ледохода, почему ремонтъ ея будетъ дорогъ. При очень же высокомъ разливѣ, особенно вслѣдствіе зажоровъ, образованіе которыхъ иногда нельзя предвидѣть, дамба можетъ быть затоплена и даже разрушена и самый каналъ прорванъ.

Другое неудобство проведенія канала слишкомъ низко, заключается въ томъ, что тогда второстепенные ручьи, пересѣбаемые каналомъ, нужно проводить подъ нимъ сифонами, что, какъ увидимъ ниже, довольно затруднительно; наконецъ, если грунтъ рѣчной долины довольно проницаемъ, что чаще и случается, такъ какъ онъ состоитъ изъ наносной земли, то между каналомъ и рѣкою будетъ существовать подземное сообщеніе, при которомъ изъ канала будетъ теряться много воды.

При значительномъ же возвышеніи канала надъ дномъ рѣчной долины, будетъ болѣе встрѣчаться песчаныхъ или скалистыхъ грунтовъ, т.-е. или проницаемыхъ для воды, или болѣе трудныхъ для выемки, и менѣе глинистыхъ и растительныхъ. Кромѣ того, уклонъ скатовъ долины обыкновенно увеличивается къверху, вслѣдствіе чего боковая насыпь канала будетъ скользить на своемъ основаніи. А потому лучшее положеніе канала будетъ не много только выше разлива воды, текущихъ весной въ долину рѣки.

Выходъ канала изъ рѣки лучше дѣлать у вогнутаго ея берега, у котораго обыкновенно не отлагаются наносы, которые засоряли бы входъ въ каналъ и самый каналъ.

Уменьшеніе ширины канала приходится иногда дѣлать въ мѣстахъ весьма глубокихъ выемокъ, такъ какъ устройство въ такихъ мѣстахъ канала надлежащей ширины потребовало бы большихъ издержекъ на земляную работу. Но такъ какъ въ такихъ мѣстахъ, вслѣдствіе уменьшенія площади живаго сѣченія, скорость теченія должна значительно увеличиться, то необходимо сообразить эти издержки съ издержками, потребными на укрѣпленіе дна и откосовъ канала. Сверхъ того, ширину канала приходится также уменьшать при проведеніи его черезъ лощины по высокимъ насыпямъ или мостамъ. Но иногда, при пересѣченіи лощины, каналъ проводятъ не по гребню насыпи, а между двумя насыпями, ограждающими каналъ, фиг. 709. Въ этомъ случаѣ нѣтъ надоб-

Черт. ЕХХХV.

ности уменьшать ширину канала, и даже выгоднѣе ее увеличить, такъ какъ отодвигая нѣсколько верхнюю дамбу выше по лощинѣ или оврагу, уменьшается ея высота, а слѣдовательно и объемъ.

Всѣ повороты канала должны дѣлаться по возможности отлогими закругленіями, чтобы какъ можно избѣгать ударовъ воды и вслѣдствіе того потери живой силы движущейся воды и слѣдовательно потери въ напорѣ, чрезъ что каналъ приходилось бы дѣлать длиннѣе для полученія болѣе высоты паденія воды на концѣ его, или терять часть механической работы воды, доставляемой каналомъ.

Глубина канала зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ: излишняя глубина канала не выгодна, такъ какъ она увеличиваетъ количество земляныхъ работъ. Малая глубина не выгодна зимою, при замерзаніи канала, такъ какъ ледъ, толщиною иногда въ одинъ аршинъ, значительно уменьшаетъ площадь живаго сѣченія и слѣдовательно каналъ не будетъ доставлять требуемаго объема воды. Мелкій каналъ скорѣе зарастаетъ и засоряется, чрезъ что также уменьшается площадь живаго сѣченія, а также и скорость теченія, и слѣдовательно объемъ воды доставляемый каналомъ. Эти обстоятельства должны быть принимаемы во вниманіе при назначеніи глубины канала; причемъ всегда лучше, чтобы каналъ могъ давать воду съ избыткомъ, чѣмъ съ недостаткомъ. Обыкновенно даютъ глубину приводнымъ каналамъ отъ 3-хъ до 5-ти футовъ. Но мѣстное увеличеніе глубины канала можетъ встрѣтиться при пересѣченіи имъ лощины; если дно канала не слишкомъ много возвышается надъ дномъ лощины, тогда его проводятъ не въ насыпи, а по дну лощины, ограничивая его съ обѣихъ сторонъ дамбами, какъ уже сказали объ этомъ выше, фиг. 709. Эти пониженные мѣста могутъ быть даже полезны для выпуска воды изъ канала на случай его починокъ. Вода можетъ быть выпускаема изъ канала въ лощину посредствомъ трубъ помѣщенныхъ въ дамбахъ или посредствомъ небольшихъ водоспусковъ, помѣщаемыхъ въ дамбѣ ограждающей каналъ противъ лощины.

•иг. 710.

Наклоненіе откосовъ канала зависитъ отъ качества грунта; верхняя часть ихъ повреждается волненіемъ до нѣкотораго предѣла, дальше котораго поврежденія не распространяются. Для предупрежденія этихъ поврежденій обыкновенно у горизонта воды дѣлаютъ бермы, или площадки въ уровень съ водою, и засаживаютъ ихъ ивовыми отростками, фиг. 711. Болѣе всего повреждаются откосы канала отъ выпусковъ изъ него воды. Смоченные откосы особенно сильно повреждаются морозомъ. поэтому необходимо ихъ дѣлать болѣе отлогими противъ естественнаго откоса грунта, изъ котораго они состоятъ. Подводная часть откосовъ менѣе подвержена поврежденіямъ, чѣмъ надводная, и потому нижнюю часть откосовъ можно дѣлать круче, чѣмъ верхнюю. Въ скалистыхъ грунтахъ откосы дѣлаютъ почти вертикальными; въ очень слабыхъ грунтахъ, для уменьшенія количества земляныхъ работъ, укрѣпляютъ откосы сваями, съ заложеными за нихъ досками, фашинами, или укрѣпляютъ каменными стѣнками; въ слабыхъ же ограничиваются выкладкою откосовъ булыжнымъ камнемъ на мху.

Черт. LXXXV.

•иг. 711.

Если дно канала немного ниже поверхности земли, то часть его будетъ въ насыпи, а часть въ выемкѣ, фиг. 712. Тогда стараются чтобы объемъ выемки былъ равенъ объему насыпи и вынутую изъ выемки землю располагаютъ по обѣ стороны канала въ видѣ дамбъ. Если мѣстность, по которой проходитъ каналъ, имѣетъ поперечный скатъ въ одну сторону, у нагорной дамбы устроятъ канаву, имѣющую продольный склонъ къ ближайшей долинѣ; канавы эти отводятъ воды, могущія скопиться у подошвы дамбы и размывать ее. Если каналъ проходитъ подлѣ рѣки, подверженной значительному весеннему разливу, то онъ отдѣляется отъ нея дамбою, возвышающеюся надъ разливомъ не менѣе полусаженя.

фиг. 714.

При устройствѣ дамбы канала на косогорѣ, для предупрежденія скольженія ея по основанію, устроятъ ее на обдѣланномъ въ видѣ уступовъ грунтѣ и возводятъ съ возможно тщательною утрамбовкою, фиг. 714 и 715. Если горизонтъ воды канала такъ много возвышается надъ мѣстностью, что и дно его будетъ гораздо выше этой мѣстности, тогда весь каналъ устроивается въ насыпи, фиг. 716. Но чаще случается, что горизонтъ воды канала ниже окружающей мѣстности, тогда весь каналъ приходится проводить въ выемкѣ, фиг. 717.

фиг. 714

и 715.

фиг. 716.

Въ этомъ случаѣ вынутую лишнюю землю располагаютъ по обѣ стороны канала насыпями *a, a*, называемыми *кавалерами*. Если выемка очень глубока, то откосы не дѣлаютъ сплошными, а прерываютъ ихъ на части бермами, или площадками *b, b*, фиг. 718, которымъ даютъ поперечный склонъ къ нагорной сторонѣ, и общій, или продольный, склонъ къ лощинѣ, для того, чтобы дождевую воду отвести отъ откоса. Большіе откосы покрываютъ, или дерновкою, или одеждою изъ булыжнаго камня, или укрѣпляютъ засадкою мелкихъ кустарныхъ растений.

фиг. 717.

фиг. 718.

Въ случаѣ устройства канала въ выемкѣ, сперва по оси его вырываютъ *кюветъ*, или канаву, для стока, какъ дождевыхъ, такъ и ключевыхъ водъ, и потомъ выемку производятъ слоями, причемъ по мѣрѣ углубленія выемки углубляютъ и кюветъ, давая ему постоянно уклонъ къ ближайшей лощинѣ такъ, чтобы вода всегда была отведена отъ мѣста работъ. Работой выемки не доходятъ до рѣки или пруда, изъ которыхъ долженъ выходить каналъ, пока онъ не будетъ совершенно оконченъ на остальномъ протяженіи; тогда оставляемая часть служитъ перемычкою отъ затопленія канала водою. Подобныя же естественныя перемычки оставляются въ нѣсколькихъ мѣстахъ по длинѣ канала, чтобы защитить выемку отъ затопленія водами рѣки въ случаѣ, если бы прорвало верхнюю перемычку. Для пропуска же черезъ перемычки воды изъ кюветовъ, устроятся досчатые трубы. Въ случаѣ очень проницаемаго грунта, иногда приходится устроить въ выемкѣ искусственныя перемычки, чтобы работа не затоплялась водою. Верхняя же перемычка снимается только тогда, когда изъ пруда или рѣки будетъ окончательно устроенъ водоспускъ для впуска воды въ каналъ. Окончивъ этотъ водоспускъ и плотно закрывъ его щиты, приступаютъ къ вырытію и этой части канала до самаго водоспуска.

Насыпи для канала устраиваются на выровненной предварительно поверхности земли и если насыпь высока, то подъ ея основаніемъ только срубаются деревья и кустарники, вровень съ поверхностью земли, если таковыя находятся на мѣстности основанія насыпи; если же насыпь подъ дномъ канала незначительной высоты, то необходимо снять верхній слой дерна и выкорчевать пни, иначе подъ основаніемъ насыпи образуются фильтраціи. Корчеваніе также необходимо, когда дно канала будетъ въ уровнѣ съ мѣстностью.

Насыпь должно возводить не толстыми слоями и съ возможно тщательною утрамбовкою. Чрезвычайно важно выбирать для возводимой насыпи хорошій грунтъ, преимущественно суглей; для этого необходимо привозить его даже съ значительнаго разстоянія, если мѣстный грунтъ неудовлетворителенъ. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ улучшить грунтъ, т.-е. если онъ состоитъ изъ жирной глины, то подмѣшивать въ него песокъ, отчего глина будетъ менѣ трескаться при высыханіи и менѣ выпучиваться отъ морозовъ; если же грунтъ состоитъ изъ песка, то подмѣшиваютъ къ нему глину, что даетъ связь частицамъ песка и дѣлаетъ его менѣ проницаемымъ. Если насыпь возводится на косогорѣ, то для предупрежденія скользенія ея по основанію, слѣдуетъ сопрягать ее съ грунтомъ основанія горизонтальными уступами.

онт. 715.

При глубокихъ выемкахъ часто прорѣзываются многіе земляные пласты, изъ которыхъ нѣкоторые могутъ заключать въ себѣ ключевыя воды. Въ такомъ случаѣ необходимо принимать мѣры для отведенія отъ выемки воды, доставляемой этими пластами. Для этого, сначала буреніемъ, опредѣляютъ положеніе такого водоноснаго слоя и тогда въ выемки вырываютъ канаву, глубиною отъ поверхности земли до основанія этого пласта и даютъ ей скаты, соотвѣтствующіе скатамъ пласта. Канаву эту, во всю толщину водоноснаго слоя, заполняютъ булыжнымъ камнемъ, а за неимѣніемъ его фашинами и засыпаютъ сверху землею съ возможно плотною утрамбовкою и выводятъ изъ нея воду въ ближайшія лощины. Такимъ образомъ всѣ ключи будутъ перерѣзаны и собраны этою канавою, вода ихъ будетъ протекать въ промежуткахъ между камнями или фашинами, заполняющими канаву и отводиться ею въ лощину, не попадая болѣе въ выемку.

Черт. LXXXV.

онт. 713.

Въ нѣкоторыхъ грунтахъ въ каналѣ всегда будутъ происходить значительныя просачиванія, для устраненія которыхъ иногда необходимо принимать различныя мѣры. Просачиванія эти открываются при наполненіи канала водою и часто бываютъ столь значительны, что въ однѣ сутки уходитъ все количество впущенной въ каналъ воды. Съ теченіемъ времени, даже и въ сильно пропусномъ грунтѣ, просачиваніе уменьшается; въ большихъ каналахъ наблюдалось, что въ мѣстахъ, гдѣ въ первое время терялось въ сутки все количество воды, черезъ нѣсколько лѣтъ потеря уменьшалась до того, что составляла слой, толщиной около 2 фута въ сутки, а по прошествіи 10 лѣтъ эта потеря уменьшилась до нѣсколькихъ дюймовъ. Если суточное пониженіе горизонта воды составляетъ слой толщиной отъ 2 до 2¹/₂ дюймовъ, то оно

считается незначительнымъ, такъ какъ такая потеря можетъ происходить только мѣстами, а въ бѣльшей части канала она будетъ менѣе значительна; вообще же стараются довести каналъ до того, чтобы общая потеря въ немъ воды составляла, на всемъ его протяженіи, среднимъ числомъ, слой толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма.

Для опредѣленія мѣста гдѣ происходитъ просачиваніе, наполняютъ не весь каналъ вдругъ, если онъ длиненъ, а по частямъ, между оставляемыми перемычками; тогда наблюдаютъ, въ какихъ частяхъ канала понижается горизонтъ воды и въ нихъ принимаютъ мѣры противъ этого пониженія. Впрочемъ просачиваніе, до нѣкоторой степени, если оно не вредитъ прочности приводнаго канала и если рѣка можетъ давать воду въ избытѣкъ, не имѣетъ большой важности, особенно при небольшой длинѣ подобнаго канала; но когда рѣка, снабжающая каналъ, не обильна водою, которую приходится расходовать съ экономіей, тогда противъ просачиванія необходимо принимать надлежащія мѣры.

Мы уже выше говорили (гл. XV, ст. 47) о способѣ уничтоженія просачиванія посредствомъ взмученной воды; но если это средство окажется недостаточнымъ, то покрываютъ дно и откосы канала слоемъ глины, суглинка или растительной земли, толщиной около 4-хъ дюймовъ, уминая глину ногами; одну жирную глину при этомъ употреблять не слѣдуетъ, но тощую глину и суглей весьма полезно, въ такомъ случаѣ, поливать самымъ жидкимъ растворомъ изъ гидравлической извести. Въ болѣе важныхъ случаяхъ приходится предупреждать просачиваніе посредствомъ устройства бетонныхъ и каменныхъ стѣновокъ.

Бетонныя стѣнки особенно выгодно употреблять когда на незначительной глубинѣ, ниже дна канала, залегаетъ непроницаемый для воды грунтъ. Тогда на нѣкоторомъ разстояніи отъ канала (фиг. 719) Черт. LXXXVI.
• ил. 719. вырываютъ параллельно ему канаву, шириною около 2-хъ футовъ, и въ ней ставятъ вертикально два желѣзныхъ листа, въ разстояніи около 8 дюймовъ одинъ отъ другаго, а между ними наливаютъ слой бетона. По мѣрѣ наполненія и засыпки съ боковъ бетонной стѣнки, листы подвигаютъ впередъ и такимъ образомъ работа производится скоро и обходится не дорого. Бетонъ для этого дѣлается тощій, съ растворомъ изъ 7 частей песка на 1 часть извести; щебень должно брать возможно мелкій, такъ какъ бетонъ наливается тонкимъ слоемъ, причемъ кирпичный щебень употреблять не слѣдуетъ. Когда, по мѣстнымъ обстоятельствамъ, этотъ способъ окажется непримѣнимымъ, тогда обносятъ весь каналъ слоемъ бетона или слоемъ каменной кладки, что требуетъ очень большихъ издержекъ и не можетъ быть исполнено безъ выпуска воды изъ канала. А потому эти способы примѣняются въ приводныхъ каналахъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ и притомъ на небольшомъ протяженіи въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ могутъ оказаться особенно протѣкающіе слои.

Бетонная обдѣлка дѣлается параллельно дну и откосамъ канала (фиг. 720); для того же, чтобы откосы не могли скользить по наклонной бетонной плоскости, укрѣпляютъ подошву ихъ бетономъ же или про-

• ил. 720.

кладываютъ рядъ булыжнаго камня. Каменная обдѣлка канала, для предупрежденія просачиванія, образуется вертикальными стѣнками (фиг. 721), толщиной не менѣе одного фута, но она обходится дороже бетонной.

Укрѣпленіе собственно стѣнокъ въ приводныхъ каналахъ, чаще бываетъ необходимо только въ мѣстахъ измѣненія направленія канала, хотя это измѣненіе должно дѣлаться по возможно отлогой кривой линіи; но однако въ вогнутомъ берегѣ канала чаще могутъ происходить поврежденія отъ измѣненія направленія теченія, и потому защищать иногда приходится только откосъ вогнутаго берега канала. Это укрѣпленіе дѣлается, или выстилюю булыжнаго камня по слою песка или на мху, или фашинами, однимъ изъ указанныхъ нами способовъ во 2-й части, ст. 40, или забивкою свай, за которыми закладываются доски. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ можно въ значительной степени увеличить крутизну откоса, для уменьшенія земляной работы. Въ случаѣ же когда въ закругленіи вогнутой части канала не предполагается дѣлать никакихъ укрѣпленій, то откосъ на всемъ протяженіи закругленія долженъ быть сдѣланъ отложе, чѣмъ въ прямолинейной части канала, такъ какъ при этомъ онъ менѣе подвергается размыванію.

Начало канала выходитъ, или прямо изъ неподпруженной рѣки, или нѣсколько подпруженной невысокой плотиной. Хотя во второмъ случаѣ нужно имѣть лишнюю плотину и водоспускъ, но за то впускъ воды въ каналъ можно лучше регулировать изъ пруда, уровень котораго держится на одной высотѣ, чѣмъ прямо изъ рѣки, уровень которой можетъ часто и много колебаться. Если каналъ выходитъ изъ значительной рѣки и притомъ достаточно глубокой при истокѣ изъ нея канала, тогда нѣтъ надобности въ подпруживаніи ея и это подпруживаніе обошлось бы дорого. Но если рѣка незначительна и мелка, тогда хотя небольшое подпруживаніе ея дѣлается необходимымъ, для удобства проведенія воды въ каналъ, причѣмъ этимъ подпруживаніемъ увеличивается напоръ воды получаемый на концѣ канала.

Въ томъ и другомъ случаѣ, въ небольшомъ разстояніи, отъ 3 до 5 сажени, отъ берега пруда или рѣки, изъ которыхъ выходитъ каналъ, въ немъ устраивается шлюзъ, или водоспускъ, чрезъ который вода изъ пруда или рѣки впускается въ каналъ посредствомъ открытія щитовъ. Водоспускъ этотъ можетъ быть каменный или деревянный, смотря по важности всего сооруженія и средствамъ, имѣющимся для постройки. Самое же устройство такихъ водоспусковъ совершенно одинаково съ обыкновенными водоспусками створчатыхъ плотинъ, съ тою лишь разницею, что сливные поля замѣняются здѣсь дномъ самаго приводнаго канала. Поэтому чаще подъ такимъ водоспускомъ пробиваются два шпунтовые ряда, — изъ досокъ или свай, смотря по высотѣ напора воды надъ порогомъ, — одинъ при началѣ понурнаго пола, а другой подъ порогомъ, на которомъ устанавливаются щитовыя стойки. Если грунтъ дна канала очень благонадежный и неразмываемый, то дно канала можетъ прямо примыкать къ шпунтовому ряду порожнаго бруса; но въ большинствѣ случаевъ лучше дѣлать за порогомъ хотя небольшой длины,

отъ 3 до 4 саженой, водобойный полъ, лежащій вровень съ дномъ канала, для предупрежденія размыванія дна при впускѣ сквозь щитовыя отверстія воды въ каналъ. Въ такомъ случаѣ пробивается третій щитовой рядъ въ концѣ водобойнаго пола, къ которому примыкаетъ дно канала, выстилаемое на нѣкоторомъ протяженіи, при слабыхъ грунтахъ, булыжнымъ камнемъ.

Береговые устои и всѣ остальные части этихъ водоспусковъ устроиваются совершенно такъ же, какъ въ весеннихъ или рабочихъ водоспускахъ створчатыхъ плотинъ. Отверстіе водоспуску дается такое, чтобы оно могло пропускать объемъ воды, требуемый на концѣ канала для вододѣйствія. Лучше, какъ уже мы видѣли это выше, дѣлать щитовое отверстие во всю ширину канала, съ воронкообразнымъ расширеніемъ береговыхъ устоевъ, для меньшаго сжатія струи.

Если вода въ каналъ входитъ изъ неподпруженной рѣки, то порогъ водоспуска и дно канала въ самомъ началѣ, у порога, закладываются сообразно съ мелководнымъ уровнемъ рѣки, на такой глубинѣ, чтобы получить достаточную глубину ея въ каналѣ, которая рѣдко дѣлается болѣе 3 или 4 футовъ; если же вода въ рѣкѣ, во время половодья, значительно поднимаетъ уровень, то водоспускъ долженъ, чрезъ поднятіе щитовъ, защитить каналъ отъ входа въ него разливной воды, для чего иногда бываетъ необходимо присыпать къ водоспуску, по обѣимъ сторонамъ канала, земляныя дамбы. Водобойный полъ бываетъ именно необходимъ, когда уровень воды за щитами водоспуска стоитъ много выше уровня воды въ каналѣ, такъ какъ тогда вода входитъ изъ-подъ поднятыхъ щитовъ въ каналъ съ значительной скоростью и можетъ размывать дно канала. Въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ, какъ дно, такъ и откосы канала за водоспускомъ, на нѣкоторомъ протяженіи, выстилать булыжнымъ камнемъ, или употреблять другіе, описанные нами выше, способы для предохраненія ихъ отъ размыванія.

Если же каналъ выходитъ изъ пруда, въ которомъ уровень воды можетъ быть поддерживаемъ на постоянной или мало мѣняющейся высотѣ, тогда впускъ воды въ каналъ можетъ дѣлаться непосредственно, безъ водоспуска; дно канала въ такомъ случаѣ при началѣ, закладывается ниже уровня воды въ прудѣ на глубину воды въ каналѣ. Но однако всегда лучше устраивать водоспускъ, такъ какъ онъ даетъ возможность опорожнять каналъ, въ случаѣ необходимыхъ въ немъ исправленій, закрывая щитами входъ въ него воды, и даетъ возможность лучше регулировать самый притокъ воды въ каналъ.

На нижнемъ концѣ канала, во всякомъ случаѣ, долженъ быть Черт. LXXXV.
устроенъ рабочей водоспускъ, изъ котораго вода уже руслами проводится прямо на гидравлическіе приѣмники. Но весьма полезно, если оп. 703.
позволяетъ мѣстность, устраивать при концѣ канала хотя небольшой бассейнъ, въ который предварительно вливались бы воды канала, и уже изъ этого бассейна, посредствомъ рабочаго водоспуска, проводить воду руслами на колесы. Польза этого бассейна, въ особенности если онъ не слишкомъ малъ, заключается въ томъ, что когда открываютъ разомъ

впускъ воды на всѣ колеса, то уровень ея въ концѣ канала, на нѣкоторомъ протяженіи, значительно понижается и слѣдовательно уменьшается высота напора воды надъ колесами, что можетъ оказаться невыгоднымъ, особенно для наливныхъ колесъ; при бассейнахъ же съ значительною поверхностью, это пониженіе высоты напора гораздо менѣе чувствительно.

Само собою разумѣется, что вромѣ выпуска воды на колеса, изъ конца канала или бассейна долженъ быть еще сдѣланъ выпускъ воды на случай надобности ихъ опорожненія. Если вода изъ рѣки или изъ пруда входитъ въ каналъ свободно, безъ верхняго водоспуска, то въ случаѣ прекращенія теченія воды на колеса, движеніе воды въ каналѣ остановилось бы и уровень ея, на всемъ протяженіи длины канала, сдѣлался бы одинаковымъ съ уровнемъ воды въ прудѣ или въ рѣкѣ. Но такъ какъ каналъ имѣетъ опредѣленный уклонъ и если берега канала будутъ подняты не высоко надъ уровнемъ его воды, то въ случаѣ остановки теченія, вода въ концѣ канала можетъ выйти изъ береговъ и затопить окружающую мѣстность. Это явленіе устраняется: спускомъ воды изъ канала помимо колесъ, вслѣдствіе чего теченіе въ каналѣ продолжается и уровень въ немъ воды, вслѣдствіе паденія, не поднимается; или остановкой впуска ея въ каналъ, если существуетъ верхній водоспускъ; если же нѣтъ, ни верхняго водоспуска, ни нижняго спуска воды изъ канала помимо колесъ, то необходимо возвышать берега канала по мѣрѣ его паденія, т. е. увеличивать глубину канала вмѣстѣ съ паденіемъ.

При проведеніи канала, на пути его могутъ встрѣтиться ручьи или рѣчки. Способъ проведенія канала при встрѣчѣ съ ними, зависитъ отъ количества водъ въ этихъ ручьяхъ и рѣчкахъ и отъ относительнаго положенія ихъ горизонта и горизонта воды въ каналѣ.

Въ случаѣ, когда каналъ проводится въ насыпи и ниже его находится незначительный ручей, то послѣдній проводится съвозъ насыпи каменной, чугунной или деревянною трубою, смотря по важности сооруженія. Но чтобы это проведеніе было возможно, необходимо чтобы высота насыпи была довольно значительна, потому что между горизонтомъ весеннихъ водъ въ ручьѣ и дномъ канала должно оставаться достаточное разстояніе, для помѣщенія свода, если труба дѣлается каменная (Черт. LXXXVI. (фиг. 722)). При значительныхъ сооруженіяхъ, каменная труба выводится бутовою кладкой съ облицовкою стѣнъ; при менѣе значительныхъ, выгоднѣе дѣлать подобную трубу изъ колотыхъ булыгъ на гидравлическомъ растворѣ или цементѣ.

Но гораздо выгоднѣе употреблять для этого чугунныя трубы, которыя занимаютъ менѣе мѣста въ высоту, обходятся чаще дешевле каменныхъ и по формѣ своей лучше сопротивляются давленію на нихъ насыпи. Если сѣченіе одной трубы недостаточно для пропусканія весеннихъ водъ ручья, то располагаютъ рядомъ нѣсколько трубъ: причѣмъ діаметръ каждой трубы можетъ доходить до $1\frac{1}{2}$ аршина. Чугунныя трубы укладываются обыкновенно на слоѣ бетона: концы же ихъ закрѣ-

ываются въ каменныхъ стѣнкахъ, поддерживающихъ насыпь; каменные стѣнки сопрягаются съ насыпью посредствомъ хвостовъ (крыльевъ), или выступовъ въ насыпь, и оканчиваются раструбомъ, какъ и у каменныхъ трубъ, для удобнаго входа воды въ трубы и выхода изъ трубъ, безъ размыванія подошвы насыпи. Чугунныя трубы дѣлаются составными и при сопряженіи одна часть входитъ въ раструбъ другой; промежутки же между ними въ раструбѣ, какъ и въ водопроводныхъ трубахъ, прокладывается смоленнымъ войлокомъ или паклею и замазывается чугуною замазкою. Но лучше соединить части трубъ посредствомъ закраинъ, стягиваемыхъ болтами, съ прокладкой въ закраинахъ смоленого войлока, фиг. 724.

фиг. 722.

фиг. 723.

фиг. 724.

Что касается до деревянныхъ трубъ, то онѣ могутъ быть допускаемы только въ незначительныхъ сооруженіяхъ. Находясь попеременно, то въ сухомъ, то въ сыромъ состояніи, онѣ скоро подвергаются гніенію и разрушенію и каждый разъ, для замѣны новыми, требуютъ выпуска воды изъ канала, разрыванія и вновь насыпи земляной насыпи, въ которой проходитъ каналъ. Самое простое устройство деревянной трубы изображено на фиг. 725, и состоитъ изъ двухъ рядовъ круглыхъ свай съ продольными насадками и съ заложеными за сваи досками; сверху труба перекрывается короткими бревнами, врубаемыми въ насадки, а по этимъ бревнамъ насыпается земля насыпи канала. Если грунтъ дна трубы довольно слабый, то это дно выстилается булыжнымъ камнемъ. Болѣе прочное устройство деревянной трубы можетъ состоять изъ двухъ шпунтовыхъ рядовъ, образующихъ боковыя стѣнки трубы, фиг. 726. Дно трубы, въ случаѣ размываемаго грунта, можетъ состоять изъ досчатого пола, прибываемаго къ поперечнымъ брусьямъ, лежащимъ на шипахъ свай или столбовъ. На свайныхъ рядахъ кладутся насадки, а перекрышка трубы можетъ быть сдѣлана какъ въ предыдущемъ случаѣ, картышами, укладываемыми одинъ около другаго по насадкамъ; или въ насадки врубаются поперечные брусья въ нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другаго и на нихъ кладутся бревна вдоль трубы, образующія ея перекрышку.

Черт. LXXXVI.

Наконецъ, если деревянная труба можетъ вся наполняться водою до самаго верха и уровень воды въ ручьѣ можетъ подняться выше верха трубы, тогда по ростверку на сваяхъ укрѣпляются деревянные рамы, фиг. 727, которыя внутри обшиваются толстыми досками въ шпунтъ, а въ углахъ съ шпунтовыми четвертями. Для предохраненія отъ давленія земли верхней обшивки, по рамамъ кладется верхній, продольный накатъ изъ бревень; а чтобы боковое давленіе не выпирало доски обшивки внутрь, рамы, къ которымъ прибывается обшивка, ставятся чаще или рѣже, т. е. ближе или дальше одна отъ другой, смотря по свойству грунта насыпи канала; а именно, при вязкомъ, глинистомъ и суглинистомъ рѣже, а при песчаномъ чаще ¹⁾.

Черт. LXXXVI.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ необходимо, чтобы весь слой земли въ насыпи, между дномъ канала и перекрышкою трубы, былъ не менѣе

¹⁾ Или за нихъ кладутся доски, образующія вторую, внѣшнюю стѣнку трубы.

одного аршина толщиной, и въ томъ числѣ непосредственно надъ перекрышкой былъ бы насыпанъ, съ плотнымъ утрамбованіемъ, слой вязкой глины толщиной не менѣе $\frac{1}{2}$ аршина, чтобы предотвратить всякое просачиваніе воды изъ канала въ трубу. А потому при деревянныхъ трубахъ, высота трубы чаще весьма ограничена и чтобы пропускать надлежащій объемъ воды, труба должна имѣть достаточную ширину. Называя высоту трубы, которую возможно ей дать по предыдущимъ соображеніямъ, чрезъ b , а искомую ширину чрезъ a ; объемъ воды который должна пропускать труба въ каждую секунду чрезъ Q и скорость теченія воды въ трубѣ чрезъ v , будетъ: $Q = a \cdot b \cdot v$, откуда $a = \frac{Q}{b \cdot v}$. Объемъ Q протекающей воды въ ручьѣ найдется по способамъ указаннымъ въ ст. 48, равно какъ и скорость v . Если же уровень воды стоитъ выше верхняго края отверстія трубы, то $v = \sqrt{2gh}$, гдѣ h есть разстояніе середины отверстія трубы до верхняго уровня воды, фиг. 728.

опт. 728.

Черт. LXXXVI.

Въ случаѣ если каналъ только немного возвышается надъ ручьемъ, или даже находится на одной съ нимъ высотѣ, и если ручей не вводится въ каналъ, то онъ проводится подъ дномъ канала посредствомъ сифонной трубы, состоящей изъ средней, самой пониженной горизонтальной части, фиг. 729, и двухъ наклонныхъ, сопрягающихъ ее съ ручьемъ. Но это расположеніе не выгодно, такъ какъ часто случается, что въ мѣстахъ сопряженія наклонныхъ и горизонтальной частей образуются трещины (при каменныхъ или бетонныхъ трубахъ) и такая кольчатая труба легко засоряется; поэтому обыкновенно употребляютъ трубы, состоящія изъ двухъ вертикальныхъ колодцевъ, фиг. 730, соединенныхъ горизонтально вѣтвью.

Дно верхняго колодца опускается ниже дна трубы, для того чтобы наносы влекомые ручьемъ осаждались въ колодцѣ, откуда ихъ по временамъ вычерпываютъ. Этими же колодцами пользуются для спуска въ трубу воды изъ боковой отводной канавы, если каналъ проводится по косорогу.

Основаніе трубы слѣдуетъ закладывать ниже насыпнаго грунта; вообще, для избѣжанія устройства основанія въ дурномъ грунтѣ и уменьшенія длины трубы, часто устраиваютъ ее внѣ русла ручья и тогда спрямляя его, направляютъ въ трубу, которая устраивается всегда перпендикулярно къ направленію насыпи.

Когда каналъ пересѣкаетъ ручей или рѣчку, уровень которыхъ находится почти на одной высотѣ съ уровнемъ воды въ каналѣ, и воды ручья или рѣчки во всякое время года совершенно чисты, то ихъ впускаютъ прямо въ каналъ, и если количество ихъ водъ незначительно, то имъ даютъ стокъ самымъ каналомъ; въ противномъ же случаѣ, съ противоположной стороны впуска, устраивается водоспускъ для выпуска излишней воды.

Если же воды рѣчки впускаемой въ каналъ мутны, то передъ впускомъ ея въ каналъ устраивается на рѣчкѣ плотина съ водосливомъ, за которой будетъ отлагаться муть, вода же въ каналъ будетъ входить

переливаясь через водосливъ, а уходитъ изъ канала чрезъ водоспускъ, устраиваемый въ противоположномъ берегѣ канала. Кромѣ того, плотина разобщая рѣчку съ каналомъ будетъ препятствовать тому, чтобы во время засухи, когда горизонтъ воды въ рѣчкѣ дѣлается ниже горизонта воды въ каналѣ, послѣдняя не переливалась бы въ рѣчку; тогда впускаемая рѣчка не будетъ имѣть вліянія на состояніе горизонта воды въ каналѣ.

Когда, наконецъ, каналъ долженъ пересѣчь большую рѣчку и лежить выше ея, тогда онъ проводится по мосту, устраиваемому черезъ рѣчку.

Что же касается до отводнаго канала, когда онъ вырывается прямо въ землѣ, то все сказанное выше о приводномъ каналѣ можетъ относиться и къ отводному. Для быстрѣйшаго оттока въ немъ воды, онъ ведется по возможности по кратчайшему направленію отъ колесъ до русла рѣки, для доставленія ему достаточнаго паденія, въ случаѣ недостаточности котораго, увеличивается площадь сѣченія отводнаго канала противъ приводнаго. Что же касается до предохраненія его отъ размыванія подъ самыми колесами, то объ этомъ скажемъ ниже, когда будемъ говорить о предохраненіи, въ этомъ отношеніи, вообще отводныхъ руслъ.

82. Устройство руслъ и трубъ приводящихъ воду къ гидравлическимъ приѣмникамъ.—Водопроводное русло ведущее воду къ гидравлическимъ приѣмникамъ, или изъ рабочаго водоспуска плотины, или изъ конца приводнаго канала, или изъ бассейна, которымъ оканчивается приводной каналъ, въ устройствѣ своемъ зависитъ: отъ разстоянія гидравлическихъ колесъ отъ рабочаго водоспуска, рода приѣмниковъ къ которымъ ведется вода, отъ вида мѣстности на этомъ разстояніи и наконецъ отъ глубины слоя воды, который долженъ находиться въ руслѣ. Въ этомъ отношеніи водопроводное русло располагается, или въ землѣ, открытымъ или закрытымъ *каналомъ*, съ искусственно укрѣпленными дномъ и боками, или выше поверхности земли, въ формѣ *лара*, *лотока*, *трубы*, поддерживаемыхъ деревянными, каменными или чугунными опорами. По матеріалу, русла могутъ быть деревянные, каменные, чугунныя и желѣзныя; по формѣ же поперечнаго сѣченія бываютъ, или прямоугольныя, или трубчатыя, причемъ первыя чаще дѣлаются открытыми, вторыя же закрытыми.

Въ ст. 14 части первой и въ ст. 80 части третьей, мы съ достаточной подробностью изложили теоретическія основанія для устройства руслъ и опредѣленія ихъ размѣровъ; здѣсь же главнымъ образомъ займемся разсмотрѣніемъ ихъ расположенія относительно вододѣйствующихъ заведеній и гидравлическихъ приѣмниковъ, а равно и самаго техническаго ихъ исполненія.

Прежде всего замѣтимъ, что русло въ видѣ канала, обдѣланнаго камнемъ или деревомъ, можетъ встрѣтиться лишь въ томъ случаѣ, когда мѣстность, по которой должно пролагать русло, между рабочимъ водоспускомъ и колесами, будетъ выше пола рабочаго водоспуска и русломъ не будетъ углубляться въ землю. Въ такомъ случаѣ русло на нѣкоторомъ протяженіи этой возвышенной мѣстности можетъ имѣть видъ канала.

Если это разстояніе не превышаетъ 50—70 сажени, то чаще въ земляной выемкѣ, или *траншеѣ*, ведется деревянное или металлическое русло. отъ рабочаго прорѣза до вододѣйствующихъ колесъ, нигдѣ не примыкая его къ землѣ. Если же это разстояніе значительно, то сѣченію канала, проводимому уже въ землѣ, даютъ прямоугольную форму и дно и бока его одѣваютъ правильною бутовою кладкою на гидравлической извести или цементѣ, а въ случаѣ обширныхъ и важныхъ сооружений, облицовываютъ дно и бока тесаннымъ камнемъ. Чаще же ограничиваются деревянною обдѣлкою дна и боковъ такого канала или русла. Если же протяженіе такого канала велико, а грунтъ и мѣстность тому не препятствуютъ, то каналу дается въ поперечномъ сѣченіи форма трапеціи, безъ всякой обдѣлки дна и боковъ, а только укрѣпляется соединеніе его съ рабочимъ водоспускомъ, подобно тому, какъ это дѣлается въ верхнемъ водоспускѣ приводнаго канала и дѣлается надлежащее соединеніе его съ русломъ, уже непосредственно ведущимъ воду на колеса. Очевидно, что подобное расположеніе русла можетъ чаще встрѣтиться при пошвенныхъ колесахъ и средобойныхъ, чѣмъ при верхобойныхъ или наливныхъ; такъ какъ при первыхъ русло меньше возвышается надъ уровнемъ низовой воды, чѣмъ при вторыхъ и слѣдовательно можетъ чаще встрѣтиться необходимость врѣзаться имъ въ землю.

Черт. LXXXVI.

эпг. 731.

Но у насъ, вообще, необходимость подобнаго канала — русла, почти не встрѣчается, такъ какъ въ огромномъ большинствѣ случаевъ наши вододѣйствующія фабрики и заводы, со своими гидравлическими двигателями, располагаются въ самой долинѣ рѣчки ниже плотины, и по возможности въ близкомъ отъ нея разстояніи. Такимъ образомъ гидравлическія колеса чаще располагаются по одной или по обѣ стороны сливнаго пола и русла ведущія на нихъ воду приходится располагать чаще выше поверхности земли. Мы уже говорили о подобномъ расположеніи, близъ самой плотины, большинства нашихъ сельскихъ мельницъ; то же самое слѣдуетъ сказать почти о всѣхъ нашихъ вододѣйствующихъ фабрикахъ и заводахъ. Такое расположеніе, по одной или по обѣ стороны рѣчки, тотчасъ ниже плотины, нашихъ вододѣйствующихъ заведеній, можно признать общепринятымъ, замѣчаетъ г. *Гаусманъ*, и хотя оно представляетъ нѣкоторыя экономическія выгоды, но его нельзя признать правильнымъ и безопаснымъ. Всякое поврежденіе въ водоспускѣ, въ предѣлахъ сливнаго пола, или въ берегахъ пруда, по сторонамъ водоспуска, можетъ имѣть вредное вліяніе на самыя заводскія постройки, находящіяся въ столь близкомъ сосѣдствѣ съ водоспускомъ, который, какъ искусственное укрѣпленіе, всегда будетъ болѣе слабымъ и менѣе благонадежнымъ, чѣмъ естественные берега пруда. Опасность размыва и даже разрушенія построекъ, находящихся вблизи водостока, еще болѣе увеличивается, если мѣстный грунтъ будетъ песчаный или илистый и вообще легко размываемый. Каждый болѣе усиленный спускъ излишней воды пруда съвозъ водоспускъ, производитъ болѣе или менѣе подпоръ воды при концѣ сливнаго пола; этотъ подпоръ распространяется въ отводныя русла и производитъ подтопъ гидравлическихъ колесъ, не только

уменьшающей ихъ полезное дѣйствіе, но часто совершенно останавливающей ихъ работу. А потому вновь устрояемыя фабрики и заводы, вмѣстѣ съ ихъ приводными руслами, относятъ въ сторону, далѣе отъ водоспуска, и если мѣстность позволяетъ, отводныя русла направляютъ въ другую сосѣднюю ложину или оврагъ; или располагаютъ заводы далѣе отъ плотины, внизъ по теченію рѣки, а воду приводятъ въ нихъ каналомъ, — или наконецъ выбираютъ мѣсто для водоспуска вдали расположенія заводскихъ строеній и излишнюю воду пруда спускаютъ каналомъ, впадающимъ въ русло рѣчки значительно ниже по ея теченію чѣмъ отводныя русла.

Вообще же, по мнѣнію г. Гаусмана, при большихъ прудахъ, если мѣстность позволяетъ, за лучшее расположеніе вододѣйствующихъ заведеній слѣдуетъ признать такое, при которомъ спускъ излишней воды изъ пруда не будетъ имѣть ничего общаго съ отработавшею на колесахъ водою, стекающею по отводнымъ русламъ.

Хотя подобное расположеніе можетъ потребовать нѣсколько большихъ расходовъ при первоначальномъ устройствѣ, но зато оно обезпечиваетъ правильное, безостановочное и болѣе безопасное дѣйствіе заводскаго производства.

При принятомъ у насъ способѣ устройства вододѣйствующихъ заведеній, когда рабочіе прорѣзы и выходящіе изъ нихъ приводныя русла располагаются по сторонамъ весенняго водоспуска, рабочіе водоспуски слѣдуетъ непременно относить отъ боковыхъ стѣнъ весенняго по меньшей мѣрѣ на $2\frac{1}{2}$ до 3 саж., фиг. 731, для того чтобы рабочими прорѣзами не ослабить слишкомъ эту часть плотины и береговыхъ устоевъ весенняго водоспуска. При такомъ расположеніи руслъ, рабочіе прорѣзы слѣдуетъ пересечь крыльями порога весенняго водоспуска и на продолженныхъ крыльяхъ вырѣзать, положить и утвердить пороги двухъ руслъ на соответственныхъ имъ уровняхъ.

Черт. LXXXVI.

Что же касается до передней шпунтовой линіи находящейся передъ понурнымъ поломъ весенняго водоспуска, то она должна быть также продолжена чрезъ рабочіе прорѣзы до встрѣчи съ шпунтовой линіей, ограждающей воронки передъ этими прорѣзами съ ихъ понурными полами. Такъ что при смежномъ расположеніи весенняго и рабочихъ, или русельныхъ, водоспусковъ, въ фасадахъ со стороны пруда, фиг. 731, будутъ видны три прорѣза въ тѣлѣ плотины, причемъ каждый отдѣльный прорѣзъ будетъ искусственно укрѣпленъ своимъ понурнымъ поломъ и своими отдѣльными береговыми стѣнами. Начиная же отъ порога, вода проводится по рабочимъ, или русельнымъ, прорѣзамъ открытымъ русломъ (ларемъ) или трубою къ гидравлическимъ приѣмникамъ, оставаясь въ одномъ уровнѣ съ прудовой водой и спускается въ отводное русло и низовую воду при посредствѣ гидравлическаго двигателя. Изъ весенняго же водоспуска верховая вода проводится въ нижнюю воду по сливнымъ поламъ, не касаясь гидравлическихъ приѣмниковъ. Всѣ три прорѣза пересѣчены двумя общими непрерывными шпунтовыми линіями, изъ которыхъ первая, прямая или ломанная, находится при началѣ понурнаго

пола, а вторая подъ трѣма отдѣльно положенными порогами, изъ которыхъ каждый можетъ лежать на различной глубинѣ отъ уровня пруда.

Черт. LXXXVI.

Фиг. 731 представляетъ общее расположеніе большихъ вододействующихъ заведеній, съ указаніемъ проведенія руслами воды къ гидравлическимъ приѣмникамъ.

По этому плану, между прочими, расположены адмиралтейскій Колпинскій заводъ, Сестрорѣцкій оружейный, Охтенскій пороховой, и большинство уральскихъ горныхъ заводовъ, а также много фабрикъ и заводовъ действующихъ водою въ разныхъ мѣстахъ средней Россіи съ весьма небольшими стлечіями, главнымъ образомъ въ зависимости отъ случайностей мѣстности. Что же касается до фабрики, въ которую вода доставляется приводнымъ каналомъ, то мы можемъ указать у насъ лишь гранильную Петергофскую фабрику; такъ мало встрѣчается въ Россіи вододействующихъ заведеній, обходящихся безъ плотины и пруда у самаго заведенія.

По этому же общему плану, какъ уже замѣтили выше, располагаются сельскія мукомольныя мельницы, лѣсопильни и сукновальни. Въ этого рода заведеніяхъ, мельничные и сукновальные амбары и лѣсопильные сараи съ ихъ гидравлическими приѣмниками, располагаются обыкновенно у самой плотины и водоспуска, а потому онѣ не требуютъ длинныхъ и глубокихъ приводныхъ руселъ, такъ какъ рѣдко действуютъ только запасомъ одной прудовой воды. Вслѣдствіе этого, при наливныхъ колесахъ, высота напора воды надъ колесами и слѣдовательно глубина слоя воды въ руслѣ, въ подобнаго рода заведеніяхъ, рѣдко допускается болѣе 2 футовъ и почти никогда не превосходитъ 3 футовъ. Тогда какъ напр. на уральскихъ заводахъ, когда зимою истощаются притоки и приходится работать лишь накопленнымъ слоемъ прудовой воды, пороги рабочихъ водоспусковъ опускаются очень низко, и потому тамъ встрѣчаются приводныя русла, въ которыхъ глубина слоя воды доходитъ иногда до 10 аршинъ или 23½ футовъ; чаще же эта глубина доходитъ до 7 и 8 футовъ.

Такъ какъ на квадратную сажень дна русла, при 7 футовой глубинѣ слоя въ немъ воды, давленіе ея, или грузъ, составляетъ около 600 пуд. (593,39 пуд.), а при 23½ фут. глубины это давленіе на каждую квадратную сажень дна русла доходитъ до 2000 пуд., то отсюда уже видимъ, на сколько глубоки заводскія русла должны быть сдѣланы основательнѣе и прочнѣе, сравнительно съ обыкновенными мельничными руслами; тѣмъ болѣе, что при такой глубинѣ слоя воды это давленіе действуетъ не только на дно, но и на боковыя стѣны русла.

Самое простѣйшее устройство водопроводнаго русла изображено на фиг. 732 и представляетъ деревянный жолобъ, называемый обыкновенно *лотокомъ*, у котораго дно и бока составлены изъ досокъ соединенныхъ между собою въ четверть или шпунтъ. Совершенно подобнаго же устройства лотки, проводящіе воду иногда на весьма значительное

Черт. LXXXVII.

расстояніе на Сибирскихъ золотыхъ приискахъ называются тамъ *сплотками*.

Для устройства подобнаго русла, или лотка, когда оно проводится

на нѣкоторой высотѣ надъ поверхностью земли, вбиваются попарно сваи *A*, фиг. 732 и пара отъ пары въ разстояніи отъ 3 до 5 аршинъ, смотря по толщинѣ и длинѣ досокъ, такъ какъ стыкъ досокъ долженъ приходиться надъ сваями. На шипы каждой пары свай насаживается поперечный брусъ *B*, *B*; всѣ поперечные брусья кладутся между собою подъ ватерпасъ, если русло ведется горизонтально, или подъ одинъ общій, опредѣленный уклонъ, который дается и руслу. На поперечины кладутся плашмя сухія доски хорошо между собою причерченныя или прифугованныя въ четверть или шпунтъ, которыя должны образовать дно лотка; доски эти сильно сжимаются стойками *C*, *C*, укрѣпленными шипами въ гнѣздахъ поперечинъ и которыя въ случаѣ надобности могутъ быть еще сжаты клиньями *m*, *m*.

Крѣпко сжатая между собою сухія доски дна лотка, прибиваются къ поперечинамъ *B*, *B* гвоздями. Точно также сжимаются между собою доски, образующія бока русла, посредствомъ бруска *D*, надѣтаго сквозными гнѣздами на шипы стоекъ *C*, *C*, и посредствомъ клиньевъ *n*, *n*. Боковыя доски, послѣ нажатія, прибиваются гвоздями къ стойкамъ *C*, *C*. Торцевые стыки досокъ дна и боковъ дѣлаются въ четверть на поперечинахъ *B*, *B*, и стойкахъ *C*, *C*. Чтобы стойки *C*, *C*, не могли кривиться и наклонять бока русла, онѣ иногда подпираются подкосными брусками *e*, *e*. Для того чтобы доски дна и боковъ не расходились между собою въ промежуткахъ между двумя поперечинами, или парами свай, въ срединѣ между парами лотокъ сжимается рамкою *N*, *N*, фиг. 732, которая можетъ расклиниваться. Доски для такихъ лотковъ употребляются сосновыя или еловыя, толщиной отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 вершковъ; онѣ иногда только стругаются съ внутренней стороны, такъ какъ въ сельскихъ мельницахъ такіе лотки чаще не проконопачиваются и не осмаливаются. Въ болѣе важныхъ и обширныхъ вододѣйствующихъ заведеніяхъ деревянныя водопроводныя русла устрояются болѣе тщательнымъ и прочнымъ образомъ. Въ этомъ случаѣ длина и ширина русла не столько вліяютъ на его устройство, какъ высота, или глубина слоя въ немъ воды; эта послѣдняя по преимуществу опредѣляетъ размѣры составныхъ частей остова русла и толщину досокъ употребляемыхъ на его обшивку. Лѣсной матеріалъ для подобныхъ руселъ долженъ быть лучшаго качества и передъ употребленіемъ въ дѣло, всѣ бревна и доски должны быть обтесаны и чисто выструганы, такъ какъ послѣ сборки обыкновенно осмаливаютъ все русло, какъ внутри, такъ и снаружи. Въ средней Россіи для этого употребляютъ сосну, на Уралѣ же, преимущественно передъ другими породами деревъ тамъ растущими, употребляютъ сосну и лиственницу. Эти два рода деревъ, замѣчаетъ г. *Рожковъ*, обладаютъ всѣми нужными къ тому качествами, какъ-то: большою длиною, прямизною и прочностью. Лиственница, по свойствамъ своимъ, плотнѣе и крѣпче сосны и притомъ болѣе сопротивляется порчѣ отъ сырости т.-е. менѣе сосны подвергается гніенію. При употребленіи этихъ деревъ замѣчено также, что лиственница менѣе сосны способна насыщаться водою; вслѣдствіе чего при сосновомъ деревѣ швы или стыки досокъ, при постоянномъ

смачиваніи водою, сжимаются плотнѣе чѣмъ у досокъ изъ лип-
венницы.

Для устройства деревяннаго русла, въ формѣ ларя, или открытаго
ящика, при глубинѣ въ немъ слоя воды не менѣе 7 футовъ, уклады-
ваютъ, начиная отъ порога рабочаго прорѣза, поперечные брусья (лежни),
которые выравниваютъ въ одну плоскость съ насадкою порога. Лежни
укладываютъ на разстояніи, середина отъ середины, 4 футовъ, непосред-
ственно по полу рабочаго прорѣза, или поверхъ уложенныхъ на немъ
прогоновъ, фиг. 734 и 735, причеиъ лежни слегка, на 1 до 1½ дюйма,
нарубаютъ на прогоны, положенные въ 2 и болѣе рядовъ, смотря по
ширинѣ русла; разстояніе между прогонами не должно превосходить
7 футовъ. Съ верхней стороны каждаго лежня выдабливаютъ въ пол-
дерева два гнѣзда, мѣста для которыхъ назначаютъ по определенной
ширинѣ ларя. Въ гнѣзда устанавливаютъ боковыя стѣнныя стойки, вы-
сота которыхъ обыкновенно опредѣляется наибольшимъ уровнемъ пруда.
Если дно ларя находится на 7 футъ ниже этого уровня, то высота
стойкамъ дается въ 7½ футовъ. На отвѣсно установленныя въ рядъ
стойки накладываютъ верхнюю продольную обвязку, причеиъ послѣднюю
свѣшиваютъ внутрь ларя на толщину обшивочныхъ досокъ. При укладкѣ
обвязочныхъ брусевъ по стойкамъ, шипы стоекъ не должны быть сквозные,
но соединеніе, или стыкъ обвязочныхъ брусевъ между собою, должно
быть непремѣнно на стойкѣ и притомъ зубомъ. Каждую стычку при-
тягиваютъ къ стойкѣ желѣзнымъ хомутомъ. Обѣ стѣнныя обвязи свя-
зываютъ между собою желѣзными тягами, т.-е. толстыми желѣзными
прутьями съ болтами и гайками, или же деревянными поперечными
схватками, которыя врубаютъ въ обвязочные брусья.

Для связыванія нижнихъ прогоновъ съ верхними обвязками, не-
обходимо пропускать чрезъ каждый отдѣльный брусъ верхней обвязи,
въ промежуткахъ между стойками, по два вертикальные желѣзные болта,
или взаиѣнъ ихъ врубать деревянныя стоячія схватки, фиг. 737. Но
если надъ половыми лежнями не положены прогоны, то слѣдуетъ свя-
зывать выступающіе концы верхнихъ поперечныхъ схватокъ съ такими
же выступающими концами половыхъ лежней.

Опытомъ дознано, говоритъ г. Гаусманъ, что остовъ ящика русла,
безъ вспомогательныхъ горизонтальныхъ, поперечныхъ и вертикально сто-
ящихъ связей, не можетъ удовлетворить своему назначенію, вслѣдствіе
различныхъ движеній, происходящихъ въ частяхъ собраннаго безъ связей
остова русла. Къ причинамъ такихъ движеній слѣдуетъ отнести: а) болѣе
или менѣе быстрое теченіе воды по руслу; б) вѣсъ массы воды до 600 пуд.
на квадратн. саж. пола, содержащейся въ руслѣ; в) давленіе 7 футоваго
столба воды на боковыя стѣны, т.-е. сила распирающая стѣны. и на-
конецъ, г) дѣйствія мороза и конопатки, отъ которыхъ стойки замѣтно
приподнимаются со своихъ мѣстъ, а пряди смоленной пеньки вытяги-
ваются изъ швовъ. Для противодѣйствія этимъ движеніямъ, мы упо-
требаемъ съ успѣхомъ, говоритъ онъ, добавочныя скрѣпленія *т, т*, по-
казанныя на фиг. 738. Здѣсь на концахъ половыхъ лежней нарублены

Черт. LXXXVII.

фиг. 733.

фиг. 736.

фиг. 736

и 737.

Черт. LXXXVIII.

фиг. 742.

въ упоръ къ стойкамъ такъ называемыя *свинки*, или *бабки* *m*, а по- Черт. LXXXVII.
 верху свинокъ, вдоль всего русла, съ каждой стороны, уложены по одному фиг. 740.
 прогонному брусу, которые плотно прилегаютъ къ стойкамъ и врублены въ нихъ. Такою общеою продольною связью, привинченною со свинками желѣзными болтами къ нижнимъ лежнямъ, предупреждается, какъ подъемъ стоекъ, такъ и всякое ихъ смѣщеніе. Для этого же назначенія съ пользою употребляютъ желѣзныя планки *k, k*, привинченныя болтами къ бокамъ стоекъ и къ лежнямъ. Взамѣнъ свинокъ *m, m*, иногда употребляютъ под- фиг. 741.
 косы *n*, фиг. 741.

Въ собранномъ остовѣ ящика укладываютъ по половымъ лежнямъ два угловые бруска (четверти), врубая ихъ около дюйма въ лежни и стойки, а между угловыми брусками настилаютъ полъ русла досками толщиной въ 3 дюйма. Такими же досками гладко обшиваютъ стѣнныя стойки (внутри), отъ верхней кромки угловаго бруса до нижней кромки свѣшенной верхней обвязи. Первые два угловые бруса, равно какъ и доски перваго звена пола и обшивки стѣнъ, плотно притыкаютъ концами къ четвертямъ, вынутымъ въ стѣнахъ щитовыхъ стоекъ и въ порогѣ рабочаго прорѣза. При настилкѣ пола и обшивкѣ стѣнъ не соблюдаютъ перевязи между досками, но ихъ плотно сжимаютъ между собою и избѣгаютъ дѣлать стычку досокъ пола и стѣнъ по-звенно, на одномъ лежнѣ съ его стойками. Въ доскахъ четвертей и шпунтовъ не вынимаютъ, но кромки досокъ тщательно фугуютъ въ станкахъ, такъ чтобы доски, будучи сложены кромками и поставлены на ребро, плотно прилегали бы кромками одна къ другой на всю ихъ длину безъ замѣтныхъ просвѣтовъ. Каждую доску прибиваютъ 7-дюймовыми со шляпками гвоздями къ лежнямъ или стойкамъ, считая въ каждомъ приборѣ не менѣе двухъ гвоздей, а подъ шляпками гвоздей полезно наверху не много конопатки, т.-е. смоленой пеньки. Впрочемъ до прибивки досокъ гвоздями необходимо будетъ пройти стругомъ сфугованныя кромки досокъ; Черт. LXXXVIII.
 эту простружку, или правильнѣе, скошеніе кромки доски, дѣлаютъ по фиг. 743.
 всей длинѣ доски на ширину кромки не болѣе $\frac{1}{3}$ толщины доски, такъ что окончательныя приготовленныя къ употребленію доски будучи уложены на мѣста, представляютъ шовъ, который на $\frac{2}{3}$ толщины доски будетъ плотно прифугованъ безъ просвѣта, а съ внутренней стороны ящика долженъ ясно обозначаться зазоръ въ швѣ, фиг. 743. Такой зазоръ въ швахъ досокъ съ внутренней стороны ящика русла необходимъ для хорошей, правильной и тщательной проконопатки всѣхъ швовъ смоленою пенькой; проконопатка же исполняется послѣ окончательной прибивки досокъ и ею предупреждается постоянно неизбѣжная течь черезъ швы ящика русла. Послѣ проконопатки ящика приступаютъ къ осмолкѣ всѣхъ деревянныхъ частей русла горячею кипяченою смолою, и такую осмолку, послѣ каждой ея просушки, обыкновенно повторяютъ три раза. При первой и второй осмолкѣ слѣдуетъ употреблять смолу болѣе жидкую, съ прибавкою густой, т.-е. пику, не болѣе $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{4}$ по вѣсу жидкой смолы, а для третьей, или окончательной осмолки, пику прибавляютъ отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{3}$ противъ количества, по вѣсу, жидкой смолы. Покрывая

русло такимъ болѣе густымъ растворомъ, осмолка, послѣ ея охлажденія, дѣйствительно предохраняетъ дерево отъ трещинъ, вслѣдствіе вліянія температуры и солнцепека.

Толщина брусевъ употребляемыхъ на лежни и стойки ларя, при квадратномъ ихъ сѣченіи, должна быть отъ 5 до 7 вершковъ, при глубинѣ слоя воды въ 7 футовъ. Устройство руслъ такой глубины встрѣчается не часто; но и при меньшей глубинѣ устройство приводнаго русла должно быть исполняемо также правильно и тщательно. При меньшей глубинѣ можно только употреблять брусъ и доски меньшей толщины, или при той же ихъ толщинѣ увеличивать разстоянія между лежнями и стойками. Можно также обходиться безъ врубки свинковъ и боковыхъ прогоновъ, уменьшить число связей, какъ деревянныхъ такъ и желѣзныхъ.

Черт. LXXXVIII.

фиг. 743.

На уральскихъ заводахъ, съ самаго основанія ихъ, строились всегда деревянные лари на бревенчатыхъ ряжахъ, говоритъ г. *Роожковъ*. Для устройства подобнаго русла, сперва выравниваютъ всю площадь предназначенную подъ ларь, дѣлаютъ на ней разбивку кольями и затѣмъ приступаютъ къ забивкѣ свай и устройству ряжа. Поперекъ протяженія ларя вбиваютъ три свай, фиг. 744, въ разстояніи одна отъ другой на $1\frac{1}{2}$ аршина; потомъ отступя по длинѣ на 2, а иногда и на $2\frac{1}{2}$ аршина, но не болѣе, вбиваютъ новый поперечный рядъ въ параллель первому; далѣе, отступя на такое же разстояніе, вбиваютъ третій рядъ и работу продолжаютъ такимъ образомъ на все протяженіе волопровода. — Эти свай составляютъ основаніе, на которомъ лежитъ тяжесть ряжа и водопровода вмѣстѣ съ водою, а потому онѣ вбиваются до отказа и въ діаметрѣ должны быть 8 вершковъ. На концахъ свай зарубаются шипы, на которые кладутъ поперекъ русла насадки изъ бревенъ длиною въ 6 аршинъ и толщиною въ 10 вершковъ. На насадки кладутъ вдоль русла бревна такой же толщины, врубая ихъ лишь немного въ насадки; по прогоннымъ бревнамъ опять врубаются короткія поперечныя, по нимъ опять продольныя и т. д. и этой рубкой образуютъ сквозной, не плотный ряжъ, который оканчиваютъ всегда поперечными бревнами.

Для образованія ларя, на концахъ верхнихъ перекладинъ ставятъ брусовыя стойки, которыя вытесываются изъ бревенъ 12-вершковой толщины и длина которыхъ сообразуется съ высотой ларя. На обоихъ концахъ стоекъ на рубаются шипы: нижними шипами стойки упираются въ гнѣзда ряжа, а на верхніе ихъ шипы кладутся перекладины, одинаковыя по размѣрамъ со стойками. Поперечное разстояніе между стойками опредѣляется шириною ларя, а по длинѣ одна стойка отъ другой ставится въ разстояніи 2 или $2\frac{1}{2}$ аршинъ, соответственно разстояніямъ рядовъ свай. Пространство образовавшееся между верхнимъ вѣнцомъ ряжа, боковыми стойками и перекладинами, обшивается досками, причѣмъ въ углы дна, какъ у сливныхъ или понурныхъ половъ, кладутся четверти. Доски составляющія бока и дно ларя прибываются желѣзными гвоздями къ стойкамъ и нижнимъ перекладинамъ, въ которыя ставятся стойки. Толщина досокъ отъ $2\frac{1}{2}$ до 4 вершковъ, смотря по глубинѣ ларя. Онѣ пригоняются одна къ другой въ закрой, но чаще

въ шпунтъ, приче́мъ въ швы между досками кладется высмоленное сермяжное сукно.

Для прочности, стѣны ларя стягиваются между собою желѣзными болтами, иногда въ одинъ, но чаще въ два ряда, болты проходятъ сквозъ стойки и на концы ихъ навинчиваются гайки съ чугунными подкладными флястами. Сверху ларя настилается полъ на верхнія перекладки; для прочности же и связи верхней части ларя, въ перекладки врубаются прогонные брусья, по обѣ стороны, на которыхъ выводится навѣсъ для предохраненія ларя отъ дождя и снѣга.

Мы видѣли, что лучшая форма для сѣченія прямоугольнаго русла, есть форма двухъ квадратовъ, или чтобы ширина русла была вдвое болѣе глубины. Очевидно что въ большинствѣ уральскихъ заводовъ, гдѣ зимой работаютъ только накопленной прудовой водой и гдѣ для этого порогъ рабочаго прорѣза, или дно водопроводнаго русла, закладываются очень глубоко, правило это не выполнимо и тамъ глубина русла часто и много превышаетъ его ширину. Относительно глубины заложения порога рабочаго прорѣза, въ устроенныхъ и дѣйствующихъ заводахъ на Уралѣ, можно вывести слѣдующее общее правило, говоритъ г. Рожковъ: вся высота напора воды за плотиной (т.-е. вертикальная высота разностей горизонтовъ верховой и низовой воды) дѣлится на 12 равныхъ частей, изъ нихъ 5 частей обращаются въ мертвую воду, а остальные 7 частей оставляются для слоя рабочей воды. Другими словами, порогъ рабочаго прорѣза, или дно приводнаго русла, укладываются отъ высшаго горизонта воды въ прудѣ на глубинѣ $\frac{7}{12}$ высоты всего напора. Если, какъ встрѣчается не рѣдко, говоритъ онъ, полный напоръ простирается до 12 аршинъ, то глубина воды въ ларѣ будетъ 7 аршинъ, а высота самаго ларя 8 аршинъ. Устройство такого глубокаго ларя дорого, тяжело и наполняющая его вода, вслѣдствіе значительнаго давящаго столба, сильно распираетъ стѣны ларя.

Устройство ряжа, поддерживающаго водопроводъ, требуетъ большое количество лѣса, скоро подвергающагося гніенію, почему въ послѣднее время на уральскихъ заводахъ подпоры для водопроводовъ стали дѣлать каменными и чугунными.

Черт. LXXXIX.

оп. 757.

Бочкообразныя русла. Деревянному водопроводному руслу иногда даютъ форму трубы, фиг. 757, діаметромъ отъ 3 до 6 и болѣе футовъ. Такое трубчатое русло, приготовленное изъ досокъ толщиною не менѣе 3 дюймовъ и связанное желѣзными обручами, можетъ вполне замѣнить ларевое. Трубы, до укладки ихъ на мѣсто, окончательно готовятъ по-звенно, колѣнами, длиною отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 сажень, изъ чисто выструганныхъ досокъ, кромки которыхъ болѣе или менѣе скрываютъ, смотря по діаметру трубы. Для составленія такой трубы, ея поперечное сѣченіе предварительно вычерчиваютъ въ натуральную величину, на приготовленной горизонтально, по ватерпасу, и хорошо выровненной платформѣ. Наружную окружность трубы раздѣляютъ на равныя части, изображаясь съ шириною заготовленныхъ досокъ, но шире 9—10 дюйм. ихъ не слѣдуетъ заготовлять. Для полученія направленія шва между двумя смежными

Черт. LXXXVIII.

оп. 745

и 746.

досками, соединяють отмѣченныя точки дѣленія съ центромъ круга и по изготовленному по этому очертанію легалу, обдѣлываютъ кромки досокъ.

Для предварительной сборки трубы, кромки досокъ должны быть тщательно причерчены и прифугованы между собою, и въ то же время слѣдуетъ вынуть по срединѣ каждой кромки, вдоль всей доски, квадратный пазъ глубиною и шириною въ $\frac{3}{4}$ дюйма. Постѣ приладки такихъ досокъ между собою, въ каждомъ швѣ будетъ правильно вырѣзанный четырехугольный каналъ, шириною въ $\frac{3}{4}$ и высоту въ $1\frac{1}{2}$ дюйма. Въ этотъ каналъ, образуемый двумя пазами смежныхъ досокъ, при самой сборкѣ трубы, вгоняють, по размѣру пазовъ, правильно выструганныя рейки изъ лучшаго сухаго лѣса, фиг. 745.

Собранную трубу предварительно обхватываютъ веревками и при помощи аншпуговъ плотно стягиваютъ (какъ стягиваютъ фашины для ихъ обвязки). На оба конца связанной веревками трубы нагоняють по одному желѣзному обручу, приготовленному по размѣру трубы изъ мягкаго полосоваго желѣза толщиною $\frac{1}{2}$ дюйма и шириною 3 дюйма. Наконецъ и на самую трубу, взамѣнъ веревокъ, накладываютъ составные, изъ 3 или 4 частей, желѣзные обручи, фиг. 746, у которыхъ каждая составная часть оканчивается двумя внаружу выгнутыми лапами, въ которыхъ пробиты дырѣя для вкладыванія стягивающихъ болтовъ. Эти обручи выковываются изъ того же сорта желѣза какъ и предыдущіе и размѣщаются по длинѣ трубы въ разстояніи, середина отъ середины, отъ 2 до 3 футовъ. Діаметръ этого обруча, когда части его будутъ сложены вмѣстѣ, долженъ быть меньше наружнаго діаметра трубы и лапы, по накладкѣ обруча на трубу, не должны прикасаться одна къ другой, а между ними долженъ быть зазоръ, достаточный для стягиванія досокъ трубы при помощи болтовъ съ шляпками и гайками. По наполненіи такой трубы водою, доски и рейки разбухаютъ, такъ что течь по швамъ прекращается и проконопатка швовъ не требуется.

Мы сами не испытали, говорить г. Гаусманъ, но намъ передавали, что пропазовку досокъ съ загонкою реекъ можно вполне замѣнить простою намянкою кромокъ досокъ (указанный нами выше финляндскій способъ). т.-е. пробить тупымъ орудіемъ (пазовникомъ, носкомъ молотка) желобъ, шириною около одного дюйма, вдоль середины кромки доски, затѣмъ вторично профуговать кромки досокъ и частію снять боковые заплечики желоба; если такая доска намогнетъ, то набитыя въ желобъ волокна дерева разбухаютъ и выступаютъ валикомъ кверху, т.-е. изъ плоскости кромки доски. Труба собранная изъ такихъ прожелобленныхъ досокъ и связанная желѣзными обручами, не должна дать никакой течи. потому что волокна въ набитыхъ желобахъ досокъ разбухаютъ и при сжатыхъ плотно доскахъ образуютъ непроницаемый для воды шовъ.

По произведенному нами, говорить г. Гаусманъ, надъ такимъ способомъ сборки досокъ опыту въ маломъ видѣ, мы убѣдились въ томъ, что такую намянкою сжатыхъ волокна доски, разбухая по погруженіи послѣдней въ воду, вновь заполняютъ пробитый желобъ. Когда же за-

плечики желоба, прежде намокания доски, были сняты, т.-е. соструганы, то, вмѣсто желоба, вдоль всей кромки доски дѣйствительно выступилъ внаружу правильный валикъ. Слѣдовательно въ швахъ приготовленной трубы, отъ разбуханія внутренней пропазовки, швы трубы уплотняются, и вода проникать сквозь нихъ не можетъ.

Приготовленные по первому или второму способу русловыя трубы никакой проконопатки швовъ не требуютъ: она замѣняется разбуханіемъ реекъ или выступающими валиками изъ набитыхъ желобовъ. Но для предохраненія трубъ отъ дѣйствія атмосферныхъ перемѣнъ, ихъ слѣдуетъ осмолить или покрыть масляною краскою. Особенно полезно покрывать всѣ кромки досокъ, при самой сборкѣ трубы, суримомъ на маслѣ.

Стыки, тѣмъ или другимъ способомъ приготовленныхъ звеньевъ трубъ, по длинѣ русла, производятся помощію досчатыхъ же или чугунныхъ наставокъ, длиною около $2\frac{1}{2}$ или 3 фут., фиг. 747, которыми звенья соединяются послѣдовательно. Первые, т.-е. досчатые наставки, или муфты, готовятся изъ такихъ же досокъ и тѣмъ же способомъ какъ самыя трубы, но внутренній діаметръ ихъ дѣлають на 1 или $1\frac{1}{2}$ дюйм. больше наружнаго діаметра трубы. На готовую муфту нагоняють не менѣе трехъ глухихъ обручей, приготовленныхъ изъ мягкаго полосоваго желѣза. Пустота, или кольцевой зазоръ, между стѣнками трубъ и муфтою, частью законопачивается, частью задѣлывается клиньями изъ лучшаго сухаго лѣса.

Черт. LXXXVIII

фиг. 747
и 748.

Чугунныя муфты, для стыка досчатыхъ трубъ, отливаются почти той же формы какъ и деревянныя, но на нихъ дѣлаются выступающія ребра, приливы и другія приспособленія для лучшаго соединенія трубъ.

фиг. 748.

При помощи деревянныхъ или чугунныхъ муфтъ, не только смыкають трубу съ трубою, но въ случаѣ нужды ими измѣняютъ направленіе русла въ вертикальной или въ горизонтальной плоскости.

На Ижевскомъ оружейномъ заводѣ бочкообразныя русла устроены по способу наминки кромокъ досокъ, но кромѣ того каждое звено трубы имѣетъ коническую форму, фиг. 749, такъ что діаметръ трубы при ея началѣ на $3\frac{1}{4}$ до $3\frac{1}{2}$ дюйм. болѣе діаметра другаго конца трубы. Вслѣдствіе этой формы, вновь укладываемая труба надвигается широкимъ концомъ на узкій конецъ прежде уложенной трубы и такимъ образомъ при соединеніи трубъ нѣтъ необходимости въ муфтѣ. Кольцеобразный же зазоръ между соединяемыми трубами заполняютъ деревянную плотную расклинку. Проминка кромокъ досокъ сдѣлана, на одной доскѣ по срединѣ кромки, а на прилегающей кромкѣ другой доски такая же проминка сдѣлана въ два ряда, ближе къ краямъ кромки. Послѣ проминки, доски по кромкамъ вновь пристругивають, т.-е. снимають заплечики по сторонамъ желобовъ, а потомъ начинаютъ сборку трубы, причѣмъ употребляютъ не составные, а цѣльные желѣзные обручи, выкованные по діаметру трубы въ томъ мѣстѣ, гдѣ долженъ находиться обручъ. Всѣ обручи въ горячемъ состояніи набивають съ тонкаго конца трубы и плотно догоняють до мѣста, такъ что послѣ ихъ охлажденія они плотно сжимають доски въ швахъ. При наполненіи же трубъ

водою намина въ швахъ досокъ разбухаетъ и всякая течь изъ русла прекращается.

Не берусь рѣшить, говоритъ г. Гаусманъ, которому изъ описанныхъ способовъ приготовленія русловыхъ трубъ слѣдуетъ отдать преимущество, но могу удостовѣрить, что встрѣченныя мною на практикѣ трубы, приготовленныя съ вынужденъ паза и загонкою реекъ, стянутыя составными обручами, равно какъ и трубы Ижевскаго оружейнаго завода, совершенно одинаково удовлетворяютъ своему назначенію. Но способъ приготовленія тѣхъ и другихъ трубъ требуетъ отборнаго матеріала и возможно тщательной работы.

По свидѣтельству г. Рожкова, деревянные трубные водопроводы стали дѣлать на Уральскихъ горныхъ заводахъ лѣтъ 50 тому назадъ. Для приготовленія трубъ употребляютъ сосновыя и лиственничныя 3-вершковыя доски, которыя въ обдѣлкѣ выходятъ въ $2\frac{1}{2}$ вершка толщиною, а длиною отъ 9 до 12 арш. На каждое отдѣльное звено трубы такой длины, нагоняется отъ 10 до 12 желѣзныхъ обручей. Звенья связываются между собою въ притыкъ, причемъ на мѣстѣ стыка надѣвается желѣзное кольцо шириною въ 6 вершк. и толщиною $1\frac{1}{4}$ вершк. Въ стыкахъ дѣлаютъ растеску на $\frac{1}{2}$ вершка глубиною, забиваютъ ее просмоленную конопатью, а изнутри доски смыаемыхъ звеньевъ скрѣпляютъ желѣзными скобами (влагерами), длиною въ 6 вершк. шириною въ 1 вершокъ и толщиною въ $\frac{1}{2}$ вершка, чтобы звенья трубы не расходились. Во время сборки трубы, отдѣльныя доски схватываются упорками, обручи нагоняются на приготовленное звено сильно нагрѣтыми. На нѣкоторыхъ заводахъ всѣ желѣзные обручи приготовляются одинаковаго діаметра и доски трубы сплавиваются въ обручахъ, причемъ послѣдняя доска (расколотка) загоняется ударами въ свое мѣсто и сжимаетъ собою всѣ остальные. Такая водопроводная труба устроена въ Екатеринбургѣ и доставляетъ воду для дѣйствія колесъ гранильной и механической фабрикъ, а также на Ревдинскомъ заводѣ (на Уралѣ).

Только при проведеніи небольшого количества воды деревянныя трубы высверливаются въ цѣльномъ бревнѣ, по преимуществу изъ сосны или лиственницы, такъ какъ изъ этихъ лѣсныхъ породъ легко выдѣлываются прямыя трубы отъ 12 до 20 футовъ длиною. Иногда же цѣльныя деревянныя водопроводныя трубы приготовляются изъ черной ольхи. Внутренній діаметръ такихъ трубъ, въ зависимости отъ толщины бревна, измѣняется отъ $1\frac{1}{2}$ до 8 дюймовъ; но во всякомъ случаѣ этотъ діаметръ не долженъ превосходить $\frac{1}{3}$ части вишняго діаметра бревна. Способы соединенія такихъ деревянныхъ трубъ представлены на фиг. 750 и 751. Фиг. 750 представляетъ сращиваніе трубъ конусомъ, съ прокладкой смоленой пенки, или смоленого холста, или сучья: снаружи это сращиваніе стягивается желѣзнымъ бугелемъ. Фиг. 751 представляетъ сращиваніе трубъ посредствомъ желѣзной втулки съ острыми концами, входящими на 1 или 2 дюйма въ дерево сращиваемыхъ концовъ трубъ.

Чугунныя и желѣзныя русла и трубы. Мы скажемъ лишь нѣ-

сколько словъ объ этого рода приводныхъ руслахъ, такъ какъ онѣ устрояются лишь въ обширныхъ заводахъ, при устройствѣ которыхъ затрачиваются значительные капиталы. Но металлическія русла, не смотря на первоначальную значительную цѣнность, могутъ иногда оказаться выгоднѣе деревянныхъ, такъ какъ требуютъ весьма незначительнаго ремонта и могутъ служить весьма продолжительное время.

Чугунныя русла собираются изъ отлитыхъ плитъ или трубъ и въ весьма только рѣдкихъ случаяхъ изъ цѣльныхъ звеньевъ отлитыхъ ящиковъ, или коробовъ. Плиты употребляются при руслахъ съ прямоугольнымъ сѣченіемъ, какъ и короба, чугунныя же трубы почти всегда дѣлаются съ круговымъ сѣченіемъ. Плиты бываютъ квадратныя или прямоугольныя, смотря по размѣру русла и не менѣе $3\frac{1}{2}$ и не болѣе 6 фут. въ сторонѣ. Діаметръ же трубъ, смотря по проводимому количеству воды, измѣняется между предѣлами отъ $1\frac{1}{2}$ до 6 футовъ, длина же звеньевъ трубы бываетъ отъ 4 до 8 фут. и только при малыхъ діаметрахъ длина звеньевъ доходитъ иногда до 10 футовъ. Толщина плитъ и стѣны трубы чаще заключается въ предѣлахъ отъ $3\frac{3}{4}$ до 1 дюйма. Края плитъ и концы трубъ имѣютъ выступающіе внаружу флянцы, ширина которыхъ не менѣе $2\frac{1}{2}$ до 3 дюйм. и по срединѣ ихъ, при отливкѣ, оставляется рядъ дыръ діаметромъ каждая отъ $\frac{5}{8}$ до 1 дюйм. Флянцы и ребра соединяемыхъ частей не должны находиться въ одной плоскости съ концомъ плиты или трубы, фиг. 754, а такъ чтобы двѣ смежныя части, будучи сдвинуты вмѣстѣ, представляли плотный шовъ, между тѣмъ какъ флянцы не должны касаться одинъ другаго и между ними остается небольшой зазоръ или явственный шовъ для проконопатки.

Черт. LXXXVIII.

фиг. 752

и 753.

фиг. 754.

Укладка и установка русловыхъ плитъ или трубъ производится по предварительно выведенному каменному фундаменту, поднятому и выровненному подъ низъ чугунныхъ русла или трубы. Поднесенныя къ мѣсту сборки плиты или трубы придвигаются, на самомъ мѣстѣ ихъ укладки, одна къ другой плотно, и притомъ такъ, чтобы дырѣя на флянцахъ двухъ соединяемыхъ частей приходились одна противъ другихъ. Тогда по шву соединенія между флянцами прокладываютъ толстые войлоки напитанные горячею смолою или сурикомъ, а въ дырѣя флянцевъ закладываютъ желѣзные болтики съ нарѣзаннымъ на концѣ ихъ винтомъ, а гайками, навинчиваемыми ключемъ, сильно сжимаютъ флянцы между собою и заключающуюся между ними конопатку. Если впоследствии по швамъ соединеній обнаружится течь, то проконопачиваютъ шовъ изнутри русла или между флянцами *чугунной замазкой*, приготовленной изъ чугунныхъ опилокъ. Для этого имѣются два состава, изъ которыхъ одинъ твердѣетъ скоро, но не столь крѣпко, другой же твердѣетъ медленнѣе, но получаетъ болшую крѣпость, такъ что разъединеніе частей связанныхъ этимъ составомъ, какъ показалъ опытъ, почти невозможно безъ разлома самаго чугуна. Для перваго состава берутъ, по *вѣсу*, 80 частей чугунныхъ опилокъ, 1 часть нашатыря и 2 части сѣры, все вмѣстѣ смачиваютъ водою и приводятъ въ тѣстообразное состояніе. Для втораго состава берутъ 200 частей чу-

гунныхъ опилокъ, 2 части нашатыря и одну часть сѣры. Этими составами заполняютъ пустоту между смежными флянцами и плотно вбиваютъ ихъ тупою конопаткою.

Черт. LXXXIX.

фиг. 755.

Трубы иногда отливаютъ безъ флянцевъ, раструбомъ на одномъ концѣ и невысокимъ валикомъ на другомъ, фиг. 755, такъ что гладкій съ валикомъ конецъ одного звена можетъ входить въ раструбъ прежде уложеннаго. Зазоръ образующійся въ раструбѣ до валика, тщательно законопачиваютъ смоленой пенькой и чугунной замазкой, или заливаютъ пустоту расплавленнымъ свинцомъ, который, по охлажденіи, забиваютъ желѣзной конопаткой.

Всѣ отверстія въ боковыхъ стѣнахъ или на днѣ чугуннаго русла для отводныхъ рукавовъ, или для спуска воды на гидравлическіе приемники, расположенные вдоль русла, должны быть съ точностію обозначены на проетныхъ чертежахъ русла и должны быть такъ исполнены въ отливкѣ частей, чтобы при сборкѣ русла мѣста этихъ отверстій приходились бы точно противъ соответственныхъ имъ двигателей. Всѣ закрывающіяся и открывающіяся отверстія должны быть снабжены соответственными приспособленіями для удобнаго дѣйствія подъемными щитами и крышками въ люкахъ, которые въ свою очередь, должны быть хорошо прилажены и притерты къ мѣсту.

Черт. LXXXIX.

фиг. 756.

Желѣзные русла могутъ быть также открытыя, съ прямоугольнымъ сѣченіемъ, но чаще ихъ дѣлаютъ закрытыми, въ видѣ трубныхъ водопроводовъ, съ сѣченіемъ круга или эллипсиса, у котораго большая ось горизонтальна. Этого рода русла образуются изъ листовъ котельнаго желѣза, толщиною въ $\frac{3}{8}$ дюйма, которые склепываются между собою, какъ въ паровыхъ котлахъ или желѣзныхъ бакахъ. Такъ на Камско-Воткинскомъ заводѣ (на Уралѣ) водопроводная желѣзная труба проведена на длинѣ 64-хъ сажень и діаметромъ въ $10\frac{1}{2}$ футовъ. Весь водопроводъ поставленъ на каменныхъ устояхъ, расположенныхъ одинъ отъ другаго въ разстояніи 2-хъ сажень. Основаніе устоевъ сдѣлано изъ деревяннаго ростверба на сваяхъ, лежащаго подъ водою. Наблюденія показываютъ, что вода въ желѣзномъ водопроводѣ, оставаясь совершенно безъ движенія, при холодѣ въ 25° Реомюра, въ продолженіи двухъ сутокъ, покрываются слоемъ льда толщиною въ 1 дюймъ; но если водѣ придано хотя малѣйшее движеніе, то она вовсе не замерзаетъ. Водопроводъ этотъ, пущенный въ дѣйствіе въ 1853 году, не требовалъ никакихъ исправленій.

При переустройствѣ Охтенскаго пороховаго завода, желѣзное водопроводное русло проведено на протяженіи 60 сажень вдоль пороходѣльныхъ фабрикъ, по верху 16-ти поставленныхъ въ рядъ наливныхъ колесъ; въ поперечномъ сѣченіи оно имѣетъ форму правильнаго эллипсиса, у котораго большая, горизонтальная ось, въ 8 фут., а малая, вертикальная, въ 5 футовъ.

фиг. 756.

Труба лежитъ на поперечныхъ кирпичныхъ стѣнахъ, или продолговатыхъ столбахъ, отстоящихъ серединами одинъ отъ другаго на 12 фут. Верхняя площадка каждаго столба покрыта чугунною коробкою,

дно которой сверху горизонтально и гладко выстругано. На каждую из таких коробок, или плитъ, положено по двѣ пары чугунныхъ точеныхъ вальковъ, оси которыхъ при концахъ связаны между собою желѣзными серьгами, такъ что вальки могутъ свободно перекатываться по нижнимъ плитамъ въ одну и другую сторону вдоль направленія русла, не разобщаясь между собою. По верху этихъ вальковъ установлены чугунныя, правильно отлитыя по размѣру и формѣ трубы, подкладки для трубы, или сѣдла, съ продолговатою основною доскою, нижняя сторона которой выстругана. На установленныхъ же въ рядъ и выровненныхъ сѣдлахъ, или подставкахъ, положена готовая труба, которая при началѣ на-глухо привинчена къ чугунной стѣнѣ ящика, или резервуара, изъ котораго она получаетъ воду; въ лицевой стѣнѣ ящика оставлено, по размѣрамъ сѣченія трубы, отверстіе, черезъ которое вода изъ резервуара свободно входитъ въ трубу. Другой же конецъ трубы, на-глухо закрытый, ни во что не упирается, отчего труба, вслѣдствіе измѣненій температуры, можетъ свободно удлинняться или укорачиваться, потому что сѣдла, на которыхъ она лежитъ, свободно перекатываются на валькахъ въ ту и другую сторону. Что такое передвиженіе сѣделъ существуетъ, подтверждаетъ опытъ и передвиженіе весьма ясно обозначается на мѣткахъ, сдѣланныхъ на нижней доскѣ сѣдла и на чугунныхъ коробкахъ. Разность между лѣтнею и зимнею длиной трубы бываетъ, смотря по температурѣ, отъ 4-хъ до 6-ти дюймовъ, при 60-ти саженой длинѣ всей трубы.

На двѣ трубы, въ соответственныхъ мѣстахъ, сдѣланы люки, которые плотно закрываются задвижками для спуска или остановки теченія воды на колеса. Для дѣйствія же этими задвижками, внаружу, сквозь стѣнки трубы, пропущены желѣзныя оси съ рукоятками. На самой трубѣ имѣется нѣсколько вертикальныхъ прилепанныхъ желѣзныхъ трубокъ, діаметромъ до 1 фута, для выхода воздуха изъ трубы. Внутри трубы помѣщены, черезъ каждый футъ, поперечныя желѣзныя связи; вся труба снаружи выкрашена сурьомомъ на маслѣ.

Пятнадцатилѣтній опытъ убѣдилъ насъ, говорить г. Гаусманъ, въ превосходствѣ этой системы русла передъ чугунными руслами; при желѣзномъ руслѣ не требуется ни конопатки, ни замазки швовъ, а въ случаѣ какой нибудь течи достаточно бываетъ слегка поддепывать шовъ молоткомъ.

При возведеніи вообще трубныхъ, или закрытыхъ водопроводовъ, деревянныхъ, чугунныхъ или желѣзныхъ, необходимо снабжать ихъ вверху по длинѣ, стоячими трубами, служащими для выхода воздуха. Ихъ ставятъ двѣ, три и болѣе, смотря по длинѣ водопровода; въ концѣ же его непременно должна быть поставлена воздушная труба. Устройство воздушныхъ трубъ необходимо по двумъ причинамъ: во время впуска воды въ водопроводную трубу онѣ служатъ отдушинами, чрезъ которыя выходитъ находящійся въ трубѣ воздухъ вытѣсняемый входящею водою; во время же остановки входа воды въ трубу въ рабочемъ водопроводѣ, въ чемъ нерѣдко бываетъ надобность для исправленій и для опорож-

ненія водопровода въ нерабочее время, воздушныя трубы, по мѣрѣ вытекания воды изъ водопровода, допускаютъ свободный доступъ воздуха во внутрь трубы, безъ чего она была бы подвержена снаружи давленію полной атмосферы и могла бы быть повреждена, если вода запирается часто и быстро. Эту предосторожность необходимо соблюдать и въ боковыхъ трубахъ, отводящихъ воду къ колесамъ изъ главной трубы, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ приставлены прямо къ ней и устья упираются въ колесо. При закрытіи входа воды изъ главной трубы въ рукавъ, вода, увлекаемая движеніемъ колеса, вытекаетъ изъ устья рукава и въ верховьѣ его можетъ образоваться пустота и бывали примѣры что наружное атмосферное давленіе продавливало русло.

При проведеніи воды изъ резервуаровъ для снабженія городовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ и т. п., обыкновенно употребляютъ трубные чугунные водопроводы. Вода ими доставляемая заполняетъ все сѣченіе трубы, поэтому трубные водопроводы могутъ быть пролагаемы, не только по уклонамъ внизъ, но и по подъемамъ вверхъ. Величина уклоновъ и подъемовъ можетъ быть совершенно произвольная, лишь бы только конечное отверстіе трубнаго водопровода не было поднято противъ начального болѣе чѣмъ на 32 фута, т.-е. высоту соотвѣтствующую давленію одной атмосферы; причемъ, чѣмъ этотъ подъемъ будетъ менѣе, тѣмъ лучше. Отсюда слѣдуетъ, что водопроводными трубами можно проводить воду по оврагамъ и по возвышеніямъ, не употребляя, ни водопроводныхъ мостовъ, ни подземныхъ галлерей ¹⁾).

Точно также и при укладкѣ трубчатыхъ руслъ не требуется непремѣннымъ условіемъ чтобы труба лежала ватерпасно; она безъ всякаго ущерба для вододѣйствія, т.-е., безъ потери паденія, можетъ мѣстами быть понижена, даже опущена ниже поверхности, и вновь возвышена до уровня пруда, лишь бы стѣнки трубы могли выдержать давленіе дѣйствующаго на нихъ столба воды. Это преимущество трубчатыхъ руслъ передъ открытыми, ларевыми, весьма важно въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится вести русло поперекъ глубокаго оврага, или когда русломъ, проведеннымъ ватерпасно, пересѣкается дорога, или нарушается сообщеніе между фабричными строеніями. При такихъ условіяхъ проведеніе трубчатого русла можетъ быть выполнено болѣе удобно и дешевле лареваго, требующаго иногда весьма высокихъ и прочныхъ подпоръ.

Черт. LXXXVII. Что же касается до устройства вообще подпоръ поддерживающихъ водопроводныя русла, то самая обыкновенная система подпоръ, для деревяннаго лареваго или трубчатого русла, состоитъ изъ прогоновыхъ брусевъ, положенныхъ по поперечнымъ насадкамъ круглыхъ свай, забитыхъ въ землю поперекъ русла по 2 или по 3 сваи въ рядъ, срубленныхъ и выровненныхъ на соотвѣтственной высотѣ. Смотря по высотѣ свай, или по возвышенію русла надъ поверхностію земли, каждый поперечный рядъ свай раскашиваютъ между собою, поперекъ русла,

¹⁾ Какъ это было сказано уже выше.

крестовинами и сжимными брусьями. Взамѣнъ свай иногда устанавливаютъ, непосредственно на поверхности земли или на каменныхъ стульяхъ, отдѣльные козла различнаго вида и устройства фиг. 757. Такія отдѣльныя подпоры, изъ свай или козель, устанавливаютъ по направленію русла въ разстояніи отъ $2\frac{1}{2}$ до 5 саж., одну отъ другой, съ лица ихъ выравниваютъ по линіи русла, а верхъ ихъ подводятъ подъ общій ватерпасъ или подъ общій уклонъ, назначенный для русла. По верху установленныхъ отдѣльныхъ подпоръ накатываютъ и укладываютъ, въ два, три и болѣе рядовъ, прогонные брусья требуемой длины и толщины, рассчитанной по грузу русла наполненнаго водою. Число рядовъ прогонныхъ брусевъ, по ширинѣ русла, чаще ограничиваютъ двумя, но при руслахъ тяжелыхъ или при большомъ разстояніи между подпорами, сдваиваютъ брусья по высотѣ, т.-е., кладя брусъ на брусъ по длинѣ, или подкрѣпляютъ брусьями снизу, по раскосной системѣ, шпренгелями, фиг. 736, 737 и 757.

На уложенныхъ и выровненныхъ прогонахъ слегка нарубаютъ нижніе лежни деревянныхъ ларевыхъ руслъ; для деревянныхъ же трубчатыхъ руслъ, на прогонахъ, вмѣсто обыкновенныхъ лежней, укладываютъ составныя или одиночныя подкладки, выкруженныя съ верхней стороны по дугѣ трубы. На такихъ подкладкахъ окончательно укладываютъ трубу по-звенно, и если стыки звень не придутся противъ подкладокъ, то подъ ними непременно должны быть положены особыя подкладки. Разстояніе между лежнями ларевыхъ водопроводовъ, какъ уже было сказано выше, не должно превосходить 4-хъ фут.; подкладки подъ деревянную трубою могли бы быть помѣщены на большемъ разстояніи; но однако для предупрежденія прогиба и разстройства частей трубы, г. Гаусманъ совѣтуетъ и для подкладокъ трубъ держаться этого же разстоянія.

Черт. LXXXIX.
фиг. 757.

При укладкѣ металлическихъ руслъ, система деревянныхъ подпоръ, какъ подвергающихся скорой порчѣ отъ гніенія, не соотвѣтствуетъ цѣли, а потому подпоры подъ металлическія русла обыкновенно выводятъ изъ камня и чугунныхъ колоннъ, собираемыхъ изъ короткихъ частей; преимущественно устраиваютъ двѣ параллельныя, сплошныя каменныя стѣны на прочномъ фундаментѣ, или, смотря по ширинѣ русла, отдѣльные каменные столбы, перекрытые арками.

При продольныхъ стѣнахъ, на нихъ укладываютъ поперечныя чугунныя балки, концами опирающіяся на стѣны; балки размѣщаютъ на равныхъ между собою разстояніяхъ, но при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду чтобы онѣ лежали близко къ стыкамъ трубы или плитъ dna ациковъ, но отнюдь не подъ самими стыками. Вообще при укладкѣ чугунныхъ руслъ, будутъ ли онѣ лежать на чугунныхъ балкахъ, или на каменныхъ поперечныхъ стульяхъ, всегда должно имѣть въ виду предстоящую сборку и конопатку частей dna и боковъ русла, для чего эти части всегда должны быть открытыми и доступными для осмотра и исправленія. Въ этихъ же видахъ необходимо, при устройствѣ рабочаго прорѣза или траншеи въ землѣ, въ которыхъ помѣщается русло, на

столько раздвинуть боковыя стѣны прорѣза или углубить дно траншеи, чтобы человѣкъ имѣлъ доступъ къ бокамъ и дну русла. Чугунное русло во всякомъ случаѣ должно быть приподнято отъ дна траншеи (т.-е. земляной выемки) или отъ верха арокъ, выкладкою отдѣльныхъ каменныхъ ступень, или чугунными сѣдлами и подкладками, чтобы всегда можно было произвести проконопатку швовъ, притянуть ключемъ гайки, или произвести другія случайныя исправленія.

Что же касается до желѣзныхъ водопроводовъ, то они чаще поддерживаются чугунными (пустыми внутри) колонками, установленными на каменныхъ не высокихъ ступень, утвержденныхъ на прочномъ фундаментѣ. По верху поперечныхъ рядовъ колонокъ утверждаются чугунныя же балки съ сѣдлами, или выкружками, по очертанію трубы, на которыя и укладывается водопроводная труба.

Всякое приводное русло, какою бы форму оно не имѣло, притомъ деревянное или металлическое, начинается обыкновенно отъ порога рабочаго прорѣза. Чаще дно и бока этого прорѣза обдѣлываются и укрѣпляются совершенно независимо отъ боковыхъ стѣнъ русла, какъ вообще въ водоспускахъ; боковыя стѣны рабочаго водоспуска могутъ быть каменные или деревянные, а эти послѣднія ряжевыя, изъ шпунтовыхъ свай или стоечной системы; полъ же между стѣнами настиляется деревянный, горизонтальный, въ одинъ рядъ досокъ по насадкамъ, положеннымъ на забитыхъ сваяхъ.

Ларевое или трубное русло укладываютъ поверхъ настланнаго пола на лежняхъ, которые въ свою очередь нарубаются на прогонныя брусья лежащія на свайныхъ насадкахъ и выходящихъ выше пола.

Начало ларя или трубы плотно соединяють съ порогомъ, который нарачивается брусомъ вровень съ лежнями, а также и съ щитовыми стойками, которыя устанавливаются на порогъ по размѣру ширины русла. Ширину въ свѣту рабочаго прорѣза дѣлають, по меньшей мѣрѣ, на 4 фута болѣе противъ исчисленной ширины русла, для того чтобы между стѣнами прорѣза и боками русла оставались бы проходы съ обѣихъ сторонъ не менѣе 2 футовъ шириною. Эти проходы необходимы какъ для осмотра русла, такъ и для укладки лежней, концы которыхъ должны выходить внаружу, за бока русла, на 2 фута и не должны быть запускаемы въ стѣны рабочаго прорѣза. Надъ порогомъ эти промежутки между стѣнными и щитовыми стойками плотно задѣлываются брусьями съ прокладкою просмоленнаго сукна, чтобы вода изъ пруда могла входить только въ отверстіе ларя или трубы, а не попадала бы въ рабочій водоспускъ между его стѣнами и русломъ. Для впуска воды въ русло или для остановки ея, между щитовыми стойками устроиваются обыкновенныя щитовыя затворы.

Какъ уже мы говорили выше, должно стараться провести русло прямымъ, кратчайшимъ направлениемъ безъ всякихъ излишнихъ поворотовъ и изгибовъ, отъ порога прорѣза къ своему водоѣмствующему двигателю.

Если вода проводится исключительно къ одному двигателю, то

Черт. LXXXVII.

фиг. 733
734
и 735.

русло оканчивается непосредственно передъ самымъ двигателемъ или надъ нимъ. Если же по одному общему руслу вода проводится къ нѣ- Черт. LXXXVI.
сколькимъ послѣдовательно расположеннымъ двигателямъ, то русло про- фиг. 781.
водятъ около всѣхъ двигателей или надъ ними, смотря иногда по роду гидравлическихъ колесъ. Когда русло проводится около двигателей, то изъ главнаго русла вода приводится на каждое колесо приставнымъ русломъ къ главному, фиг. 758. Если же главное русло проходитъ Черт. LXXXIX.
прямо надъ вершинами наливныхъ колесъ, то вода спускается на колесы Черт. XC.
прямо изъ главнаго русла чрезъ устроенные въ днѣ его люки. фиг. 762.

— — — — —

ГЛАВА XXVI.

ПРОВЕДЕНИЕ ВОДЫ ИЗЪ РУСЛЪ И ТРУБЪ НА КОЛЕСЫ И УСТРОЙСТВО ОТВОДНЫХЪ РУСЛЪ.

83. Проведение воды изъ руслъ на колесы. — Вода изъ приводнаго русла переходитъ въ отводное, только пройдя предварительно чрезъ гидравлическое колесо и произведя на него желаемое дѣйствіе. На наливныя, или верхобойныя колесы, вода дѣйствуетъ преимущественно своимъ вѣсомъ, на подливныя же колесы она дѣйствуетъ пріобрѣтенною, вслѣдствіе инерціи ея, живою силою; наконецъ полуналивныя колесы приводятся въ движеніе отчасти вѣсомъ, а отчасти живою силою движущейся воды.

Въ верхобойномъ наливномъ колесѣ вода проводится приводнымъ русломъ къ верху самага колеса и пускается на колесо 1) прямо изъ главнаго русла *AB*, фиг. 762, посредствомъ *люка E*, закрываемаго и открываемаго горизонтальнымъ щитомъ *F*, приводимымъ въ движеніе колѣнчатыми рычагами съ шалнерами *m, m*, или иными приспособленіями; 2) посредствомъ приставнаго, къ главному водопроводу, рукава *G* съ прямымъ или наклоннымъ щитомъ *H*, фиг. 758 и 759, и 3) или вода притекаетъ къ вершинѣ колеса свободно по открытому лотку *i* безъ щита, фиг. 761.

Черт. CX.

Черт. LXXXIX.

фиг. 758

759

и 760.

Черт. XC.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ вода вступаетъ въ колесо почти при самой вершинѣ его, а именно она вливается въ первый, второй или третій ящикъ (ковшъ), считая отъ вершины колеса. Въ этого рода колеслахъ (какъ и въ средобойныхъ, фиг. 763) приводное русло *AB* совершенно разъединено колесомъ отъ отводнаго *CD*, фиг. 762, такъ что онѣ не имѣютъ никакого непрерывнаго соединенія между собою. Низшая точка этого колеса должна лишь немного не касаться уровня воды въ отводномъ руслѣ, чтобы по возможности не потерять высоты напора и не уменьшить діаметра колеса, чрезъ что уменьшается его полезное дѣйствіе; но эта низшая точка верхобойнаго наливнаго колеса поднимается лишь въ томъ случаѣ, когда колесо можетъ быть затоплено поднятіемъ

уровня воды въ отводномъ руслѣ, но однако и въ этомъ случаѣ повышение ея не должно превосходить $\frac{1}{2}$ или 1 фута надъ нормальнымъ уровнемъ въ этомъ руслѣ.

Верхобойныя наливныя колеса строятся при напорѣ воды отъ 8 до 40 и даже до 50 футовъ и при расходахъ воды отъ 3 до 25 куб. фут. въ секунду. При наименьшемъ напорѣ и притокѣ, колесо даетъ отъ 3 до 5 паровыхъ лошадей механической работы, а при наибольшихъ до 130 паровыхъ лошадей.

Но въ этомъ послѣднемъ случаѣ оказывается выгоднѣе построить два колеса меньшей работы, потому что колеса, дающія болѣе 80 паровыхъ лошадей работы, выходятъ слишкомъ грузны.

Средобойныя наливныя колеса, фиг. 763, отличаются отъ верхобойныхъ наливныхъ тѣмъ, что въ послѣднія колеса вода вливается близъ вершины ихъ, тогда какъ въ этихъ колесахъ вода вливается въ нихъ между вершиною и серединою ихъ, но всегда ближе къ вершинѣ, чѣмъ къ серединѣ. Въ верхобойныхъ колесахъ приводное русло лежитъ надъ колесомъ и диаметръ колеса всегда менѣе полного напора, между тѣмъ какъ въ средобойныхъ-наливныхъ, приводное русло располагается съ боку колеса и диаметръ колеса болѣе полного напора воды. Верхобойныя вращаются въ одну сторону съ направлениемъ теченія воды въ приводномъ руслѣ, а средобойныя вращаются въ сторону противоположную направленію этого теченія.

Средобойныя колеса употребляются преимущественно въ тѣхъ случаяхъ, когда положеніе уровня воды въ приводномъ или отводномъ руслѣ значительно измѣняется, потому что средобойныя колеса вращаясь въ одну сторону съ направлениемъ отходящей отъ колеса воды, не встрѣчаютъ столь сильнаго препятствія отъ этой воды, если бы уровень ея въ отводномъ руслѣ значительно поднялся, какъ это бываетъ у верхобойныхъ колесъ, вращающихся въ сторону противоположную съ направлениемъ отходящей воды. Вліяніе же измѣненія положенія уровня воды въ приводномъ руслѣ устраняется самымъ устройствомъ щита, впускающаго воду на средобойное колесо. Онъ устроивается такъ, что отверстіе, чрезъ которое вода вливается на колесо, можетъ измѣнять свое положеніе, а слѣдовательно высота напора, отъ котораго зависитъ скорость вытеканія воды на колесо, можетъ быть поддерживаема постоянно. Устройство этихъ щитовъ показано на фигурахъ 763 и 764.

Въ первомъ случаѣ, фиг. 763. щитъ *AB* сдѣланъ концентрически съ окружностью колеса и такимъ образомъ, что отверстіе *A* приводитъ воду въ тотъ или другой ящикъ колеса. Посредствомъ рукоятки *EC* приводится въ движеніе шестерня *C*, сдѣляющаяся съ зубчатою дугою *AB*, прикрѣпленною къ щиту и слѣдовательно при вращеніи рукоятки въ ту или другую сторону, щитъ будетъ двигаться вверхъ или внизъ и перемѣщать отверстіе.

На фиг. 764 показано другое устройство щита, здѣсь вода переливается черезъ щитъ *A* и поступаетъ въ *направляющія перегородки* (или подводныя рѣшетки), помѣщенныя между щитомъ и колесомъ; этими

Черт. XC.
фиг. 763
и 764.

Черт. XC.

перегородками вода направляется надлежащимъ образомъ въ колесо. Способъ сообщенія движенія щиту такой же, какъ и предыдущій, но только зубчатая дуга замѣнена зубчатою прямою полосою. Воду въ эти колеса спускаютъ со скоростью отъ 9 до 12 футовъ, скорость же колеса на окружности дѣлаютъ вдвое или въ $\frac{2}{3}$ менѣе противъ скорости входящей воды.

Начертаніе направляющихъ перегородокъ дѣлаютъ по среднему положенію уровня воды къ приводномъ руслѣ.

Черт. XC.
фиг. 765
766
и 767.

Полуналивныя колеса, фиг. 766, употребляются преимущественно при напорахъ въ предѣлахъ отъ 5 до 15 футовъ и при расходѣ воды отъ 5 до 80 куб. фут. въ секунду.

Впусканіе воды на полуналивныя колеса производится весьма различно; иногда она впускается чрезъ *водосливный щитъ*, или чрезъ водосливъ, фиг. 767; чаще чрезъ *щитовое отверстіе*, т. е. изъ-подъ щита, фиг. 766; иногда же *чрезъ щитъ съ направляющими перегородками*, фиг. 765; но весьма рѣдко вода впускается на эти колеса свободно. При употребленіи водосливныхъ щитовъ *AS*, фиг. 767, вода переливается чрезъ верхнее ребро *A* щита, а для того, чтобы она вступала на колесо по надлежащему направленію, необходимо закруглять верхнее ребро щита, или приставлять къ щиту закругленную направляющую перегородку *AB*, фиг. 768; эту перегородку слѣдуетъ закруглять по параболѣ, соответствующей движенію нижняго элемента водяной струи. При спускѣ подъ щитъ, состоящій изъ толстой доски, фиг. 766, и приближенный сколь возможно болѣе къ колесу, низъ его закругляется, чтобы вода протекала сквозъ щитовое отверстіе безъ сжатія подъ ребромъ щита и вливалась въ колесо по назначенному направленію. Съ этой же цѣлію и верхняя часть *M* дна желоба закругляется по параболѣ. Впускъ воды на колесо черезъ щитъ съ направляющими перегородками, фиг. 765, употребляется преимущественно въ томъ случаѣ, когда горизонтъ воды въ приводномъ руслѣ значительно измѣняется.

Черт. XCI.
Черт. XC.

Черт. XC.

Это устройство состоитъ изъ двухъ щитовъ *A* и *B*, движущихся одинъ независимо отъ другаго, почему и представляется возможность не только измѣнять высоту напора, но перемѣщать по высотѣ самое выпускное отверстіе и измѣнять высоту его.

Черт. XC.

Въ полуналивныхъ колесахъ приводное русло непосредственно переходитъ въ отводное, посредствомъ криволинейнаго желоба, въ которомъ помѣщается колесо. Желобъ обхватываетъ часть окружности полуналивнаго колеса для того, чтобы сколь возможно долѣе задержать въ немъ воду и устроивается, или изъ камня, или изъ дерева, фиг. 766 и 767. Въ обоихъ случаяхъ желобъ тѣмъ лучше удовлетворяетъ своему назначенію, чѣмъ зазоръ между его дномъ и выпшними концами перьевъ колеса будетъ менѣе, потому что съ уменьшеніемъ этого зазора уменьшается и количество протекающей по желобу воды. вовсе не дѣйствующей на колесо.

Боковыя стѣнки желоба также не могутъ совершенно плотно прилегать къ вращающимся перьямъ колеса, а потому и здѣсь, чѣмъ менѣе

будетъ зазоръ между перьями и боковыми стѣнками желоба, тѣмъ меньше будетъ теряться воды не дѣйствующей на колесо. Величина этихъ зазоровъ зависитъ отъ матеріала изъ котораго дѣлаются колеса и желобъ и отъ тщательности ихъ устройства и установки.

Въ колесахъ лучшаго устройства, эти зазоры дѣлаются въ $\frac{1}{2}$ дюйма или 1 дюймъ и рѣдко доходятъ до 2 дюймовъ. Въ случаѣ металлическихъ колесъ и желобовъ устраиваемыхъ изъ тесаннаго камня, зазоры дѣлаются не болѣе $\frac{1}{2}$ дюйма; при колесахъ же и желобахъ деревянныхъ, послѣдніе могутъ легче перекашиваться чѣмъ желоба изъ правильной каменной кладки, вслѣдствіе чего перья колесъ могутъ задръгивать за дно желоба и ломаться. А потому при деревянныхъ колесахъ и желобахъ зазоры доходятъ до 3 и 6 дюймовъ, въ зависимости отъ тщательности устройства и установки тѣхъ и другихъ. Притомъ если зазоръ между дномъ и боками желоба и перьями колеса малъ, то всякое плывущее тѣло, щепка или льдинка, попавшія въ зазоръ, могутъ повредить перья колеса; а потому необходимо впереди щита устраивать металлическія сѣтки или рѣшетки для задержанія плавающихъ тѣлъ.

Если вода можетъ течь въ отводномъ руслѣ съ тою же скоростью съ которою вращается колесо, то дно отводнаго русла непосредственно соприкасается съ нижней частію криволинейнаго желоба. Если же вода отходить отъ колеса съ меньшею скоростью, или если уровень воды въ отводномъ руслѣ измѣняетъ свое положеніе, такъ что можетъ иногда затоплять колесо, то дно отводнаго русла соединяется съ дномъ желоба болѣе или меньше высокимъ порогомъ, котораго слѣдуетъ однако по возможности избѣгать, если возвышеніе уровня въ руслѣ и подтопъ колеса можно устранить напр. увеличеніемъ ширины отводнаго русла.

При устройствѣ деревяннаго криволинейнаго желоба, срѣзываютъ набиваемыя подъ нимъ сваи по очертанію дна русла и по рядамъ свай укладываютъ поперечныя насадки общепринятымъ способомъ; затѣмъ между поперечными насадками располагаютъ и укрѣпляютъ продольныя, верхъ которыхъ выкружаютъ по очертанію желоба и по нимъ дѣлаютъ настилку пола, не продольно, а поперекъ русла положенными досками пригоняемыми между собою въ шпунтъ. Въ случаѣ же обдѣлки дугообразной части русла тесаннымъ камнемъ на цементѣ или гидравлическомъ растворѣ, подъ основаніе каменной кладки устраиваютъ надежный ростверкъ на сваяхъ и распространяютъ его по сторонамъ, подъ боковыя стѣны русла, потому что устройство каменнаго пола у желоба вызываетъ и возведеніе каменныхъ боковыхъ его стѣнъ. При деревянномъ же полѣ боковыя стѣны могутъ быть или деревянныя, или каменные.

Повисенныя, или подмивныя вододѣйствующія колеса располагаются обыкновенно такимъ образомъ, чтобы нижняя часть ихъ была погружена въ воду, протекающую по руслу, котораго дно и бока должны какъ можно ближе прилегать къ колесу, для того чтобы возможно меньшая часть воды, протекающей по руслу, проходила мимо колеса, не производя на него никакого дѣйствія, фиг. 769. На этомъ основаніи,

употребленіе недлинныхъ *круговыхъ руслъ*, фиг. 771, облегающихъ незначительную часть колеса снизу, предпочитается употребленію *прямыхъ*, или *прямолинейныхъ руслъ*, которыя только касаются къ колесу, фиг. 769 и 770. При круговыхъ, хотя и небольшихъ руслахъ, вода дѣйствуетъ на колесо и своимъ вѣсомъ, что не имѣетъ мѣста въ прямыхъ руслахъ.

Для увеличенія объема воды помѣщающейся между двумя смежными перьями, придаютъ глубину ящикамъ, образуемымъ русломъ и перьями, до $1\frac{1}{4}$ или до $1\frac{1}{2}$ фута. Впусканіе воды на колесо по касательному къ нему направленію, въ этого рода колесахъ достигается несравненно легче чѣмъ въ полуналивныхъ колесахъ. Для того чтобы щитовое отверстіе по возможности приблизить къ колесу, употребляютъ наклонный щитъ, фиг. 769, у котораго нижнее ребро округляютъ для предупрежденія сжатія струи.

Работа подливныхъ колесъ съ круглымъ желобомъ будетъ во всякомъ случаѣ менѣе работы полуналивныхъ колесъ, въ которыхъ вода дѣйствуетъ своимъ вѣсомъ на бѣльшей высотѣ. Причина этому состоитъ въ томъ, что при дѣйствіи воды ударомъ теряется по крайней мѣрѣ половина абсолютной работы воды, соотвѣтствующей всему паденію, между тѣмъ какъ при дѣйствіи воды вѣсомъ, потеря работы отъ протеканія воды въ зазоръ, между колесомъ и дномъ и боками русла, составляетъ лишь четверть той работы, которую вода могла бы произвести, если бы не было потери ея чрезъ зазоры. Самая малая работа доставляется подливными колесами съ прямымъ русломъ, потому что онѣ приводятся въ движеніе только ударомъ воды и сверхъ того значительная часть воды протекаетъ мимо колеса, не производя на него никакого дѣйствія. А потому этого рода колесы устроиваются при небольшихъ напорахъ, не превышающихъ 4 фута, такъ какъ при такихъ небольшихъ напорахъ устройство круглаго русла не представляетъ уже особой выгоды. Зазоръ между перьями и русломъ дѣлаютъ отъ 1 до 2 дюйм. и если возможно то и еще меньше; перья располагаютъ довольно часто чтобы въ водѣ было постоянно 4 или 5 перьевъ.

Черт. ХСІ.
•ил. 772.

Подливныя колесы съ кривыми лопатками, на которыя вода входитъ безъ удара, и съ которыхъ скатывается теряя всю скорость, или колеса *Понселе*, особенно выгодно употреблять при небольшихъ напорахъ, менѣе 6 футовъ, потому что при этихъ напорахъ работа ихъ почти вдвое болѣе подливныхъ колесъ, какъ съ прямымъ, такъ и съ кривымъ желобами. При напорахъ же отъ 6 и болѣе футовъ онѣ уступаютъ въ работѣ полуналивнымъ колесамъ съ круговымъ желобомъ. Для того, чтобы почти вся вода дѣйствовала на колесо, зазоръ между колесомъ и дномъ русла дѣлаютъ въ колесахъ *Понселе* весьма малый; чтобы вода теряла какъ можно меньше запаса работы на треніе о подводное русло, отверстіе щита помѣщаютъ какъ можно ближе къ колесу, фиг. 772; щитъ не только наклоняютъ, но и закругляютъ значительно книзу, чтобы избѣжать сжатія струи, и съ тѣмъ же цѣлю, уменьшенія тренія, дну подводнаго русла у самаго щита даютъ уклонъ въ $\frac{1}{10}$

до $\frac{1}{15}$. Колесо внизу огрбають круговымъ желобомъ на протяженіи двухъ перьевъ, что даетъ возможность всей водѣ дѣйствовать на колесо; а чтобы колесо не затоплялось при началѣ отводнаго русла, дѣлають порогъ около $\frac{1}{2}$ фута высоты и упирають самое отводное русло.

Весьма часто, говорятъ г. *Вейсбахъ*, работу воды распредѣляютъ между нѣсколькими колесами, не по одной только той причинѣ что одно колесо могло бы получиться слишкомъ большихъ размѣровъ, но также, и преимущественно, потому, чтобы исполнительные механизмы могли бы быть приводимы въ движеніе независимо одинъ отъ другаго, равно какъ и для избѣжанія приводовъ для сообщенія и разобщенія исполнительныхъ механизмовъ съ однимъ движущимъ ихъ пріемникомъ. При этомъ подраздѣленіи могутъ встрѣтиться два случая: можно подраздѣлить, или количество притекающей воды, или напоръ; вообще можно, въ этомъ отношеніи, придерживаться тому правилу, что для колесъ, на которыя вода дѣйствуетъ давленіемъ, лучше подраздѣлять количество притекающей воды, не измѣняя напора, а для колесъ приводимыхъ въ движеніе ударомъ воды, должно подраздѣлять напоръ. Дѣйствительно, мы видѣли (см. ч. I, ст. 6), что коэффициентъ полезной работы для большого наливнаго колеса, болѣе чѣмъ для меньшаго наливнаго же, или для полуналивнаго. Наоборотъ, легко понять, что потеря работы происходящая при дѣйствіи воды ударомъ и при протеканіи ея черезъ зазоры у пошвенныхъ колесъ, будетъ всегда менѣе, если расположить въ руслѣ два колеса не рядомъ, а одно позади другаго. Дѣйствительно теорія показываетъ, что при двухъ подливныхъ колесахъ, поставленныхъ одно за другимъ въ прямомъ руслѣ, выигрывается 7% въ работѣ; при трехъ колесахъ поставленныхъ одно за другимъ, выигрывается 10,6% въ работѣ сравнительно съ однимъ колесомъ. Такъ что, съ теоретической точки зрѣнія, можно заключить, что множество колесъ расположенныхъ одно за другимъ, могутъ передать почти всю абсолютную работу воды, тогда какъ одно колесо не передаетъ и половины этой работы. Этого же рода колеса расположенныя рядомъ, передадутъ еще менѣе работы чѣмъ одно колесо, котораго ширина равна ширинѣ всего русла.

Мы говоримъ здѣсь о гидравлическихъ пріемникахъ только по отношенію къ устройству руселъ, а не самыхъ пріемниковъ, а потому и не излагаемъ теоретическія основанія для проведенія воды изъ руселъ на самые пріемники, которые непосредственно относятся къ устройству самыхъ гидравлическихъ двигателей.

То же самое замѣтимъ и относительно турбинъ; 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, онѣ не приводятся въ движеніе. Существуетъ гораздо болѣе 20 различнаго устройства турбинъ, обыкновенно называемыхъ по имени ихъ изобре-

тателей. 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.

Первое большое преимущественно турбинъ передъ вертикальными колесами есть то, по мнѣнію *Вейсбаха*, что ихъ можно строить почти при всѣхъ напорахъ, именно при напорахъ отъ 1 до 500 футовъ, между тѣмъ какъ вертикальныя колеса могутъ быть употреблены никакъ не болѣе какъ при 50 футахъ напора. Впрочемъ, при различныхъ напорахъ получаютъ для турбинъ коэффициенты полезной работы различной величины; при большихъ напорахъ и малыхъ турбинахъ, эти коэффициенты менѣе, чѣмъ при среднихъ и малыхъ напорахъ; потому что въ первомъ случаѣ бесполезныя сопротивленія получаютъ сравнительно болѣе, чѣмъ въ большихъ турбинахъ при среднемъ напорѣ. Съ другой же стороны, при большихъ напорахъ, отъ 20 до 40 футовъ, верховойныя наливныя колеса имѣютъ коэффициентъ работы никогда не достигаемый турбинами, построенными при этихъ же напорахъ. При среднихъ напорахъ, отъ 10 до 20 футовъ, можно ожидать отъ обоихъ родовъ колесъ одинаковой работы; если же напоры малые, то турбины, во всякомъ случаѣ, даютъ болѣешую полезную работу, чѣмъ подливныя вертикальныя колеса, которыми онѣ могли бы быть замѣнены. Колеса *Понселе*, при напорахъ отъ 3-хъ до 6-ти футовъ, уступаютъ въ работѣ турбинамъ. Кромѣ того, турбины имѣютъ передъ вертикальными колесами и ту еще выгоду, что онѣ при различныхъ напорахъ очень мало измѣняютъ коэффициентъ полезной работы, и, что въ особенности важно, ходъ ихъ не встрѣчаетъ препятствія и въ случаѣ затопленія колеса, потому что онѣ и замопленные водою работаютъ почти также хорошо, какъ и не затопленные, и даже, въ извѣстныхъ случаяхъ, съ затопленіемъ турбины, работа ея увеличивается.

Вертикальныя вододѣйствующія колеса почти всегда теряютъ часть коэффициента работы при измѣненіи напора, но эта потеря будетъ лишь тогда значительна, когда напоръ малъ, или когда колесо затопляется. Но за то, если измѣненіе напора имѣетъ значительное вліяніе на работу вертикальныхъ колесъ, то измѣненіе въ расходѣ воды, для этихъ послѣднихъ колесъ, не имѣетъ значительнаго вліянія на коэффициентъ полезной работы ихъ, между тѣмъ какъ въ турбинахъ съ измѣненіемъ расхода, измѣняется и величина коэффициента работы. Это свойство вертикальныхъ колесъ—не измѣнять значительно полезную работу, въ случаѣ измѣненія расхода, даетъ имъ большое преимущество передъ турбинами въ экономическо-гидравлическомъ отношеніи. Если вертикальное вододѣйствующее колесо, и въ особенности такое, которое приводится въ движеніе давленіемъ воды, идетъ своимъ нормальнымъ ходомъ и если по обстоятельствамъ потребовалось бы увеличить его работу, то достаточно пустить на него большее количество воды, а чтобы уменьшить работу, стоитъ лишь уменьшить это количество. Со-

вершено другого рода результаты произойдутъ въ подобномъ случаѣ въ турбинахъ.

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 коэффициентъ работы колеса. Это поглощеніе живой силы можно сравнить, говоритъ г. *Вейсбахъ*, съ торможениемъ 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.

Какъ въ вертикальныхъ, такъ и въ горизонтальныхъ колесахъ нормальная скорость ихъ вращенія можетъ уменьшиться или увеличиться на четверть своей величины, не уменьшая значительно работы колеса, за исключеніемъ подливныхъ вертикальныхъ колесъ, и въ особенности колесъ *Понселе*; всѣ вертикальныя колеса вращаются со скоростью на ихъ окружности измѣняющеюся отъ 4-хъ до 10 футовъ; въ турбинахъ же эта скорость зависитъ отъ напора и бываетъ весьма различна, но всегда значительно болѣе скорости вертикальныхъ колесъ. Поэтому если исполнительные механизмы должны имѣть большую скорость, то можно иногда съ пользою употреблять турбины безъ приводовъ. Но быстрый ходъ для машинъ всегда скорѣе вреденъ, такъ какъ на безполезныя сопротивленія, какъ треніе, удары, и т. п., въ случаѣ быстрого хода, расходуется болѣе значительная часть работы двигателя, чѣмъ при медленномъ ходѣ; а потому иногда выгоднѣе употребить вертикальное колесо съ медленнымъ ходомъ, а увеличить скорость исполнительныхъ механизмовъ приводами. При пережѣнномъ сопротивленіи двигателя, выгоднѣе употреблять вертикальное колесо, такъ какъ масса его столь значительна, что оно само можетъ служить маховымъ колесомъ и уравнивать скорость движенія; между тѣмъ какъ при турбинѣ, въ подобномъ случаѣ всегда необходимо еще и маховое колесо.

Въ экономическомъ отношеніи турбины уступаютъ вертикальнымъ колесамъ, но однако при большихъ напорахъ и даже среднихъ, но при большихъ расходахъ воды, турбины обходятся дешевле вертикальныхъ колесъ. Въ отношеніи прочности турбины превосходятъ вертикальныя колеса, но необходимо чтобы турбины были тщательно предохранены отъ всякихъ плавающихъ, даже очень мелкихъ тѣлъ. Наконецъ устройство турбинъ, и въ особенности съ направляющими перегородками, несравненно труднѣе чѣмъ устройство вертикальныхъ колесъ и всякое уклоненіе въ устройствѣ турбинъ отъ математическихъ правилъ приводитъ къ несравненно худшимъ результатамъ, чѣмъ въ вертикальныхъ

колесахъ. Такъ какъ турбины могутъ работать когда и погружены въ воду, то при установкѣ ихъ нужно назначить дно отводнаго русла по самому низшему стоянію воды, для того, чтобы во всякое время можно было пользоваться всей высотой паденія. Турбины выгодно устраивать всегда когда паденіе больше 40 футовъ или когда оно меньше 6, 5 футовъ и когда нужно беречь воду; для промежуточныхъ величинъ паденія, турбины могутъ быть употреблены только тогда, когда количество воды и высота паденія въ продолженіе цѣлаго года не измѣняется. Относительно же рода турбинъ вообще можно сказать, что турбины *Фурнейрона* и *Кадіа* должно преимущественно употреблять въ случаѣ малыхъ или среднихъ напоровъ, т.-е. менѣе 30 футовъ и при большихъ расходахъ воды; шотландскія же турбины (или турбины *Вейтлау*), слѣдуетъ употреблять при большихъ напорахъ и малыхъ расходахъ воды. Турбины *Жонваля* слѣдуетъ употреблять при напорахъ выше 30 фут., и ниже 8 футовъ.

Приводъ воды въ турбины дѣлается, или ларевыми, или трубными водопроводами. Уровень воды приводнаго русла долженъ представлять какъ можно болѣе спокойную, горизонтальную поверхность, для чего необходимо, чтобы приводное русло, или бассейнъ, находился непосредственно надъ турбиной и былъ по возможности широкъ; чтобы движущееся колесо турбины находилось на такой глубинѣ отъ верхняго уровня воды въ руслѣ или бассейнѣ, чтобы при самомъ низшемъ стояніи воды оно было на 3 или 4 фута подъ водой. При меньшей глубинѣ, образуется надъ турбиной, во время ея дѣйствія, воронкообразное углубленіе, которое уменьшаетъ давленіе воды на перья и производитъ вредное вторженіе воздуха въ турбину. Отводъ воды долженъ быть по возможности облегченъ устройствомъ канала или русла надлежащей ширины.

Простѣйшія, но за то и самыя несовершенныя, горизонтальныя вододѣйствующія колесы, это *ударныя турбины*. Такая турбина представлена на фиг. 773 и обыкновенно состоитъ изъ 16 до 20 прямоугольныхъ перьевъ, укрѣпленныхъ къ колесу такъ, что составляютъ съ горизонтомъ уголъ отъ 50° до 70° градусовъ. На перья вода приводится пирамидальною деревянною воронкою, наклонною къ горизонту, подъ угломъ отъ 40° до 20° градусовъ, чѣмъ водѣ доставляется возможность ударять въ перья почти нормально. Эти колесы употребляются при напорахъ отъ 10 до 20 футовъ и въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно получить быстрое вращательное движеніе, какъ напр. для сообщенія движенія верхняку мельничнаго постава; можно верхнякъ прямо надѣть на валъ турбины и тѣмъ избѣжать устройства передаточныхъ механизмовъ. Эти турбины употребляются въ южной Европѣ, въ Альпійскихъ и Пиринейскихъ горахъ, и въ сѣверной Африкѣ, въ Алжирѣ. По словамъ переводчиковъ механики *Вейсбаха*, гг. *Соколова* и *Усова*. этого рода турбинъ довольно много у насъ въ Саратовской губерніи. Диаметръ имъ придается около 5 футовъ, высота перьевъ дѣлается около 15 дюймовъ, ширина перьевъ. считая по радіусу, бываетъ отъ 8 до 10 дюймовъ.

Если перьямъ колеса дать бѣльшее протяженіе и выпнуть ихъ такъ, чтобы нижній конецъ былъ почти горизонталенъ, то вода, кромѣ дѣйствія ударомъ, будетъ производить еще и давленіе на перья колеса, отчего произойдетъ увеличеніе механической работы колеса. Такого рода колеса называются *турбинами Борды*, представленныя на фиг. 775. *Вейсбахъ* видѣлъ такія турбины въ Бретани; одна изъ нихъ приводила въ движеніе шесть амальгамировочныхъ бочекъ, а другая мельничный поставъ. У насъ въ Россіи, по словамъ гг. *Соколова* и *Усова*, нѣсколько такихъ турбинъ находится въ Тверской губерніи на мукомольняхъ *Ждановыхъ*. Эти турбины состояются изъ двухъ цилиндровъ, сколоченныхъ на манеръ бочекъ, съ кривыми перьями врѣзанными въ стѣнки этихъ цилиндровъ и составленными изъ трехъ дубовыхъ досечекъ. Снаружи колесо стянуто двумя обручами. На фиг. 775 *AB* представляетъ перо; *C* — валъ колеса и *D* — воронку, наклоненную подъ угломъ 45° градусовъ къ горизонту. Діаметръ колеса, о которомъ говоритъ *Вейсбахъ*, былъ въ 5 фут., длина перьевъ въ 1,17 фут., высота ихъ въ 1,44 фут., число всѣхъ перьевъ 20; при напорѣ въ 16,4 фут. колесо дѣлало 40 оборотовъ въ одну минуту. *Понселе* дѣлаетъ весьма справедливое замѣчаніе, говоритъ *Вейсбахъ*, что этимъ колесамъ должно придавать бѣльшую высоту и діаметръ, а длину перьевъ по возможности уменьшать, т.-е. располагать оба цилиндра ближе другъ къ другу. Бѣльшая высота колеса уменьшаетъ напоръ воды, соотвѣтствующій скорости вливанія воды въ колесо, а съ этимъ вмѣстѣ уменьшаются и скорости воды и самаго колеса. Увеличеніе же діаметра колеса уменьшаетъ число его оборотовъ, а такъ какъ въ большомъ колесѣ, при томъ же объемѣ между смежными перьями, ширина колеса можетъ быть уменьшена, то съ этимъ вмѣстѣ устраняется и неудобство, происходящее отъ разности скоростей различныхъ точекъ пера, на которыя притекаетъ вода. Чтобы колесо вышеуказанныхъ размѣровъ, при напорѣ въ 15 футовъ, давало работу въ 2 паровыя лошади, нуженъ расходъ воды въ 1,66 куб. фут. въ секунду.

Черт. ХСІ.

фиг. 774

и 775.

Большая часть находящихся теперь въ употребленіи усовершенствованныхъ, вполнѣ металлическихъ турбинъ, принадлежитъ къ тремъ типамъ: *Фурнейрона*, *Вейтлау*, или *Шотландскимъ* (къ этому же типу принадлежитъ и турбина *Кадіа*) и *Жонвалля*. Мы дадимъ здѣсь лишь самое краткое описаніе ихъ устройства.

1) *Турбина Фурнейрона*, фиг. 777. Изъ цилиндрическаго чугуннаго резервуара *A*, къ дну котораго прикрѣплены направляющія перегородки *m, m*, вода вступаетъ, двигаясь по горизонтальному направленію, между изогнутыми перьями *n, n* движущаго колеса *B*. на которыя она производитъ давленіе и заставляетъ колесо вращаться. Между перьями и перегородками находится кольцеобразный затворъ *b, b*, состоящій изъ кольца, къ которому прикрѣплены подушки входящія плотно, при опусканіи затвора, въ промежутки между направляющими перегородками. Этотъ кольцеобразный затворъ поднимается и опускается по-мощію зубчатыхъ колесъ и винтовъ, и увеличиваетъ или уменьшаетъ

Черт. ХСІІ.

фиг. 777

и 778.

высоту впуска воды между перегородками и следовательно увеличивает или уменьшает объемъ воды притекающей на движущееся колесо, или совершенно останавливаетъ притокъ ея. Здѣсь C, C , водопроводъ, къ дну котораго прирѣзаны резервуаръ A турбины; M, M , горизонтъ воды въ ларѣ; N, N , горизонтъ воды въ отводномъ каналѣ и следовательно H высота напора воды, подъ которымъ работаетъ турбина ¹⁾.

Черт. ХСІ.

2) *Шотландская турбина* фиг. 779. *Шотландская* турбина есть тоже реактивное *Сегнерова* колесо, о которомъ говорится во всякой физикѣ, но которое, вслѣдствіе усовершенствованій *Вейтлау* и *Стиррата*, приспособлено къ движенію машинъ. Это самая простая изъ всѣхъ турбинъ, но за то она можетъ передавать никакъ не болѣе 60% абсолютной работы воды. Въ этой турбинѣ вода, помощью изогнутой трубы A , вступаетъ снизу вверхъ прямо въ движущееся колесо B съ двумя, тремя или четырьмя спиральными трубами, или рожками. Колесо B прирѣзано къ нижнему концу вертикальной оси C и вращается на вѣнчикѣ m сочленяющаго кольца e , которое покрываетъ собою промежутокъ между неподвижной трубой и подвижнымъ основаніемъ колеса и препятствуетъ истеченію воды. Особенность въ устройствѣ турбинъ *Вейтлау* составляютъ подвижныя стѣнки рожковъ, посредствомъ которыхъ можно увеличивать или уменьшать отверстіе вытеканія воды изъ турбины.

Черт. ХСІ.

фиг. 776.

3) *Турбина Жонвалля* (или Геншеля) фиг. 776. Вода притекаетъ изъ приводнаго русла по вертикальной трубѣ A къ *направляющему* неподвижному колесу B , котораго перегородки сообщаютъ водѣ винтообразное движеніе. Далѣе вода вступаетъ въ каналы, между перьями турбины C , у которой перья изогнуты въ противоположную сторону относительно изгиба направляющихъ перегородокъ. Вслѣдствіе такого расположенія перегородокъ и перьевъ, вода производитъ давленіе на послѣднія и вращаетъ турбину около вала D , причемъ передаетъ колесу C наибольшую часть своей живой силы и упадаетъ уже съ малою скоростью, почти вертикально, въ отводный каналъ. Для направленія воды въ каналы B , часто устраивается около вала коническая воронка F . Покровъ, или цилиндрической кожухъ k , содержащій турбину, долженъ погружаться въ воду отводнаго канала.

Черт. ХСІІ.

фиг. 780.

При большихъ паденіяхъ, теоретически, можно устанавливать турбину на высотѣ 32 футовъ (давленіе одной атмосферы) надъ уровнемъ воды, если при этомъ кожухъ LM , фиг. 780, не пропускаетъ воздуха и погруженъ въ воду. Въ дѣйствительности же эта высота не должна превышать 27 футовъ.

При очень большихъ паденіяхъ, вода приводится трубою X , фиг. 780, въ цилиндръ P , подъ которымъ находятся неподвижное и подвижное колесы B и C .

Эта турбина также хороша какъ и *Фурнейрона*, а въ установкѣ

¹⁾ На фиг. 778 изображена турбина *Фурнейрона* частью снаружи, частью въ разрѣзѣ, съ водопроводной трубой.

она проще послѣдней. Относительно же *Шотландской* и *Kadia* она гораздо лучше; поэтому она болѣе и болѣе вытѣсняеть другія системы.

4) *Турбина Kadia* (Cadiat). Эта турбина, фиг. 781, какъ и Шотландская, не имѣетъ перьевъ, но вода въ нее вливается, какъ въ турбинѣ Фурнейрона, сверху. Особенность этой турбины составляетъ щитъ, закрывающій колесо по его окружности снаружи. На фиг. 781 представленъ разрѣзъ турбины. *A, A*, есть собственно колесо; *B, B*, — чашка соединяющая колесо съ стоячимъ валомъ *CD*; *E, E*, — подводящій резервуаръ, имѣющій круговое сѣченіе и соединяющійся вверху съ приводнымъ русломъ *W*, а внизу прилегающій къ верхнему ободу колеса, но такъ, чтобы не мѣшать его движенію.

Черт. ХСII.

Для того чтобы вода проходящая чрезъ резервуаръ *E, E*, не имѣла сжатія при входѣ и при выходѣ изъ него, бока его закругляютъ сверху и снизу, какъ видно на фигурѣ. Количествомъ притекающей воды управляютъ посредствомъ щита *F, F*, которому движеніе сообщается четырьмя прутьями *O, O*, приводимыми въ однообразное движеніе, подобно тому какъ въ турбинѣ Фурнейрона. Для того же чтобы вода не проходила между щитомъ и стѣнками резервуара, прокладываютъ между ними кожаное кольцо.

Стоячій валъ *CD* колеса помѣщается внутри трубы *H, H*, поддерживающей тарелку *HK*, прилегающую своею внѣшнею окружностью къ внутренней окружности нижняго обода; этимъ средствомъ достигаютъ того, что вода вступающая въ колесо не давитъ на его тарелку *BB*. Эта турбина, какъ изображено и на фигурѣ, ходитъ подъ водою.

Въ большихъ фабрикахъ и заводахъ, гидравлическіе приѣмники, 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 съвозъ 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, просачивающаяся 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 *коробѣ* (т.-е. обвязочныхъ брусьяхъ на сваяхъ, на которыхъ утверждаются подшипники валовъ) и называемомъ обыкновенно парникомъ, фиг. 783. Достаточно бываетъ этого прикрытія чтобы колеса не обмерзли.

Черт. ХСIII.

фиг. 783.

Въ сельскихъ мельницахъ, устроенныхъ на верхнюю воду, вода изъ пруда входитъ въ щитовое отверстіе *A* рабочаго отдѣленія водоспуска, фиг. 782, и изъ него въ широкое русло *a, a*, называемое *рундукомъ*. Изъ рундука, подъемными щитами *b*, она впускается на колеса свободно открытыми лотками *c, c*. Иногда же рундукъ *a, a*, продолжается и надъ самыми колесами, вмѣсто лотоковъ, и тогда вода впу-

фиг. 782.

Черт. ХСIII. скается изъ него на колеса съвозъ люки сдѣланные въ днѣ его. Но послѣднее устройство встрѣчается рѣже. Въ мельницахъ устроенныхъ на нижнюю воду, фиг. 784, вода сквозь щитовое отверстіе *A* входитъ также въ широкое русло *a*, изъ котораго, посредствомъ подъемныхъ наклонныхъ или вертикальныхъ щитовъ *b*, впускается въ русла *c*, отдѣленные продольными перегородками для каждаго колеса.

Такъ какъ сельскія мельницы ставятся обыкновенно у самаго русла рѣки и у плотины, то въ нихъ чаще не строятся отводныя русла, и вода изъ-подъ колесъ прямо вливается въ низовую воду рѣки, какъ это видно на фиг. 782, 783 и 784. Въ большихъ же гидротехническихъ заведеніяхъ, какъ фабрикахъ и заводахъ дѣйствующихъ водою, вода спустившись изъ верхняго русла на колеса и отработавъ на нихъ, попадаетъ въ отводныя русла, по которымъ уже стекаетъ въ русло рѣки ниже плотины, черт. LXXXVI, фиг. 731.

Черт. ХСIII. Нижнее, или отводное русло, большею частью бываетъ утоплено, или врыто въ землю, въ видѣ рва или канала, дно и бока котораго обдѣлываютъ искусственно, или выкладкою булыжнымъ камнемъ, или бревенчатую и досчатую обшивкою, или, наконецъ, правильною каменною кладкою, фиг. 787. Смотря по способу обдѣлки стѣнъ, его называютъ мощеннымъ, деревяннымъ или каменнымъ. Вообще дно отводнаго русла преимущественно бываетъ выстлано толстыми досками или пластинами, но при большихъ вододѣйствующихъ заводахъ дно выстилаютъ иногда большими гранитными плитами или правильно обтесанными камнями, положенными на гидравлическомъ растворѣ, поверхъ нижней бутовой кладки. Хорошій деревянный настилъ для нижняго, или отводнаго русла, будучи постоянно покрытъ водою, сохраняется долго и не требуетъ дорого стоящихъ ремонтныхъ исправленій. Мощеное булыжнымъ камнемъ дно можетъ быть допущено только въ нѣкоторомъ уже разстояніи отъ двигателя, гдѣ скатывающаяся вода принимаетъ болѣе спокойное теченіе. Подъ самымъ же двигателемъ и по близости отъ него, сливающаяся вода сильно бурлитъ и бьетъ своимъ разрушаетъ дно, если оно не покрыто деревомъ или правильною каменною кладкою на хорошемъ гидравлическомъ растворѣ. Но послѣднее устройство обыкновенно обходится дорого и не представляетъ особенныхъ преимуществъ; напротивъ того, отъ дѣйствія мороза, отъ подмыва и другихъ причинъ, связь между облицовочными камнями разстроивается, выстилка принимаетъ неровную поверхность и на ней обозначаются болѣе и болѣе расширяющіяся щели.

Настилка деревяннаго пола производится по положеннымъ на пины круглыхъ свай насадкамъ, какъ и обыкновеннаго сливнаго пола водоспуска. До настилки дна русла, слѣдуетъ засыпать всѣ пустоты между половыми насадками крупнымъ зернистымъ пескомъ, хрящемъ или битымъ щебнемъ, слоемъ не менѣе 8 вершковъ толщиною и тщательно его утрамбовать. Такая засыпка полезна въ томъ отношеніи, что она предохранитъ дно канала отъ подмыва и отъ промерзанія, отъ котораго досчатый настилъ русла иногда можетъ быть приподнятъ и выпученъ, не смотря на прибывеу досокъ гвоздями къ половымъ насадкамъ.

Ширина отводнаго русла зависитъ отъ ширины вододѣйствующаго колеса и отъ числа колесъ, отъ которыхъ оно должно отвести воду. Очень часто у полуналивныхъ и пошвенныхъ колесъ подшипники ихъ вала укладываютъ на боковыхъ стѣнахъ нижняго русла, въ особенности когда онѣ выведены правильною каменною кладкою или ряжевою рубкою изъ бревенъ. Способъ устройства боковыхъ стѣнъ русла, въ такомъ случаѣ, ничѣмъ не отличается отъ устройства береговыхъ стѣнъ водоспусковъ; такъ что онѣ могутъ быть шпунтовые, стоечныя, ряжевыя и каменныя.

По боковымъ стѣнамъ отводнаго русла не бесполезно дѣлать обыкновенный досчатый настилъ, или покрывать русло, за исключеніемъ мѣстъ занятыхъ колесами. Этимъ настиломъ какъ бы возстановляется закрытый водопроводъ, прерываемый колесомъ, и въ немъ сохраняется достаточно тепла для того, чтобы въ холодное зимнее время перья, или лопатки, колесъ менѣе обледенялись; самое же колесо въ нижней подпорной водѣ не замерзаетъ.

ОТДѢЛЪ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ.

О ПОВРЕЖДЕНІЯХЪ ВЪ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХЪ СООРУЖЕНІЯХЪ И УХОДѢ ЗА ЭТИМИ СООРУЖЕНІЯМИ.

ГЛАВА XXVII.

§4. Осмотръ плотинъ и чаще случающіяся въ нихъ поврежденія. — 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, возведенныя 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 онѣ не устранены ко времени высокихъ весеннихъ разливовъ, въ особенности соединенныхъ съ ледоходомъ; или ко времени лѣтнихъ грозовыхъ ливней, или осеннихъ затяжныхъ 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 прудоваго 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 не одновременно въ насыпкахъ, засыпкахъ и соединеніяхъ земляной насыпи съ деревянными или каменными частями водоспусковъ. Мы не беремся здѣсь исчислять всѣ возможныя поврежденія, которыя могутъ встрѣтиться

въ плотинахъ и водоспускахъ, и всѣ причины, которыя могутъ производить эти поврежденія, но обратимъ вниманіе на главныя и наибаче встрѣчающіяся.

1) *Просачиваніе*. При значительной высотѣ напора, просачиваніе воды сквозъ тѣло и основаніе плотины или сквозъ основанія водоспуска, всегда существуетъ въ большемъ или меньшемъ размѣрѣ, въ зависимости отъ свойства земли въ тѣлѣ плотины, 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, какъ напр. въ приведенной нами Деволановской плотинѣ въ Сестрорѣцкѣ, если при постоянствѣ оно замѣтно не увеличивается и не уноситъ собою землястыхъ частицъ изъ сооруженія или его основаній и просачивающаяся вода выходитъ чистая и прозрачная. Хотя при весеннемъ оттаяваніи земли количество просачивающейся воды обыкновенно увеличивается, но тѣмъ не менѣе вода не должна выступать наружу мутною и сильно бьющимъ ключемъ, такъ какъ подобное явленіе будетъ доказывать, что вода разжижаетъ мѣстный грунтъ, тѣло плотины или засыпки частей водоспуска и выноситъ землястыя части ихъ изъ сооруженія. При подобномъ просачиваніи слѣдуетъ безотлагательно донскаться 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; причемъ 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 чаще невозможно. При водоспускахъ съ сланникомъ и земляною отсыпью, въ теплое время, рабочіе, раздѣвшись, прямо ходятъ по отсыпи и ногами оцупываютъ мѣсто воронки, отыскавъ которую, затыкаютъ ее навозомъ какъ можно плотнѣе и ту же и засыпаютъ землею, чѣмъ и останавливаютъ дальнѣйшее просачиваніе. Въ холодное же время, а тѣмъ болѣе зимою, при водоспускахъ съ свайнымъ основаніемъ и покурнымъ поломъ, г. Гаусманъ съ успѣхомъ употреблялъ слѣдующее средство для отыскиванія мѣста начальнаго просачиванія и его уничтоженія. Послѣ откола и очистки льда вдоль всего сооруженія со стороны пруда, мы сыпали, говоритъ онъ, древесныя 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, причемъ они легко уносятся отдѣльными струями воды направляющимися къ щелямъ и не плотнымъ мѣстамъ, сквозъ которыя происходитъ про-

сачиваніе. 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 цѣлю можно употреблять сѣяную 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 сваялинъ допускающихъ просачиваніе, и наконецъ суглея, если просачиваніе происходитъ въ земляномъ откосѣ плотины, и этими способами останавливаютъ его. Впослѣдствіи, когда насыпь плотины совершенно оттаяваетъ и садится, просачиваніе само собою 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 находятъ просачивающуюся струю, обыкновенно пробивающуюся вокругъ короткихъ крыльевъ подъ мерзлымъ слоемъ, по шву земляной присыпки, прилегающей къ стѣнѣ укрѣпленія. Послѣ подсыпки свѣжей, хорошо перемятой глины съ пескомъ и хрящемъ и тщательнаго утрамбованія ея на талой землѣ, просачиваніе уменьшается и затѣмъ совершенно прекращается.

Кромѣ наблюденія просачиванія выше плотины, слѣдуетъ прислушиваться нѣтъ ли журчанія или сильной капѣли воды за береговыми стѣнами водоспуска, въ среднихъ быкахъ или подъ полами. Такое журчаніе, или сильная капѣль воды, встрѣчается 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 насыпки можетъ быть разжижена и выносива водою изъ ряжа. Вслѣдствіе вымыванія насыпки изъ ряжей, подъ верхнимъ мерзлымъ слоемъ глины образуются въ отдѣльныхъ срубахъ ряжа пустоты и ямы, причемъ вода переливаясь изъ сруба въ срубъ еще болѣе размываетъ и уноситъ разжиженную глину. Лишь только будетъ замѣчено это явленіе въ береговыхъ устояхъ или середовыхъ быкахъ, слѣдуетъ немедленно выбить верхній, мерзлый слой насыпки и заполнить ряжевые срубы свѣжей насыпкой, чтобы остановить дальнѣйшее просачиваніе и образованіе пустотъ въ насыпкахъ ряжей.

Когда журчаніе или сильная капѣль воды слышны подъ сливнымъ поломъ, то для опредѣленія глубины и пространства вымоинъ, пробуриваютъ плотничнымъ буравомъ въ полу дыры и помощію желѣзнаго прута, или *шупа*, удостовѣряются въ состояніи загрузки подъ поломъ. Если это обслѣдованіе уважетъ на значительныя вымоинны и пустоты въ насыпкѣ, которыя могутъ быть опасны, то поднимаютъ половыя доски и производятъ тщательную насыпку этихъ пустотъ. Дыры пробуриваемыя въ половой настилкѣ, по прибывкѣ вновь досокъ, забиваются деревянными нагелями.

Наблюденіе надъ просачиваніемъ должно производиться постоянно, какъ вообще наблюденіе за всякимъ поврежденіемъ въ гидротехническихъ сооруженіяхъ. Но есть моменты въ теченіи года, когда ближайшій осмотръ и освидѣтельствованіе состоянія всѣхъ частей плотины и водоспусковъ дѣлается особенно необходимымъ. Очевидно, что такого рода осмотръ необходимъ послѣ каждаго большаго паводка, или большаго и продолжительнаго выпуска воды; но въ особенности онъ долженъ быть производимъ весною, какъ передъ началомъ весенняго паводка, (въ особенности съ ледоходомъ), который при нашихъ климатическихъ условіяхъ чаще бываетъ самый сильный и дѣйствующій наиболѣе разрушительно, такъ и послѣ его окончанія. Весною, вслѣдствіе оттаиванія, земля пучится, распускается, разжижается; деревянныя части, вслѣдствіе замерзанія воды попадающей въ соединенія, щели и трещины, иногда перекашиваются, строгиваются съ 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 сооруженій долженъ быть самый тщательный и подробный. При этомъ осмотрѣ наблюдаютъ: 1) не усилилось ли, въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ, просачиваніе воды сквозь шпунтовые ряды, ряжевыя стѣны, въ обходъ береговыхъ крыльевъ, изъ-подъ сливнаго пола или иными подземными путями; 2) всѣ осадки и неправильности въ земляныхъ насыпкахъ и откосахъ и неровности въ гребнѣ плотины, производя въ этомъ отношеніи возможныя и немедленныя исправленія; 3) состояніе щитовыхъ стоекъ и цѣлость ихъ шиповъ, 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 сливнаго пола, гдѣ сдѣланы добавочныя укрѣпленія изъ фашинъ 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 водъ, говоритъ г. Гаусманъ, 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 разливъ, или большой выпускъ воды, всегда уноситъ часть земли сверху отмела и такимъ образомъ уменьшаетъ толщину его

отсыпи. А потому въ теченіе года производится нѣсколько разъ *отсыпка отмела*. Если ранній весенній осмотръ покажетъ значительную осадку, или убыль земли въ отмель, то дѣлаютъ отсыпку по крайней мѣрѣ на ширинѣ отъ 1 до 1½ сажени отъ стѣны водоспуска и доводятъ высоту насыпи всегда до самаго мертвого порога. Чаще же первая, весенняя отсыпка, дѣлается тотчасъ по спадѣ весеннихъ водъ; вторая отсыпка дѣлается обыкновенно около Петрова дня, какъ потому, что тутъ выходитъ 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 суглея. Иногда, если не опасаются недостатка воды, передъ отсыпкою спускаютъ часть воды, чтобы ея было менѣе на отмель, тогда отсыпка отмела можетъ быть сдѣлана тщательнѣе и ровнѣе.

Относительно вліянія мерзлой земли на просачиваніе, г. Гаусманъ приводитъ слѣдующій примѣръ.

Въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ нами былъ построенъ, говорить онъ, небольшой водоспускъ съ шпунтовыми стѣнками и съ такими же крыльями во вновь вырытомъ каналѣ, такъ что работы производились на мѣстѣ не покрытомъ водою и на плотномъ глинистомъ грунтѣ. Надѣясь на хорошій грунтъ, при глубинѣ канала до 1½ сажени, мы продолжили крылья въ берега не болѣе какъ на 1½ до 2 сажени. Производя свайную бойку въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ, неизбежно пришлось вынуть мерзлый слой земли по направленію крыльевъ и береговыхъ шпунтовыхъ линій; выемка эта, при мерзломъ грунтѣ, была сдѣлана въ обоихъ берегахъ канавками съ отвѣсными стѣнками, шириною въ 1½ и глубиною въ 2¾ аршина. По окончаніи постройки была произведена, какъ слѣдуетъ, обратная засыпка канавъ талою землею, съ тщательною забивкою и утрамбовкою ея вдоль шпунтовыхъ рядовъ; но при этой засыпкѣ не обратили вниманія на то, что дно и отвѣсныя стѣнки канавъ еще не оттаяли, такъ что свѣже набитая земля хотя и прилипала къ шпунтовымъ сваямъ, плотно ложилась на дно и прижималась къ стѣнкамъ канавъ, но не могла соединиться въ одну плотную массу съ мерзлою землею. Весною, когда вода была пущена въ каналъ, обнаружилось, что *водоспускъ не держитъ воду*, которая довольно сильною струею выступала изъ земли на обоихъ береговыхъ откосахъ, непосредственно вдоль заднихъ крыльевъ, причемъ обнаружившаяся течь усиливалась весьма замѣтно. Предпринятые рабочими мѣры для прекращенія течи не принесли никакой пользы; они напрасно старались удержать воду свѣжей насыпкою земли и навоза за задними крыльями водоспуска, гдѣ вода выступала внаружу, и бесполезно старались уплотнить новую засыпку канавъ по сторонамъ и вдоль двухъ заднихъ крыльевъ; хотя имъ иногда дѣйствительно удавалось временно остановить течь, но вскорѣ

вода вновь пробивалась, притомъ съ бѣльшею силою, то въ одномъ, то въ другомъ мѣстѣ.

Самый поверхностный осмотръ водоспуска, произведенный нами, говоритъ г. Гаусманъ, прямо показалъ, что подпорная вода идетъ въ обходъ постройки, начиная отъ лица двухъ переднихъ крыльевъ; пущенные на воду впереди крыльевъ навозъ и опилки проносились насквозь и присутствіе ихъ ясно обнаруживалось въ водѣ, выходящей внаружу за задними крыльями водоспуска. Причину такого обхода воды весьма легко было объяснить тѣмъ, что вода, пущенная весной въ каналъ, возвышалась до высоты уровня пруда, затопила еще не оттаявшее дно и стѣнки бывшихъ двухъ боковыхъ канавъ, которыя были вынуты въ мерзлой землѣ для проведенія двухъ лицевыхъ крыльевъ. Хотя эти канавы, какъ сказано выше, были тщательно засыпаны, тѣмъ не менѣе вода проникла въ нихъ и прошла по мерзлomu слою вокругъ короткихъ крыльевъ и постепенно расчищала себѣ путь по остальнымъ канавамъ, вдоль шпунтовыхъ стѣнъ съ задней ихъ стороны. Основательность нашего предположенія, говоритъ г. Гаусманъ, скоро подтвердилась осадкою и обваломъ земли въ бывшихъ канавахъ и въ особенности вдоль заднихъ крыльевъ.

Убѣдившись въ чемъ заключается дѣло, мы потребовали, говоритъ онъ, около 50 рогожаныхъ кулей; нѣкоторые изъ нихъ тотчасъ были набиты крупнымъ навозомъ съ прибавкою хряща (для тяжести), а остальные однимъ хрящемъ съ камнемъ, т.-е. при этомъ употребили матеріалы имѣвшіеся подъ рукою. Кули набитые навозомъ съ хрящемъ, какъ болѣе легкіе и мягкіе, мы опустили въ воду вдоль переднихъ крыльевъ и клали ихъ по откосу канала въ нѣсколько рядовъ одинъ плотно возлѣ другаго, а потомъ нажали ихъ послѣдующими тяжелыми кулями, стараясь закрыть начало бывшихъ канавъ, недавно засыпанныхъ свѣжею землею. Въ то же время трамбовками и тупыми колыями или аншпугами, уплотняли землю вдоль переднихъ крыльевъ, по обѣимъ сторонамъ шпунтовыхъ свай, а гдѣ требовалось—подсыпали свѣжую глину перемятую съ хрящемъ. Вскорѣ обнаружился успѣшный результатъ работы: течь начала постепенно уменьшаться и наконецъ совершенно превратилась. Послѣ совершеннаго спада весеннихъ водъ, мы удлинили переднія береговія крылья водоспуска, говоритъ г. Гаусманъ, и возобновили засыпку вдоль стѣнокъ. и затѣмъ уже въ теченіе многихъ лѣтъ никакихъ признаковъ течи не обнаружилось.

2) *Поврежденія въ мертвомъ брусѣ вслѣдствіе давленія воды.* Когда порогъ, или мертвый брусъ, водоспуска закладывается на значительной глубинѣ, какъ напр. на Уральскихъ горныхъ заводахъ, гдѣ слой воды надъ порогомъ, по словамъ г. Рожкова, доходитъ отъ 7 до 10 аршинъ, тогда давленіе воды на опорную плоскость щитовъ можетъ быть весьма значительно.

Если допустимъ ширину пролета между двумя середовыми быками въ 30 футовъ и глубину заложения порога отъ уровня воды въ 20 футовъ, то горизонтальное давленіе воды на ширинѣ одного фута выра-

зится, какъ уже мы знаемъ, формулою: $\frac{\lambda \cdot h^3}{2}$, гдѣ $\lambda = 1,73$ пуд. и $h = 10$ фут. А слѣдовательно давленіе на всю опорную площадь щитовъ пролета шириною въ 30 и глубиною въ 20 футовъ, составитъ 2595 пудовъ. Такъ какъ при этой ширинѣ пролета, кромѣ двухъ боковыхъ, должно быть по крайней мѣрѣ еще 5 середовыхъ щитовыхъ стоекъ, то очевидно, что все это давленіе передается шипамъ этихъ 7 стоекъ, утвержденныхъ въ гнѣздахъ мертваго бруса, а эти шипы передаютъ все это давленіе мертвому брусу и стремятся отколоть заднюю его половину по гнѣздамъ.

Дѣйствительно, это давленіе воды на нижніе шипы щитовыхъ стоекъ нерѣдко производитъ поврежденіе въ мертвомъ брусѣ, заключающееся въ томъ, что онъ раскалывается по гнѣздамъ по поламъ, по всей длинѣ его въ пролетѣ водоспуска или на нѣкоторой части этой длины. А потому при изложеніи устройства водоспусковъ, мы постоянно обращали вниманіе на то, чтобы какъ можно менѣе ослаблять мертвый брусъ; въ Уральскихъ же плотинахъ мы видѣли, какой толстомѣрный лѣсъ употребляется для мертваго бруса и щитовыхъ стоекъ, именно въ виду избѣжанія подобныхъ поврежденій. Между тѣмъ относительно и этихъ заводовъ г. *Рожковъ* уже замѣчаетъ, что система устройства водоспусковъ, принятая на Уральскихъ заводахъ, представляетъ то важное неудобство, что требуетъ много и большихъ размѣровъ лѣса. Въ бытность же его на заводахъ онъ слышалъ отзывы отъ управляющихъ ими, что нынѣ лѣса сіи истощены и что крупныхъ сортовъ можетъ достать только на одну постройку, и затѣмъ на слѣдующую перестройку прорѣзовъ можетъ уже встрѣтиться затрудненіе въ доставкѣ необходимаго на то лѣса. Неудобство же постройки, по его мнѣнію, происходитъ главнѣйше отъ того, что въ нихъ пороги закладываются очень глубоко, чтобы воспользоваться, если не всею, то по крайней мѣрѣ по возможности болѣею частію скопляемой въ прудѣ воды ¹⁾.

Г. *Гаусманъ* приводитъ изъ своей практикѣ слѣдующіе два случая поврежденій мертваго бруса и способы ихъ исправленія.

1-й случай. Водоспускъ разборчатый, о трехъ ряжевыхъ среднихъ быкахъ и двухъ береговыхъ устояхъ. Ширина пролетовъ по $4\frac{1}{2}$ сажени (31,5 фут.) каждый, глубина воды надъ порогомъ 7 фут. Порогъ состоитъ изъ одиночнаго толстаго бруса, съ квадратнымъ сѣченіемъ, толщиною въ 10 вершковъ; онъ концами зашпунтованъ въ ряжевые быки и лежитъ на шпунтовомъ ряду; впереди его повурный, сзади — сливной полъ, настланы въ два ряда досокъ по половымъ насадкамъ круглыхъ свай. Съёмныя щитовыя стойки нижними концами вставлены въ гнѣзда порога, вынутыя черезъ $1\frac{1}{4}$ аршина; верхъ стоекъ прислоненъ къ мо-

¹⁾ Свѣдѣніе объ Уральскихъ плотинахъ вообще и т. д. В. *Рожковъ*. Горн. журн. 1863 г., январь, № 1-й, стр. 22.

Мы выше замѣтили, что для уменьшенія давленія на щиты употребляютъ два ряда щитовъ, чрезъ что давленіе на первый рядъ уменьшается на всю высоту напора за вторымъ рядомъ.

стовому переводу, положенному отъ одного быка къ другому. Водоспускъ недавней постройки, но возведенъ съ разными недостатками: ни передъ понурнымъ поломъ, ни подъ быками нѣтъ шпунтовыхъ рядовъ.

Поврежденіе водоспуска состояло въ томъ, что вслѣдствіе непредвидѣннаго возвышенія воды (паводка), чрезмѣрнымъ напоромъ на щиты, расколотъ порогъ одного пролета по всей длинѣ. Задняя, отколота часть порога выгнута дугообразно, съ стрѣлою кривизны въ серединѣ около 6 вершковъ; сливной полъ, примыкающій къ этой части, разстроены и частію сорванъ водою. Передняя часть порога, съ понурнымъ поломъ, не тронута съ мѣста, но подпертая вода сильно пробиваетъ черезъ щель, образовавшуюся вдоль порога, такъ что водоспускъ не держитъ воду.

Требовалось исправить поврежденіе съ непремѣннымъ условіемъ не останавливать вододѣйствіе фабрики, т.-е. произвести исправленіе безъ спуска воды изъ пруда.

Для выполненія этого требованія, была построена отъ одного быка къ другому перемычка, представленная на фиг. 788.

На понурномъ полу былъ поставленъ и выровненъ рядъ наклонныхъ брусевъ *a*, числомъ 11, въ нижніе концы которыхъ были забиты желѣзные штыри *b*; эти штыри, выступающими остріями, втыкались и забивались въ доски понурнаго пола и служили соединеніемъ брусевъ съ поломъ, покрытымъ водою, слоемъ въ 7 фут. глубиною. Каждый наклонный брусъ *a* верхнимъ концомъ опирался на общій мостовой переводъ *c*, положенный отъ одного быка къ другому. Къ выровненнымъ наклоннымъ брусьямъ прислонили обыкновенные щиты, сплоченные изъ досокъ на шпонкахъ безъ всякой оковки. По длинѣ, каждый щитъ опирался на три смежные наклонные бруса, а по высотѣ щиты были въ два яруса. Когда всѣ щиты были установлены, къ нимъ присыпался навозъ, а по навозу земля съ небольшимъ откосомъ; этимъ способомъ задержана была вода въ пролетѣ, требовавшемъ исправленія. Тогда убрали съ мѣста съемныя части, т.-е. коренные щиты со стойками и ихъ контрфорсами, такъ что поврежденный порогъ вполнѣ обнаружился, а подпертая вода держалась перемычкою на прежнемъ рабочемъ уровнѣ пруда. Несмотря на то, что при началѣ понурнаго пола не была проведена шпунтовая линія, что перемычка была применута къ ряжевымъ быкамъ водоспуска, и что самая перемычка была весьма легкой конструкціи, она вполнѣ удовлетворительно держала воду и дала возможность произвести подробный осмотръ порога и исполнить самое его исправленіе.

Мы именно рѣшились, говоритъ г. Гаусманъ, ограничить работу однимъ только исправленіемъ, потому что при осмотрѣ оказалось, что расколотый брусъ порога не испорченъ гниlostію и что онъ еще годенъ въ дѣло, тѣмъ болѣе, что концы его, заложенные въ быкахъ, даже не тронулись съ мѣста. Замѣна порога новымъ брусомъ потребовала бы много времени, устройства новой перемычки и вообще болѣе значительныхъ денежныхъ затратъ. Самое исправленіе должно было состоять въ

Черт. ХСІV.
• ил. 788.

томъ, чтобы заднюю, отколотую часть, вновь прижать къ передней, нетронутой, и къ гребню шпунтовой линіи подъ порогомъ, т.-е. нужно было вполне закрыть образовавшуюся въ порогъ щель и возстановить неразрывную связь между сливнымъ и понурнымъ полами.

Для прижатія отколотой части, были вбиты подъ площадью сливнаго пола 7 продольныхъ рядовъ круглыхъ свай, по 6 свай въ ряду, и нѣсколько дополнительныхъ свай, всего 54 свай. Это число свай потребовалось потому, что старыя половыя насадки были частію сорваны съ шиповъ прежнихъ свай, частію поломаны, и вообще вся половая настилка въ этомъ пролетѣ потребовала болѣе прочнаго основанія. Новыя сваи, расположенныя рядами въ полахъ между прежде уложенными половыми насадками, были покрыты продольными насадками, которыя нѣсколько (на 3 дюйма) были утоплены въ поперечныя половыя и имѣли гнѣзда *m, m*, съ достаточнымъ запасомъ противъ соответственныхъ имъ косыхъ шиповъ на сваяхъ. При приладкѣ всѣхъ продольныхъ насадокъ на мѣста, ихъ укладывали такъ, чтобы онѣ передними концами плотно упирались въ отошедшую заднюю часть порога, а запасъ въ гнѣздахъ оставался бы позади каждаго шипа, какъ видно въ *A* и *A'* на фиг. 789.

Черт. ХСIV.
фиг. 789.

По вставкѣ съ другой стороны шиповъ по одному дубовому клину *n*, плотники были распределены по одному человѣку на клинъ съ тѣмъ, чтобы всѣ клинья забивались и осаживались одновременно и концами насадокъ сжали бы вмѣстѣ разошедшіяся, вслѣдствіе раскола, части порога. Этимъ приспособленіемъ вполне удалось нажать отколотую часть порожнаго бруса на прежнее свое мѣсто; но для того, чтобы впоследствии вода не приподняла порога съ гребня шпунтоваго ряда (къ которому онъ былъ только прижатъ), и въ особенности для того, чтобы напоромъ воды на щиты или на стойки не могла быть сдвинута съ мѣста отколотая часть порога, предстояло еще связать самый брусъ желѣзомъ и притянуть его къ отдѣльнымъ сваямъ шпунтоваго ряда, такъ какъ гребень и шипы послѣдняго уже не придерживали поврежденнаго бруса. Для этого была приготовлена желѣзная оковка *p, p*, изображенная на фиг. 788, изъ полосоваго желѣза, при проектированіи которой имѣлось въ виду связать порогъ, не только съ отдѣльными досками понурнаго пола, но и непременно возстановить общую связь порога съ этимъ поломъ и со сваями шпунтоваго ряда. Почему въ каждой изъ верхнихъ семи желѣзныхъ полосъ, кромѣ дыры для болта или шурупа, было сдѣлано колѣно, а поперекъ настилки понурнаго пола была врытана самымъ тщательнымъ образомъ и прибита дубовыми нагелями доска *k*, фиг. 788, толщиною въ $2\frac{1}{2}$ дюйма, которая заднею своею кромкою была утоплена въ доски полового настила на глубину $1\frac{1}{2}$ дюйма, а передней кромкой всего на $\frac{1}{2}$ дюйма. Такъ какъ понурный полъ позади перемычки былъ сухъ, то укладка верхнихъ желѣзныхъ полосъ не была затруднительна, и конецъ полосы былъ привинченъ къ первой отъ порога половой насадкѣ, особенно приготовленнымъ шурупомъ, толщиною въ 1 дюймъ и длиною отъ 10 до 12 дюймовъ. Прикрѣпленіе же ниж-

няго конца заднихъ желѣзныхъ лапъ такими же шурупами къ шпунтовымъ сваямъ, находящимся въ землѣ, оказалось неисполнимымъ, и здѣсь винтовые шурупы были замѣнены толстыми заершенными гвоздями, которые должны были вколачиваться при помощи желѣзнаго лома *q, q*, фиг. 788, съ изогнутымъ концомъ и плоскимъ вдавленнымъ наконечникомъ, для надставки его на шляпку вбиваемаго гвоздя. Причиною такихъ затрудненій была грунтовая вода, которая не только значительно препятствовала рытью ямъ, для обнаруженія задней стороны шпунтовыхъ свай, но и окончательно не давала дѣйствовать буравомъ или ключемъ, для ввинчиванія шурупа на глубинѣ $1\frac{1}{2}$ аршина ниже верхней грани порога. Верхніе концы *r* лапъ были привинчены этими шурупами, винтовая нарѣзка которыхъ входила въ переднюю часть стянутого порога и сжимала обѣ его части. Послѣ надлежащаго прикрѣпленія оковки, произвели настилку сливнаго пола, установили щитовыя стойки въ прежнія гнѣзда и опустили щиты. Тогда временная перемычка была убрана съ мѣста. Исправленный такимъ образомъ порогъ въ теченіе многихъ лѣтъ служилъ хорошо и вода болѣе не пробивалась черезъ щель его раскола.

2-й случай. Весьма недавно, говоритъ г. Гаусманъ (писано въ 1875 г.), намъ вчовъ пришлось произвести подобное же исправленіе поврежденнаго порога въ водоспускѣ весьма солиднаго устройства, съ каменными береговыми устоями, такими же быками и съ чугунными постоянными щитовыми стойками, по двѣ въ каждомъ пролетѣ, при ширинѣ послѣдняго въ 35 футовъ.

Поврежденіе состояло въ томъ, что хотя деревянный порогъ, составленный изъ трехъ брусевъ, не былъ расколотъ во всю длину, но въ немъ откололись задніе заплечики гнѣздъ, въ которыхъ были утверждены нижними концами чугунныя щитовыя стойки. Вслѣдствіе такого откола отъ бруса порога, стойки были сдвинуты напоромъ воды, щиты всплыли и были унесены прорвавшейся струей вмѣстѣ съ чугунными щитовыми стойками. Изъ которыхъ одна, вѣсомъ болѣе 50 пудовъ, была отнесена теченіемъ на разстояніе до 35 саженой. Съ унесеніемъ стоекъ и щитовъ, пролетъ остался открытымъ и подпертая вода хлынуть изъ пруда во всю ширину (35 ф.) пролета и слезъ толщиною до 17 фуг., образовала подмывъ за сливнымъ поломъ и причинила значительныя поврежденія въ берегахъ ниже водоспуска. Всѣ эти поврежденія были легко исправимы и нисколько не угрожали прочности самаго сооруженія, но главная бѣда состояла въ томъ, что съ уходомъ воды изъ пруда дѣйствіе завода прекратилось и не могло быть восстановлено до перемѣны или до починки бруса порога, для новой установки стоекъ и щитовъ въ прорванномъ водою пролетѣ. Причиною поврежденія были, какъ и въ первомъ случаѣ, непредвидѣнный паводокъ и *слишкомъ усиленный напоръ воды на щиты.*

Прибывъ на мѣсто поврежденія спустя $1\frac{1}{2}$ недѣли послѣ прорыва водоспуска, я нашелъ, говоритъ г. Гаусманъ, прудъ спущеннымъ, а проходъ воды чрезъ поврежденный пролетъ былъ остановленъ устрой-

ством особенной ограды, не заслуживающей подражанія. По осмотрѣ порога и пола водоспуска оказалось, что 10-вершковый (средній) брусъ порога, сжатый двумя боковыми брусьями, выступалъ изъ нихъ къ верху на 8 дюймовъ, что на задней сторонѣ выступающей части бруса былъ вынутъ пазъ по всей длинѣ, для притычки концовъ верхняго ряда досокъ половой настилки. На верхней грани порога были вынуты три гнѣзда, глубиною въ 5 дюймовъ каждое, для чугунныхъ постоянныхъ стоекъ, а задніе заплечики двухъ гнѣздъ были отколоты, или сорваны, безъ дальнѣйшаго поврежденія бруса. Половая настилка, за исключеніемъ концовъ досокъ находившихся непосредственно позади сорванныхъ стоекъ, хорошо сохранилась, но впоследствии, по снятіи досокъ верхняго настила, обнаружилось, что доски нижняго ряда были повреждены гниlostью и что вѣроятно со времени устройства водоспуска, въ тридцатыхъ годахъ, онѣ вовсе не были возобновляемы. Поперечныя поперечныя балки лежали на разстояніи $3\frac{1}{2}$ футовъ, были хорошо связаны и притянуты къ нижнимъ половымъ насадкамъ желѣзными скрѣпками и концами были зацуплены въ каменные быки; онѣ, какъ и самый порогъ, будучи постоянно подъ водою, оказались совершенно здоровыми, не смотря на 40-лѣтнее ихъ нахожденіе въ дѣлѣ. Промежутки между балками были забучены самымъ тщательнымъ образомъ кирпичемъ на гидравлическомъ растворѣ, который необыкновенно хорошо окрѣпъ. Найдя водоспускъ въ столь хорошемъ состояніи, я тотчасъ остановилъ, говорить г. Гаусманъ, вырубку поврежденнаго бруса порога, который хотѣли замѣнить новымъ брусомъ. Такую замѣну я положительно находилъ неумѣстною, замѣчаетъ онъ, и даже вредною, потому что былъ убѣжденъ въ томъ, что замѣна бруса новымъ будетъ работа нелегкая при имѣвшейся оградѣ отъ воды, что со введеніемъ новаго бруса необходимо будетъ разобрать и вновь настлать покурный полъ, равно пришлось бы разломать и вновь задѣлать кирпичную забутку по сторонамъ порога; и вообще существующая связь между частями порога была бы разстроена и едва-ли могла бы быть восстановлена въ прежнемъ видѣ.

Независимо отъ этихъ обстоятельствъ, я принялъ во вниманіе, говоритъ онъ, что отъ начала поврежденія до моего осмотра прошло около двухъ недѣль времени, но всѣ розыски для пріобрѣтенія бруса требуемаго размѣра (длиною $5\frac{1}{2}$ саж. толщиною, при квадратномъ сѣченіи, въ 10 вершковъ) оказались безуспѣшными, такъ что, при данныхъ условіяхъ, работа по замѣнѣ стараго, во всѣхъ отношеніяхъ годнаго бруса новымъ, затянулась бы на продолжительное время.

По изложеннымъ причинамъ, г. Гаусманъ ограничилъ исправленіе водоспуска тѣмъ, что приказалъ сколоть и выровнять сверху надрубленную часть порога, т.-е. снялъ на 5 дюймовъ выступающей части средняго порожнаго бруса и плашмя, по войлоку, наложилъ на него другой брусъ, сросченный по длинѣ проушиной, и составленный изъ двухъ толстыхъ бревень, такъ что по обтескѣ въ чистотѣ онѣ вышли высотой въ 6 и шириною въ $8\frac{1}{2}$ вершковъ. Стычку двухъ накладныхъ

брусевъ сдѣлали по срединѣ пролета, а концы ихъ заложили въ каменные быки. Наложенный брусъ привинтили къ нижнему, нетронутому брусу порога, желѣзными шурупами толщиною въ 1 дюймъ и длиною около $17\frac{1}{2}$ дюймовъ. Для завинчиванія приготовленныхъ шуруповъ, предварительно были провернуты дыры, буравомъ толщиною въ $\frac{3}{4}$ дюйма, на глубину до $15\frac{1}{2}$ дюймовъ, а потомъ просверлили дыры 1 дюйм. буравомъ на глубину до $10\frac{1}{2}$ дюйм., потому что безъ такого приготовленія дыръ, шурупы, при завинчиваніи ихъ въ дерево, засѣдаютъ и даже свертываются. Для чугунныхъ щитовыхъ стоекъ были вынуты, по очертанію ихъ, сквозныя гнѣзда въ накладномъ брусѣ, такъ что низъ каждой стойки сталъ въ гнѣздо стараго бруса, углубляясь въ него на 2 дюйма. Кромѣ того, низъ каждой стойки обхватили толстымъ желѣзнымъ хомутомъ *e, e*, плашмя заложенымъ между старымъ брусомъ и накладкою, такъ что хомутъ обхватывалъ стойку на 2 дюйма отъ нижняго конца, а полосы хомута выпустили и продолжили впередъ по понурному полу до первой отъ порога половой насадки; полосы эти привинтили такими же четырьмя шурупами къ половой насадкѣ и къ переднему боковому брусу порога, фиг. 790. Независимо отъ такого скрѣпленія накладнаго бруса и низа чугунныхъ стоекъ *f*, воспользовались еще тѣмъ, что верхняя грань накладки приходилась около 4 вершковъ выше возобновленной половой настилки, а потому еще до настилки досокъ уложили 6 упорныхъ прогоновъ *k*, которые концами плотно упирались въ заднюю грань накладки. Каждый упорный прогонъ *k*, нижней стороной былъ слегка нарубленъ на пересѣкаемыхъ имъ половыхъ балкахъ *n, n*, и привинченъ къ нимъ шурупами, по одному на балку. Въ промежуткахъ между упорными прогонами настлали новый сливной полъ, въ два ряда, съ прибивкою досокъ къ нетронутымъ половымъ балкамъ, а передніе концы досокъ верхняго ряда примкнули къ накладкѣ порога.

Черт. ХСІV.

• лг. 790.

Установленныя такимъ образомъ чугунныя стойки, усиленныя деревянными стояками и контрфорсами, нижніе шипы которыхъ были впущены въ упорные прогоны, не могли быть вторично сдвинуты съ мѣста. Накладка порога и упорные прогоны, привинченные шурупами къ основнымъ частямъ пола, въ свою очередь не могли быть ни подняты, ни сорваны съ мѣста безъ предварительнаго развинчиванія шуруповъ, которые вполнѣ замѣняли обыкновенные желѣзные болты съ шляпками и гайками, въ мѣстахъ, гдѣ болты не могли быть ни заложены, ни завинчены.

Одновременно съ починкою этого пролета были положены такіе же упорные брусья и желѣзные хомуты въ остальныхъ двухъ пролетахъ, гдѣ одновременно были перемѣнены поперечныя части деревянныхъ вспомогательныхъ стояковъ и контрфорсовъ при чугунныхъ щитовыхъ стойкахъ; была произведена новая настилка половъ въ два ряда досокъ и возобновлены досчатая обшивки и другія мелочныя работы. Для исполненія работъ въ этихъ двухъ пролетахъ, послѣдовательно были установлены, противъ каждаго отдѣльнаго пролета, перемычки стоечной

системы со штырями вбитыми въ настиль понурнаго пола, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, къ установленнымъ и выравненнымъ стойкамъ были приложены щиты, снятые съ водоспуска.

Вся работа по возобновленію частей водоспуска продолжалась не болѣе 14 дней; по окончаніи работъ вода была поднята на рабочей уровень, т.-е. на 14 фут. выше порога, но изъ этого числа половина напора передается второму ряду щитовъ, отстоящихъ отъ первыхъ на 6 сажень, такъ что первый сливной полъ, находящійся между первымъ и вторымъ рядами щитовъ, постоянно покрытъ слоемъ воды толщиной въ 7 футовъ.

3) *Поврежденія происходящія отъ усиленныхъ и продолжительныхъ выпусковъ воды.*—Поврежденія отъ этихъ причинъ проявляются главнымъ образомъ въ укрѣпленіяхъ дна и береговъ непосредственно за сливными полами. 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 выпускахъ, хотя и часто случались такого рода подмывы, но мы никогда не дозволяли имъ сдѣлаться опасными для прочности постройки. 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. Пуля такой помостъ и готовые матеріалы для загрузки начинающагося подмыва, всегда можно будетъ замедлить дальнѣйшее распространеніе его до опасныхъ для сооруженія размѣровъ. Не останавливаясь на описаніи этого рода мелочныхъ поврежденій и способовъ ихъ исправленій, которые изложены нами въ гл. XVII, XIX и ст. 22 и 62, приведемъ случай, указываемый г. Гаусманомъ, когда начавшійся подмывъ сдѣлался столь опаснымъ, что угрожалъ окончательнымъ прорывомъ, тѣмъ болѣе, что онъ былъ замѣченъ когда выпускъ весеннихъ водъ не былъ еще оконченъ. Этотъ примѣръ 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 круг-

лыхъ свай, покрытыхъ насадками. Загрузка подъ полами, насланными въ два ряда досокъ, состояла изъ тощаго бетона. Полная ширина выпускаго отверстія, въ 49 фут., раздѣлялась постоянными щитовыми стойками на 6 малыхъ щитовыхъ и 1 большой шандорный пролетъ. Сливной полъ раздѣлялся однимъ вертикальнымъ уступомъ на двѣ отдѣльныя площадки и оканчивался на четвертомъ поперечномъ шпунтовомъ ряду. За сливнымъ поломъ имѣлась правильная фашинная выстилка, которая 7-ю продольными насадками, положенными поверхъ круглыхъ свай, плотно прижималась ко дну, а между рядами круглыхъ свай были положены поперекъ теченія двухъ-комельныя фашины въ два ряда. Береговые откосы были одѣты плетнемъ и фашинами.

Всѣ мѣстныя условія и способъ устройства водоспуска были намъ хорошо извѣстны, говоритъ 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 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 съ 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, говоритъ г. Гаусманъ, тотчасъ же открыть всѣ щиты водоспуска, т.-е. начать самый усиленный выпускъ воды изъ пруда и дать истекающей струѣ низвергаться со сливнаго 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 фут. 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 противостоятъ нажиму земли съ передней стороны, тѣмъ болѣе, что прогонныя 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 прибывали въ прудъ. Наконецъ, въ данное время мы не могли принять какія либо другія мѣры по совершенному неимѣнію на мѣстѣ нивахнхъ къ тому средствъ, т.-е. ни рабочихъ, ни матеріаловъ для загрузки ямы подмыва; даже нельзя было брать мѣстной земли,

которая еще не успѣла оттаять. Непростительная 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 необходимѣйшихъ матеріаловъ для работъ.

Полный выпускъ воды продолжали безостановочно въ теченіе 10 часовъ; въ это же время мѣстные обыватели, въ виду явной опасности прорыва, прибыли на работу въ большомъ числѣ; на лопажахъ подвозились: камень, хворостъ, талая земля и прочіе предметы. По требованію г. Гаусмана доставлялись къ мѣсту работъ старые и новые рогожанные кули, которые по мѣрѣ доставки (преимущественно изъ мѣстнаго провіантнаго магазина) набивались рабочими землею, мелкимъ камнемъ и пескомъ, находящимися въ недалекомъ бугрѣ въ полуталомъ видѣ.

Спустя 10 часовъ отъ начала усиленнаго выпуска воды изъ пруда, мы начали замѣчать, говоритъ 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 натасканы, для опусканія на дно, кули наполненные землею, пескомъ и мелкимъ 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 6 погонныхъ саженой отъ шпунтоваго ряда и на ширину подмыва дна простиравшуюся до 7 саженой. Между кулями кидали болѣе крупный камень, куски дерна и землю. При безпрерывной дружной работѣ, въ теченіе 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 теченіе шести сутокъ, при постоянномъ спускѣ воды изъ пруда, по мѣрѣ осадки положенныхъ, вновь набрасывались кули и камни, такъ что дальнѣйшее углубленіе дна было приостановлено. 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 под-

мывъ 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 2136 рублей.

Работы производились безостановочно днемъ и ночью тремя смѣнами рабочихъ, изъ которыхъ большее число обращалось на набивку кулей землю, добывавшеюся на мѣстѣ изъ-подъ мерзлаго слоя. Камни и кули подвозились по мѣрѣ надобности. Лопаты, топоры, ломы и прочіе инструменты были собраны и взяты на поддержаніе отъ мѣстныхъ обывателей.

Весенняя прибыль постепенно начала уменьшаться и только тогда можно было закрыть щиты водоспуска и приступить къ болѣе благонадежному укрѣпленію dna русла, подмытаго позади водоспуска, къ чему тогда же и было приступлено.

4) *Поврежденія производимыя льдомъ и способы 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 въ прудѣ и притомъ неразрывно, всею своею массою. Весною же, во время такъ называемаго *ледохода*, ледъ разбитый на льдины болѣе или меньшей величины, плыветъ внизъ по теченію со скоростью теченія воды на поверхности рѣки. Наконецъ, вода, какъ мы знаемъ, переходя изъ жидкаго состоянія въ состояніе льда, увеличиваетъ свой объемъ: при переходѣ отъ состоянія наибольшей плотности къ замерзанію на $\frac{1}{13,3}$ противъ первоначальнаго объема, при непосредственномъ же, быстромъ переходѣ изъ жидкаго въ твердое состояніе, ея объемъ увеличивается на $\frac{1}{20}$ часть противъ первоначальнаго, причемъ во время этого перехода она обнаруживаетъ большую расширительную силу, которой не въ состояніи сопротивляться самыя крѣпкіе камни и металлы.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, вода, по своей удобопроницаемости, попадая въ самыя тонкія скважины и щели сооруженія, если можетъ замерзать въ нихъ, производитъ хотя и небольшія, но по своимъ послѣдствіямъ, иногда важныя поврежденія. Попадая въ гнѣзда шиповъ, она приподнимаетъ стойки и нарушаетъ связь и соединенія ихъ съ другими частями; попадая въ щели бревенъ и брусевъ, она увеличиваетъ эти щели и производитъ трещины въ деревянныхъ частяхъ. Замерзая въ насыпкахъ подъ полами водоспусковъ, она иногда выпучиваетъ полы и разъединяетъ плотное соединеніе досокъ. 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 — расширяться при переходѣ въ состояніе льда, въ особенности вредно отзывается на каменныхъ сооруженіяхъ въ холодныхъ климатахъ. А потому прокладка смоленого войлока или сукна въ соединеніяхъ деревянныхъ частей, не только полезна относительно собственно

устраненія просачиванія, но и вообще для препятствованія проникновенію воды въ соединенія деревянныхъ частей между собою.

Тамъ, гдѣ эти соединенія постоянно находятся подъ водою, нѣтъ необходимости въ мѣрахъ предупрежденія проникновенія воды; но гдѣ эти части по временамъ находятся, то подъ водою, то на сушѣ, и гдѣ попавшая въ соединенія вода можетъ замерзнуть, тамъ эти предохранительныя мѣры полезны и иногда необходимы. Въ каменныхъ же кладкахъ и въ особенности облицовкахъ, проникновеніе воды устраняется только хорошою, полною заливкою швовъ растворомъ и тщательною замазкою швовъ въ облицовкѣ хорошимъ гидравлическимъ или цементнымъ растворомъ, такъ какъ желѣзныя связи, скобы, шпроны, не могутъ прочно сопротивляться расширительному дѣйствию льда, особливо если вода можетъ попадать въ швы и щели въ значительномъ количествѣ и потомъ замерзаетъ въ нихъ. Прудовой ледъ, зимою, поднимается или опускается, всею массою, вмѣстѣ съ повышеніемъ или пониженіемъ уровня воды въ прудѣ. Ледъ имѣетъ свойство плотно примерзать къ деревяннымъ и каменнымъ частямъ сооруженія. Ледъ, въ особенности осенній, имѣетъ значительную упругость и можетъ сгибаться до нѣкоторой степени, пока онъ не слишкомъ толстъ, не ломаясь. Поэтому при небольшихъ измѣненіяхъ уровня, ледъ, примерзшій къ частямъ сооруженія, не отдѣляясь отъ нихъ, прогибается, и если онъ еще не толстъ, т.-е. не толще 2-хъ дюймовъ, то не отдѣляясь отъ частей сооруженія отваливается отъ остальной массы льда. Но если онъ толстъ и сильно примерзъ къ деревяннымъ или каменнымъ частямъ, то при повышеніи уровня воды, поднимаясь вмѣстѣ съ нею всею массою, онъ обнаруживаетъ большую подъемную силу и можетъ вынуть съ своихъ мѣстъ щитовыя стойки, поднять вѣнцы ряжевыхъ срубовъ, къ которымъ онъ примерзъ, а также камни береговыхъ устоевъ и быковъ и наконецъ выдергиваетъ туго и глубоко забитыя сваи. Единственное средство предохранить части сооруженія и сваи отъ этихъ поврежденій, заключается въ обрубкѣ отъ нихъ примерзшаго къ нимъ льда на нѣкоторое разстояніе и повтореніе прорубки его на этомъ разстояніи (отъ 1 до 3 аршинъ) такъ часто, чтобы не дать ему слишкомъ утолститься. Около щитовыхъ стоекъ онъ обыкновенно не образуется пока происходитъ теченіе воды въ щитовыя отверстія; но если, вслѣдствіе убыли воды, это теченіе прекращается и вода около стоекъ находится въ спокойномъ состояніи, безъ движенія, то ледъ начинаетъ образовываться и примерзаетъ къ стойкамъ и тогда случайное возвышеніе уровня поднимая ледъ, можетъ стронуть съ мѣста щитовыя стойки. Поэтому-то на Уральскихъ плотинахъ покрываютъ весь водяной дворъ, чтобы предупредить въ немъ замерзаніе воды, или по крайней мѣрѣ образованіе толстой его коры, которая въ прудахъ даже средней Россіи доходитъ до толщины одного аршина.

Наконецъ иного рода поврежденія производитъ ледъ во время весенняго *ледохода*, такъ какъ въ этомъ случаѣ онъ можетъ дѣйствовать треніемъ и ударомъ, а иногда образуетъ передъ водоспусками заторы,

которые могут быть весьма опасны для сооружения. Чаще размѣры ледохода опредѣляютъ собою самый родъ сооружения, т.-е. вынуждаютъ строить вмѣсто створчатыхъ, разборчатые водоспуски или даже и полныя разборчатыя плотины.

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, такъ что при открытыхъ щитахъ водоспуска, мало, или вовсе не измѣняется уровень пруда. Въ другихъ мѣстахъ весенняя вода прибываетъ постепенно и равномерно, хотя и въ большомъ количествѣ, но съ слабымъ ледоходомъ, такъ что плывущій ледъ можетъ быть остановленъ и задержанъ въ прудѣ посредствомъ устройства отдѣльнаго укрѣпленія, вообще называемаго *оборонною линіею*.

Наконецъ, весеннее вскртіе можетъ происходить при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ, т.-е. быстро затоплять мѣстность, производя наводненіе, и сопровождаться сильнымъ ледоходомъ.

Мы уже замѣтили въ первой части, что высота и быстрота весеннихъ разливовъ не столько зависятъ отъ количества выпавшаго въ теченіи зимы снѣга, сколько отъ состоянія погоды во время весенняго вскрытія рѣкъ. При большихъ снѣгахъ, но медленномъ ихъ оттаиваніи, напр., вслѣдствіе лѣсистости бассейна, или вслѣдствіе частыхъ ночныхъ заморозковъ, *утренниковъ*, высота разлива водъ будетъ слабѣе, но разливъ болѣе продолжителенъ, чѣмъ при малыхъ снѣгахъ, но быстромъ оттаиваніи, вслѣдствіе, напр., очень теплыхъ дней или дождей. Такъ въ сѣверной Россіи вскрытіе водъ чаще бываетъ постепенное, болѣе ровное и менѣе опасное для сооружений, чѣмъ въ средней Россіи. Въ окрестностяхъ Петербурга, напр., большая часть водоспусковъ построена по створчатой системѣ; ледоходъ хотя существуетъ, но онъ легко можетъ быть задержанъ на прудѣ устройствомъ оборонной линіи. О лѣтнихъ паводкахъ, весеннихъ наводненіяхъ и ледяныхъ заторахъ почти не слышно. Совершенно обратныя явленія происходятъ въ окрестностяхъ Москвы и среднихъ губерніяхъ, гдѣ вслѣдствіе сильнаго и дружнаго ледохода, быстро и высокаго разлива водъ, большая часть водоспусковъ устроены разборчатыми. Тамъ паводки, даже на небольшихъ рѣчкахъ, повторяются не только въ лѣтніе, но иногда и въ зимніе мѣсяцы. Вслѣдствіе такихъ мѣстныхъ условій, на сѣверѣ чаще встрѣчаются водоспуски со шпунтовыми и стоечными стѣнами, обшитыми досками, между тѣмъ какъ въ средней Россіи водоспуски преимущественно имѣютъ ряжевые устои и быки. На сѣверѣ не такъ часто повторяются поврежденія и прорывы, внутри же Россіи рѣдкое вскрытіе весеннихъ водъ происходитъ безъ поврежденій въ плотинахъ и водоспускахъ, хотя иногда это и происходитъ отъ неправильнаго устройства и дурнаго примѣненія къ мѣстности самыхъ сооружений.

Между тѣмъ изученіе мѣстныхъ явленій вскрытія водъ, составляетъ необходимое условіе для строителя и распорядителя вододѣйствіемъ.

Внимательное наблюдение за весенним вскрытием водъ, въ теченіе 3—5 лѣтъ. говоритъ г. Гаусманъ, положительно даетъ возможность узнать существенныя свойства запруженной воды въ данной мѣстности, и потому онъ признаетъ необходимымъ при вододрѣвствующихъ заведеніяхъ вести журналъ, въ которомъ отмѣчалось бы, кромѣ ежедневнаго уровня стоянія и расхода воды, время вскрытія водъ, свойства ледохода и другія мѣстныя явленія и случайныя обстоятельства, относящіяся до измѣненій, происходящихъ въ запруженной рѣкѣ. Въ этомъ журналѣ должны отмѣчаться и всѣ поврежденія, случившіяся въ сооруженіяхъ, равно какъ время и способы произведенныхъ исправленій.

Весеннее вскрытіе водъ всегда значительно усложняется, если обстоятельства требуютъ пропуска льда черезъ пролеты водоспуска. Такой проходъ льда чрезъ водоспускъ вынуждаетъ замѣну постоянныхъ щитовыхъ стоекъ разборчатыми, если проходящія льдины будутъ большаго размѣра и притомъ будутъ идти въ большомъ количествѣ. Для защиты сливныхъ половъ отъ дѣйствія льда, устроиваются на нихъ *слизы*, т.-е. продольные брусья, возвышающіеся надъ поверхностію пола, верхнія ребра которыхъ покрыты полосовымъ желѣзомъ. Иногда подобные же слизы укрѣпляются на боковыхъ стѣнахъ устоевъ и быковъ, чтобы предохранить ихъ отъ тренія проходящаго сквозъ пролеты льда. Для раздробленія же льда на болѣе мелкія части, какъ уже мы знаемъ, устроиваются *ледорѣзы* на самыхъ середовыхъ быкахъ, или отдѣльно, передъ ними, на сваяхъ, какъ передъ мостовыми быками; или противъ быковъ, для предохраненія ихъ отъ льда, забиваются *кустовыя* сваи, т.-е. двѣ, три, четыре, пять, семь свай, забитыя плотно одна около другой, кучкой, и стянутыя всѣ вмѣстѣ, кругомъ, желѣзными обручами, для большаго сопротивленія движущемуся льду, который, ударяясь объ нихъ, разбивается на части и уже въ болѣе мелкихъ льдинахъ направляется въ пролеты водоспуска. При описаніи устройства водоспусковъ въ Гороблагодатскомъ горномъ округѣ мы подробно изложили, какъ устройство водянаго двора, такъ и другія устройства, служащія для защиты водоспуска отъ дѣйствія ледохода.

При незначительномъ ледоходѣ, чтобы 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 (рѣжи) круглыхъ свай въ прудѣ передъ водоспускомъ, въ разстояніи отъ 1½ 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 очевидно прочнѣе должна быть оборонная линія. Въ такомъ случаѣ сваи 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 обо-

ронной линіи, вмѣсто простыхъ круглыхъ свай, образуютъ оборонную линію изъ рядовъ кустовыхъ свай, усиливая рядъ, какъ числомъ свай въ кустѣ, такъ уменьшеніемъ разстоянія между кустами, или, наконецъ, увеличеніемъ числа рядовъ. Для большаго обезпеченія водоспуска иногда образуютъ въ прудѣ двѣ или три оборонныя линіи, на значительномъ разстояніи одна отъ другой, съ тою цѣлю, что если напоромъ льда проломить одну оборонную линію, то сопротивленіе ею оказанное все-таки уменьшитъ 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 пролеты. Пропускъ весенней воды, при задержаніи льда въ прудѣ, не представляетъ затрудненій, если пролетамъ данъ надлежащій размѣръ и если завѣдующій вододѣйствіемъ своевременно распорядится поднятіемъ соотвѣтственнаго 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 большомъ числѣ, чѣмъ въ дѣйствительности 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 подъемомъ 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 лѣсности, 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 дѣйствію 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 условий 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 сооруженія. Причемъ еще необходимо сообразоваться съ имѣющимся на лицо числомъ рабочихъ, качествомъ и количествомъ разнаго подручнаго матеріала. Но разъ рѣшившись при такихъ условіяхъ предпринять мѣры для исправленія начавшагося поврежденія, слѣдуетъ, какъ замѣчаетъ г. *Гаусманъ*, приступить къ дѣлу дружно, рѣшительно, безъ суеты и безъ увлеченія къ сохраненію второстепенныхъ частей постройки, отъ подмоя или обрушенія которыхъ не особенно можетъ пострадать прочность главныхъ частей.

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 за то 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 пльвущіе предметы и значительные куски льда, прорвавшіеся сквозь оборонныя линіи. Ударяясь о щитовыя стойки они ихъ сбиваютъ съ мѣста или повреждаютъ; будучи же задерживаемы постоянными щитовыми стойками, они громоздятся около щитовыхъ отверстій, задерживаютъ свободный проходъ воды и могутъ произвести болѣе важныя поврежденія. Въ разборчатыхъ же водоспускахъ, послѣ уборки частей, хотя постоянный надзоръ за ходомъ воды и полезенъ, но не столь необходимъ какъ при водоспускахъ съ постоянными щитовыми стойками.

Мы выше замѣтили, что промерзаніе засыпокъ подъ сливными полами часто ведетъ къ ихъ поврежденію. Г. *Гаусманъ*, между прочимъ указываетъ на слѣдующій случай изъ его практики.

При весеннемъ осмотрѣ водоспуска обнаружилось, что сливной полъ, настланный въ два ряда досокъ, прибитыхъ гвоздями къ лежнямъ ряжеваго основанія, весьма неблагонадеженъ. Середина пола выпучилась кверху и весь полъ представлялъ выпуклую поверхность; онъ еще болѣе вздувался или приподнимался, когда для опыта была пущена вода

изъ задняго только щита; лежни пола оказались столь ветхими, дряблыми, что гвозди въ нихъ не забирали, т.-е. не притягивали досокъ къ основанію. При такихъ обстоятельствахъ не трудно было предвидѣть, что при предстоящемъ весеннемъ выпускѣ воды полъ будетъ неминуемо снесенъ теченіемъ. Всплытіе же пола и унесеніе его теченіемъ, при началѣ весенняго выпуска воды, могло бы имѣть весьма дурныя послѣдствія, не только для водоспуска, но и для фабричныхъ строеній, расположенныхъ по сторонамъ и вдоль сливнаго пола. Поэтому требовалось безотлагательно изыскать временныя мѣры для удержанія пола на мѣстѣ, потому что по краткости и неопредѣленности времени, остававшагося до весенняго вскрытія водъ, нельзя было приступить къ основательной перестилкѣ пола, съ перемѣною ветхихъ лежней основанія.

При такихъ неблагоприятныхъ условіяхъ, намъ только оставалось, говорить г. *Гусманъ*, прижать половую настилку къ своему основанію постороннимъ временнымъ грузомъ; при этомъ самый грузъ не долженъ былъ препятствовать свободному теченію воды и не сдвигаться самъ съ мѣста отъ напора воды, вытекающей сквозь вполнѣ открытыя отверстія пролетовъ и быстро стекающей по наклонной плоскости пола. На основаніи такихъ соображеній, мы рѣшили, говорить г. *Гаусманъ*, нажать полъ къ лежнямъ, или къ основанію, насыпкою на него булыжнаго камня, въ количествѣ до 40 куб. саженой; для того же чтобы отдѣльные камни не были унесены быстрымъ теченіемъ, предложили насыпать его въ деревянные ящики, устроенные на сливномъ полу по продолженію двухъ каменныхъ быковъ водоспуска, такъ чтобы продолженными какъ бы быками водоспуска, полъ по ширинѣ своей, составлявшей 15 погонныхъ саженой, былъ раздѣленъ на три равныя части одинаковой ширины съ пролетами водоспуска.

Для устройства ящичковъ и прочнаго соединенія ихъ съ поломъ, г. *Гаусманъ* назначилъ употребить $1\frac{1}{2}$ саженные обрубки изъ бревенъ, толщиной отъ 4 до 5 вершковъ, и установить ихъ, какъ отдѣльныя стойки, на шипахъ вдоль сливнаго пола, по линіямъ лицевыхъ сторонъ быковъ, и на разстояніи стойку отъ стойки отъ $\frac{1}{2}$ до 1 сажени. По утвержденіи на мѣстахъ стоекъ каждой отдѣльной линіи, выровнявъ ихъ верхи и покрывъ продольною насадкой, врубили и связали каждыя два ряда стоекъ поперечными схватками, по которымъ можно было положить доски для удобнаго хода рабочимъ по верху ящика. Каждый рядъ стоекъ предположили обшить съ двухъ сторонъ дюймовыми досками; по имѣя въ виду неизбежную перестилку пола, послѣ прохода весенней воды, замѣнили дюймовыя доски другими, толщиной въ $2\frac{1}{2}$ и 3 дюйма, съ тѣмъ, чтобы послѣднія прибывались къ стойкамъ безъ всякой притески и пригонки, для того чтобы употребить ихъ вновь въ дѣло при предстоящей перестилкѣ стараго пола. Наконецъ, для удобнаго сообщенія съ берегами назначили устроить помость, т.-е. положить по два бревна съ cadaго берега на ближайшій ящикъ и по нимъ настлатъ доски. Но приступивъ къ выполненію назначенныхъ временныхъ работъ, мы замѣтили, говорить г. *Гаусманъ*, что установка стоекъ, т.-е. долбле-

ніе гнѣздъ зъ полу для шиповъ стоекъ, значительно замедляетъ работу, тѣмъ болѣе, что мы должны были уже открыть нѣсколько щитовъ, такъ какъ весенняя вода, хотя и слабо, но начала прибывать, причемъ истекающая струя мѣшала долбленію гнѣздъ. Замѣтивъ это, мы остановили говорить онь, эту работу и зарубаніе шиповъ на стойбахъ, и пользуясь, опытомъ прежнихъ лѣтъ, распорядились произвести установку стоекъ на сливномъ полу при помощи желѣзныхъ штырей, которые, говоритъ г. Гаусманъ, мы уже неоднократно употребляли при другихъ случаяхъ, для утвержденія стоекъ на деревянныхъ полахъ. Отъ замѣны шиповъ и гнѣздъ желѣзными штырями, самая установка стоекъ производилась легко и скоро, такъ что въ теченіе одного рабочаго дня, большая часть стоекъ была установлена, не смотря на то что по полу пускали воду изъ 3—4 открытыхъ щитовъ водоспуска. Остальныя работы, находясь внѣ воды, производились безостановочно и безъ всякихъ затрудненій. Булыжный камень, заготовленный зимнимъ путемъ для устройства шоссе сѣнной дороги, находился въ близкомъ отъ работъ разстояніи; его подвозили къ берегамъ, откуда рабочіе переносили камень на носилкахъ по готовымъ подмосткамъ и сыпали его непосредственно на сливной полъ въ готовые ящики, гдѣ струя до него не касалась и не могла его унести. Въ теченіе 3-хъ сутокъ, при усиленной и дружной работѣ, успѣли нагрузить полъ тяжестью по меньшей мѣрѣ въ 30,000 пудовъ, причемъ во время работъ ничто не препятствовало постоянному спуску прибывавшей весенней воды, притокъ которой постоянно усиливался и дошелъ до наибольшаго своего предѣла уже въ то время, когда полъ окончательно былъ нагруженъ и обезпеченъ отъ подъема и унесенія теченіемъ.

Здѣсь мы признали еще необходимымъ, говоритъ г. Гаусманъ, сдѣлать обшивку стоекъ досками съ двухъ сторонъ, для того чтобы камни, находясь внутри ящиковъ, не отжимали бы и не отрывали доски наружной обшивки, которая, въ свою очередь, должна была предохранять каждую отдѣльную стойку отъ постоянныхъ толчковъ и ударовъ струи, истекавшей съ большой скоростью изъ открытыхъ пролетовъ водоспуска. Сдѣланная временная нагрузка пола вполне удовлетворила требованію; она не только удержала на мѣстѣ слабо прибитый полъ водоспуска, но даже осадила внизу среднюю, наиболѣе выпучившуюся, часть его. Весенняя вода прошла благополучно, не причинивъ никакихъ мѣстныхъ поврежденій, не смотря на то что въ этомъ году было весьма дружное вскрытіе водъ. По минованіи надобности въ нагрузкѣ, камень опять былъ отвезенъ и употребленъ по назначенію, т.-е. на шоссе сѣнную дорогу, доски же, снятыя съ обшивки ящиковъ, были употреблены съ пользою на замѣну старыхъ негодныхъ досокъ, при общей передѣлкѣ сливнаго пола, такъ что устройство сдѣланной нагрузки обошлось весьма недорого.

85. Лѣтніе паводки и главныя причины прорывовъ и разрушеній въ плотинахъ. — Мы уже выше говорили, что хотя вообще у насъ весенніе разливы рѣкъ бываютъ самыя большіе, но

однако случаются лѣтніе паводки, въ особенности вслѣдствіе грозovýchъ 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 большой постепенностію, кромѣ исключительныхъ и весьма рѣдкихъ случаевъ, какъ напр. въ 1879 году въ Смоленской губерніи. Лѣтніе же продолжаются однѣ или двое сутокъ и въ это короткое время приносятъ иногда громадное количество воды. Напримѣръ, при разливѣ р. Луары 17 и 18 октября 1846 г., какъ мы видѣли, грозовой дождь, продолжавшійся 2½ сутокъ, далъ въ это время слой воды около 6 дюймовъ высотой. Дождь 25 іюня 1862 г. надъ всѣмъ Ураломъ, по наблюденіямъ въ Златоустовской обсерваторіи, далъ въ сутки слой воды высотой въ 3 дюйма, тогда какъ тамъ въ круглый годъ выпадаетъ воды 16 дюймовъ. Если примемъ отношеніе дождя къ снѣгу, растаянному въ воду, какъ 3 : 1 (см. ст. 5 и прил. X) и такъ какъ, напр. въ Петербургѣ, годовой слой всѣхъ атмосферныхъ осадковъ составляетъ около 18 дюймовъ, то слой снѣга, выпавшаго за всю зиму и растаяннаго въ воду, составитъ только 4½ дюйма. При томъ же отношеніи дождя къ снѣгу, въ Златоустѣ, все количество выпавшаго снѣга, растаяннаго въ воду составило бы слой только въ 4 дюйма. Между тѣмъ (см. прил. X) въ 1860 г. отношеніе дождя къ снѣгу въ С.-Петербурѣ было, какъ 2,7 : 1; въ Екатеринбургѣ, какъ 8,1 : 1; въ Барнаулѣ, какъ 4,5 : 1; въ Нерчинскѣ, какъ 5,63 : 1. А потому изъ этихъ чиселъ можно заключить, что иногда (хотя, правда, весьма рѣдко), грозовой лѣтній ливень можетъ дать въ какія нибудь двое сутокъ слой воды, равный и даже превышающій тотъ, который произошелъ бы, въ то же время, отъ всего растаяннаго снѣга, выпавшаго въ теченіе всей зимы.

Но таяніе снѣга весною никогда не бываетъ вдругъ, а идетъ постепенно и продолжается, сравнительно, довольно долго; а это производить 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 или 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 каждагодно, къ нимъ готовятся, принимаютъ разныя предохранительныя мѣры; лѣтніе же чрезвычайные разливы наступаютъ быстро и неожиданно.

„Зимы въ полосѣ Уральскихъ заводовъ бываютъ большею частію обильны снѣгомъ, говоритъ г. Рожковъ; тамъ зима продолжается ровно 6 мѣсяцевъ, съ октября по апрѣль. Снѣгъ начинаетъ сходить въ концѣ марта, а рѣки разливаются въ апрѣлѣ. Толщина снѣжнаго слоя бываетъ въ 1½ и 2 аршина (т.-е. въ видѣ снѣга нерастаяннаго въ воду), а въ

долинахъ между горъ—въ 3 аршина и даже болѣе. Разумѣется, скопленіе воды въ такихъ огромныхъ массахъ снѣга въ состояніи причинить разливъ водъ, превосходящій всякое понятіе, въ сравненіи съ меженнымъ или нормальнымъ теченіемъ рѣкъ. И дѣйствительно вешнія водополи бывають часто весьма огромныя; но онѣ мало опасны для заводовъ, и примѣры разрушенія послѣднихъ весною составляютъ большую рѣдкость; а такого примѣра разрушеній весною, какой случился лѣтомъ нынѣшняго (1862) года, не бывало вовсе съ самаго основанія заводовъ. Лѣтнія же водополи, происходя единственно отъ дождей, зависятъ отъ силы и продолжительности ихъ, и вообще можно сказать, что онѣ слабѣе первыхъ, но тѣмъ не менѣе гораздо опаснѣе ихъ. Вся разность между вешними и лѣтними водополями сводится къ тому, что такъ какъ таяніе снѣга идетъ вообще довольно медленно, поэтому и вода въ рѣкахъ прибываетъ не вдругъ и не быстро, а равномерно, полноводіе продолжается дней 7, а иногда и того болѣе; между тѣмъ какъ лѣтомъ водополь продолжается однѣ и много двое сутокъ, рѣдко болѣе. Вотъ какая связь и отношеніе, говоритъ г. *Рожковъ*, имѣють мѣсто между лѣтнимъ и вешнимъ разливомъ водъ. Въ этомъ же самомъ смыслѣ должно понимать и водополь, случившюся нынѣшнимъ лѣтомъ (26 іюня 1862 г.): сильный проливной дождь шелъ безъ перерыва сутки; черезъ 12 часовъ отъ начала его рѣки уже подняли свой уровень до размѣра, незамѣченнаго въ другіе подобныя сему случаи. Черезъ 48 часовъ, а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и того менѣе, вода вошла въ межень. Можно понять, что если всю массу воды, прошедшую въ 1½ сутки, протянуть на 4 и болѣе дня, само собой разумѣется что дѣйствіе водополи сей не вышло бы изъ предѣловъ обыкновенныхъ. Справедливость требуетъ прибавить къ тому, говоритъ онъ, что вешній разливъ, какъ явленіе бывающее каждый годъ, всегда ожидается; поэтому мѣры къ минованію опасности подготавливаются заранѣе, а лѣтніе разливы посѣщаютъ неожиданно и быстро. слѣдственно застають заводы не всегда готовыми; притомъ лѣтомъ неохотно выпускають воду изъ пруда, по той причинѣ, что если изъ предосторожности выпустить ее, то можетъ случиться, что прибыль не вознаградитъ убыль, и для дѣйствія завода мало останется воды“.

Наводненіе, случившееся почти повсемѣстно на Уралѣ въ лѣтній *Петровскій наводокъ* 26 іюня 1862 г., вслѣдствіе сильныхъ дождей, было дѣйствительно замѣчательно, какъ по рѣдкости и силѣ подобнаго явленія, такъ и по тѣмъ послѣдствіямъ, которое оно повлекло за собою въ большей части Уральскихъ горныхъ заводовъ. Мы въ подробности изложимъ тѣ разрушенія, которыя произвело это наводненіе, пользуясь двумя статьями по этому предмету г. *Рожкова*, напечатанными въ Горномъ журналѣ. Это изложеніе укажетъ намъ на тѣ главныя причины, отъ которыхъ подвергаются прорывамъ и разрушеніямъ гидротехническія сооруженія, а слѣдовательно укажетъ и на средства и способы для возможнаго ихъ устраненія.

Водополь 26 іюня 1862 г. обняла собою Оренбургскій край и по протяженію Уральского хребта почти всю Пермскую губернію, такъ что

она заняла огромный районъ болѣе 750 верстъ въ длину, по протяженію Урала и отъ 150 до 300 верстъ въ ширину, по обѣ его стороны. Главныя разрушенія были произведены на заводахъ по системамъ рѣкъ: Юрезани и ея притоковъ въ Оренбургскомъ краѣ и по Чусовой и ея притокамъ въ Пермской губерніи. Изъ сообщенныхъ мнѣ главнымъ управленіемъ всѣхъ Уральскихъ заводовъ свѣдѣній о размѣрѣ водополи и о дѣйстви ея на нѣкоторыхъ горныхъ заводахъ, я могъ заключить, говорить г. Рожковъ, что разливъ водъ по системѣ Чусовой былъ не только не менѣе, но даже сильнѣе чѣмъ въ Оренбургскомъ краѣ.

На Чусовой дождь начался ровно 12 часами позднѣе, чѣмъ въ Оренбургскомъ краѣ, и полоса его шла отъ юго-востока на сѣверо-западъ. Сильнѣйшій ливень по системѣ Чусовой продолжался ровно 12 часовъ. Чусовая подняла уровень свой до высоты, не замѣченной до тѣхъ поръ во время самыхъ сильныхъ весеннихъ разливовъ, происходящихъ отъ дружнаго таянія снѣга и почвы. За день до водополи, Чусовая стояла на 7 вершковъ выше своего меженнаго, или нормальнаго состоянія. Обыкновенно на ней весенняя водополь кончается въ послѣднихъ числахъ апрѣля, и караванъ съ тяжестью отправляется по ней 23 апрѣля. Послѣ того, въ маѣ, Чусовая входитъ въ межень. Слѣдовательно 1862 годъ, еще и по весенней водѣ составлялъ исключеніе изъ обыкновеннаго хода. Въ 7½ часовъ вечера, 25 іюня, начался сильнѣйшій ливень; онъ шелъ всю ночь и пересталъ утромъ на другой день. Подчиненныя Чусовой запруженныя рѣки, впадающія въ нее съ обѣихъ сторонъ и имѣющія почти всѣ характеръ горныхъ крутыхъ потоковъ, быстро наполнились, и уже въ полночь на 26 число началось на нихъ разрушеніе плотинъ. Разливъ на Чусовой, какъ и надобно было ожидать, появился позднѣе, къ полудню 26 іюня. Общій характеръ водополи на рѣчкахъ по системѣ Чусовой состоялъ въ томъ, что прибыль воды въ нихъ шла весьма быстро, *валою отъ 1 до 3 аршинъ высотой*, и продолжалась 12 часовъ; только на нѣкоторыхъ заводахъ разливъ былъ продолжительнѣе этого времени. Эти побочныя рѣчки, при небольшой длинѣ, имѣютъ весьма крутой, натуральный уклонъ русла; зимою онѣ промерзаютъ до дна, а весною страшно разыгрываются. О быстромъ теченіи ихъ можно имѣть понятіе изъ того, что во время водополи 26 іюня онѣ нанесли въ устья свои цѣлыя массы наносовъ, которые были выброшены силою теченія въ Чусовую и стали поперекъ ея тальвега. И опустошенія произведенныя на заводахъ по системѣ Чусовой оказались въ страшномъ размѣрѣ. Нѣсколько плотинъ здѣсь снесло совсѣмъ до основанія. О прибыли же воды на Чусовой можно судить изъ слѣдующаго наблюденія, сдѣланнаго надъ нею на высотѣ Шайтанскаго завода, т.-е. почти въ самомъ ея верховьи:

24 и 25 чиселъ уровень ея, выше межени, стоялъ на	7	верш.
26 числа утромъ	2	арш. 12 "
— въ полдень	4	" 14 "
— вечеромъ	5	" 7 "
27 утромъ	5	" 14 "

27	въ полдень и до 4 часовъ по полудни.	6	арш.	2	верш.
—	вечеромъ	4	”	5	”
28	утромъ	3	”	8	”
—	въ полдень	3	”	3	”
—	вечеромъ	2	”	14	”
29	утромъ	2	”	3	”
30	утромъ	1	”	4	”

Въ Утгинскомъ заводѣ, Товарищества Суксунскихъ заводовъ, уровень Чусовой выше межени доходилъ до 6 аршинъ 12 вершковъ.

Теперь приведемъ, заимствуя у г. Рожкова, тѣ прорывы и разрушенія, которые разливъ 26-го іюня 1862 г. произвелъ въ нѣкоторыхъ заводахъ, устроенныхъ на системахъ рѣкъ Юрезани и Чусовой съ ихъ притоками. Описание этихъ разрушеній во многихъ отношеніяхъ весьма поучительно. Начнемъ съ Юрезанской системы.

1) *Катавъ-Ивановскій заводъ* (бнзя Бѣлосельскаго-Бѣлозерскаго) на р. Катавъ, притокъ р. Юрезани.

Длина заводской плотины 160 саж.; ширина ея въ верхнемъ гребнѣ 15, а въ подошвѣ 18 саж. Въ земляной насыпи сдѣланы три прорѣза: два рабочихъ (для кричнаго и доменнаго дѣйствія) и одинъ весенній, для выпуска полой воды, послѣдній въ два пролета, раздѣленные быкомъ. Ширина обомхъ пролетовъ въ свѣту $7\frac{1}{3}$ саж., глубина ихъ до мертваго порога $7\frac{1}{2}$ арш. Ширина кричнаго рабочаго прорѣза 4 арш., глубина его $5\frac{1}{2}$ арш., ширина доменнаго прорѣза 2 арш., глубина его 5 арш. Порогъ въ вешнякахъ заложенъ ниже гребня плотины на 9 аршинъ и выше два русла на $4\frac{1}{4}$ арш. Глубина рѣки въ межени $1\frac{1}{2}$ аршина.

Прибыль воды въ заводскомъ прудѣ стала показываться въ 5 часовъ утра 25-го іюня, и такъ какъ въ то же время начался сильный и непрерывный дождь, то были подняты всѣ 10 верхнихъ щитовъ вешняка; до наводненія, воды стояло въ прудѣ 6 арш. 15 верш. (считая отъ порога вешняка). Вслѣдствіе поднятія щитовъ, вода въ прудѣ не только не прибывала, но даже убывала, хотя и немного, такъ что черезъ день, т.-е. къ 5 ч. веч. 25-го іюня, уровень въ прудѣ упалъ на 6 вершк.; въ 5 ч. веч. вода снова пошла на прибыль, что заставило поднять 10 среднихъ щитовъ; *операція подъема ихъ продолжалась съ 5 до 9 ч. вечера, т.-е. 4 часа.* Съ этой поры до 12 ч. по-полуночи (на 26 іюня) вода, постепенно убывая въ прудѣ, остановилась на $5\frac{1}{2}$ аршинахъ надъ порогомъ. Послѣ полуночи, замѣтивъ снова прибыль воды въ прудѣ, рѣшили поднять остальные 10 коренныхъ (нижнихъ) щитовъ. *Операція ихъ подъема продолжалась ровно 7 часовъ* (отъ половины втораго часа ночи до $8\frac{1}{2}$ час. утра). Но уже съ полуночи вода шла постоянно на прибыль и къ 9-ти часамъ утра стояла на $7\frac{1}{2}$ аршинахъ надъ порогомъ. Послѣ такого явленія заводууправленію ничего не оставалось дѣлать, какъ пустить воду на всѣ колеса сквозь рабочіе прорѣзы и вытянуть всѣ щиты совсѣмъ изъ своихъ рамъ, открывъ такимъ образомъ полное стекло въ вешнякѣ. Но и этихъ усиленныхъ мѣръ къ вы-

пуску прибылой воды оказалось недостаточно: вода, упавъ въ своемъ уровнѣ на $\frac{1}{2}$ аршина на короткое время, снова начала подниматься и въ 2 часа по-полудни (26 іюня) пошла черезъ гребень плотины валомъ до $\frac{1}{2}$ аршина глубиною; въ 7 ч. вечера валь этотъ былъ глубиною уже въ 1 аршинъ. Начиная съ 2 часовъ до 7 вечера, валь отмылъ низовую каменную стѣну, служившую одеждою для земляной насыпи, а въ 7 часовъ вечера вода, размывъ тѣло плотины, образовала промоину по старому руслу рѣки, шириною внизу въ 38 саженой, а вверху въ 45 саженой. Бросившись черезъ это новое и огромное отверстіе, вода залила всю заводскую площадь и часть обывательскихъ домовъ, лежащихъ въ долинѣ рѣки; но такое теченіе продолжалось уже недолго; всего около $1\frac{1}{2}$ часовъ, такъ что съ $8\frac{1}{2}$ часовъ вечера 26 іюня она быстро стала упадать и къ ночи вошла очень близко къ меженному стоянію.

Во время наибольшаго подъема воды, оторвало сливной мостъ и снесло зданіе льсопильной мельницы.

Г. Рожковъ, между прочимъ, замѣчаетъ, что водоспускъ на этомъ заводѣ вѣроятно служить съ самаго основанія завода и его фундаментальное укрѣпленіе, какъ можно судить изъ чертежа, сдѣлано по весьма прочному и удачному образцу. Въмѣсто деревянныхъ ряжей (свинокъ) въ верховой половинѣ водоспуска, обыкновенно употребляемыхъ на Уральскихъ заводахъ, выложены каменные стѣны на цементѣ, и вообще все сооруженіе этого вешняка сдѣлано, по его мнѣнію, какъ видно мастеромъ знавшимъ свое дѣло.

2) Усть-Катавскій заводъ (того же владѣльца), лежитъ на 25 верстѣ ниже предыдущаго, на той же рѣкѣ, при самомъ впаденіи ея въ р. Юрезань. Длина заводской плотины 220 саж.; ширина ея вверху 13 саж., въ подошвѣ 16 саж., въ ней 2 рабочихъ прорѣза (кричный и пильный) и одинъ вешнякъ о двухъ пролетахъ. Ширина отверстія (стекла) обоихъ пролетовъ 36 аршинъ; но изъ этого числа одно стекло, въ $2\frac{1}{4}$ аршина шириною, снабжаетъ рабочей водою токарные станки, для чего къ нему приставлена водопроводная труба; вслѣдствіе чего дѣйствительная ширина обоихъ пролетовъ составляетъ только $34\frac{3}{4}$ арш.; число стеколъ 15, за исключеніемъ одного занятаго водопроводной трубой. Уровень воды пруда надъ порогомъ 7 арш.; порогъ выше уровня низовой воды на $1\frac{1}{2}$ арш. Расходъ воды въ запруженной рѣкѣ, по измѣренію г. Рожкова, оказался въ 220 куб. фут. въ секунду, въ меженномъ ея состояніи.

Въ разстояніи $\frac{1}{2}$ версты, ниже плотины, р. Катавъ впадаетъ въ Юрезань. Такъ какъ этотъ заводъ, отстоящій отъ Катавъ-Ивановскаго на 25 верстѣ по сухому пути, лежитъ, по теченію рѣки, ниже этого послѣдняго почти на 40 верстѣ, то прибыль воды въ нижнемъ заводѣ показала лишь утромъ 26-го іюня; но уже до этого времени р. Юрезань подпрудила Усть-Катавскій заводъ до того, что въ 10 час. утра 26-го іюня, воды стояло на заводской площади $4\frac{1}{2}$ арш. глубины, вслѣдствіе чего вода не только зтопила всю заводскую площадь, но и

дала подпоръ на 3 аршина надъ порогомъ. Хотя прибыль воды въ заводскомъ прудѣ въ 10 ч. утра показалаcь весьма слабая, но заводоуправленіе, извѣщенное съ верхняго завода объ угрожающей опасности, распорядилось немедленно поднять щиты и открыть всѣ 15 стеколъ прорѣза. Вслѣдствіе такой мѣры, уровень пруда сравнялся съ уровнемъ подпрудной воды Юрезани, т.-е. сталъ на высотѣ 3 арш. надъ порогомъ и въ такомъ положеніи стоялъ до 4 час. по-полудни.

Съ этого времени показалаcь въ прудѣ сильная прибыль: вода прибывала по 6 вершковъ въ часъ и къ часу по-полуночи пошла уже черезъ плотину. Самая наибольшая высота разлива оказалась въ 3 ч. утра (27-го) и съ этого времени началось разрушеніе земляной насыпи плотины, чему очень много способствовала каменная одежда на обѣихъ откосахъ, замѣчаетъ г. Рожковъ. Въ это же время вода прибила къ вешняку 13 домовъ, снесенныхъ водою изъ деревни Орловки. Промоина шириною въ 25 саж. образовалась въ $\frac{1}{2}$ часа времени. Наводненіе продолжалось до 11 час. утра 27-го іюня; съ этого времени вода стала быстро упадать, но подпруда отъ Юрезани продолжалась до слѣдующаго дня.

Къ числу причинъ разрушеній на этомъ заводѣ, кромѣ каменной одежды, г. Рожковъ относитъ: подпруду Юрезани, засореніе одной половины вешняка принесенными домами, лѣсомъ и хворостомъ, и наконецъ дурное состояніе и устройство самыхъ сооруженій, такъ какъ бока вешняковъ и стойки почти всѣ перекосились, а каменная одежда выведена была хуже, чѣмъ на верхнемъ заводѣ, о которой скажемъ впоследствии.

3) *Симскій заводъ* (Балашевыхъ). Рѣка *Симъ* беретъ начало свое около 50 верстъ выше завода; по причинѣ значительнаго уклона русла, теченіе ея до завода весьма быстрое. Заводскій прудъ вмѣстимостію очень малъ, заключенъ между горами и часто бываетъ подверженъ, даже во время умѣренныхъ дождей, разливу. Плотина длиннѣе версты и идетъ по ломанной линіи. На всей длинѣ ея построено 3 рабочихъ прорѣза, изъ которыхъ первый снабжаетъ водою кричное и прокатное дѣйствія, второй для двухъ кричныхъ мѣховъ и третій для двухъ доменныхъ мѣховъ. Ширина перваго прорѣза 2 арш. 2 вершк., а другихъ двухъ и того менѣе. Вешнякъ о двухъ пролетахъ, по 5 стеколъ въ каждомъ; ширина полнаго отверстія $21\frac{1}{4}$ арш.; въ одномъ изъ пролетовъ есть 11-е стекло для пыльной водопроводной трубы. Полный напоръ воды надъ порогомъ 7 арш., а подъ порогомъ, до уровня низовой воды, $5\frac{1}{4}$ арш. По измѣренію г. Рожкова (16 сентября 1862 г.) расходъ запруженной рѣвки, на высотѣ Симскаго завода, составлялъ 155 куб. фут. въ секунду.

Ночью съ 24 на 25 число іюня шелъ довольно ровный, но непрерывный дождь, а съ утра 25 пошелъ ливень, который продолжался безъ перерыва цѣлыя сутки. Вода въ прудѣ показалаcь на прибыли вечеромъ 25-го часовъ въ 8. По этому указанію подняты были всѣ верхніе 10 щитовъ и два коренныхъ. До начала прибыли вода стояла въ прудѣ на $3\frac{1}{2}$

арш. надъ порогомъ; къ 12 часамъ ночи, на 26 число, прибыло ея 1 арш.; къ 2¹/₂ часамъ по-полуночи прибыло столько же и это обстоятельство заставило поднять коренные щиты; операція подъема продолжалась до 11 часовъ утра 26 іюня, значить 9 часовъ, и при всемъ томъ успѣли поднять только 6 мертвыхъ ставней (самыхъ нижнихъ щитовъ). Отъ этой мѣры вода не только остановилась прибывать, но даже весьма замѣтно спала; но къ сожалѣнію убыль эта продолжалась не долго: въ 12¹/₂ часовъ дня принуждены были поднять два послѣдніе коренные щита, но какъ и этого оказалось недостаточно, то пустили воду на всѣ 20 колесъ и у ларя сняли верхнія доски. Въ 5 часовъ вечера, 26-го іюня, воды стояло надъ порогомъ 5 арш. 10 верш., а въ 7 часовъ она достигла краснаго бруса и стала переливаться черезъ плотину *у зданія лѣсопильной мельницы*. Въ 12 ч. ночи вода уже успѣла образовать въ земляной насыпи плотины промоину, чему очень много помогло то обстоятельство, что зданіе лѣсопильной мельницы было примкнута съ низовой сторонѣ къ тѣлу плотины и даже входило въ него. Около 5 часовъ утра 26-го, это зданіе было разрушено до основанія и снесено, и въ то же время промоина достигла въ глубину до русла рѣки; вода пробивъ это отверстіе, быстро уходила изъ пруда и къ 9 часамъ утра стала замѣтно упадать; къ полудню она опустилась почти до межени.

4) *Миньярскій заводъ*, на той же рѣкѣ, избѣжалъ разрушенія, по мнѣнію г. *Рожкова*, отчасти вслѣдствіе скорыхъ и рѣшительныхъ мѣръ принятыхъ заводоуправленіемъ, но болѣе *вслѣдствіе природныхъ мѣстныхъ условій* ¹⁾. И хотя выпускное отверстіе здѣсь вдвое болѣе, чѣмъ въ Симскомъ заводѣ, т.-е. въ 42¹/₂ арш. шириною, но за то и расходъ рѣки въ Миньярскомъ заводѣ, лежащемъ ниже по теченію чѣмъ Симскій, отъ впаденія побочныхъ рѣкъ въ главную, гораздо болѣе; г. *Рожковъ* полагаетъ этотъ расходъ здѣсь около 300 куб. фут., т.-е. вдвое же противъ Симскаго завода.

5) *Юрезанскій заводъ* (г. Сухозанета). Этотъ заводъ болѣе всѣхъ прочихъ пострадалъ отъ водополи, несмотря на то, что плотинныя устройства въ немъ были лучше, чѣмъ на всѣхъ другихъ частныхъ заводахъ. Длина плотины въ 170 саж., ширина въ гребнѣ 12 саж. и въ подошвѣ 18 саж. Въ плотинѣ сдѣланы три вешняка и одинъ рабочій прорѣзъ. Полный напоръ воды за этой плотиною (т.-е. разность уровней верховой и низовой воды) 9³/₄ арш., причемъ надъ порогомъ въ рабочемъ прорѣзѣ стоитъ 6 арш. и подъ порогомъ 3³/₄ арш. Въ вешнякахъ порогъ заложенъ ниже на 1³/₄ арш.* Ширина стекла во всѣхъ трехъ вешнякахъ простирается до 88 аршинъ.

Рѣка Юрезанъ беретъ свое начало изъ хребта горъ, извѣстнаго подъ именемъ Яманъ-Тау, отъ завода по прямой дорогѣ въ 40 верстахъ, а по теченію рѣки около 110 верстъ. На этомъ протяженіи Юрезанъ принимаетъ въ себя 24 побочныхъ рѣчки, изъ которыхъ 4 должны быть отнесены къ разряду горныхъ потоковъ, страшно разыг-

1) О чемъ будетъ сказано ниже.

рывающихся весною от таянія снѣговъ и лѣтомъ отъ проливныхъ дождей. Этотъ же кряжъ горъ даетъ начало рѣкамъ Аю, Бѣлой и Катаву; озеро Зюраткуль, дающее начало рѣкѣ Саткѣ, также лежитъ близъ этого кряжа. Рѣка Юрезань быстрѣе Чусовой; скорость ея теченія простирается мѣстами до 27 верстѣ въ часъ; самая слабая въ плёсахъ, отъ 3 до 4 верстѣ въ часъ, а среднюю можно принять отъ 10 до 12 верстѣ въ часъ, при меженномъ стояніи въ ней воды. Весною сплавляется по Юрезани караванъ, для чего конечно пользуются весенними разливами, а когда ихъ не бываетъ, то выпускаютъ часть воды изъ пруда.

Расходъ на межени, по измѣренію въ сентябрѣ 1862 г., найденъ въ 693 куб. фут. въ секунду.

Плотина въ Юрезанскомъ заводѣ построена первоначально въ 1760 г. Несчастія отъ разлива водъ случились: въ 1814 г. размыло лѣвую часть плотины на протяженіи 40 саженой; въ 1849 г. размыло правый берегъ на протяженіи 100 саженой. Въ 1840 г. были исправлены два вешняка, а третій перестроенъ въ 1857 году. Сооруженіе послѣдняго исполнено на совершенно другихъ началахъ, чѣмъ всѣ прежнія постройки, не только въ Юрезанскомъ, но и на всѣхъ прочихъ заводахъ Уральской области ¹⁾. Вообще надобно сказать, говорить г. Рожковъ, что гидравлическія постройки въ Юрезанскомъ заводѣ стоятъ гораздо выше, чѣмъ на другихъ частныхъ заводахъ и Юрезанскіе строители отлично понимаютъ свое дѣло. При томъ на такой рѣкѣ какъ Юрезань, владѣлецъ завода конечно долженъ былъ позаботиться обезпечить эту важную часть заводскихъ построекъ.

24 іюня воды стояло на рабочемъ прорѣзѣ 5 арш. 11 вершковъ; щиты не были подняты; 25 числа утромъ—5 арш. 9 вершковъ. Въ этотъ день заводъ находился въ дѣйствиіи и сверхъ того были подняты 4 верхнихъ щита. Вечеромъ того же дня воды стояло 5 арш. 6 вершковъ и было поднято 8 верхнихъ и 1 коренной щитъ. Во весь день шелъ сильный, непрерывный дождь, но по причинѣ умѣренности притока воды, къ вечеру подняты были только 12 щитовъ. Около 9 часовъ вечера замѣчена довольно быстрая прибывъ: въ 20 минутъ уровень въ прудѣ поднялся на $\frac{1}{2}$ аршина; въ предупрежденіе опасности подняты всѣ 44 верхнихъ щита; *операція подгѣма продолжалась до 3-хъ часовъ по-полуночи на 26 іюня*; воды стояло $6\frac{1}{2}$ аршинъ и такъ продолжалась до 5 часовъ утра. Но съ этого времени вода пошла на прибывъ и такъ быстро, что къ 8 час. утра она стала переливаться черезъ гребень плотины, *по ложбинѣ проложенной въ ономъ по направленію къ лесопильной мельницѣ; глубина ложбины $1\frac{1}{4}$ аршина*. Въ 12 часовъ дня, 26 іюня, вода полилась черезъ плотину во всю длину ея и въ то же время началось разрушеніе двухъ смежныхъ между собою вешняковъ (которые были перестроены въ 1840 г.) и къ 3 часамъ по-

¹⁾ Къ сожалѣнію г. Рожковъ не указываетъ въ чемъ именно замѣнились эти другія начала.

полудни отъ нихъ почти ничего не осталось: мертвая свинка, понурный мостъ съ главнымъ шпунтовымъ рядомъ, боковыя свинки, все было подмыто, вынута съ своихъ мѣстъ и отброшено въ сторону. Между 2 и 3 часами дня вода промыла также правый берегъ на 20 сажений длины до дна рѣки и образовала въ этомъ мѣстѣ новое русло, по которому теперь (1862 г.) течетъ Юрезань.

Къ вечеру 26 іюня хотя уровень въ прудѣ упалъ, но теченіе разлива продолжалось все еще въ большомъ размѣрѣ и на другой день. Заводская площадь была затоплена на высоту $4\frac{1}{2}$ аршина. Хотя ширина отверстія во всѣхъ 3 водоспускахъ, какъ сказали выше, простирается до 88 аршинъ, но послѣ разрушенія двухъ вешняковъ съ ихъ боковыми устоями вода бѣжала промоиной въ 165 аршинъ шириной.

Изъ другихъ заводовъ Оренбургскаго края, сколько мнѣ извѣстно, говорить г. *Рожковъ*, пострадали заводы Кагинскій, Узьинскій и Минскій.

Изъ заводовъ Пермской губерніи пострадали: Кыновскій (графовъ Строгановыхъ); Бисертскій (Демидова); Верхне-Саранскій, Нижне-Саранскій, Иргинскій и Курашинскій (Кнауфа); Утинскій (товарищества Суксунскихъ заводовъ) и множество лѣсопильныхъ мельницъ по системѣ р. Чусовой.

6) *Кусинскій заводъ на р. Кусѣ*. 25-го іюня заводъ находился въ полномъ ходу и воды стояло на порогѣ $7\frac{3}{4}$ арш. (полный напоръ 9 арш.). Ходъ разлива былъ подобный, какъ и на предыдущихъ заводахъ; 26-го іюня, около полудня, *вода уже лилась черезъ плотину слоемъ въ $1\frac{1}{4}$ аршина глубиною* и этотъ предѣлъ разлива былъ наибольшій. Въ это же время и началось разрушеніе: вода оторвала сперва сливной мостъ, вслѣдъ затѣмъ *снесла зданія лѣсопильной и мукомольной мельницъ*, потомъ стала размывать самый вешнякъ — онъ снесенъ весь съ основаніемъ; на его мѣстѣ образовалась промоина, шириною въ 23 сажени, вслѣдствіе чего черезъ $\frac{1}{2}$ часа вода упала и въ половинѣ втораго часа по-полудни остановилась на 5 арш. высоты.

Вешнякъ на Кусинскомъ заводѣ, говорить г. *Рожковъ*, построенъ вновь въ 1836 году; ширина его въ стеклѣ простиралась до 4 саж. Судя по этому размѣру, онъ долженъ быть отнесенъ къ числу самыхъ малыхъ; притомъ онъ былъ построенъ весьма небрежно и при осмотрѣ весной (1862 г.) оказалось, что вода сильно струилась черезъ главную шпунтовую линію и чрезъ мертвую свинку подъ флюдбетомъ. И потому хотя всѣ мѣры для устраненія опасности были здѣсь приняты своевременно, но по малой ширинѣ отверстія водоспуска и дурному его состоянію, разрушеніе было неизбежно.

Расходъ воды въ рѣкѣ Кусѣ на межени найденъ въ 120 куб. фут. въ секунду. По вычисленіямъ г. *Рожкова* оказывается, что водополь 26 іюня дала воды въ 200 разъ болѣе меженнаго расхода р. Кусы; что вешнякъ могъ пропустить только $\frac{1}{3}$ всей этой массы воды, и что для пропуска наибольшаго разлива, по его мнѣнію, совершенно достаточно было бы, если бы вешнякъ имѣлъ вдвое большій размѣръ въ стеклѣ.

7) *Саткинской заводъ*. По ветхости прорѣзовъ, весеняго и рабочаго, предполагалось перестроить ихъ вновь, къ чему и было приступлено. Но дню водополи уже успѣли разобрать большую часть прорѣза, прудъ былъ опорожненъ весь и воды стояло на порогѣ только 8 вершковъ.

Водополь на этомъ заводѣ началась въ 7 ч. вечера 25 іюня, а къ 10 ч. утра слѣдующаго дня столбъ воды надъ порогомъ стоялъ уже въ 9 аршинъ. Въ это время перемычка, ограждавшая начатія работы въ прорѣзѣ была подмыта и опрокинута; вода бросилась въ это новое отверстіе съ такою стремительностію и силою и въ такой большой массѣ, что снесла въ самое короткое время всѣ подземныя части прорѣза, еще не разбросанныя, образовавши промону въ 25 сажень шириною, оторвала часть заводскаго ларя, разрушила стѣну передѣльной фабрики и залила не только всю заводскую площадь, но и прилегающія къ ней улицы, снесла нѣсколько обывательскихъ домовъ, а съ ними 17 человѣкъ жителей, которые всѣ погибли.

Теченіе воды въ такомъ размѣрѣ продолжалось не болѣе 2¹/₂ часовъ, по прошествіи которыхъ вода стала столь же быстро упадать, какъ быстро и внезапно прибывала, и на другое утро уже вошла въ межень. Щиты вешняга удалось поднять только до половины и это обстоятельство конечно послужило къ усилению бѣдствія. Расходъ р. Сатки на межени составляетъ 220 куб. фут., а въ Кусѣ только 120 куб. фут. въ секунду; выпускное отверстіе въ первомъ, т.-е. Саткинскомъ заводѣ, 17¹/₂ арш. ширины, а въ Кусинскомъ 12 арш., поэтому изъ сравненія только этихъ данныхъ можно убѣдиться, говорить г. *Рожковъ*, что и Саткинской заводъ не могъ бы избѣжать опустошеній, если бы въ немъ былъ открытъ и весь вешнягъ, такъ какъ онъ не могъ бы пропустить всей массы воды разлива 26-го іюня, если бы онъ и не былъ захваченъ водополію въ моментъ перестройки вешняговъ.

Изъ приведенныхъ примѣровъ разрушеній отъ лѣтняго разлива, мы можемъ вывести нѣсколько весьма важныхъ заключеній. Въ изложеніи разрушеній мы нарочно подчеркнули нѣкоторыя мѣста, изъ которыхъ видно: 1) вода половодья не умѣщалась въ отверстіяхъ водоспуска и вездѣ шла черезъ гребень плотины, слѣдовательно ширина отверстій была недостаточна; 2) разрушеніе одежды низоваго откоса чаще содѣйствовало разрушенію землянаго тѣла плотины; 3) вода начинала переливаться черезъ гребень плотины противъ лѣсопильныхъ мельницъ, гдѣ, напр. въ Юрезанскомъ заводѣ, противъ такой мельницы была уже до наводненія ложбина въ гребнѣ плотины до 1¹/₄ арш. глубиною; 4) подымка щитовъ во всѣхъ заводахъ требовала весьма значительнаго времени и наконецъ 5) первыми разрушались пильныя и частію мукомольныя мельницы, а также отрывались сливные мосты. Разсмотримъ подробнѣе всѣ эти обстоятельства.

1) „Изъ самыхъ тщательныхъ изысканій и разбора всѣхъ явленій и обстоятельствъ, сопровождавшихъ разрушеніе заводовъ 26-го іюня, я

пришелъ къ положительному заключенію, говорить г. *Рожковъ*, что выпускныя устройства оказались несостоятельными и что недостаточный размѣръ вешняковъ былъ главною причиною разрушеній на заводахъ. Изъ моихъ наблюденій надъ расходомъ запруженныхъ рѣкъ, въ прошедшемъ сентябрѣ мѣсяцѣ (1862 г.) и измѣренія *стеколы* (т.-е. выпускныхъ оконъ) въ вешнякахъ оказывается, что на каждый куб. аршинъ расхода воды, при стояніи рѣки на межени, приходится отъ 1 до 1½ погонныхъ аршинъ стекла. И такое отношеніе выпускныхъ стеколъ къ расходу, до водополи 26 іюня 1862 г., было болѣе чѣмъ достаточно: на рѣдкомъ заводѣ приходилось во время разлива водъ поднимать нижніе, или коренные щиты, а большею частію обходились подъемомъ только верхнихъ.

Есть и такіе примѣры, что коренные щиты не поднимались ни разу, не смотря на давность времени существованія завода. Долговременный, болѣе чѣмъ 100-лѣтній опытъ поддерживалъ убѣжденіе, что размѣры вешняковъ сдѣланы съ большимъ запасомъ; но водополи 26 іюня измѣняетъ такое убѣжденіе“.

Дѣйствительно всѣ вешняки на Уральскихъ заводахъ деревянные и исправляются только чрезъ 30 лѣтъ своего дѣйствія; причемъ исправленія, по свидѣтельству г. *Рожкова*, ограничиваются только перемѣною наружныхъ, открытыхъ частей сооруженія, какъ наиболѣе подверженныхъ гнилости и порчѣ. Части же скрытыя въ землѣ, не требуютъ такой частой перемѣны и есть примѣры, что будучи открыты черезъ 100 лѣтъ, онѣ оказываются безъ всякаго поврежденія. Эту долговѣчность сооруженій конечно слѣдуетъ отнести къ превосходнымъ качествамъ Уральскихъ лѣсовъ и чрезвычайно большимъ размѣрамъ деревъ, употребляемыхъ тамъ на устройство водоспусковъ. Но это обстоятельство имѣло тѣ послѣдствія, что при исправленіи вешняковъ на старомъ основаніи, ихъ размѣры оставались безъ измѣненія; эти размѣры и начертанія водоспусковъ, какъ перешли отъ прежнихъ строителей, такъ и остаются до-нынѣ. Нѣкоторые же измѣненія, сдѣланныя въ послѣднее время на основаніи опыта, касались лишь способовъ скрѣпленій наружныхъ частей. И хотя, замѣчаетъ г. *Рожковъ*, нельзя положительно знать какимъ правиломъ руководствовались первые строители плотинъ въ назначеніи размѣровъ выпускныхъ отверстій, но нужно полагать что они основывали ихъ на наблюденіяхъ надъ разливомъ рѣкъ и не слишкомъ довѣряя своимъ расчетамъ, давали ширинѣ отверстій значительный запасъ. И къ измѣненію ихъ, въ теченіе болѣе 100 лѣтъ, не оказывалось и достаточнаго повода.

Такимъ образомъ г. *Рожковъ* указываетъ на два факта, что до водополи 26 іюня 1862 г., ширина отверстій въ большинствѣ водоспусковъ на Уралѣ была достаточна, водополи же 26 іюня показала, что размѣры отверстій оказались почти вездѣ недостаточны. Въ дальнѣйшее разъясненіе этихъ повидимому противорѣчивыхъ явленій, онъ не входитъ.

Въ ст. 54 мы указали на явленія, встрѣтившіяся намъ въ Ша-

таловскомъ водоспускѣ: тамъ черезъ 20, 15, 10 лѣтъ постоянно приходилось увеличивать ширину отверстія и кажется мы съ достаточною ясностію и убѣдительностію доказали непосредственную связь этого явленія съ постепеннымъ, но болѣе и болѣе быстрымъ истребленіемъ лѣсовъ въ бассейнѣ нашей рѣки. Тѣ же самыя явленія происходятъ и на Уралѣ; намъ извѣстно, и изъ многихъ мѣстъ статей г. *Рожкова* можно заключить, что лѣсоистребленіе на Уралѣ идетъ съ постоянно увеличивающеюся быстротою¹⁾. А потому такое метеорологическое явленіе, какъ ливень 25 іюня, при прежнемъ состояніи тамъ лѣсовъ, имѣло бы совершенно иныя послѣдствія, не произвело бы такого высокаго разлива и наводненія; и вѣроятно существовавшія отверстія водоспусковъ могли бы оказаться, въ большинствѣ случаевъ, еще достаточными, такъ какъ разливъ не былъ бы столь быстръ и вмѣсто однѣхъ сутокъ продолжался бы 3—4 дня, а вслѣдствіе того и не имѣлъ бы той высоты.

Связь подобныхъ явленій очень ясна и къ сожалѣнію слишкомъ тѣсна. Истребленіе лѣсовъ вынуждаетъ обращаться къ гидравлическимъ двигателямъ, но это же истребленіе вмѣстѣ и увеличиваетъ затрудненія въ ихъ устройствѣ. Напр. на р. Юрезани, г. *Рожковъ* замѣчаетъ, что если бы сдѣлать водоспускъ съ отверстіемъ во всю длину плотины, что невозможно, то и онъ не удовлетворилъ бы размѣрамъ водополи 26 іюня. А изъ этого слѣдуетъ заключить, что съ истребленіемъ лѣсовъ приходится строить плотины на рѣкахъ съ меньшимъ и меньшимъ расходомъ въ межень, а это условіе можетъ только сокращать, а не развивать производство; притомъ верховья рѣкъ скорѣе мелѣютъ отъ истребленія лѣсовъ и могутъ прерывать вододѣйствіе.

Очевидно, что это явленіе есть повсемѣстное у насъ въ Россіи и вездѣ происходитъ отъ однѣхъ и тѣхъ же причинъ. Такъ г. *Гаусманъ* замѣчаетъ: „Одинъ изъ главнѣйшихъ, нами замѣченныхъ, недостатковъ, при такихъ постройкахъ (водоспусковъ), состоитъ въ томъ, что сложная ширина выпускнаго отверстія мала и не сообразна съ количествомъ весенняго притока воды.... Часто приходилось встрѣчать водоспуски и плотины, при которыхъ, не только весной, но и при лѣтнихъ наводкахъ вода переливалась черезъ гребень плотины“.

Въ этомъ отношеніи г. *Рожковъ* приходитъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: а) ширина вешняковъ въ стеклѣ въ 1 и даже въ 1¹/₄ погонныхъ аршинъ, на 1 куб. аршинъ расхода воды въ рѣкѣ на межени, оказывается безспорно недостаточною; б) что при благопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ ширину стекла надобно назначать по крайней мѣрѣ въ 1³/₄ арш. на каждый куб. аршинъ расхода; а при неблагопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ даже въ 2¹/₂ аршина на 1 куб. аршинъ расхода; в) что на рѣкахъ съ расходомъ въ 400 куб. фут. въ 1", а

¹⁾ „Большая часть заводскихъ лѣсныхъ дачъ (на Уралѣ) сильно истощена и доставать дерево, особенно крупныхъ размѣровъ; приходится вереть за 80 и болѣе“...

Горн. журн. 1864 8. іюль. № 7; Измѣненіе въ постройкѣ заводскихъ водопроводныхъ ларей ст. *В. Рожкова*, стр. 90.

въ благопріятныхъ условіяхъ и въ 500 куб. фут., представляется возможность учреждать заводы, но показанныя числа должно считать наибольшимъ предѣломъ, при которомъ еще возможно обезопасить ихъ отъ разлива. Въ этого предѣла вовсе нельзя надѣяться обезопасить заводы отъ опасности во время разлива водъ. Почему напр. Юрезанскій заводъ, съ расходомъ на межени въ 700 куб. фут., всегда будетъ подвергаться большимъ опустошеніямъ отъ разливовъ и для его безопасности ничего не остается дѣлать какъ перенести на другую рѣку, менѣе сильную. Къ этимъ выводамъ, основаннымъ на непосредственныхъ наблюденіяхъ въ большомъ видѣ и на многихъ заводахъ, мы прибавимъ съ своей стороны одно существенное условіе: что выведенныя выше цифры могутъ почитаться вѣрными и служить руководствомъ для опредѣленія ширины выпускныхъ отверстій и заложенія заводовъ до тѣхъ поръ, пока характеръ бассейна рѣки остается неизмѣннымъ. Но если лѣсистый бассейнъ рѣки, вслѣдствіе вырубки лѣсовъ, обратится въ безлѣсный, тогда эти цифры окажутся недостаточными для безопасности сооружений.

Что же касается до значенія *мѣстныхъ благопріятныхъ условій*, то кромѣ напр. лѣсистости бассейна, онѣ могутъ заключаться еще въ уклонѣ теченія и формѣ самой рѣчной долины. Въ этомъ послѣднемъ отношеніи г. *Рожковъ* указываетъ на два весьма поучительные примѣра. Заводы Симскій и Миньярскій лежатъ на той же рѣкѣ Симъ, первый въ 20 верстахъ выше по теченію рѣки чѣмъ второй. Въ первомъ, верхнемъ, водопадѣ 26 іюня, какъ видѣли, произвела большія разрушенія, а во-второмъ прошла благополучно, не причинивъ ни малѣйшаго вреда. Между тѣмъ вѣроятность опасности казалась бы гораздо больше для Миньярскаго завода: во-первыхъ, вся вода Симскаго пруда пришла въ Миньярскій, а пруды въ обоихъ заводахъ, по вмѣстимости, одинаковы; во-вторыхъ, на разстояніи между двумя заводами р. Симъ принимаетъ 4 побочныя рѣки, изъ которыхъ три, вмѣстѣ взятыя, даютъ расходъ равный Симу; въ-третьихъ, сдѣлавъ промоину въ 25 сажень шириною въ верхнемъ заводѣ, вода дружно бросилась къ нижнему и могла произвести ударъ на его плотину. И если ширина выпуска въ Миньярскомъ заводѣ вдвое болѣе ширины въ Симскомъ (въ Миньярскомъ 20 саж. въ Симскомъ 10), то промоина въ 25 саж. въ плотинѣ верхняго завода не только парализовала избытокъ ширины отверстія нижняго завода, но еще превышала ее. Дѣло заключалось въ томъ, что долина р. Сима, тотчасъ ниже плотины верхняго завода, разстилается въ ширину на 3 версты, и съ такимъ профилемъ идетъ на протяженіи 11 верстъ съ весьма пологимъ уклономъ. Вода, прорвавшись изъ Симскаго пруда, должна была сперва наполнить такой обширный бассейнъ, который и послужилъ регуляторомъ для нижняго пруда. На остальныхъ 9 верстахъ, теченіе Сима заключено въ весьма узкомъ руслѣ, между почти отвѣсными скалами; при такихъ условіяхъ вода притекала въ нижній прудъ гораздо умѣреннѣе и равномернѣе, вслѣдствіе чего въ верхнемъ заводѣ разливъ продолжался только 30 часовъ, а въ нижнемъ вешняки стояли открытыми 3 сутокъ и все это время вода, хотя и

обильно, но вмѣстѣ съ тѣмъ очень равномерно шла черезъ нихъ. Подобное же явленіе произошло на Златоустовскомъ заводѣ, сравнительно съ Саткинскимъ. Первый изъ нихъ лежитъ на р. Ай, которая если не въ 2, то непремѣнно въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе р. Сатки. Источники обѣихъ рѣкъ находятся очень близко одинъ отъ другаго. Въ Саткинскомъ заводѣ, какъ видѣли, произведены водополью 26 іюня большія разрушенія, тогда какъ въ Златоустѣ ничего подобнаго не случилось, хотя прудъ перваго завода былъ весь спущенъ, а прудъ втораго былъ полонъ. Причина заключалась въ томъ, что въ верховьѣ Златоустовскаго пруда русло рѣки Ая разстилается по широкой долинь, длиною около 7 верстъ, и такое положеніе мѣстности послужило регуляторомъ для разлива. Въ Саткинскомъ же заводѣ, хотя въ 35 верстахъ вверхъ по теченію рѣки Сатки лежатъ огромное озеро Зюриткулъ, изъ котораго вытекаетъ р. Сатка, но оно лежитъ выше завода болѣе чѣмъ на 1.000 футовъ, почему и не можетъ быть регуляторомъ для разлива Сатки. Наполняясь отъ дождя, оно весь избытокъ воды отдавало рѣкѣ, которая, вслѣдствіе большаго паденія, быстро переносила эту воду въ прудъ Саткинскаго завода. При этомъ нужно замѣтить, говоритъ г. *Рожковъ*, что вешнякъ въ Златоустѣ въ $1\frac{1}{2}$ раза шире Саткинскаго, и въ первомъ заводѣ всѣ щиты были открыты насквозь, а во второмъ только до половины.

2) Мы не будемъ здѣсь много распространяться о вредномъ вліяніи каменной одежды откосовъ на прочность земляной плотины, въ особенности если эта одежда устроена не надлежащимъ образомъ. Объ этомъ нами уже сказано въ ст. 51. Разрушенію плотины въ Катавскомъ заводѣ, какъ можно видѣть изъ предъидущаго описанія разрушеній, очень много способствовала каменная одежда на низовомъ откосѣ. Она, говоритъ г. *Рожковъ*, была сложена изъ плитняка на мху, и выведена съ весьма малымъ уклономъ, почти отвѣсно; толщина одежды не болѣе 2 аршинъ. Этотъ способъ кладки нельзя отнести къ ряду хорошихъ; плиты не будучи связаны, ни между собою, ни съ тѣломъ плотины, естественно, при самомъ слабомъ дѣйствіи на нихъ воды, скоро разрушаются. Каменная одежда можетъ быть хороша, когда выведена изъ крупныхъ камней на цементъ и вмѣстѣ съ возведеніемъ самой насыпи, для лучшей ихъ связи между собою, и когда ей приданы достаточный профиль и надлежащій внѣшній уклонъ. Но при возможности перелива воды черезъ гребень плотины, она всегда будетъ хуже простаго, но отлогого и одернованнаго землянаго откоса. Изъ остатковъ отъ разрушенія каменной одежды въ Катавѣ, можно видѣть, говоритъ г. *Рожковъ*, всю непрочность и несоответственность ея съ своимъ назначеніемъ. Въ Усть-Катавскомъ заводѣ одежда на обонхъ откосахъ также много способствовала разрушенію землянаго тѣла плотины, тѣмъ болѣе, что здѣсь она была выведена еще хуже чѣмъ на Катав-Ивановскомъ заводѣ.

3) Въ большинствѣ случаевъ вода начинала переливаться черезъ гребень плотины противъ лѣсопильныхъ мельницъ, что доказываетъ, что противъ этихъ мельницъ гребень плотины былъ ниже чѣмъ въ другихъ частяхъ; въ Юрезанской плотинѣ, противъ этой мельницы, какъ видно

изъ описанія наводненія, была ложбина въ $1\frac{1}{4}$ аршина глубиною. Г. Рожковъ, какъ это увидимъ ниже, приписываетъ прорывъ противъ этихъ мельницъ главнымъ образомъ тому, что онѣ примыкали къ низовому откосу и даже врѣзались въ него. Не отвергая дѣйствія этой причины, мы хотимъ обратить вниманіе строителей на важность сохраненія ровности и горизонтальности гребня плотины на всемъ ея протяженіи. Если бы подобная ложбина находилась не противъ лѣсопильной мельницы а въ другомъ мѣстѣ, мы увѣрены, что прорывъ образовался бы прежде всего въ мѣстѣ ложбины. Что же касается до образованія ложбинъ, или вымогъ въ гребнѣ, именно противъ лѣсопильныхъ мельницъ, то сколько намъ приходилось наблюдать, это зависитъ отъ того, что лѣсъ для пилки чаще оставляютъ въ прудѣ, и затѣмъ *черезъ гребень плотины* вытаскиваютъ бревна изъ воды прямо въ лѣсопильную мельницу. Этимъ перетаскиваніемъ бревенъ постоянно сгребаютъ и часть земли съ гребня и такимъ образомъ, по немного, образуютъ ложбину въ гребнѣ противъ мельницы.

Хотя отверстіе въ водоспускѣ можетъ быть и достаточно для обыкновенныхъ среднихъ годовъ, но слагаются, хотя и рѣдко, такіа метеорологическія явленія, которыя произведя наводненіе заставятъ 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, непременно 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 водѣ; но эта канава 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 ровенъ и горизонталенъ.

Мы приведемъ здѣсь два примѣра, показывающіе какъ опасно прорывать какую бы то ни было канаву вблизи значительнаго бассейна, вода котораго можетъ направиться въ эту канаву.

Озеро Сувандо лежитъ на западной сторонѣ Ладogi, недалеко отъ границы Петербургской губерніи; это озеро, длиною 35 верстъ и шириною отъ 1 до 3 верстъ, отдѣлялось до 1818 года, на сѣверѣ, отъ плѣса р. Вуоксы Кивиніемскимъ перешейкомъ, а на югъ отъ Ладожскаго озера—Тайпаловскимъ, шириною отъ 2 до 3 верстъ. Постоянныхъ сообщеній между этими тремя водоемами не было и озеро Сувандо, только при пріемѣ имъ весеннихъ водъ, *иногда* значительно поднимало

свой уровень, и излишек его воды переходилъ частью чрезъ ручеекъ, находившійся на Кивиніемскомъ перешейкѣ, въ плёсо Вуоксы, а частью чрезъ Тайпалу въ Ладогу.

Въ маѣ 1818 года, озеро Сувандо, отъ чрезвычайно сильной прибыли воды, стало переливаться чрезъ Тайпаловскій перешеекъ; поселяне деревни Тайпала предвидя угрожающую для своихъ жилищъ опасность и ужасную катастрофу, въ случаѣ если вода Сувандо бросится черезъ ихъ перешеекъ, на которомъ осталось непонятой водой земли въ ширину не болѣе 20 сажени, рѣшили прокопать тутъ канаву. Могучая стихія, говоритъ г. *Андреевъ* (Ладожское озеро, С.-Петербургъ, 1875 г., *А. П. Андреева*), воспользовалась этой канавой въ такой степени, какой и не воображали жители Тайпалы. Вода быстро проложила себѣ путь чрезъ оставшійся сухой валъ земли, снесла въ Тайпалѣ одинъ жилой домъ со службами и уничтожила пашню съ засѣвомъ. Слѣдствія этого почти моментальнаго прорыва были слѣдующія: ручей Кивиніеми исчезъ; ручеекъ же Тайпала получилъ новое направленіе, образовавъ рѣку длиною въ 10 верстъ, шириною отъ 50 до 80 сажени, глубиною отъ 8 до 12 футовъ, со скоростью теченія отъ 4 до 6 миль въ часъ. Уровень воды Сувандо упалъ на $12\frac{1}{2}$ арш., отчего оно оказалось гораздо ниже р. Вуоксы. Рѣка же Тайпаловка, вслѣдствіе незначительности своей системы, къ 1857 году сдѣлалась ничтожною, но въ этомъ году она получила новую жизнь. Финляндское правительсто желая увеличить пахатныя плодородныя земли по берегамъ р. Вуоксы, проектировало осушить плёсы на ней, спустивъ часть ея воды въ озеро Сувандо. Проектъ прорытія Кивиніемскаго перешейка, отдѣлявшаго эти два бассейна, былъ приведенъ въ исполненіе 17 сентября 1857 года. Сначала, говоритъ г. *Андреевъ*, предполагалось снять вершину возвышенности (стр. 93) на Кивиніемскомъ перешейкѣ во всю его длину, гдѣ шла почтовая дорога; потомъ прорыть нѣсколько продольныхъ по направленію рѣки канавъ и пустить въ нихъ изъ Вуоксы воды настолько, чтобы постепенно сравнять горизонтъ ея съ горизонтомъ воды въ Сувандо. Далѣе предполагалось начать дѣло разомъ, т.-е. открыть канавы со стороны Вуоксы, чтобы вода, силою теченія изъ Вуоксы въ Сувандо, подмыла, расширила и увлекла все ей препятствующее. Такимъ образомъ и начались работы; сначала вода шла тихо, но черезъ день уже и слѣдовъ не осталось отъ Кивиніемскаго перешейка! Вода съ шумомъ и грохотомъ рвала тутъ берега и несла съ собою въ Сувандо и землю и каменья. Теченіе Вуоксы пошло черезъ Тайпалу, которая обратилась въ большую и судоходную рѣку.

Другой примѣръ приводитъ г. *Докучаевъ* (образованіе рѣчныхъ долинъ) изъ сочиненія *Крапоткина* „Исслѣдованія о ледниговомъ періодѣ“ (стр. 101 — 113) о прорывѣ озера Хэйтіэнъ въ южной Финляндіи.

Озеро Хэйтіэнъ лежитъ къ сѣверу отъ города Юенсу, оно имѣетъ 35 верстъ длины и 15 верстъ ширины. Къ югу отъ него, отдѣляясь перешейкомъ въ 7 верстъ ширины, лежитъ озеро Пюхесельке, принад-

лежащее къ Сайминскому бассейну. До прорытія канала между Хэйтіэномъ и Пюхесельке, уровень послѣдняго былъ ниже перваго на 68,88 футовъ. Перешеекъ раздѣлявшій эти озера представлялъ совершенную равнину, только въ сѣверной его части проходило съ запада на востокъ небольшое песчаное возвышеніе (озь), которое имѣло при основаніи ширину съ версту и поднималось надъ основаніемъ на 32,8 футовъ. Оно было прорѣзано съ сѣвера на югъ небольшой долиной, гдѣ помѣщалось еще озеро Валькилямпи, въ 305 сажень длины и 42,6 фут. глубины. Желая понизить уровень озера Хэйтіэнь около 30 фут., финляндское правительство рѣшило прорыть означенный перешеекъ. Работы начаты были въ 1854 году и продолжались до 1859 года. Производители работъ, справедливо опасаясь мгновеннаго прорыва Хэйтіэна, устроили на прокопанномъ каналѣ, при выходѣ его изъ озера, двѣ плотины, на разстояніи 100 фут. одна отъ другой, съ шлюзами около 5 фут. (4,92 фут.) шириной. Хотя воду изъ озера выпускали постепенно, но благодаря значительному паденію канала, его размываніе шло такъ быстро, что уже въ іюнь 1859 года Валькилямпи осушилось совершенно, а 3-го августа того же года Хэйтіэнь съ страшной силой прорвалъ свои плотины и воды его съ невѣроятной быстротой бросились по долину въ Пюхесельке. Очевидецъ этого грандіознаго происшествія, рассказывалъ г. *Крапоткину*, что вода озера точно подбросивъ къверху преграждавшую ей путь плотину, сначала потекла по узкому искусственному каналу, но затѣмъ быстро начала размывать дно и берега его, „поднялся страшный грохотъ, слышный за 7 верстъ въ городѣ; воду бросало вверхъ, камни било другъ о друга, лѣсъ валялся и несся по потоку; двѣ избы были смыты и понеслись внизъ“.

Наводненіе продолжалось три дня, потомъ стихло; въ концѣ августа Хэйтіэнь уже понизился на 26 футовъ. Затѣмъ окончательно это пониженіе дошло къ 1871 году до 42 фут. „Такимъ образомъ, говоритъ *Крапоткинъ*, вода Хэйтіэна прорыла въ нѣсколько дней долину въ 7 верстъ длины, въ 200 саж. средней ширины и въ 40 фут. глубины“. Легко представить себѣ силу этого наводненія, если вспомнить, что въ нѣсколько дней вода вынесла болѣе 3.500.000 куб. саж. земли и что по каналу пронеслось въ это время 280.000.000 куб. саж. воды.

Во время чрезвычайнаго весенняго водополя 1879 года въ юго-западныхъ уѣздахъ Смоленской губерніи, изъ четырехъ плотинъ на рѣчкѣ Свѣчѣ (о которыхъ мы говорили въ 1-й части ст. 4) уцѣлѣли только двѣ верхнія: Алексинская и Шаталовская; Даньковская же и Хицовская были прорваны; какъ въ той, такъ и въ другой, промоины въ нѣсколько сажень шириной образовались именно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ гребень плотины имѣлъ значительныя впадины, или ложбины. Такъ въ Даньковской плотинѣ, эта ложбина была у самаго праваго берега, гдѣ земляная насыпь соединялась съ этимъ берегомъ и образовавшаяся промоина снесла часть прилежащаго крестьянскаго двора; вода же прорвавшаяся пруда размывала часть прежняго кладбища, расположеннаго ниже плотины, вымыла и унесла нѣсколько гробовъ. Въ Хицов-

ской же плотинѣ промоина образовалась въ мѣстѣ соединенія земляной насыпи съ лѣвымъ берегомъ и также въ самой низшей точкѣ гребня плотины.

Во время весенняго половодья, когда земля еще не оттаяла, переливъ воды черезъ плотину не можетъ быть столько опасенъ, какъ во время лѣтнихъ паводковъ. Иногда этотъ переливъ можетъ даже спасти плотину отъ разрушенія, какъ это оказалось въ Шаталовской плотинѣ. Водоспускъ въ ней былъ очень ветхъ; и какъ онъ былъ срубленъ не изъ цѣльнаго лѣса, то его, отъ давленія воды и земли отмела, въ серединѣ переломило (онъ былъ весь изъ ряжевой рубки), такъ что на 20 аршинъ всей длины, прогибъ его вонъ изъ пруда, въ серединѣ составлялъ до $1\frac{1}{2}$ аршина и бревна стѣны прикасавшейся къ отмелу, въ нижнихъ вѣнцахъ, частію даже совершенно разошлись. Не имѣя возможности замѣнить его новымъ, какъ только будущимъ лѣтомъ, мы распорядились съ осени укрѣпить его упорами. Для этого мы врубили два толстые бревна *a*, положенныхъ рядомъ на корогоды, или обвязные брусья *b*, поддерживающіе водяныя колеса мукомольной мельницы и сукновальни, такъ что эти бревна лежали въ нѣкоторомъ разстояніи отъ низовой стѣны става и параллельно ей поперекъ всего русла. Въ эти бревна мы уперли нѣсколько подкосныхъ бревенъ *c*, *c* упиравшихся въ вертикально приставленныя къ стѣнѣ става доски *d*, фиг. 791.

Черт. ХСШ.

анг. 783.

и Черт. СХІV.

анг. 791.

Мы предполагали, что при обыкновенномъ весеннемъ водопольѣ эти упоры могли помочь ставу выдержать напоръ воды, безъ чего мы не могли имѣть никакой надежды, чтобы онъ выдержалъ этотъ напоръ. И въ этомъ положеніи ставъ застало необыкновенное половодье 1879 года. Къ удивленію, ставъ вынесъ это половодье безъ всякаго поврежденія, чему, конечно, содѣйствовалъ переливъ воды, которая шла ровнымъ слоемъ, около $\frac{1}{2}$ аршина толщиной, черезъ гребень всей 70 саженой плотины въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. Но какъ гребень этотъ былъ горизонталенъ и ровенъ и земля была еще мерзлая, то этотъ водосливъ не причинилъ никакого вреда и земляной насыпи плотины.

Въ случаѣ же когда предвидятъ необходимость воспрепятствовать водѣ переливаться черезъ плотину, то приведемъ здѣсь способъ, употребленный г. Гаусманомъ въ его практикѣ.

При весеннемъ вскрытіи водъ и при иполнѣ открытыхъ щитахъ водоспуска уровень пруда быстро возвышался, говоритъ г. Гаусманъ, и поднялся до обыкновенно 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 теченіе зимнихъ мѣсяцевъ, при этомъ хотя для устройства ея и была употреблена талая земля, взятая изъ-подъ мерзлаго слоя, но не менѣе того, будучи насыпана при постоянномъ морозѣ и при весьма частыхъ снѣжныхъ вьюгахъ, она не отличалась особенною устойчивостію. Между тѣмъ размѣры пло-

тины были довольно значительны, а именно: длина насыпи около 30 сажень, средняя высота $1\frac{1}{2}$ сажени, передний откос двойной и задний полуторный, а ширина гребня $2\frac{1}{2}$ аршина. Земля для насыпи была употреблена мѣстная, глинистая, подвозившаяся на тачкахъ и разровненная на совершенно сухомъ мѣстѣ. 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 съ площади до 15 квадр. сажень, для того, чтобы имѣть въ запасѣ мѣсто, съ котораго можно было бы брать талую землю, которую не всегда можно добыть во время весенняго вскрытія водъ. Независимо отъ этого, у насъ находились въ распоряженіи еще не употребленные въ дѣло, для выстилки дна за сливнымъ поломъ, фашины, колья, хрящъ и песокъ, а такъ какъ постройка еще не была вполне окончена, то въ рабочихъ и инструментахъ не нуждались.

Наблюдая за возвышеніемъ воды, мы, говоритъ г. Гаусманъ, 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 осыпаться и садиться, то на первыхъ порахъ мы ограничились тѣмъ, говоритъ онъ, 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 слегка кольями. Наконецъ, когда вода поднялась до вновь настланнаго 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, говоритъ г. Гаусманъ, заготовленными кулями и обратили всѣхъ рабочихъ на подвозку ихъ и на наполненіе землею еще не набитыхъ. Кули набитые землею начали раскладываться по весьма неширокому 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 часовъ она стояла на одномъ уровнѣ съ нижнимъ рядомъ кулей. Такая остановка въ возвышеніи уровня воды служила вѣрнымъ признакомъ, что весенняя вода достигла наибольшаго своего предѣла и что опасность прорыва миновала.

4) Одною изъ причинъ разрушеній нѣкоторыхъ заводскихъ плотинъ

на Уралѣ, разливомъ 26-го іюня, слѣдуетъ считать также чрезвычайно медленную подымку щитовъ. Глубокое заложеніе мертваго порога вынуждаетъ имѣть два, а иногда и три яруса щитовъ; а при глубинѣ порога, доходящей до 10 аршинъ, давленіе воды на нижній ярусъ щитовъ чрезвычайно велико; вслѣдствіе груза большихъ щитовъ, а въ особенности вслѣдствіе тренія ихъ о стойки по причинѣ большого давленія, требуется весьма много усилія и времени для ихъ подниманія, особенно при дѣйствіи владными рычагами или аншпугами. Такъ мы видѣли, что на подымку 44 верхнихъ щитовъ на Юрезанскомъ заводѣ потребовалось 3 часа времени; на подымку 10 среднихъ, на Катавъ-Ивановскомъ—4 часа; на подымку 10 коренныхъ, на томъ же заводѣ—7 часовъ и на подъемъ только 6 коренныхъ, на Симскомъ заводѣ—9 часовъ.

„Самое главное неудобство въ заводскихъ (Уральскихъ) вешнякахъ, устраненіе котораго можетъ въ сильной степени предохранить плотины отъ разрушеній во время разливовъ, составляетъ, говоритъ г. Рожковъ, употребляемый нынѣ (1862) повсюду на заводахъ способъ подъема затворныхъ щитовъ, или стекляныхъ ставней. Эти щиты располагаются въ два яруса: нижніе, или *коренные* (ихъ называютъ также *мертвыми*), дѣлаются въ высоту отъ 3 до 3½ арш., а верхніе отъ 4 до 4½ арш.; ширина обоихъ равна ширинѣ стекла (т.-е. разстоянію въ четвертяхъ между щитовыми стойками), т.-е. отъ 1¾ до 2½ и даже до 3 аршинъ. Они поднимаются посредствомъ рычаговъ, для чего послѣдніе вставляются въ гнѣзда ручекъ на ставняхъ. При подъемѣ щитовъ, для выпуска воды, коренные щиты приходится вытаскивать на высоту 12 аршинъ. Принявъ во вниманіе значительную тяжесть ставней, и главнѣйшее сопротивленіе отъ тренія ихъ въ пазахъ стоекъ, сопротивленіе огромное при давленіи на нихъ водянаго столба въ цѣлую атмосферу, операція подъема всегда сопровождается хлопотами и продолжается долго, напр. часа три и перѣдко и 5 часовъ; а понятно, какую важную роль играетъ время, особенно при лѣтнихъ разливахъ, являющихся всегда внезапно и дружно: не только 5, но даже 2 часа пропущеннаго въ подобныхъ обстоятельствахъ времени, составляютъ невознаградимую потерю и могутъ даже обусловить разрушеніе; разность большая: заставить ли воду вытекать въ продолженіе 5 часовъ или 10. Къ тому же операція требуетъ всегда много народа, человѣкъ 100 и даже болѣе. Бывали примѣры, что при этомъ рычагами убивало людей. Для устраненія сего неудобства лучше было бы къ подъему ставней примѣнять механизмъ домкрата“. Г. Рожковъ также не одобряетъ глубокаго заложения порога, въ особенности рабочаго прорѣза ¹⁾.

5) Мы уже прежде, въ ст. 54, говорили о вредѣ соединенія мельничнаго строенія съ водоспускомъ, или примыканія его къ тѣлу пло-

¹⁾ Въ этомъ отношеніи см. его статью: Измѣненіе въ постройкѣ заводскихъ водопроводныхъ ларей. Горн. журн. 1864 г., іюль, № 7-й, а также статью: Свѣдѣнія объ Уральскихъ плотинахъ вообще и о мѣрахъ къ предохраненію ихъ отъ разрушенія во время разлива водъ. Горн. журн. 1863 г., январь, № 1-й, стр. 22.

тины. Нельзя не замѣтить также, говоритъ г. *Рожковъ*, что плотины разрушались (въ водополь 26-го іюня) во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ къ тѣлу ихъ были примкнуты зданія лѣсопильныхъ и мукомольныхъ мельницъ и другія. Въ нѣкоторыхъ заводахъ мельницы не только примыкали, но и врѣзывались въ тѣло плотины на $\frac{1}{3}$ ея толщины. При переливѣ воды черезъ плотину, она встрѣтивъ на пути своемъ препятствіе, начинала дѣйствовать ударами и быстро подмывая бока зданія, скоро сносила его съ своего мѣста и еще скорѣе размывала остальную часть плотины, образуя съвозъ нее промоину. Такъ происходило разрушеніе въ Юрезанц, Усть-Катавѣ и въ Симу. Напротивъ того, въ тѣхъ заводахъ, гдѣ зданія отстоятъ на нѣсколько саженой отъ плотины, вода хотя и переливалась черезъ нихъ довольно толстымъ слоемъ, но при всемъ томъ не разрушила ихъ нисколько.

Разрушеніе плотинъ начиналось всегда не съ верхняго ихъ откоса, обращеннаго къ пруду, но нижняго, обращеннаго къ заводскимъ строениямъ и слѣдовало въ такомъ порядкѣ: оторвавъ сливной мостъ (полъ) вода, ударами при паденіи съ флюдбета, подмывала нижній рядъ свай, сносила всю набивку въ мертвомъ и двухъ боковыхъ рядахъ и вслѣдъ затѣмъ опрокидывала деревянное укрѣпленіе по линіи мертваго бруса. Но въ тѣхъ постройкахъ, гдѣ сливные мосты (полы) боками своими укрѣплены въ берега и были связаны съ ними камнемъ или деревомъ, тамъ мосты оставались неразрушенными. А потому г. *Рожковъ* и совѣтуетъ сливные мосты, или полы, строить такъ, чтобы ихъ боковая обшивка непременно прилежала къ берегамъ и была бы связана съ ними деревяннымъ или каменнымъ укрѣпленіемъ, какъ тому на нѣкоторыхъ заводахъ и есть примѣры. Г. *Рожковъ* совѣтуетъ также въ концахъ водопроводныхъ трубъ и ларей дѣлать щиты, посредствомъ которыхъ можно было бы пользоваться для выпуска избыточной воды и рабочими прорѣзами, не пуская при этомъ воды на колеса, которая можетъ ихъ разбивать и портить. Но въ такомъ случаѣ необходимо укрѣплять дно отводныхъ руслъ въ мѣстѣ паденія воды въ нижнее русло, помимо колесъ, безъ чего эти русла могли бы значительно пострадать. При спускѣ же воды на колеса, эти послѣднія обыкновенно подпираются и не вращаются, но принимая на себя полный ударъ воды, конечно для нихъ не безвредный, они предохраняютъ отъ этого удара нижнее русло.

„Во всѣхъ видѣнныхъ мною плотинахъ, пострадавшихъ отъ наводненія 26-го іюня, говоритъ г. *Рожковъ*, водоспуски, какъ весенніе, такъ и рабочіе, въ такомъ только случаѣ разрушались, когда построеніе ихъ въ главныхъ укрѣпленіяхъ, служащихъ фундаментомъ, было дурно исполнено. Такъ напр. въ Сатинскомъ заводѣ вешнякъ нисколько не пострадалъ, несмотря на то что онъ существуетъ съ 1776 года, т.-е. безъ малаго 100 лѣтъ (писано въ 1862 году) и если въ этотъ періодъ времени онъ исправлялся нѣсколько разъ, то эти исправленія ограничивались перемѣною наружныхъ деревянныхъ частей, наиболѣе подверженныхъ порчѣ; нижнія же части, служащія основаніемъ, остаются до сихъ поръ безъ поврежденія, въ чемъ я могъ убѣдиться, говоритъ онъ,

ибо вешнякъ этотъ въ бытность мою на заводѣ перестроивался и фундаментальныя укрѣпленія его были обнажены. Еще болѣе крѣпкій и прочный вешнякъ мнѣ удалось видѣть въ Катавъ-Ивановскомъ заводѣ. Напротивъ того, въ Кусинскомъ заводѣ вешнякъ снесло весь, не исключая и основнаго укрѣпленія и не оставивъ даже слѣда. По осмотру этого вешняка, до разрушенія, оказалось, что сквозъ фундаментальныя укрѣпленія струилась вода, а это доказываетъ ясно, что работы при построеніи его ведены небрежно. Точно также объясняется страшное опустошеніе въ Юрезанской плотинѣ: въ ней размыло и снесло два вешняка, и причина заключалась въ томъ, что въ нихъ не было введено шпунтовыхъ рядовъ, ни по верхней, ни по нижней линіи откосовъ, слѣдственно сдѣлано отступленіе отъ самаго необходимаго правила въ подобнаго рода постройкахъ“.

Изъ приведенныхъ примѣровъ разрушеній мы видимъ, до какой степени важно не допускать перелива воды черезъ гребень створчатыхъ плотинъ во время весеннихъ и лѣтнихъ разливовъ, и слѣдовательно сообразовать величину отверстій водоспусковъ съ возможнымъ наибольшимъ объемомъ воды, который можетъ проходить чрезъ водоспускъ во время разлива. Между тѣмъ, „ни на одномъ заводѣ, говоритъ г. Рожковъ, не имѣется положительныхъ свѣдѣній насколько запруженные рѣки увеличиваются въ своемъ расходѣ во время разлива воды, ни о быстротѣ теченія оныхъ, ни объ уклонѣ русла, ни о поперечномъ сѣченіи или профилѣ рѣки. Не зная же мѣры прибывлой воды въ цифрахъ, что можно сказать о средствахъ, какія должно принять для выпуска оной безопасно для заводовъ; а дѣлать гадательно, всякій пойметъ, что это рѣдко влечетъ за собой хорошія послѣдствія... Но если бы измѣрены были заранѣе профиль рѣки, не только тогда, когда она стоитъ на межени, но и при другихъ, высшихъ уровняхъ; равно скорость теченія воды въ ней при разныхъ уровняхъ и уклонѣ русла, то по этимъ даннымъ можно было бы безъ затрудненія, съ достаточной вѣрностью, опредѣлить количество прибывлой воды во время какаго угодно разлива“.

„Каждое небольшое поврежденіе въ гидротехническихъ сооруженіяхъ, распространяясь, можетъ, говоритъ г. Гаусманъ, 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 заведеніяхъ; 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 бѣваютъ не велики, особенно если начавшееся поврежденіе замѣчено и захвачено въ началѣ. Усильхъ при производимыхъ временныхъ работахъ, для сохраненія сооружений, слѣдуетъ преимущественно относить къ тому, что своевременно обращалось вниманіе на начинающіяся поврежденія и тотчасъ же принимались со-

отвѣтственные мѣры, не давая водѣ времени ихъ распространить и увеличить. Для выполненія этихъ временныхъ работъ, мы постоянно, говоритъ г. Гаусманъ, употребляли талую землю, навозъ, хрящеватый песокъ, камень, рогожные кули и фашины; а въ нѣкоторыхъ случаяхъ доски, бревна, гвозди, шурупы, штыри и желѣзные оковки. Заготовка и храненіе такихъ матеріаловъ, въ небольшомъ запасѣ, обыкновенно обходится не дорого, почему признаемъ полезнымъ и совѣтуемъ, говоритъ онъ, принять за правило, при всякомъ болѣе благоустроенномъ вододѣйствующемъ заведеніи, постоянно имѣть въ запасѣ часть этихъ матеріаловъ, кромѣ обыкновенныхъ рабочихъ инструментовъ, какъ-то: топоровъ, багровъ, желѣзныхъ ломовъ, пешней, лопатъ 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 надобности легко и скоро можно было получить талую землю“.

Въ этомъ послѣднемъ отношеніи мы замѣтимъ, что такъ какъ лучшая земля для устранения поврежденій есть суглей, который у насъ чаще находится непосредственно подъ растительнымъ слоемъ, и какъ земля на открытомъ мѣстѣ промерзаетъ къ веснѣ, въ средней Россіи на 1½ и 2 аршина глубины, то 1) сѣмка мерзлаго слоя весьма затруднительна; 2) весь слой суглей можетъ оказаться мерзлымъ, и 3) подъ мерзлымъ слоемъ можетъ чаще оказаться только песокъ. А потому гораздо проще, избранное по удобству возки и грунту пространство земли прикрыть съ осени навозомъ, соломой или мѣльемъ (гдѣ производятъ большіе посѣвы льна или конопли), слой которыхъ будучи прикрытъ снѣгомъ, предохранитъ землю вовсе отъ замерзанія, или замерзшій слой ея будетъ весьма неглубокъ.

КОНЕЦЪ ТРЕТЬЕЙ И ПОСЛѢДНЕЙ ЧАСТИ.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

ПРИЛОЖЕНІЯ КЪ ТРЕТЬЕЙ ЧАСТИ.

ПРИЛОЖЕНІЕ XXXIX.

Трость Кабса для измѣренія скоростей теченія воды.

Вмѣсто сложнаго поплавка, съ большимъ удобствомъ можно употреблять такъ называемую *трость Кабса*, которая состоитъ изъ нѣсколькихъ звеньевъ, навинченныхъ одно на другое, фиг. 792, и нижній конецъ которой снабженъ грузомъ. Звенья трости вытачиваются изъ дерева съ пустымъ внутри каналомъ; длина каждаго звена около 4 дюймовъ, а наружный діаметръ отъ 1 до 1 $\frac{1}{4}$ дюйма; на концахъ каждое звено снабжено мѣдными гайками съ винтами. Для погруженія, въ каналъ нижняго звена насыпается свинцовая дробь въ такомъ количествѣ, чтобы верхній конецъ трости выходилъ нѣсколько поверхъ уровня воды. Трость свинчивается изъ бѣльшаго или меньшаго количества звеньевъ, смотря по глубинѣ рѣки въ томъ мѣстѣ, гдѣ измѣряется скорость ея теченія. Помощію этой трости прямо измѣряется средняя скорость въ живомъ сѣченіи на данной отвѣсной линіи.

Черт. XCIV.
нр. 792.

ПРИЛОЖЕНІЕ XL.

Опредѣленіе объема воды протекающаго черезъ водосливъ.

Теоретически коэффициентъ при истеченіи черезъ водосливъ опредѣляется слѣдующимъ образомъ: если ширину водослива означимъ черезъ b , а высоту вытекающей струи черезъ h , то площадь отверстия будетъ $b \cdot h$. Раздѣливъ эту площадь горизонтальными линіями на весьма большое число n полосъ равной ширины, фиг. 793, можно принять, что въ каждой полосѣ скорость воды одинакова и постоянна. Считая сверху внизъ, высоты давленія, или напора, въ этихъ полосахъ будутъ: $\frac{h}{n}$, $\frac{2h}{n}$, $\frac{3h}{n}$ и т. д., а соотвѣтствующія имъ скорости будутъ:

Черт. XCV.
нр. 793

$$\sqrt{2g \cdot \frac{h}{n}}, \sqrt{2g \cdot \frac{2h}{n}}, \sqrt{2g \cdot \frac{3h}{n}} \dots \text{и т. д.}$$

Такъ какъ площадь каждой полосы равна $b \cdot \frac{h}{n} = \frac{b \cdot h}{n}$, то расходъ воды черезъ полосы будетъ:

$$\frac{b \cdot h}{n} \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{h}{n}}, \frac{b \cdot h}{n} \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{2h}{n}}, \frac{b \cdot h}{n} \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{3h}{n}} \text{ и т. д.}$$

Слѣдовательно расходъ воды чрезъ все отверстіе будетъ:

$$Q = \frac{b \cdot h}{n} \left(\sqrt{2g \frac{h}{n}} + \sqrt{2g \frac{2h}{n}} + \sqrt{2g \frac{3h}{n}} + \dots \text{ и т. д.} \right) \text{ или}$$

$$Q = \frac{b \cdot h \sqrt{2gh}}{n \sqrt{n}} \left(\sqrt{1} + \sqrt{2} + \sqrt{3} + \dots + \sqrt{n} \right). \text{ Но } \sqrt{1} + \sqrt{2} + \sqrt{3} \dots + \sqrt{n}$$

или $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = \frac{n^3 + 3n^2 + 2n}{6} = \frac{2}{3} n^3 = \frac{2}{3} n \sqrt{n}$.

Слѣдовательно искомый теоретическій расходъ:

$$Q = \frac{b \cdot h \sqrt{2gh}}{n \sqrt{n}} \cdot \frac{2}{3} n \sqrt{n} = \frac{2}{3} b \cdot h \sqrt{2gh} = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh^3}$$

Если бы всѣ частицы воды имѣли одну среднюю скорость v , при которой расходъ воды былъ бы одинаковъ съ найденнымъ выше при различныхъ скоростяхъ, то можно положить:

$$Q = b \cdot h \cdot v \text{ и слѣдов. } v = \frac{Q}{b \cdot h} = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}, \text{ или } v = 0,67 \sqrt{2gh}.$$

То-есть средняя скорость воды вытекающей чрезъ прямоугольный водосливъ, составляетъ двѣ трети скорости частицъ воды, вытекающихъ у нижняго ребра, или порога водослива.

Черт. ХСІV.
нр. 794.

При треугольномъ отверстіи въ стѣнѣ съ горизонтальнымъ основаніемъ AB и вершиною C у поверхности воды, фиг. 794, если высота треугольника $DC=h$ и основаніе $AB=b$, точно также докажется, что расходъ севозъ него воды будетъ: $Q = \frac{2}{5} b \cdot h \sqrt{2gh}$. Если же основаніе AB треугольнаго отверстія лежитъ на поверхности воды, а вершина C на глубинѣ h , фиг. 794, то:

$$Q = \frac{2}{3} b \cdot h \sqrt{2gh} - \frac{2}{5} b \cdot h \sqrt{2gh} = \frac{4}{15} b \cdot h \sqrt{2gh}.$$

Расходъ воды черезъ отверстіе имѣющее видъ трапеціи $ABCD$, фиг. 795, которой верхнее основаніе $AB=b$, лежитъ въ горизонтѣ воды, а нижнее $DE=b_2$, получится, если къ расходу воды черезъ прямоугольникъ $EDCF$ прибавимъ расходъ воды чрезъ два треугольника AED и BFC ; и если они равны, то будетъ:

$$Q = \frac{2}{3} b_2 \cdot h \sqrt{2gh} + \frac{4}{15} (b_1 - b_2) h \cdot \sqrt{2gh} = \frac{2}{15} (2b_1 + 3b_2) h \sqrt{2gh}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ ХЛ.

Построение кривыхъ, для опредѣленія объема воды во время паводковъ.

Опредѣленіе объема воды протекающей въ большихъ рѣкахъ, составляетъ одинъ изъ самыхъ трудныхъ вопросовъ гидравлики, говоритъ инженеръ *Грефъ*, и до сихъ поръ нѣтъ ни одной формулы, которая опредѣляла бы этотъ объемъ съ достаточной точностію во всѣхъ случаяхъ и для всѣхъ рѣкъ.

За недостаткомъ такихъ формулъ, прибѣгаютъ къ практическому методу для опредѣленія объема протекающей воды, въ какомъ-либо мѣстѣ теченія рѣки, на нѣкоторомъ разстояніи отъ котораго, вверхъ и внизъ по теченію, уклонъ дна и профиль поперечнаго сѣченія сохраняются безъ большихъ измѣненій.

Когда теченіе устанавливается съ постоянствомъ на нѣкоторой высотѣ h_0 уровня (на шкалѣ), высоту эту наносятъ графически, по масштабу, и производятъ измѣреніе объема протекающей воды при этомъ уровнѣ общепринятымъ и указаннымъ выше, въ ст. 48, порядкомъ.

Опредѣленный такимъ образомъ объемъ обозначаютъ чрезъ q_0 . Для другихъ высотъ h_1, h_2, h_3, \dots и т. д. уровня рѣки въ томъ же мѣстѣ, такимъ же образомъ опредѣляютъ соответственные объемы q_1, q_2, q_3, \dots и т. д.

Такого рода наблюденія и опредѣленія, дозволяютъ построить *кривую протекающихъ объемовъ въ зависимости отъ высотъ уровня*, фиг. 796. Эта кривая имѣетъ абсциссами высоты (или глубины), полученные изъ наблюденій, а ординатами соответственные опредѣленные объемы, выраженные также въ опредѣленномъ линейномъ масштабѣ.

Во время разливовъ отмѣчаютъ на шкалѣ и записываютъ послѣдовательныя высоты разлива и *часы* (или времена), въ которые разливъ получаетъ эти высоты. Эти данныя даютъ возможность построить *кривую движенія разливныхъ водъ*, у которой абсциссы—записанные часы, выраженные въ опредѣленномъ линейномъ масштабѣ, а ординаты—высоты уровня соответствующія этимъ часамъ или временамъ. фиг. 796. Эти двѣ первыя кривыя имѣютъ общую координату—высоту уровня воды; каждой высотѣ соответствуетъ въ первой кривой объемъ, а въ другой время; помощію этихъ двухъ количествъ строятъ *кривую объемовъ въ зависимости отъ времени*, фиг. 796.

Площадь этой кривой построенной для года, дастъ полный годовой объемъ протекающей воды. Чтобы построить кривую объемовъ во время разливовъ, пользуются измѣреніями, сдѣланными въ то время, когда уровень рѣки имѣетъ нѣкоторое установившееся постоянство, и когда, слѣдовательно, линія продольнаго сѣченія поверхности воды почти параллельна продольной линіи дна.

Черт. ХСУ.
фиг. 796.

Графическое построение кривыхъ линий, по нѣсколькимъ наблюденіямъ, имѣетъ важное значеніе въ явленіяхъ разнаго рода; кривая даетъ возможность получить довольно близкія данныя для промежуточныхъ случаевъ, въ которыхъ непосредственныя наблюденія не производились; а форма кривой часто даетъ весьма наглядное понятіе о характерѣ самаго явленія.

ПРИЛОЖЕНІЕ XLII.

Подъемная сила воды и сопротивленіе гвоздей выдергиванію.

Въ гидростатикѣ доказывается, что сила, или давленіе, съ которымъ вода стремится поднять или вытѣснить снизу вверхъ, погруженное въ нее тѣло, равняется вѣсу вытѣсненной воды, или вѣсу воды имѣющей одинаковый объемъ съ погруженнымъ тѣломъ. Но такъ какъ всякое погружаемое въ воду тѣло имѣетъ вѣсъ, т.-е. подвержено дѣйствію тяжести, направленному въ сторону противоположную, то равнодѣйствующая будетъ равна разности этихъ двухъ силъ. Такъ напр. вѣсъ сосновой полусухой доски длиною въ 1 саж., шириною 9 дюйм. и толщиною 4 дюйм. вѣситъ 1,96 пуд. Объемъ ея $= 7 \cdot 0,75 \cdot 0,33 = 1,73$ куб. фут. Вѣсъ куб. фута воды $= 1,73$ пуд.; слѣдовательно вѣсъ объема вытѣсняемой ею воды $= 1,73 \cdot 1,73 = 2,99$ пуд. слѣдовательно такая доска, вся погруженная въ воду, вытѣсняется или поднимается этой послѣдней съ силою равною: $2,99 - 1,96 = 1,03$.

Понурные и сливные полы водоспусковъ, покрываемые водою, стремятся всплыть въ этой водѣ, и сила, съ которой они стремятся всплыть, можетъ быть легко вычислена по предъидущему примѣру. Чтобы отстранить всплываніе насадогъ, они соединяются со сваями косями пинами или желѣзными скобами и хомутами; для устраненія же всплыванія половъ, половыя доски прибиваются къ насадкамъ гвоздями. А потому можетъ встрѣтиться вопросъ, какихъ размѣровъ должны быть гвозди и на какую длину они должны быть забиты въ дерево, чтобы удержать всплываніе половъ? Мы приведемъ въ этомъ отношеніи нѣсколько данныхъ, полученныхъ изъ опытовъ ¹⁾.

Длина желѣзныхъ гвоздей должна быть отъ 2 до $2\frac{1}{2}$ разъ больше толщины прибиваемыхъ досокъ.

Вѣсъ въ фунтахъ 1000 брусковыхъ, костыльковыхъ и тесовыхъ гвоздей, приблизительно равенъ удвоенному квадрату длины гвоздя въ

¹⁾ Недзялковскій. Ч. I, стр. 242 и слѣд.

Е. Грабчинскій. Статья о сопротивленіи гвоздей. Журн. Главн. Управл. Пут. Сообщ. и публ. здан. 1861 г., т. 35.

дюймахъ. Напр. если длина гвоздя 4 дюйма, то вѣсь 1000 такихъ гвоздей будетъ приблизительно $8 \cdot 8 = 64$ фунтамъ.

Чтобы вырвать гвоздь, вѣсомъ въ $\frac{1}{66}$ фунта, забитый на глубину одного дюйма, по *Бевану*, необходимо усиліе:

	если гвоздь забить въ торець	поперекъ волоконъ.
Для сосны	2,4 пуд.	5,2 пуд.
„ вяза	7,1 „	9,0 „
„ дуба	— „	14,0 „
„ бука	— „	18,5 „

Чтобы судить о величинѣ усилія, необходимаго для вырыванія гвоздей различныхъ размѣровъ, забитыхъ на различную глубину въ сухое сосновое дерево поперекъ волоконъ, можетъ служить слѣдующая таблица *Бевана*:

Длина гвоздей въ дюймахъ	0,44—0,53—1,25—2	—2,5—2,5—2,5
Число гвоздей на фунтъ	4110—2890—557—125—66	—66—66
Глубина забивки въ дюйм.	0,40—0,44—0,50—1,5—1,0—1,5—2,0	
Вырывающее усиліе въ пудахъ	0,6—1,0—1,6—3,8—5,2—9,0—15	

То-есть, усиліе вырывающее гвоздь, забитый поперекъ волоконъ дерева, почти пропорціонально кубу квадратнаго корня изъ глубины забивки и увеличивается съ толщиною гвоздя.

Предшествующее забиванію просверливаніе дыръ, глубиною въ $\frac{1}{2}$ длины и діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ толщины гвоздей, не обнаруживаетъ замѣтнаго вліянія на ихъ устойчивость.

По опытамъ на Ганноверскихъ желѣзныхъ дорогахъ, изложеннымъ *Функомъ*, наибольшее сопротивленіе выдергиванію, расшатыванію и надавливанію въ бокъ, оказываютъ гвозди, вколоченные въ дубовое дерево; меньшее—въ буковое и наименьшее—въ сосну и ель. Въ этомъ отношеніи сосна и ель даютъ одинаковые результаты. Среднимъ числомъ, сопротивленіе выдергиванію въ дубѣ вдвое больше чѣмъ въ соснѣ. Причемъ качество дерева имѣетъ большое значеніе; въ породахъ извиленныхъ, сучковатыхъ и волнистыхъ, сопротивленіе на 10, 20, 50% болѣе чѣмъ въ породахъ прямослойныхъ и не сучковатыхъ.

Гвозди призматическіе (какъ проволочные) лучше сопротивляются боковому давленію, тогда какъ пирамидальные (кованые), если немного расшатаны, теряютъ связь съ деревомъ и легко выдергиваются.

Сопротивленіе гвоздей ершенныхъ почти не отличается отъ призматическихъ.

Хотя доски понурнаго и сливнаго половъ обыкновенно привѣиваются 7-ми дюймовыми, ершенными, корабельными гвоздями призматическаго вида, но при ударахъ и сотрясеніяхъ вскорѣ выходятъ изъ досокъ наружу. Для предупрежденія этого, слѣдуетъ, говорить г. *Грбчинскій*, вколачивать гвозди наклонно, а для устраненія фильтраціи по направленію гвоздей, въ особенности когда для нихъ были просверлены дыры діаметромъ болѣе половины толщины гвоздя, полезно подъ шляпки навивать конопать. Такъ, по распоряженію начальника II-го округа путей сообщенія, полы на Тихвинской плотинѣ устроены, въ видѣ опыта,

изъ пластинъ и прибиты къ насадкамъ цилиндрическими ершенными болтиками, толщиною $\frac{1}{2}$ дюйма и длиною около 10 дюймовъ ($5\frac{1}{2}$ верше.). Поны оказались весьма прочными и болтики держатъ отлично. Извѣстно, замѣчаетъ г. *Грѣбчинскій*, что гвозди и болты забитые въ дерево по длинѣ волоконъ, т.-е. въ торець, очень слабо въ немъ держатся; а потому въ основаніяхъ гидротехническихъ сооруженій нужно такъ располагать нарубку, чтобы ни одинъ болтъ не пришлось забивать въ голову сваи основанія, въ прогивномъ случаѣ болты не только не принесутъ пользы, но скорѣе будутъ дѣйствовать во вредъ сооруженію.

По другимъ опытамъ, гвоздь призматической формы съ квадратнымъ сѣченіемъ въ 12 миллиметровъ (около $\frac{1}{2}$ дюйма въ сторонѣ) въсомъ въ 225 граммовъ, вколоченный на 100 миллиметровъ (около 4 дюйм.) потребовалъ силы для выдергиванія:

Изъ сосны—1,462 килограм., изъ дуба—2,962 килограм. Такой же гвоздь, но вколоченный на глубину 122 миллиметровъ: изъ сосны—1,550 килограм., изъ дуба—3,534 килограм. Той же формы, но при сторонѣ квадрата въ сѣченіи въ 15 миллиметр. при вѣсѣ въ 523 грам., и вколоченный на глубину 146 миллиметровъ. требовалъ усилія для выдергиванія: изъ сосны—2,386 килограм., изъ дуба—4,448 килограммовъ.

ПРИЛОЖЕНІЕ XLIII.

Нѣкоторыя простѣйшія системы мостовъ.

Мы здѣсь сдѣлаемъ лишь краткія замѣтки относительно устройства деревянныхъ мостовъ наиболѣе простыхъ системъ, такъ какъ пролеты въ плотинныхъ мостахъ чаще бываютъ невелики и мосты этихъ системъ иногда требуются въ разборчатыхъ плотинахъ, когда не желаютъ стѣснить теченіе рѣки быками, близко стоящими одинъ къ другому.

1) *Балочная система*. Когда пролетъ превышаетъ 3 сажени и по мосту производится ѣзда, то вмѣсто одинокихъ балокъ употребляютъ *составныя балки*, состоящія изъ двухъ или болѣе балокъ расположенныхъ одна надъ другой. Если между балками нѣтъ никакого соединенія, то каждая изъ нихъ прогнется независимо отъ другой и потому грузъ, который могутъ выдержать двѣ положенныя одна на другую балки, будетъ равенъ суммѣ грузовъ, выносимыхъ отдѣльно каждою балкою. Когда же балки, при положеніи одной на другую, соединены между собою зубьями или шпонками и стянуты хомутами или болтами, такъ что ихъ можно разсматривать какъ одну балку, то она выдержитъ грузъ значительно большій, чѣмъ когда онѣ наложены одна на другую,

но не соединены. Такъ, когда балка составлена изъ трехъ брусевъ, соединенныхъ шпонками и болтами, то она можетъ выдержать грузъ въ 9 разъ большій противъ одиночной балки, и только въ 3 раза большій противъ одиночной балки, когда онѣ положены одна на другую безъ всякой связи. Такъ какъ напряженіе волоконъ внутри балки тѣмъ болѣе, чѣмъ дальше онѣ отстоятъ отъ нейтральной оси, то балку иногда составляютъ изъ двухъ простыхъ, расиертыхъ распорками и стянутыхъ болтами. При томъ же поперечномъ сѣченіи каждаго бруса балки и при томъ же вѣсѣ, составная балка подобной системы можетъ выносить безопасно тѣмъ большій грузъ, чѣмъ болѣе вертикальное разстояніе m между простыми балками.

2) *Шпренгелемъ* называется особаго устройства стропильная связь, состоящая въ томъ, что сверху стропиль опускается висячая *бабка*, въ нижнемъ концѣ которой желѣзный хомутъ съ болтомъ поддерживаетъ середину балки отъ провѣса. Устройство мостовъ по этому способу, т.-е. когда балка поддерживается сверху шпренгелями, называется *шпренгельною, или висячею системою*.

Черт. ХСV.
фиг. 798.

Распоръ стропиль прямо пропорціоналенъ пролету стропиль ab и обратно пропорціоналенъ подъему ихъ cd ; балка можетъ быть усилена, или сопротивленіе ея увеличено, прямо стропильной системой. Такъ напр. балка MM можетъ выдержать значительно большій грузъ, когда врубленные въ ея концы брусья NN , упираясь верхними торцами одинъ въ другой, стянуты съ нею желѣзными болтами mm . Равнымъ образомъ балка AB , подтянутая по срединѣ обовкою D къ бабкѣ CF , подпертой въ свою очередь подкосами EE , можетъ при той же длинѣ и толщинѣ, выдержать большую нагрузку. Когда нагрузка распределена равномерно по длинѣ балки, то $\frac{3}{8}$ всей нагрузки передаются стѣнамъ, а остальные $\frac{5}{8}$ передаются бабкѣ. При устройствѣ мостовъ, какъ и при открытіи широкихъ строеній, употребляютъ *составные шпренгеля*, съ двумя или большіимъ числомъ бабокъ. При равномерномъ распределеніи нагрузки рассчитываютъ, что на каждую бабку дѣйствуютъ $\frac{3}{8}$ нагрузки и на каждую стѣну по $\frac{1}{8}$ этой нагрузки.

фиг. 799.

фиг. 800.

фиг. 798.

Черт. ХСV.
фиг. 801.

3) *Подкосная система* употребляется для поддержанія балокъ снизу. Эта система понятна изъ фиг. 804 и 805.

Черт. ХСVI.
фиг. 804
и 805.

Если грузъ Q находится на срединѣ, то въ простой подкосной системѣ, фиг. 804, $Q = \frac{5}{8}$ всей нагрузки; въ болѣе же сложной системѣ, съ *подбалкой* mm , въ которую упираются подкосы, въ нихъ $Q = \frac{3}{8}$ всей нагрузки.

фиг. 805.

4) *Арочная система*. При одинаковыхъ поперечномъ сѣченіи и прочномъ сопротивленіи, а также и при одинаковыхъ прочихъ обстоятельствахъ, какъ показываетъ теорія, кривые брусья, имѣющіе форму дуги, обращенной выпуклостію вверхъ, могутъ выдерживать большіе грузы, чѣмъ прямые, призматическія балки. Но при употребленіи въ этой формѣ деревянныхъ брусевъ (а также желѣзныхъ, но не чугуныхъ, которые отливаются въ эту форму), такъ какъ дерево теряетъ часть прочнаго сопротивленія во время самаго выгиба бруса или доски, то прочное сопротивленіе выгнутыхъ кривыхъ брусевъ менѣе чѣмъ

Черт. ХСVІ.
фиг. 803
и 807.

прямыхъ; а потому выгибаемые (а не натуральные кривые) кривые деревянные брусья должно употреблять съ осмотрительностію и вообще только при небольшихъ выгибахъ.

Такъ какъ напряженіе криваго бруса возрастаетъ прямо пропорціонально толщинѣ, или высотѣ его, и обратно пропорціонально радіусу кривизны, то весьма полезно собирать такіе брусья изъ досокъ, накладывая ихъ одну на другую и скрѣпляя ихъ между собою хомутами или болтами. Такіе собранные кривые брусья называются *досчатыми дурами*, или *арками*, а мосты, составленные изъ такихъ арокъ, мостами арочной системы. Брусчатая дуга, или арка, составляются подобнымъ же образомъ изъ брусевъ, причемъ для лучшей связи, ихъ соединяютъ взаимною вѣзкою зубьями или посредствомъ шпонокъ, какъ и прямые балки. Надъ аркою, на стойкахъ n, n кладутся поперечные брусья m, m , а по этимъ послѣднимъ располагаются прогоны AB , по которымъ настигается мостъ. Доски и брусья для арокъ употребляются лиственничные, сосновые, еловые и дубовые. Доски и брусья сгибаютъ, пока они еще свѣжи и не просохли, отъ середины къ концамъ, на особыхъ кружалахъ и оставляютъ ихъ въ согнутомъ положеніи не менѣе двухъ мѣсяцевъ. Понятно, что при сгибаніи свѣжаго дерева значительно теряется упругость, а потому и временное сопротивленіе изогнутыхъ такимъ образомъ брусевъ или досокъ будетъ значительно менѣе чѣмъ прямыхъ и просохшихъ. *Арданъ* нашель, что отношеніе между временными сопротивленіями кривыхъ, т.-е. искусственно выгнутыхъ, и прямыхъ брусевъ составляетъ $\frac{1}{4}$. Что стрѣлка кривизны h должна быть не болѣе $\frac{1}{50}$ ширины пролета, или длины дуги составленной изъ брусевъ. Опыты *Вибскина* показали, что для *ели* можно дѣлать $\frac{h}{S} = \frac{1}{25}$, а для дуба $= \frac{1}{40}$. Употребляя же на арки тонкія доски, напр. около 2-хъ дюймовъ толщины, можно дѣлать $\frac{h}{S} = \frac{1}{10}$. Наибольшая длина брусевъ и досокъ, идущихъ на сборку арокъ, не бываетъ болѣе 50 фут. или 7 саженей, поэтому, собирая длиннѣйшія арки не должно забывать, что стыки досокъ и брусевъ непременно должны располагаться въ перевязку, или разнометъ.

ПРИЛОЖЕНИЕ XLIV.

Процентъ средней скорости отъ наибольшей.

Наблюденія показываютъ, что средняя скорость для всего сѣченія составляетъ отъ 83% до 84% наибольшей скорости у поверхности и въ самой струѣ; но эти цифры близко вѣрны для рѣкъ не глубже 5 футовъ и для скоростей не превышающихъ 3 или 4 футовъ въ секунду. Для рѣкъ же болѣе быстрыхъ и глубокихъ, средняя скорость для всего

сѣченія составляетъ отъ 70% до 81% наибольшей скорости у поверхности и на стремѣ рѣки. А потому при опредѣленіи средней скорости для всего сѣченія во время разлива, въ большинствѣ случаевъ можно принимать среднюю скорость въ 75% отъ наибольшей или принимать, что средняя скорость составляетъ $\frac{3}{4}$ наибольшей.

ПРИЛОЖЕНІЕ XLV.

Способъ уменьшенія давленія на щиты.

Если на площадь AB щита съ обѣихъ сторонъ давить вода, то въ этомъ случаѣ давленіе воды на щитъ AB равняется разности равнодѣйствующихъ давленій съ одной и другой стороны, ибо ихъ направленія параллельны и противоположны. Причемъ, какъ мы уже знаемъ изъ предъидущаго, что это давленіе на площадь щита AB равняется вѣсу столба воды, имѣющаго основаніемъ эту площадь AB , а высотой разность AC горизонтовъ воды за щитомъ AB и щитомъ $A'B'$, а центръ давленія совпадаетъ съ центромъ тяжести площади.

Черт. ХСѢІ.
снл. 808.

Отсюда видно, что при глубокомъ заложеніи порога, можно уменьшить давленіе на щиты, располагая щиты въ два или три ряда.

ПРИЛОЖЕНІЕ XLVI.

Опредѣленіе длины подпруды по способу Пуаре.

Въ ст. 13-й 1-й части мы видѣли, что объемъ воды протекающей чрезъ водосливъ выражается формулою:

$Q = 0,405 . l . h . \sqrt{2gh}$, или $Q = 0,443 . l . h . \sqrt{2gh}$, или въ общемъ видѣ: $Q = n . l . h . \sqrt{2gh}$, гдѣ Q — объемъ протекающей воды, l — длина водослива и h — высота напора надъ водосливомъ, измѣренная на нѣкоторомъ отъ него разстояніи вверхъ по теченію, и n — численный коэффициентъ.

Эта формула можетъ быть изображена въ слѣдующемъ видѣ: $Q = n . l . \sqrt{2g} . h . \sqrt{h} = n . \sqrt{2g} . l . h^{\frac{3}{2}}$, такъ такъ $h . \sqrt{h} = h^{\frac{3}{2}}$. Означивъ $n . \sqrt{2g}$ чрезъ m , получимъ вышеприведенную формулу *Мари*:

$Q = m . l . h^{\frac{3}{2}}$, откуда $h = \sqrt{\frac{Q}{m . l}}$. Если бы вода выше плотины, неза-

висимо отъ водослива, имѣла скорость теченія v , тогда эта формула имѣла бы видъ:

$$Q = m l \cdot \left[\left(h + \frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} \right].$$

Но какъ скорость воды выше плотины чаще бываетъ незначительна, то обыкновенно пользуются предъидущею, простѣйшею формулою для опредѣленія величины h .

Когда глухія водосливныя плотины устроиваются въ цѣляхъ судоходства, тогда давая въ формулѣ: $h = \sqrt{\frac{Q}{m \cdot l}}$ различныя величины для l , или ширины водослива, опредѣлимъ разныя величины для h , тогда величину l выберемъ такую, при которой h будучи возможно менѣе, давала бы однако глубину въ запрудѣ достаточную для судоходства. При этомъ очевидно, что l нельзя брать совершенно произвольно, такъ какъ ширина водослива зависитъ отъ ширины рѣки въ томъ мѣстѣ, гдѣ устроивается плотина.

Черт. ХСУІ.

фиг. 809

Если означимъ чрезъ p глубину рѣки въ естественномъ теченіи въ мѣстѣ запруды и чрезъ H — высоту напора, то высота плотины будетъ $= H + p - h$, фиг. 809.

Отъ высоты плотины будетъ зависѣть разстояніе между ними, а слѣдовательно и число ихъ. Чтобы опредѣлить мѣсто, гдѣ необходимо помѣстить слѣдующую плотину, нужно знать форму принимаемую поверхностью воды выше плотины вслѣдствіе *подпруды*. Эта поверхность воды принимаетъ видъ кривой, довольно близко подходящей къ параболѣ, которая, постоянно приближаясь къ прежнему положенію горизонта рѣки, наконецъ сольется съ нимъ, сдѣлавшись къ нему касательною

Кривую эту можно вычислить довольно точно на основаніи формулъ данныхъ г. *Беланже*, но такъ какъ онѣ весьма сложны, то можно ограничиться способомъ предложеннымъ г. *Пуаре* и состоящимъ въ томъ, что эта кривая принимается за параболу, вершина которой находится на вертикальной линіи проходящей чрезъ вершину плотины ¹⁾.

Черт. ХСУІ.

фиг. 810

¹⁾ Для вычисленія подпора, часто прибѣгаютъ къ приблизительной формулѣ составленной *Пуаре* (Poigée) и основанной на предположеніи, что кривая подпора acb есть параболы 2 порядка, касающаяся одной вѣтвью къ горизонтальной ax въ точкѣ a , составляющей гребень запруды, а другой вѣтвью касающаяся къ линіи средняго уклона pq въ точкѣ поверхности рѣки b , гдѣ начинается подпоръ отъ запруды. Черт. ХСУІ. фиг. 810.

Означимъ чрезъ H высоту ap подпора, чрезъ h высоту воды въ рѣкѣ въ моментъ наблюденія, чрезъ α — средній уклонъ поверхности воды и дна въ рѣкѣ; такъ что линія поверхности воды pq , въ ея естественномъ состояніи до запруды, параллельна линіи mn дна рѣки и по предположенію кривая подпора будетъ параболы acb касательная въ точкѣ a къ горизонтальной линіи ax и касательная въ b къ линіи поверхности воды въ рѣкѣ, pq . Если отнесемъ эту параболу къ координатамъ ax и ay и если означимъ чрезъ p ея параметръ, то ея уравненіе будетъ: $x^2 = 2py$. Уравненіе прямой линіи pq , составляющей поверхность воды въ рѣкѣ будетъ: $y = \alpha x - H$. Въ точкѣ b , сопряженія параболы съ этой прямой, будемъ имѣть выраженіе: $\frac{dy}{dx} = \frac{x}{p} = \alpha$. Исключая x и y изъ этихъ трехъ уравненій получимъ: $p = \frac{2H}{\alpha^2}$; и уравненіе параболы acb приметъ видъ:

Назвавъ $AB=H$ величину напора воды и C точку, гдѣ парабола $AMNC$ встрѣчаетъ поверхность рѣки, если провести горизонтальную прямую CD , она встрѣтитъ вертикальную прямую AB въ точкѣ D на разстояніи $AD=AB=H$, такъ какъ въ параболѣ подкасательная BD равно удвоенной абсциссѣ AD .

Черт. ХСѢІ.
нѣг 811.

Назвавъ i уклонъ поверхности воды рѣки (т.-е. величину паденія этой поверхности на единицѣ длины) получимъ:

$$i \times DC = BD = 2H, \text{ откуда } DC = \frac{2H}{i}.$$

Уравненіе параболы (у которой начало координатъ въ вершинѣ и параметръ p) имѣетъ слѣдующій видъ:

$$x^2 = p.y; \text{ ему должны удовлетворять значенія:}$$

$$x = DC = \frac{2H}{i} \text{ и } y = H \text{ слѣдов. } \frac{4H^2}{i^2} = p.H, \text{ откуда } p = \frac{4H}{i^2}.$$

И такъ уравненіе этой параболы будетъ:

$$x^2 = \frac{4H}{i^2} . y.$$

Изъ этого уравненія легко опредѣлить ординаты различныхъ точекъ и слѣдов. начертить кривую подпора, или подпруды. Начертивъ же ее, можно будетъ видѣть, гдѣ глубина перестаетъ быть достаточною для судоходства и гдѣ слѣдовательно надобно поставить вторую плотину.

На практикѣ поступаютъ иногда еще проще: на мѣстѣ первой плотины, отъ поверхности воды B по вертикальной линіи AB откладываютъ отъ B до A величину H и чрезъ ея вершину A проводятъ горизонтальную прямую AE до встрѣчи ея съ поверхностью рѣки въ точкѣ E ; отъ этой точки по поверхности воды откладываютъ линію EC равную AE и точку C соединяютъ прямою линіею съ точкою A . Прямая AC будетъ мало разниться отъ кривой $AMNC$ и обозначить собою глубины въ разныхъ мѣстахъ на всемъ протяженіи подпруды.

$x^2 = \frac{4H}{\alpha^2} y$. Въ какойнибудь точкѣ c кривой подпора, высота воды будетъ: $cd + de = y + de$.

Разстояніе af будетъ $= \frac{H+h}{\alpha}$; подобные же треугольники amf и def дадутъ уравненіе: $de = H+h - \alpha x$. Отсюда получимъ для глубины воды на какомъ либо разстояніи x вверхъ отъ гребня запруды, слѣдующую величину: $H + h - \alpha x + \frac{\alpha^2 x^2}{4H}$.

Это выраженіе можетъ служить въ практикѣ для опредѣленія глубины подпора на разныхъ разстояніяхъ отъ плотины. Но не слѣдуетъ забывать, что это выраженіе совершенно эмпирическое, по не точное.

Изъ произведенныхъ опытовъ, инженеръ *Шануанъ* заключаетъ, что если математическая вѣрность параболической формулы не есть точная, то она даетъ однако же столь близкіе результаты къ истиннымъ, что въ большемъ числѣ случаевъ ее можно употреблять съ благонадежностью, особенно когда приблизительно вычисляютъ подпоръ, который можетъ произвести плотина въ рѣкѣ, которой теченіе совершенно свободно.

ПРИЛОЖЕНИЕ XLVII.

Нѣсколько словъ о теоріи волнъ.

Ренкинъ излагаетъ вѣратѣ теорію движенія волнъ, основанную преимущественно на теоретическихъ изслѣдованіяхъ *Эйри*, подтверждаемыхъ наблюденіями *Уебера* и *Скотта Росселя*, и нѣсколько дополненную выводами изъ позднѣйшихъ изслѣдованій.

Черт. XCVI.

снг. 812.

Обыкновенныя волны распространяются по водѣ горизонтально; движеніе же каждой частицы воды происходитъ въ вертикальной плоскости параллельной направленію распространенія волны: путь, или орбита описываемая каждою частицею, есть приблизительно эллипсисъ; при однообразной глубинѣ, большая ось эллиптической орбиты горизонтальна, а малая вертикальна, центр эллипсиса находится немного выше той точки, которую занимаетъ частица при спокойномъ состояніи; когда частица проходитъ верхнюю часть своей орбиты, то она движется впередъ по направленію распространенія волнъ, въ нижней части орбиты она движется назадъ, какъ это показано стрѣлками на эллипсисахъ; прямая же стрѣлка есть направленіе распространенія волнъ. Частицы у поверхности описываютъ самыя большія орбиты; по мѣрѣ пониженія частицъ, орбиты ихъ путей уменьшаются, и притомъ въ вертикальномъ направленіи быстрѣе нежели въ горизонтальномъ, такъ что чѣмъ глубже частицы, тѣмъ проходима ея орбита площе, какъ видно на чертежѣ *a, b* и *c*; у самаго дна происходитъ движеніе по прямой линіи, взадъ и впередъ, какъ показано въ *d*. При значительной глубинѣ сравнительно съ длиною волны, которая считается отъ одного гребня до другого, орбиты верхнихъ частицъ суть круги и у дна движенія почти нѣтъ.

снг. 812.

Періодомъ волны называется время употребляемое каждою частицею на проходъ своей орбиты и равное времени употребляемому волною на проходъ пространства равнаго ея длинѣ. Изъ этого слѣдуетъ, что средняя скорость движенія частицы воды относится къ скорости волны, какъ длина орбиты, описываемой частицею, къ длинѣ волны.

Скорость волнъ зависитъ главнѣйше отъ ихъ длины и отъ глубины воды и бываетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ волны длиннѣе и глубина больше. Когда глубина воды превосходитъ длину волны, тогда скорость не измѣняется замѣтнымъ образомъ вмѣстѣ съ глубиною и большею частью равна скорости приобретаемой тѣломъ падающимъ съ высоты равной полурадіусу круга, котораго окружность есть длина волны.

Въ очень мелкой водѣ, по сравненію съ длиною волнъ, скорость почти независима отъ длины и почти равна скорости приобретаемой тѣломъ, падающимъ съ высоты, которая равна половинѣ глубины воды увеличенной тремя четвертями высоты волны.

Два или болѣе рядовъ волнъ, движущихся въ одномъ, различныхъ или противоположныхъ направленіяхъ, могутъ распространяться одновременно въ одной и той же массѣ воды и движеніе каждой частицы будетъ равнодѣйствующее различныхъ движеній, которыя каждый рядъ волнъ сообщилъ бы ей, если бы дѣйствовалъ отдѣльно. Когда рядъ волнъ распространяется въ водѣ, которая становится постепенно мельче, тогда періодъ волны остается тотъ же; скорость, а вмѣстѣ съ тѣмъ и длина волны, уменьшаются и откосъ волнъ становится круче. Орбиты описываемыя частицами воды перекашиваются, какъ видно на фиг. 813, въ *B*, *C*, *D*; передній откосъ волны круче задняго, такъ что кажется будто гребень двигается быстрѣе подошвы. Наконецъ гребень волны загибается вверху за отвѣсную линію, падаетъ впередъ и производитъ гѣну, свойственную бурунамъ. Заворачивающіеся гребни волнъ обвертываютъ въ своемъ движеніи частицы воздуха и тѣмъ производятъ такъ называемые *бѣлки*.

Новѣйшія теоретическія изслѣдованія приводятъ однако къ заключенію, подтверждаемому и наблюденіями, что каждая волна имѣетъ болѣе или менѣе, не одно качательное, но и поступательное движеніе; она осаждастъ каждую частицу воды, или вещества, ею поднятую, нѣсколько далѣе того мѣста, гдѣ она ее подняла: отъ этого происходитъ скопленіе воды, которое бываетъ у подвѣтренныхъ береговъ во время бурь. Во время совершеннаго безвѣтрія, по мнѣнію инженеровъ (Дж. Т. Стевенсоновъ), только чисто качательныя волны могутъ распространяться по морю, но сильный вѣтеръ или приливъ совершенно измѣняютъ характеръ ихъ. Такъ что живая сила вѣтра передающаяся водѣ, не только возбуждаетъ качательное движеніе, но и придаетъ волнѣ нѣкоторую скорость по направленію своего дѣйствія. Если бы дѣйствию такой волны можно было бы противопоставить посреди океана препятствіе, въ видѣ наклонной или вертикальной стѣны, то непремѣнно замѣтили бы явленія сопровождающія ударъ волны о препятствіе. По дѣйствительному вреду, который онѣ причиняютъ ударомъ своимъ на вѣтренной сторонѣ судна, нельзя не заключить, что волненіе не есть только возмущеніе поверхности, но что волны и въ морѣ, т.-е. на глубокое мѣстѣ, разбиваются и производятъ ударъ. Для того, чтобы какая нибудь поверхность отражала волны, нѣтъ никакой надобности ей быть отвѣсною; по мнѣнію *Скотта Росселя* отраженіе происходитъ и при углѣ наклоненія въ 45° . Всякое вступленіе волны на болѣе мелкую часть моря разбиваетъ волну и измѣняетъ ее характеръ. Даже посреди Атлантическаго океана разбивающіяся волны непремѣнно являются при всякой бурѣ и могутъ быть отличены съ большого разстоянія. По значительной глубинѣ на которую распространяется волненіе и на которой чувствуется реакція дна, всякая банка, т.-е. болѣе мелкая часть моря, обнаруживается на поверхности измѣненіемъ формы волнъ. Такимъ образомъ короткія и частыя волны даютъ знать мореплавателямъ, что они находятся на Нью-фаундленской банкѣ, на которой глубина воды равна 530 фут. Къ югу отъ мыса Доброй Надежды замѣтны буруны надъ скалами, лежащими на 600 фут. ниже уровня океана. Во-

обще заключаютъ 1) что всѣ портовые сооруженія, какой бы онѣ формы ни были, или на какой бы глубинѣ ни находились, подвержены во время бурь дѣйствию разбивающихся или поступательныхъ волнъ, происходящихъ отъ дѣйствія вѣтра; 2) что кромѣ того всѣ части этихъ сооруженій, находящіяся на глубинѣ меньшей 30—42 фут. подвержены поступательнымъ волнамъ происходящимъ отъ недостаточной глубины воды и 3) что портовые сооруженія подвержены, не только гидростатическому давленію качательныхъ волнъ, но и гидравлическому давленію, или удару поступательныхъ волнъ ¹⁾).

Теоріей волнъ занимались весьма многіе ученые, какъ то: *Ньютонъ*, *Лапласъ*, *Лагранжъ*, *Пуассонъ*, *Бю*, *Бремонтъ*, *Эми*, *Вирла*, *Юнгъ*, *Скотъ Россель*, *Эйри* и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ XLVIII.

Крѣпость веревокъ, цѣпей и болтовъ. Гвозди.

Такъ какъ для подниманія щитовъ и шандоровъ употребляютъ, или веревки, или желѣзныя цѣпи, навивающіяся на валь ворота, то мы укажемъ на способъ опредѣленія ихъ прочнаго сопротивленія.

Бѣлыея веревки и канаты изъ чистой пеньки, имѣютъ бѣльшее сопротивленіе въ разрывѣ противъ смоленыхъ. Диаметръ d пеньковой бѣлой веревки, предназначенной выдержать грузъ P въ пудахъ, опредѣляется по слѣдующей формулѣ: $d = 0,1915\sqrt{P}$ въ дюймахъ. По этой формулѣ вычислена слѣдующая таблица:

Грузъ P въ пудахъ.	Диаметръ d веревки въ дюймахъ.	Грузъ P въ пудахъ.	Диаметръ d веревки въ дюймахъ.	Грузъ P въ пудахъ.	Диаметръ d веревки въ дюймахъ.	Грузъ P въ пудахъ.	Диаметръ d веревки въ дюймахъ.
1.5	0.235	15	0.75	40	1.2	90	1.82
3	0.33	20	0.85	45	1.28	100	1.91
4.5	0.41	22	0.90	50	1.35	120	2
6.5	0.5	25	0.95	60	1.48	140	2.25
9	0.6	30	1.05	70	1.6	180	2.58
12	0.66	35	1.13	80	1.7	200	2.7

¹⁾ Руковод для инженеровъ и строителей *Ренкина*, перев. П. Андреева. СПб. 1864 г., стр. 828—831.

Лекціи о морскихъ сооруженіяхъ *М. Герсеванова*. СПб., 1861 г., стр. 16—26.

Что касается до вѣса пеньковыхъ веревокъ и канатовъ, то прежде замѣтимъ, что вѣсъ 4 прядныхъ канатовъ менѣе вѣса 3 прядныхъ на $1\frac{3}{4}\%$; смоленые же канаты и веревки на 15% тяжелѣе бѣльныхъ. Конецъ *въ одну сажень длиною* трехъ прядныхъ бѣлевыхъ канатовъ и веревокъ, при толщинѣ *по окружности* въ дюймахъ вѣситъ фунтовъ:

Окружность въ дюймахъ.	$\frac{3}{4}$.	1.	$1\frac{1}{2}$	2.	$2\frac{1}{2}$.	3.	$3\frac{1}{2}$.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Вѣсъ въ футахъ.	0,15	0,25	0,57	1	1,52	2,25	3,07	4	6,25	9	12,25	16	20,25	25

Звену желѣзныхъ цѣпей обыкновенно даютъ слѣдующіе относительные размѣры: если означимъ чрезъ d діаметръ круглаго желѣза, изъ котораго образовано звено, то наружная длина звена $= 4,6d$, наружная ширина звена $= 3,5d$. Поэтому внутренняя длина $= 2,6d$ и внутренняя ширина $= 1,5d$. Звено съ чугунной распоркой внутри имѣетъ большее сопротивленіе чѣмъ безъ распорки, а именно сопротивленіе разрыву перваго относится къ сопротивленію втораго почти какъ 1,38 : 1.

Черт. ХСУ.
эшт. 803.

Діаметръ цѣпнаго желѣза, способнаго выдержать грузъ въ трое большій того при которомъ происходитъ разрывъ цѣпи, и который обыкновенно назначается для прочнаго сопротивленія цѣпи, опредѣляется по формулѣ: $d = 0,045 \sqrt{P}$, въ которой P есть грузъ въ пудахъ, а d —діаметръ цѣпнаго желѣза въ дюймахъ.

Слѣдующая таблица даетъ соответственныя величины для d и P , а слѣдовательно и всѣ прочіе размѣры звена цѣпи, безъ распорки.

Грузъ P въ пудахъ.	Діаметръ d въ дюймахъ.	Грузъ P въ пудахъ.	Діаметръ d въ дюймахъ.	Грузъ P въ пудахъ.	Діаметръ d въ дюймахъ.
20	0,197	90	0,434	225	0,670
30	0,236	110	0,473	250	0,709
40	0,276	130	0,512	280	0,748
50	0,315	150	0,552	310	0,788
60	0,354	175	0,591	340	0,828
75	0,394	200	0,630	375	0,866

Болты. Желѣзные болты съ треугольной винтовой нарезкой. Если P есть усиліе дѣйствующее на болтъ, выраженное въ пудахъ, то діаметръ d болта опредѣлится по формулѣ $d = 0,18\sqrt{P}$ въ дюймахъ.

Черт. ХСУ.
инг. 802.

Число нарѣзокъ считается на длинѣ равной d , т.-е. диаметру болта.

$$\text{Число нарѣзокъ } n = \sqrt[3]{48 + 426,71 \cdot d}.$$

$$\text{Внутренній диаметр нарѣзки болта: } d' = \frac{(n-2)}{n} \cdot d.$$

Высота головы болта: $h = \frac{0,0945 + 1,16 \cdot d}{2}$. Диаметр головы болта: $D = 0,2 + 1,4 d$. Диаметр гайки равенъ диаметру головки; высота гайки равна двумъ высотамъ головокъ.

При четырехугольной винтовой нарѣзкѣ, число нарѣзокъ $n = \frac{1}{2} \sqrt{48 + 426,71 \cdot d}$; внутренний диаметр нарѣзки $d' = \frac{(n-1)}{n} \cdot d$.

Прочіе размѣры опредѣляются по предыдущему.

Для маленькихъ болтовъ дѣлаютъ $n = 8$ (т.-е. число нарѣзокъ на длинѣ d диаметра болта); внутренний диаметр болта въ нарѣзкѣ дѣлаютъ въ $\frac{3}{4} d$; высоту гайки въ $\frac{5}{4} d$; диаметр головки въ $\frac{3}{2} d$.

Гвозди. Чтобы знать сколько въ одномъ пудѣ содержится гвоздей, и на оборотъ, сколько вѣсу въ 1000 гвоздей разныхъ сортовъ, приводимъ слѣдующую таблицу, ограничивая ее сортами чаще употребляемыми при устройствѣ водоспусковъ.

	Гвоздей въ пудѣ.			Гвоздей въ пудѣ.	
	Гвоздей въ пудѣ.	Пудовъ въ 1000 гвоздей.		Пудовъ въ 1000 гвоздей.	Гвоздей въ пудѣ.
Полукорабельныхъ.			Брусковыхъ и бостыльковыхъ.		
8 дюймовой длины	100	10	10 дюймовой длины	200	5
7 — — —	120	8,33	9 — — —	250	4
6 — — —	150	6,66	8 — — —	300	3,33
Для укрѣпленія башмаковъ на сваяхъ.			7 — — —	400	2,5
			6 — — —	560	1,78
			5 — — —	800	1,25
4 — — —	240	4,17	4 — — —	1200	0,83
Завершенныхъ, или закрѣпъ.			Тесовыхъ и круглошляпныхъ.		
8 — — —	60	16,66	7 дюймовой длины	400	2,5
7 — — —	70	14,3	6 — — —	560	1,78
6 — — —	85	11,76	5 — — —	800	1,25
5 — — —	100	10	4 — — —	1200	0,83
4 — — —	130	6,66	3 — — —	2000	0,5
			2 — — —	5000	0,2

ПРИЛОЖЕНИЕ XLIX.

О фермахъ и затворахъ Москворѣцкихъ плотинъ (Пуаре).

Въ статьѣ: „Къ вопросу о проектированіи затворовъ разборчатыхъ плотинъ“ (журн. Путей Сообщ. 1883 г., январь, книга первая), инженеръ *Околовъ*, между прочимъ, замѣчаетъ, что рациональное примѣненіе въ Россіи разборчатыхъ плотинъ для канализаціи рѣкъ, составляетъ задачу еще новую, далеко не легкую. Эти плотины испытаны еще весьма немного, а потому при проектированіи, какъ фермъ (железныхъ опривидывающихся рамокъ), такъ и другихъ частей затворовъ, къ нимъ необходимо относиться съ крайней осторожностью, въ особенности если плотина предназначается для значительныхъ подпоровъ. Хотя, по его мнѣнію, система *Пуаре*, испытанная на р. Москвѣ въ теченіе послѣднихъ шести лѣтъ, дала настолько удовлетворительные результаты, что цѣлесообразность ея для шлюзованій русскихъ рѣкъ, характеръ которыхъ (по его мнѣнію) вездѣ почти одинаковъ, не подлежитъ никакому сомнѣнію. Мы замѣтили, въ статьѣ объ оцѣнкѣ системъ разборчатыхъ плотинъ, о стремленіи увеличить подпоръ и слѣдовательно высоту фермъ, отчего уменьшается стоимость работъ по шлюзованію рѣки, такъ какъ постройка лишней плотины обходится всегда дороже, чѣмъ увеличеніе высоты разборчатыхъ ея частей.

Это постоянное стремленіе увеличить высоту фермъ, довело ее до 4-хъ метровъ, т.-е. болѣе чѣмъ вдвое противъ первоначальнаго типа установленнаго *Пуаре*.

Такимъ образомъ фермы плотинъ въ Софьинѣ и Фаустовѣ на р. Москвѣ имѣютъ высоту 4 метра, въ Портъ-а-Лангле на р. Сенѣ въ 4,7 метр. Но очевидно, что съ увеличеніемъ высоты напора и слѣдовательно высоты фермы, прочное сопротивленіе фермы и вѣсъ ея должны быть болѣе, а при болѣшемъ вѣсѣ и высотѣ фермы, сборка и разборка плотинъ этой системы дѣлаются затруднительнѣе. Увеличеніе высоты фермъ заставило измѣнить систему затворовъ и отъ вертикальных пандоровъ (спиць, иголокъ), перейти къ горизонтальнымъ щитамъ въ нѣсколько ярусовъ.

Если высота фермъ измѣняется въ незначительныхъ размѣрахъ, то вѣсъ фермъ можно принять пропорціональнымъ претерпѣваемымъ ими давленіямъ и обратно пропорціональнымъ принятымъ въ расчетъ прочнымъ сопротивленіямъ железа сжатію и растяженію. При одинаковыхъ же прочныхъ сопротивленіяхъ, вѣсъ фермъ пропорціоналенъ давленіямъ, т.-е. увеличивается или уменьшается какъ квадраты высотъ фермъ и какъ разстоянія между сосѣдними фермами.

Означая чрезъ H —высоту фермы, или рамы, въ метрахъ, чрезъ l —разстояніе въ метрахъ между фермами и чрезъ Δ —вѣсъ фермы въ

килограммахъ, г. *Околовъ* приводитъ слѣдующую таблицу для нѣкоторыхъ существующихъ плотинъ.

Наименованіе плотинъ.	Высота въ метрахъ	Разстояніе между фер- мами въ ме- трахъ	Вѣсъ фермы въ килограм- махъ	Вѣсъ на еди- ницу высоты в единицу раз- стоянія въ ки- лограммхъ
	<i>H.</i>	<i>l.</i>	$\Delta.$	$\frac{\Delta}{H^2 \cdot l}.$
На р. Саонъ (во Франціи) . .	3,00	1.10	177	17,88
Сѣверная плотина на р. Мо- сквѣ	3,20	1.20	230,16	18,72
Бесѣдинская и Андреевская плотины на р. Москвѣ . .	3,80	1,20	301,00	17,31
Фаустовская и Софлинская плотины на р. Москвѣ . .	4,00	1.10	306,79	17,36
Среднимъ числомъ				17,82

Изъ этой таблицы видно, что при одинаковыхъ прочныхъ сопротивленіяхъ, принятыхъ при ихъ расчетѣ, вѣсъ фермъ на единицу высоты и единицу разстоянія почти одинаковъ. И что на основаніи этой таблицы легко вывести вѣсъ фермы для всякаго разстоянія между фермами и всякой высоты фермы, лишь бы высота не выходила изъ предѣловъ, указанныхъ въ таблицѣ, т.-е. отъ 3 до 4 метровъ. Вѣсъ этотъ найдется изъ формулы $\Delta = 17,82 \cdot H^2 l$, выраженной въ килограммахъ и метрахъ.

Замѣна шандорнаго загражденія, упирающагося въ верхнее ребро фермъ, щитовымъ, въ нѣсколько ярусовъ, даетъ возможность уменьшить вѣсъ фермы и облегчить сборку и разборку плотины.

Изъ вышеозначенной статьи г. *Околова* мы сдѣлаемъ здѣсь еще нѣсколько извлеченій, которыя представляются намъ весьма практичными.

Въ системѣ *Пуаре* каждая ферма, или рамка, соединена съ сосѣдними двумя по верху накладками, которыя обыкновенно накладываются на штыри, прибитыя у верхняго бруска фермъ. Такъ какъ разница въ температурахъ, при которыхъ плотина поднята, бываетъ довольно значительна, то накладки эти, для предупрежденія могущаго произойти сдвиганія ихъ, должны имѣть въ отверстіяхъ, концы онѣ вставляются на штыри, извѣстный запасъ или зазоръ. Поэтому фермы, соединенныя такимъ образомъ между собою, далеко не представляютъ одной цѣльной системы, могущей сопротивляться ударамъ или сотрясеніямъ. Всякое сотрясеніе, передаваемое одной фермѣ приводитъ ее въ движеніе, мало или совсѣмъ не передаваясь другимъ. Эти удары и сотрясенія, хотя незначи-

ные, фермы претерпѣваютъ постоянно во время перелива воды чрезъ иголки (спицы или вертикальные шандоры) или чрезъ щитки; но они гораздо ощутительнѣе, когда приходится пропускать черезъ плотину паводокъ съ ледоходомъ, какъ это нерѣдко бываетъ у насъ осенью. Ледъ толщиною въ $1\frac{1}{2}$ —2 вершковъ, по мнѣнію г. *Околова*, производить уже удары небезопасные для постройки, связи же по срединѣ фермъ, не только затруднили бы разборку плотины, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ сдѣлали бы ее невозможной. А потому для устойчивости отдѣльныхъ фермъ необходимо увеличить ихъ массу, или вѣсъ, не для сопротивленія гидростатическому давленію, а для сопротивленія ударамъ и сотрясеніямъ.

Фермы Москворѣцкихъ плотинъ, высотой въ 3,8 и 4 метра, имѣютъ вѣсъ (каждая рамба круглымъ числомъ) около 13,25 пудовъ; не имѣя достаточной массы, онѣ подвергаются постояннымъ дрожаніямъ, которыя при толстомъ слое переливающейся воды бываютъ настолько велики, что, по мнѣнію г. *Околова*, не могутъ не имѣть вреднаго вліянія на прочность желѣза и безъ того выдерживающаго довольно значительное усиліе отъ давленія и растяженія. Недостаточность ихъ вѣса обнаруживается при подымѣ ихъ послѣ весенняго половодья или при выемкѣ ихъ вовсе изъ гнѣздъ для ремонта или окраски. Заносимые нѣсколько слоевъ песка, при подымѣ онѣ изгибаются или ломаются (до 5⁰/₀) и требуютъ значительнаго ежегоднаго ремонта.

Какъ примѣръ легкости Москворѣцкихъ фермъ системы *Шуаре*, г. *Околовъ* приводитъ фактъ разрушенія Перервинской плотины осенью 1879 года. Это разрушеніе, по его мнѣнію, произошло исключительно отъ легкости и гибкости фермъ, которыя не могли выдержать ударовъ льдинъ и барокъ, несенныхъ теченіемъ, вслѣдствіе прорыва выше лежащей казенной Бабьегородской плотины. Фермы этой плотины были перестроены вновь за счетъ казны. При ихъ перестройкѣ товариществомъ Москворѣцкаго пароходства было предложено увеличить вѣсъ фермъ до 30 пудовъ. Хотя онѣ и тяжелы при маневрированіи, но въ другихъ отношеніяхъ оказались лучше существующихъ на другихъ плотинахъ.

При расчетѣ Москворѣцкихъ фермъ, прочное сопротивленіе желѣза вытягиванію и сжатію было принято въ 236 пуд. на 1 кв. дюймъ. Г. *Околовъ* находитъ его для такихъ сооружений слишкомъ большимъ. Профессоръ *Глушинскій* допускаетъ это сопротивленіе въ предѣлахъ отъ 150 до 200 пудовъ. Перервинскія фермы вышли немного тяжелы и потому г. *Околовъ* полагаетъ достаточнымъ принимать для этого сопротивленія среднюю цифру, въ 175 пуд. на кв. дюймъ. Причемъ, если плотина этой системы должна быть удобо разбираема во всякое время и притомъ людьми находящимися на помостѣ, а не лебедкой или вообще помощію какого-либо механизма, то вѣсъ фермъ, по его мнѣнію, ни въ какомъ случаѣ не долженъ превышать 30 пудовъ. А при этомъ условіи, предѣльная высота ихъ должна быть не болѣе 1,875 сажени. Фермы болѣе высоты онъ считаетъ для нашего климата непрактичными и неудобными къ примѣненію.

Въ новыхъ загражденіяхъ Перервинской плотины уничтожены переднія подвѣсныя рамы, которыя вообще весьма затрудняютъ разборку и сборку плотинъ; онѣ замѣнены соответственнымъ переустройствомъ переднихъ деревянныхъ стоекъ, при помощи которыхъ давленіе отъ щитковъ переходитъ на узловыя точки (мѣста упоровъ подкосовъ) передней стойки фермы.

Водоподпорное полотно въ плотинахъ системы *Пуаре*, какъ мы видѣли, первоначально состояло изъ вертикальныхъ шандоровъ (спиць, иголокъ), упиравшихся внизу въ порогъ плотины, а сверху въ связи, которыя сопрягаютъ фермы. Но это загражденіе могло быть удобнымъ при высотѣ напора не превышавшемъ 1,5 метра. При болѣшихъ же напорахъ *Буле* замѣнилъ ихъ щитами.

Примѣненные на р. Москвѣ въ первомъ году, иголки были затѣмъ замѣнены горизонтальными щитами.

Эту замѣну г. *Околовъ* объясняетъ тѣмъ, во-первыхъ, что иголки никогда нельзя было поставить такъ плотно, чтобы между ними не было просачиванія, которое по мѣрѣ подъема воды увеличивалось настолько, что съ помощію ихъ весьма трудно было удержать воду на подпорной высотѣ при меженномъ уровнѣ; во-вторыхъ, маневры съ иголками представляли большія затрудненія въ обыкновенное время, а во время паводковъ онѣ оказывались не безопасными и даже гибельными. Усиліе для подъема иголокъ требовало значительнаго числа людей, а тщательная установка ихъ на мѣсто, во время подпорнаго уровня, была даже положительно немислима.

Г. *Яницкій*, проектировавшій замѣну иголокъ на Москворѣцкихъ плотинахъ другаго рода загражденіемъ, убѣдился, что система *Буле* не можетъ быть удобна для русскихъ рѣкъ, по сложности маневровъ съ лебедкой, почему и предложилъ подыму щитовъ людьми, для чего уменьшилъ ширину щитовъ. Г. *Околовъ* говоритъ: „я съ своей стороны убѣжденъ, что намъ остается отдать преимущество Москворѣцкимъ щиткамъ, при подъемѣ которыхъ, даже во время паводковъ при сильномъ ледоходѣ, въ теченіи 6 лѣтъ никогда не встрѣчалъ ни малѣйшаго затрудненія“.

Эта система затворовъ состоитъ изъ обыкновенныхъ горизонтальныхъ щитковъ съ пальцами (досокъ толщиной въ $2\frac{3}{4}$ дюйма), которыя опускаются скользя по вертикальнымъ деревяннымъ стойкамъ, расположеннымъ передъ каждой фермой. Впрочемъ, при проектированіи новыхъ плотинъ, щитки могутъ и прямо упираться въ фермы, что значительно облегчить, какъ сборку, такъ и разборку плотины. Въ Москворѣцкихъ же плотинахъ щитки нельзя было упереть прямо на фермы, такъ какъ эти послѣднія не были къ тому приспособлены.

Щитки имѣютъ ширину около 10 дюймовъ, длину 3,77 фуговъ и по малымъ размѣрамъ своимъ претерпѣваютъ гидростатическое давленіе не превышающее $5\frac{1}{2}$ пудовъ. Такъ что усиліе, необходимое для подъема самыхъ нижнихъ щитковъ, даже при выниманіи ихъ при полномъ напорѣ (чего никогда не бываетъ), не требуетъ болѣе 4 людей. Щитки

эти вынимаются помощію вилообразныхъ крючьевъ съ верхняго помоста плотины; они ставятся въ 15 ярусовъ, изъ которыхъ первые три яруса свободно вынимаются однимъ человѣкомъ, который всегда находится при плотинѣ для регулированія подпорнаго уровня; для подъема же щитковъ нижнихъ ярусовъ никогда не требуется болѣе двухъ человѣкъ. Щитки укладываются на мѣсто тѣмъ же крюкомъ; при надавливаніи или ударѣ имъ о щитокъ, таковой аккуратно ложится на мѣсто.

ПРИЛОЖЕНІЕ I.

Деревянная самодѣйствующая плотина М. А. Шистовскаго.

Инженеръ *М. А. Шистовскій* говоритъ, что многолѣтніе опыты убѣждаютъ въ томъ, что французскія разборчатыя плотины могутъ быть съ выгодною употребляемы только въ умѣренномъ климатѣ и въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ обработка камней и желѣзная промышленность достигли высокой степени развитія. Для Россіи же, и вообще для восточной Европы, по его мнѣнію, слѣдуетъ постараться придумать новую систему разборчатыхъ плотинъ, устраиваемыхъ изъ матеріаловъ имѣющихся подъ рукой, т.-е. дерева, напольнаго камня и кирпича. Онъ замѣчаетъ, что рѣки протекающія въ Россіи имѣютъ слѣдующія отличительныя свойства: 1) большая ширина долины; 2) незначительный продольный уклонъ; 3) недостатокъ воды лѣтомъ; 4) внезапные паводки; 5) во время ледохода значительная величина ледяныхъ глыбъ. Первые три свойства требуютъ плотинъ значительной длины и флюдбета возвышающагося надъ горизонтомъ меженныхъ водъ; а послѣднія два — автоматичности разборчатой части, для сохраненія плотины и безопасности ухода за ней.

Въ виду морозовъ, доходящихъ у насъ до 32[°] R., намъ слѣдуетъ, по его мнѣнію, отказаться отъ употребленія желѣзныхъ, свободно связанныхъ частей, какъ-то: цѣпей, вращающихся подкосовъ (т.-е. рамокъ, или фермъ) и проч.; части эти, покрываясь слоемъ льда известной толщины, теряютъ въ вѣсѣ и всплываютъ на поверхность воды¹⁾, чѣмъ и препятствуютъ движенію ледяныхъ массъ.

Въ системѣ своей плотины, г. *Шистовскій* весьма остроумно соединилъ системы плотинъ *Дефонтена* и Американской; плотину его

1) Это явленіе дѣйствительно замѣчено у насъ и на тугурныхъ цѣпяхъ.

можно разсматривать какъ подвижной порогъ водослива. Но такъ какъ только опытъ можетъ рѣшить практичность проэкта этой системы, то мы дадимъ здѣсь лишь самое краткое ея описаніе; подробности устройства плотины этой системы находятся въ отдѣльно изданной брошюрѣ, подъ заглавіемъ: „Деревянная самодѣйствующая плотина системы *М. А. Шистовскаго*, инженера путей сообщенія, бывшаго воспитанника школы дорогъ и мостовъ въ Парижѣ“. С.-Петербургъ, 1882 г.

Флюдбетъ, или глухая часть этой плотины, состоитъ изъ двухъ перемычекъ, образованныхъ четырьмя рядами шпунтовыхъ свай; между перемычками, во всю длину плотины, образуется каналъ, какъ и въ плотинѣ *Дефонтена*. Весь этотъ каналъ, поперечными схватками и брусьями, раздѣленъ на кѣтки, или ящики, между которыми, въ раздѣляющихъ ихъ стѣнкахъ, имѣется сообщеніе. Каждый ящикъ закрывается сверху досчатымъ полотнищемъ (состоящимъ изъ рамы обшитой досками) вращающемся, какъ крышка ящика, на желѣзныхъ петляхъ, прирѣпленныхъ къ насадочному брусу низовой стѣнки канала. Это деревянное полотнище можетъ верховымъ ребромъ своимъ только до нѣкоторой степени опускаться внизъ, въ ящикъ, вращаясь на шалнерахъ низоваго ребра: вверхъ же оно можетъ подниматься только до брусевъ, образующихъ верхнюю часть флюдбета, которыми задерживается въ горизонтальномъ положеніи. Чтобы рама полотнища прикасалась къ этимъ брусьямъ плотно, въ краяхъ ихъ соединенія проложенъ смоленый войлокъ. Сверху на верховомъ ребрѣ каждаго полотнища и перпендикулярно къ его верхней площади, наглухо укрѣпленъ деревянный щитъ. Когда полотнище опустится въ ящикъ, щитъ вмѣстѣ съ верховымъ ребромъ полотнища также опустится внизъ и его верхнее ребро будетъ тогда вровень съ брусьями флюдбета; въ этомъ положеніи плотина опущена и не дѣлаетъ подпора (кромѣ подпора, производимаго постояннымъ флюдбетомъ); когда же полотнище будетъ приведено въ горизонтальное положеніе, тогда щитъ поднимется вмѣстѣ съ нимъ на всю свою высоту выше флюдбета и образуетъ подпоръ. Какъ и въ плотинахъ *Дефонтена* и *Американской*, подниманіе и опусканіе полотнища дѣлается давленіемъ разности высотъ уровней верхняго и нижняго бьефовъ, чрезъ подниманіе или опусканіе щитовъ въ колодцахъ береговыхъ устоевъ, соединенныхъ съ верхнимъ и нижнимъ бьефами и съ каналомъ плотины подъ вращающимися полотнищами. Передняя сторона щита обдѣлана по дугѣ круга изъ центра шалнеровъ; по такой же дугѣ круга (съ небольшимъ зазоромъ) обдѣлана и передняя сторона канала.

Въ системѣ г. *Шистовскаго* значительно удешевляется стоимость разборчатыхъ частей сравнительно съ французскими системами.

Г. *Шистовскій* приводитъ, между прочимъ (изъ *Annales des ponts et chaussées*, Juin, 1880; *Chronique*) слѣдующую таблицу главнѣйшихъ разборчатыхъ плотинъ, построенныхъ во Франціи до 1878 года:

Названіе рѣкъ.	Число плотинъ.	З а т в о р н ы .					
		Въ судоходныхъ судовахъ.		Въ плотинахъ.			
		Пуаре.	Шануаня.	Пуаре.	Шануаня.	Дефон-тона.	Жирара.
Рѣка Сена . . .	28	12	15	2	13	—	—
— Ионна . .	25	3	22	6	15	—	1
— Марна . .	15	6	14	2	—	12	—
— Маасъ . .	27	27	—	—	—	—	—
— Мозель . .	9	9	—	—	—	—	—
— Уаза . . .	6	—	—	6	—	—	—
— Луара . .	2	1	1	1	—	—	—
— Алліе . .	1	—	—	1	—	—	—
— Саона . .	11	4	5	7	—	—	—
Итого . . .	124	57	57	25	28	12	1

ПРИЛОЖЕНІЕ LI.

М ѣ р ы и в ѣ с ы .

Въ настоящемъ трудѣ за единицу мѣры длины мы главнымъ образомъ принимали футъ, а за единицу вѣса — пудъ. Но такъ какъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ мы выражали размѣры въ аршинахъ и вершкахъ, а также и въ метрахъ (для французскихъ плотинъ), а вѣсъ иногда въ килограммахъ, то для удобства перевода изъ однихъ мѣръ въ другія, а равно для облегченія вообще вычисленій, мы приводимъ здѣсь нѣкоторыя готовые числа:

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 = $\frac{5}{7}$ 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 сантиметр.
 1 кв. саж. = 9 кв. арш. = 2304 кв. вершк. = 49 кв. фут. = 7056
 кв. дюймъ.

1 кв. арш. = 256 кв. вершк. = $5\frac{4}{9}$ = 5,444 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. вершк. = 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. футъ = 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. вершк.

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 четве-
 рикъ = $2\frac{2}{13}$ ведра = 0,9266 куб. фут.

Ведро содержитъ въ себѣ 30 фунтовъ чистой (перегнанной) воды,
 при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ. Фунтъ ра-
 венъ вѣсу 25,0189 куб. дюйм. перегнанной воды при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R.,
 взвѣшенной въ безвоздушномъ пространствѣ. 1 пуд. = 40 фунт.; 1
 фунт. = 0,40952 килограм.; 1 килограм. = 2,4419 фунтамъ.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ ВЪ 3-й ЧАСТИ.

<i>напечатано:</i>	<i>должно читать</i>	<i>страни. строки сверху—снизу</i>	
дѣйствія	свойства	2	— 4
прибыльныхъ	прибылыхъ	5	— 13
достаточно	достаточное	10	— 17
которые	которыя	14	14 —
рѣки	рѣкъ	26	3 —
равнодѣйствующая	равнодѣйствующая	37	— 10
такой	такой же	44	12 —
кольевъ,	кольевъ	48	3 —
задѣлываются	задѣлывается	54	— 16
или	или	56	— 13
высоы	высоты	66	— 9
грубами	срубами	70	— 14
ом	оМ	109	16 —
укрѣпленій	укрѣпленій	134	— 21
березовыхъ	береговыхъ	136	24 —
обтесѣ	обтесѣ	150	13 —
разщебенный	разщебененный	159	11 —
концы	вѣнцы	174	10 —
непроницаемъ	непроницаемымъ	176	— 13
пзъ	ихъ	186	10 —
отдѣльные	отдѣльныя	202	6 —
колодцамъ	колодцемъ	207	— 7
продвоятся	проводятся	216	16 —
резервуарѣ	резервуарѣ:	224	— 6
отдѣленнымъ	отдѣленномъ	257	— 8
флюдбета	флюдбета,	260	— 17
зысѣвается	высѣвается	273	18 —
сдѣланнымъ	вдѣланнымъ	284	20 —
быка	быковъ	291	15 —
бѣвають	бываютъ	323	— 22
обезпечиваютъ	обезпечиваетъ	349	17 —
которые	которыя	371	— 9
не разбросанныя	не разобранныя	412	12 —
раскладываться	раскладывать	421	— 11
въ я теченіи	я въ теченіи	448	— 15



Цѣна за три части, съ атласомъ чертежей, 10 рублей.

ніа у автора, Мойна и уголь Демидова переулка, д. № 62 2. кв. 8.