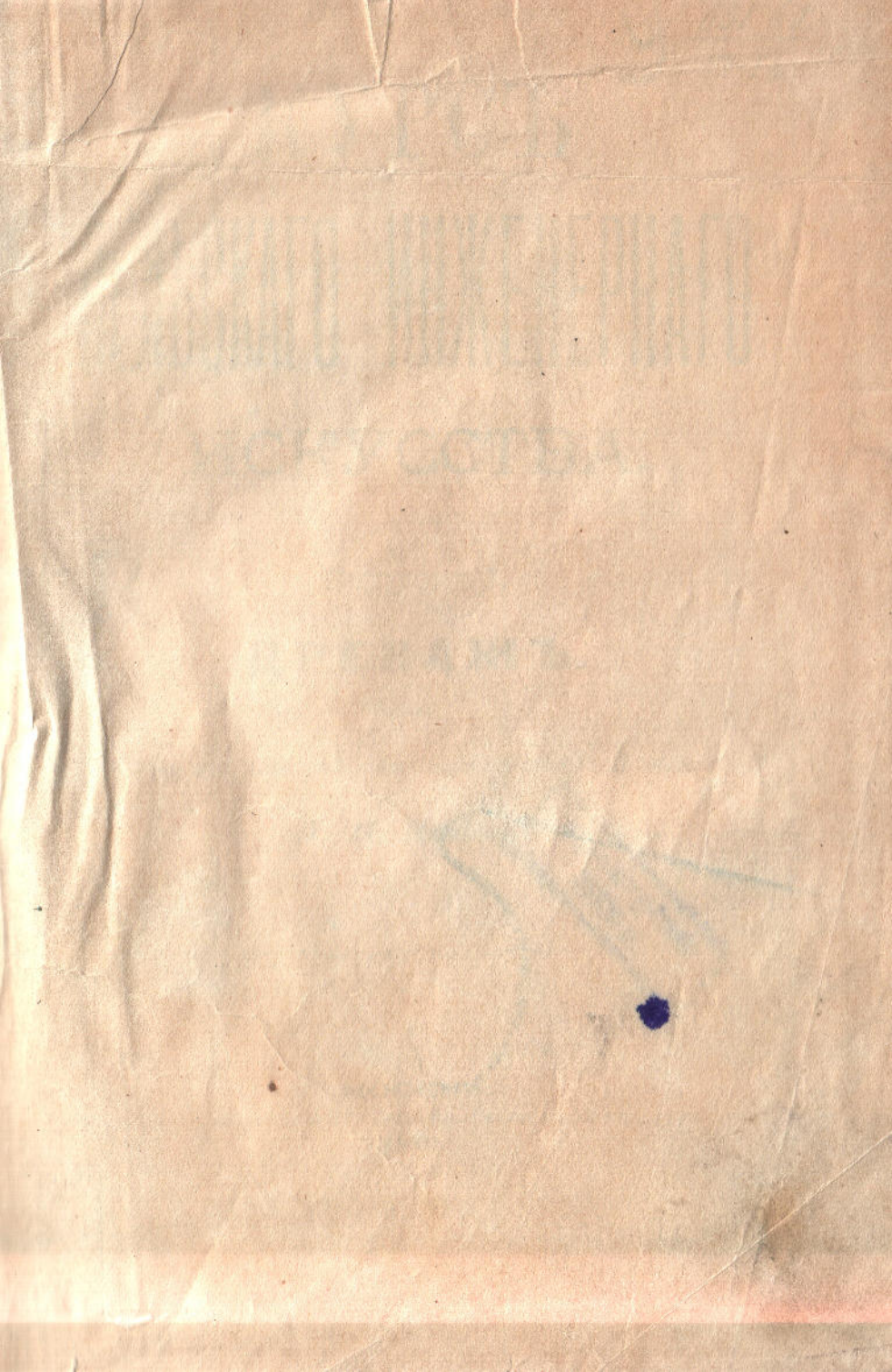


631.62

11-58

2129





П 1500

У 631.62
17-58

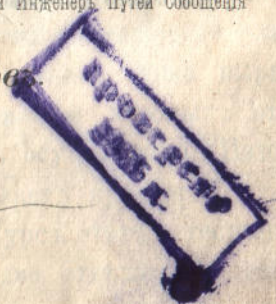
КУРСЪ СЕЛЬСКАГО ИНЖЕНЕРНАГО ИСКУССТВА.

Выпускъ I.

ДРЕНАЖЪ.

Составилъ Э. О. Профессоръ Петровской Академіи Инженеръ Путей Сообщенія

А. И. Поповъ



МОСКВА.

Типографія А. Левенсонъ и К^о. Петровка, Рахмановскій пер., собст. домъ.
1889.

2129

Библиотечка
Инженеръ Путей Сообщенія

Ла

✓

20

И

3. 0.

КАУРЪ

ВЕДЪРСКАТО НАКЪМЪРЪНАТО

НОКЪСОСТАВА



Дозволено цензурою. Москва, Феврали 5 дня. 1888 года.



НОКЪСОСТАВА

Вступление. Приступая къ изложенію курса Сельскаго Инженернаго Искусства, считаю необходимымъ сказать нѣсколько словъ о содержаніи предмета и о естественномъ его дѣленіи на части.

Извѣстна та громадная роль, которую играетъ вода, находящаяся въ почвѣ, на жизнь растений, на этой почвѣ растущихъ. Съ одной стороны ея присутствіе въ извѣстномъ количествѣ безусловно необходимо для растительной жизни; съ другой—ея избытокъ, если и не дѣлаетъ растительную жизнь невозможною, то во всякомъ случаѣ сильно тормозитъ ростъ и развитіе культурныхъ растений. Отсюда понятно то значеніе, какое имѣетъ регулированіе почвенной влажности для земледѣльческой практики. Инженерная техника выработала нѣкоторые приемы, съ помощію которыхъ это регулированіе въ извѣстной мѣрѣ осуществимо. Изложеніе этихъ приѣмовъ и представляетъ предметъ Сельскаго Инженернаго Искусства. Курсъ этотъ естественнымъ образомъ раздѣляется на два отдѣла: удаленіе вредныхъ водъ—осушеніе болотъ и дренажъ, и эксплоатация полезныхъ водъ—орошеніе.

Начнемъ съ изученія дренажа. Подъ этимъ именемъ подразумѣвается извлеченіе излишней (вредной) воды изъ *почвы* съ помощію особыхъ каналовъ: от-

крытыхъ—канавъ, или закрытыхъ, подземныхъ—дренъ. Не приступая немедленно къ изложенію технической стороны дѣла—устройства дренъ, очерчу вкратцѣ, въ чемъ заключается вредъ излишка влажности въ почвѣ и изслѣдую возможныя причины образованія такого излишка.

ГЛАВА I.

Общее понятіе о дренажѣ.

Вредъ излишка влажности въ почвѣ. Почва страдаетъ избыткомъ влажности, когда вода въ ней застаивается, причемъ—или вся почва до поверхности насыщена водою, или насыщенный водою слой находится на незначительной (весьма малой) глубинѣ ниже поверхности земли; чѣмъ ближе поверхность насыщенія къ поверхности земли — тѣмъ при прочихъ равныхъ условіяхъ, больше вредъ, приносимый влажностью; чѣмъ продолжительнѣе періодъ, въ теченіи котораго почва насыщена влагою—тѣмъ вреднѣе послѣдствія. Вредъ избытка влажности отражается въ слѣдующемъ:

1. Въ дождливое время года влажныя почвы заплывають; верхній почвенный слой обращается въ вязкую тѣстообразную массу, проходъ и проѣздъ по которой представляется крайне-затруднительнымъ, обработка-же—невозможною; съ наступленіемъ сухаго времени, почва сильно затвердѣваетъ съ поверхности и ея обработка также бываетъ затруднительна. Періодъ возможной обработки весьма коротокъ; иногда ее приходится производить слишкомъ поздно и во всякомъ случаѣ спѣшно, слѣдовательно для успѣшнаго веденія дѣла держать

лишній инвентарь, лишнюю рабочую силу. Практики оцѣниваютъ въ 25% экономію въ издержкахъ обработки, которая можетъ быть достигнута при осушеніи подобныхъ почвъ.

2. Благодаря значительному испаренію воды съ поверхности влажныхъ почвъ и поглощенію испаряющейся водою почвенной теплоты, сырыя почвы всегда холоднѣе сухихъ. Это пониженіе температуры, являющееся результатомъ избытка влажности, влечетъ за собою слѣдующія вредныя послѣдствія: а) болѣе позднее наступленіе вегетационнаго періода и раннее его окончаніе; б) задержку въ ростѣ и развитіи растений и в) болѣе частое образованіе позднихъ весеннихъ и раннихъ осеннихъ заморозковъ.

Сверхъ того, почвы, страдающія избыткомъ влажности, болѣе другихъ подвержены явленію вымерзанія.

3. Застой воды въ почвѣ при отсутствіи свободнаго доступа кислорода воздуха имѣетъ послѣдствіемъ замедленіе процессовъ окисленія и вывѣтриванія, результатомъ которыхъ является образованіе питательныхъ веществъ въ почвѣ. Сверхъ того, этотъ застой иногда влечетъ за собою образованіе прямо вредныхъ для растений веществъ: такъ, если въ почвѣ или подпочвѣ много окиси желѣза и ея солей, то, въ присутствіи перегнойныхъ веществъ и при недостаткѣ кислорода, образуется въ значительномъ количествѣ легко растворимая въ водѣ закись желѣза, которая сильно вредитъ культурнымъ растеніямъ; въ присутствіи сѣрнистыхъ соединений разложеніе органическихъ веществъ безъ доступа воздуха влечетъ за собою образованіе сѣро-

водорода, который действует на растенія прямо какъ ядъ. Даже въ томъ случаѣ, когда явно вредныхъ веществъ въ почвѣ не образуется, слишкомъ концентрированный растворъ питательныхъ веществъ, подступая во время дождей къ корнямъ растеній, можетъ повлечь за собою *полеганіе* растеній, которое обыкновенно и начинается въ болѣе низменныхъ, болѣе влажныхъ мѣстахъ поля. Полезное дѣйствіе удобрения уменьшается частью вслѣдствіе того, что часть его смывается поверхностно стекающею водою, а отчасти потому, что ходъ разложенія органическаго вещества, который является слѣдствіемъ недостаточнаго доступа кислорода, неблагоприятенъ для образованія питательныхъ веществъ для культурныхъ растеній.

Иногда пахотный слой постепенно ухудшается въ своихъ качествахъ: при высыханіи почвы, образующаяся въ нижнихъ слояхъ почвы и подпочвы закись желѣза поднимается вмѣстѣ съ почвенною водою въ верхній пахотный слой и здѣсь, окисляясь, осаждается между почвенными частицами. При грунтахъ проницаемыхъ и почвахъ, легко освобождающихся отъ воды, имѣеть мѣсто противоположное явленіе: дождевыя воды, проникая въ почву, производятъ выщелачивающее, оздоравливающее дѣйствіе.

4. Корни культурныхъ растеній могутъ развиваться только въ части почвы, не насыщенной водою: поэтому, если поверхность насыщенной почвы близка къ поверхности земли, то корни развиваются плохо и не достигаютъ той глубины, которой могли бы достигнуть въ сухой почвѣ, гдѣ, какъ показываютъ наблюденія, корни

хлѣбныхъ злаковъ, напримѣръ, могутъ быть прослѣжены на глубинѣ до 1 и болѣе метра. Благодаря этому, растенія не получаютъ надлежащей силы и могутъ пострадать отъ засухи, если въ послѣдствіи излишекъ влажности смѣнится его недостаткомъ.

5. На полѣ развиваются нѣкоторыя сорныя травы, свойственныя мокрымъ почвамъ, какъ напримѣръ, пырей, чебакъ, лютики, и т. под. Ихъ уничтоженіе безъ измѣненія условій благоприятствующихъ ихъ развитію — т. е. избытка влажности въ почвѣ — представляется крайне-затруднительнымъ.

6. Неравномѣрная степень влажности поля влечетъ за собою неодновременное поспѣваніе хлѣбовъ, что затрудняетъ уборку, такъ какъ приходится убирать или частью недоспѣвшій, или частью перестоявшійся хлѣбъ.

Ближайшія причины излишка влажности въ почвѣ. Перейдемъ теперь къ изслѣдованію причинъ застоя воды въ почвѣ. Причины эти могутъ состоять или въ непроницаемости почвы, или, подпочвы, или въ присутствіи грунтовыхъ водъ на незначительной глубинѣ ниже поверхности земли.

Отъ первой причины страдаютъ почвы тяжелыя, плотныя, иловатыя, обыкновенно называемыя въ обществѣ глинистыми. Глину, приведенную въ однообразную, тѣстовидную массу, говоря практически, можно считать совершенно непроницаемою для воды; по опытамъ Seelheim'a она пропускаетъ при прочихъ равныхъ условіяхъ въ нѣсколько тысячъ разъ менѣе воды чѣмъ песокъ. Однообразная смѣсь глины съ пескомъ,

при которой всё промежутки между песчинками заполнены глиняною тѣстообразною массою, — пропускаетъ воды еще менѣе, чѣмъ чистая глина. Но въ самыхъ даже тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ, въ нормальномъ состояніи, всегда существуютъ небольшія поры и трещины, взаимно сообщающіяся между собою, по которымъ вода можетъ двигаться, хотя съ величайшимъ трудомъ. Причины образованія этихъ поръ суть слѣдующія: первая и главная — смѣна сухости и влажности, тепла и холода; вторая — остатки корней умершихъ растений, и третья — ходы, продѣлываемые земляными червями и личинками нѣкоторыхъ насѣкомыхъ. — Эти поры встрѣчаются въ значительномъ числѣ близъ поверхности, быстро уменьшаются при углубленіи, но и на глубинѣ до 1 метра ихъ можно прослѣдить только въ очень маломъ числѣ и съ ничтожными размѣрами, — ибо, чѣмъ глубже мы опускаемся, тѣмъ менѣе рѣзкія перемены въ степени влажности встрѣчаемъ въ почвѣ. При дождливой погодѣ эти поры весьма быстро наполняются водою и, если она не имѣетъ изъ нихъ выхода, вода застаивается и въ пахотномъ слое.

Но если въ такихъ почвахъ будутъ устроены подземные каналы, то вода изъ поръ будетъ проникать въ нихъ и уже не будетъ застаиваться въ почвѣ, причемъ и на глубинѣ въ почвѣ совершается болѣе сильныя перемены въ состояніи влажности — что повлечетъ за собою расширеніе старыхъ и образованіе новыхъ трещинъ. Если вода не имѣетъ свободнаго выхода изъ почвы, то образованіе новыхъ трещинъ внутри почвы также возможно при извѣстныхъ усло-

віяхъ; но такія трещины въ послѣдствіи, при наполненіи ихъ водою, которая въ нихъ застаивается, заполняются вновь разбухающею глинистою массою; разъ выходъ водѣ данъ—попадающая въ поры вода быстро проходитъ черезъ нихъ, причемъ разбуханье трещинъ не имѣетъ времени совершиться.—Естественная проницаемость грунта постепенно увеличивается дренажемъ.

Если почва сама по себѣ водопроницаема, но на незначительной глубинѣ находится водонепроницаемая подпочва, то культурный слой также страдаетъ отъ избытка влажности, если только вода, разъ попавши въ грунтъ, не можетъ удалиться быстро въ сторону, двигаясь внутри проницаемаго пласта въ направленіи наибольшаго уклона подошвы этого пласта; а это всегда будетъ имѣть мѣсто при не очень сильныхъ уклонахъ мѣстности.

Въ обоихъ разсмотрѣнныхъ случаяхъ непосредственною причиною избытка влажности въ почвѣ служатъ атмосферныя осадки, падающіе непосредственно на страдающій отъ сырости участокъ. Но весьма часто причиною избытка влажности служатъ такъ называемыя грунтовыя воды. Это суть воды, обязанныя своимъ происхожденіемъ атмосфернымъ осадкамъ, падающимъ въ разматриваемаго участка, и проникающимъ въ подпочву и почву разматриваемаго участка подземнымъ путемъ, двигаясь въ промежуткахъ между частями водопроницаемаго грунта.

Понятное дѣло, что если подпочва даннаго участка водопроницаема, но въ то же время наполнена грунтовой водою — то она должна страдать избыткомъ

влажности, не смотря на эту проницаемость, такъ какъ падающая на поверхность участка вода не можетъ быть удалена изъ почвы иначе какъ испареньемъ; сверхъ того грунтовая вода благодаря волосности поднимается изъ подпочвы въ верхніе почвенные слои.

Изложеніе законовъ движенія грунтовыхъ водъ и колебанія ихъ уровня я считаю болѣе удобнымъ отложить до ознакомленія читателя съ законами движенія поверхностныхъ водъ.

Устройство дренажа. Очертивъ вкратцѣ вредъ излишка влажности въ почвѣ и возможныя причины его образованія, — перехожу къ описанію способовъ избавиться отъ него — къ устройству дренажа.

Открытыя каналы. Извлеченіе воды изъ грунта можетъ быть достигнуто либо съ помощью открытыхъ канавъ, или закрытыхъ дренажъ. Но первый способъ, на первый взглядъ простѣйшій, представляетъ массу неудобствъ сравнительно со вторымъ. Главныя неудобства суть:

1. Дороговизна первоначальнаго устройства. Канавы, при болѣе или менѣе значительной глубинѣ, должны быть сравнительно весьма широки, а потому требуютъ для ихъ устройства большихъ земляныхъ работъ. Сверхъ того, значительное количество поверхности земли, занятая канавами, пропадаетъ для земледѣля. Позже мы увидимъ, что при плотныхъ грунтахъ разстояніе между дренажными линиями равняется въ среднемъ около $7\frac{1}{2}$ саж.; слѣд. на полосу земли шириною въ $7\frac{1}{2}$ саж. теряется полоса земли, занятая одною дренажною канавою: полагая ширину этой полосы всего 1 саж. мы

найдемъ, что площадь, занятая канавами и пропадаящая для земледѣлія, достигаетъ $13\frac{1}{2}\%$ полной площади осушаемаго участка.

2. Содержаніе канавъ въ исправности обходится весьма дорого. Весьма часто въ почвѣ встрѣчаются прослойки болѣе водопроницаемаго песчанаго грунта; какъ увидимъ впоследствии, въ нихъ, главнымъ образомъ, скопляется грунтовая вода. Когда при рытьѣ канавъ, эти прослойки прорѣзаются, то вода, вырываясь изъ нихъ съ сравнительно большою силою увлекаетъ съ собою частицы песку; такимъ образомъ, бока канавъ оплываютъ, а самыя выклинивающіяся прослойки покрываются обрушивающеюся сверху болѣе непроницаемою почвою. Явленіе это особенно бываетъ замѣтно послѣ оттаиванія грунта: осенью выклинивающаяся у бортовъ канавы поверхность прослойки замерзаетъ (слой закупоривается) сзади ея скопляется значительное количество воды, которая, послѣ оттаиванія грунта, съ силою вырывается изъ прослойки и производитъ оплываніе откосовъ. Оплывшій грунтъ засоряетъ дно, на немъ образуются застои воды, для ихъ уничтоженія приходится прочищать канаву, что, какъ ремонтная работа, обходится дорого. Другимъ врагомъ открытых канавъ является растительность, именно болотная, которая особенно сильно развивается, когда въ канавахъ образуются застои воды. Безъ тщательнаго надзора и періодическаго ремонта канавы быстро заплываютъ и заростають.

3. Эксплоатація поля, его обработка, перевозка по немъ тяжестей крайне затрудняется открытыми канавами.

4. Наконецъ, и въ дѣйствиі своемъ открытыя канавы уступаютъ закрытымъ дренамъ. Впослѣдствіи мы увидимъ, что всего важнѣе работа дрена въ позднюю осень и въ началѣ зимы, когда поверхность земли замерзла. Въ это время почва готовится къ веснѣ, а именно въ это время канавы перестаютъ дѣйствовать, такъ какъ дно и бока ихъ замерзаютъ.

Существуетъ теорія, согласно съ которою благотворное дѣйствіе подземнаго дренажа не ограничивается однимъ удаленіемъ излишней воды; онъ способствуетъ также введенію свѣжаго воздуха въ почву, котораго присутствіе такъ необходимо для тѣхъ химическихъ процессовъ, въ результатѣ которыхъ является образованіе полезныхъ и уничтоженіе вредныхъ для растений веществъ въ почвѣ. По этой теоріи, при каждомъ дождѣ, движущіяся въ промежуткахъ между почвенными частицами частицы воды вытѣсняютъ почвенный воздухъ въ дренажные каналы, а взамѣнъ, вытѣсненнаго испорченнаго воздуха въ почву входитъ сверху свѣжій атмосферный воздухъ, постепенно занимающій мѣста, освобождаемыя водными частицами при ихъ поступательномъ движеніи внизъ. Понятно, что въ подобномъ дѣйствиі дренажа открытыя канавы не могутъ замѣнить закрытыхъ дренавъ.

Перехожу теперь къ описанію устройства подземныхъ каналовъ различныхъ системъ:

1. *Подземные каналы изъ земли.* Употреблялись въ нѣкоторыхъ графствахъ Англіи до введенія трубчатаго дренажа; устраивались по одному изъ слѣдующихъ способовъ: а) Рылись канавы формы, изображенной на

чертежъ (1); на заплечики нижняго рва клалась дернина травою внизъ; на нее наваливалась земля съ осторожною утрамбовкою. б) Вырывалась траншея, имѣющая форму, изображенную на чертежъ 2; дно ея выравнивалось и на него клался деревянный обрубокъ яйцевиднаго поперечнаго сѣченія, слегка конической формы. Затѣмъ траншея зарывалась, причемъ земля непосредственно надъ обрубокѣмъ утрамбовывалась самымъ тщательнымъ образомъ. Наконецъ обрубокъ вытаскивался изъ подъ земли, на него навальной, съ помощью цѣпи и привязаннаго къ ней рычага, отводя верхній конецъ котораго, передвигали обрубокъ. Когда обрубокъ былъ почти вытащенъ, на него накладывалась вновь земля и работа производилась далѣе такимъ же точно образомъ. Оба эти способа могутъ быть примѣнены только при весьма плотныхъ глинистыхъ грунтахъ, безъ прослоекъ и водяныхъ жилъ; да и при этихъ условіяхъ результатъ ненадеженъ, хотя существуютъ примѣры довольно продолжительнаго (до 15 и болѣе лѣтъ) существованія подобнаго дренажа.

Первый изъ описанныхъ способовъ можетъ быть съ успѣхомъ примѣненъ для дренажа торфяниковъ, такъ какъ разъ высохшій торфъ хорошо сопротивляется размывающему дѣйствию воды (если морозъ на него не дѣйствуетъ одновременно).

в) Для дренированія торфяниковъ съ успѣхомъ употреблялся еще дренажъ изъ торфа слѣдующаго устройства:

Торфъ, съ помощію особаго инструмента, нарѣзывается кусками, имѣющими форму, представленную на

чертежъ 3; каждая пара кусковъ, сложенная вмѣстѣ, какъ показано на чертежѣ 4, образуетъ кольцеобразное отверстіе, — совокупность ихъ даетъ кольцеобразный каналъ. Употребляемый для нарѣзанія кусковъ такой формы инструментъ изображенъ на чертежѣ 5. Торфъ, передъ употребленіемъ въ дѣло, тщательно высушивается. Такой дренажъ довольно долговѣченъ, ибо торфъ долго сохраняется, не измѣняясь, если только работа произведена правильно и торфъ хорошо высушенъ. Наконецъ, здѣсь же слѣдуетъ упомянуть о такъ называемомъ плугѣ-кротѣ, дѣйствиіе котораго на почву аналогично съ дѣйствиіемъ дренажа. Онъ состоитъ (черт. 6) изъ прочнаго бруса, двигающагося по землѣ. Къ нему прикрѣпленъ снизу массивный желѣзный рѣзакъ, на концѣ котораго укрѣпленъ стальной или желѣзный цилиндръ, заостренный съ одного конца: при передвиженіи плуга, этотъ цилиндръ оставляетъ за собою кругообразный ходъ для воды. Передвиженіе совершается съ помощію ворота (кабестана), приводимаго въ движеніе людьми, или лошадьми. Дѣйствиіе такого дренажа нельзя признать надежнымъ: оставляемый цилиндромъ каналъ засыпается падающею сверху землею и вообще не представляетъ надежнаго отвода воды.

2. *Дрены изъ фашины.* Подъ фашинами разумѣются пучки, связанные изъ хвороста; хворостъ употребляется преимущественно ивовый, но за недостаткомъ его годится и хворостъ изъ другихъ лиственныхъ породъ; онъ вяжется въ пучки длиною до $1\frac{1}{2}$ сажени, шириною отъ $\frac{3}{4}$ до 1 фута. Вязка хвороста въ пучки производится слѣдующимъ образомъ: во первыхъ

изъ наилучшихъ, самыхъ тонкихъ побѣговъ приготавлиются такъ называемыя вицы, т. е. хворостины, служащія для связыванья пучковъ; ихъ скручиваютъ, причемъ онѣ слегка размочаливаются, но зато впоследствии не ломаются; козлы, состоящія изъ воткнутыхъ въ землю кольевъ, (черт. 7) накладываетъ надлежащее количество хворосту, который затѣмъ стягивается въ мѣстахъ перевязки, съ помощью особой веревки, съ привязанными къ концамъ ея кольями. Этою веревкой охватываютъ пукъ, какъ показано на чертежѣ (8), и при разведеніи привязанныхъ кольевъ въ стороны сдавливаютъ хворостъ, послѣ чего его тотчасъ же связываютъ упомянутыми, приготовленными заранее, вицами.

Фашины кладутся на дно рва для дренажа, или одна, или нѣсколько, различнымъ образомъ расположенныхъ; свободный ходъ для воды открывается какъ въ промежуткахъ между хворостинами, составляющими фашину, такъ и въ промежуткахъ между фашинами, если ихъ нѣсколько. По верху фашины сперва закрываются дерномъ, травой внизъ, или слоемъ соломы, для того чтобы предупредить заполненіе промежутковъ землею. Наиболѣе уротребительные способы расположенія фашинъ представлены на чертежахъ 9, 10 и 11.

Иногда дренажъ дѣлается не изъ фашинъ, а изъ хвороста, расположеннаго на крестообразно вбитыхъ въ дно рва кольяхъ, какъ представлено на чертежѣ 12.

Дренажъ изъ хвороста хорошъ тамъ, гдѣ этого матеріала много, а другаго подъ руками не имѣется: у насъ это часто можетъ случиться. Если мы не имѣемъ

дѣло съ плывуномъ, то такой дренажъ довольно долго сохраняется и дѣйствуетъ исправно, ибо, какъ извѣстно, дерево весьма медленно сгниваетъ въ водѣ. Недобство этого дренажа заключается въ томъ, что даже при дешевизнѣ матеріала, онъ обходится довольно дорого, ибо требуетъ, сравнительно, большихъ земляныхъ работъ.

3. *Дренажъ изъ накиднаго камня.* 1. Дренажъ изъ полеваго камня: Если болѣе или менѣе крупнымъ, чистымъ, приблизительно одинаковыхъ размѣровъ камнемъ, наполнить дно дренажнаго рва и затѣмъ засыпать его, то пустые промежутки между камнями будутъ давать хотя не вполне свободный, но все таки часто весьма достаточный ходъ для воды. Для этого нужно только, чтобы промежутки между камнемъ были по возможности велики и чтобы они не уменьшались со временемъ. Промежутки будутъ велики въ томъ случаѣ, если размѣры отдѣльныхъ камней болѣе или менѣе одинаковы и по величинѣ достаточны; они увеличиваются съ увеличеніемъ абсолютной величины камня—но камни очень большіе невыгодны тѣмъ, что они должны больше занимать мѣста, слѣдовательно, ихъ понадобится больше и земляная работа также увеличится. Два дюйма—размѣръ удовлетворительный для камешка; каменный массивъ (черт. 13) имѣетъ около $\frac{3}{4}$ фута ширины при $1\frac{1}{4}$ фут. высоты. Поверхъ камня, для предупрежденія засоренія, кладется дернъ травой внизъ, или слой соломы.

Этотъ способъ дренажа примѣнимъ тамъ, гдѣ камень подъ руками, гдѣ его не нужно далеко перево-

зять; онъ особенно удобенъ тамъ, гдѣ камень прямо собирается съ полей, ибо заготовка матеріала въ этомъ случаѣ сама по себѣ улучшаетъ качества почвы. Неудобство этой системы заключается въ томъ, что такъ какъ для воды не существуетъ непрерывнаго канала, а она напротивъ, въ каждый моментъ должна обходить препятствія въ видѣ отдѣльныхъ камешковъ, то движеніе ея въ толщѣ дрена совершается весьма медленно. Для того, чтобы вода удалялась своевременно, т. е. тотчасъ послѣ того, какъ выфильтровалась изъ грунта, необходимо, чтобы или уклонъ былъ великъ, что вообще трудно достижимо, или чтобы поперечное сѣченіе дрена было весьма велико. Эти неудобства устраняются, если есть подъ руками камень плитообразный; тогда его можно расположить такъ, что останется свободный промежутокъ для протока воды. Такія системы показаны на чертежахъ 14, 15 и 16. Мелкій камень расположенный надъ крупнымъ, служитъ для предохраненія образуемыхъ крупнымъ камнемъ отверстій отъ засоренія.

Невыгода этихъ системъ дренажа—дороговизна.

5. *Кирпичные дрены.* Дрены изъ кирпича дѣлаются такъ, какъ показано на чертежахъ 17 и 18.

Въ 1-мъ случаѣ первый рядъ кирпичей расположенъ шпальми, перпендикулярно къ направленію дрена; на тотъ рядъ по стѣнамъ дрена поставлено на длинную узкую сторону 2 ряда кирпичей; сверху они закрыты такимъ же рядомъ, какъ нижній. Второй способъ, отличается отъ перваго только тѣмъ, что нижняго ряда не существуетъ, а кирпичи вдоль стѣнокъ кладутся прямо

на землю. Въ 1-мъ случаѣ потребуется на $\frac{1}{3}$ кирпича болѣе, чѣмъ во 2-мъ, но зато во второмъ случаѣ дренажъ вполне гарантированъ отъ порчи, могущей произойти вслѣдствіе движенія грунта у подошвы дрена.

Но вообще обѣ системы дренажа весьма дороги и могутъ быть употреблены только при исключительныхъ условіяхъ (при мѣстныхъ, Московскихъ, цѣнахъ стоимость погонной сажени дренажа равнялась-бы 96 коп. за погон. саж. одного матеріала).

Но существуетъ одна система кирпичнаго дренажа, которая во многихъ случаяхъ можетъ имѣть примѣненіе: это употребленіе лекальнаго кирпича, имѣющаго поперечное сѣченіе, представленное на чертежѣ 19; по длинѣ его находится полукруглое углубленіе. Два такихъ кирпича, положенные одинъ на другой, образуютъ кольцеобразное отверстіе, и если расположить рядъ такихъ паръ кирпичей впритыкъ по дну дренажнаго рва, то получится непрерывный каналъ для воды. При устройствѣ дренажа надо, разумѣется, располагать стыки кирпичей въ перевязку, какъ показано на чертежѣ 20. Этотъ способъ примѣнимъ тамъ, гдѣ по дешевизнѣ топлива, кирпичъ дешевъ, а между тѣмъ нѣтъ по близости завода гончарныхъ или дренажныхъ трубокъ и работа не настолько велика, чтобы стоило выписывать машины для дренажныхъ трубокъ. Дѣло въ томъ, что приготовленіе такихъ кирпичей не требуетъ никакихъ особыхъ приспособленій, и производится также просто, какъ приготовленіе обыкновеннаго кирпича. Для выдѣлки обыкновеннаго кирпича употребляется форма, имѣющая видъ 4-хъ угольнаго бездоннаго ящика, величиною въ кир-

ничъ (черт. 21); этотъ ящикъ кладется на деревянный столъ, ваткъ въ него кладется болванка изъ мѣшпанной глинны и вдавливается въ ящикъ, такъ что заполняетъ его совершенно; излишекъ, снимается съ помощію особой скалки—и кирпичъ сырецъ готовъ; форму съ него можно снять и дѣлать новый кирпичъ. Лекальный кирпичъ разсматриваемой нами формы готовится совершенно также, только въ формахъ для такого кирпича прикрѣпляется полуцилиндрической валикъ, какъ представлено на чертежѣ 22, въ планѣ и разрѣзѣ.

6. *Дренажъ изъ черепицъ.* Объ немъ можно упомянуть только для полноты, ибо онъ имѣетъ интересъ только историческій, такъ какъ эта система служила переходною отъ старыхъ системъ къ новой, усовершенствованной—дренажа съ помощью круглыхъ гончарныхъ трубокъ.

Черепицы для дренажа употреблялись двухъ сортовъ: плоскія и полуцилиндрическія; первыя клялись на дно, а вторыя въ перевязку съ первыми, ставились на нихъ, такъ что образовывалось свободное пространство, представленное на чертежѣ 23.

7. *Дренажъ деревянный.* Онъ устраивается изъ деревянныхъ трубокъ, сколачиваемыхъ изъ досокъ или теснигъ; доски осмаливаются, мѣстами въ нихъ просверливаются дыры и трубы кладутся на дно рововъ. Этотъ способъ дорогъ, но за то вѣренъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда другіе способы не даютъ полной гарантіи прочности: въ случаяхъ грунтовъ плывучихъ. При такихъ грунтахъ и устройство дренажа затруднительно и сдѣланный дренажъ легко можетъ

испортиться. При деревянныхъ трубахъ и работа легче и успѣшное дѣйствіе болѣе гарантировано, но такой дренажъ не отличается долговѣчностью.

Краткій историческій очеркъ развитія дренажнаго дѣла. Всѣ описанные способы устройства дренажа страдаютъ однимъ недостаткомъ: дороговизною. Дорогъ матеріалъ, дорога и работа. Пока техники не обладали болѣе усовершенствованными, болѣе дешевыми способами дренажа, онъ нигдѣ не могъ получить широкаго примѣненія. Всякій дренажъ, безъ сомнѣнія, увеличиваетъ производительность влажныхъ почвъ, но при дороговизнѣ его, это увеличеніе только въ рѣдкихъ случаяхъ могло окупать затраченный на дренажъ капиталъ.

Зачатки дренажнаго искусства относятся къ древности: существуютъ указанія, что у римлянъ было въ употребленіи устройство закрытыхъ рвовъ наполненныхъ камнемъ. Но какъ въ древности, такъ и до начала XIX столѣтія, отведеніе воды подземнымъ путемъ примѣнялось въ исключительныхъ случаяхъ, главнымъ образомъ при грунтахъ, страдающихъ отъ ключей. Нѣсколько болѣе широкое примѣненіе получилъ дренажъ въ Англіи и Шотландіи въ 20-хъ годахъ текущаго столѣтія; толчокъ развитію этого дѣла дало примѣненіе черепицъ къ устройству дренажа; особенно способствовалъ распространенію дренажа личнымъ примѣромъ и горячею пропагандою Смитъ изъ Динстона, шотландскій землевладѣлецъ. — Первоначально черепицы выдѣлывались въ ручную, но въ 1842 году Ирвигъ изобрѣлъ машину, которая выдѣлывала одновременно черепицы обоихъ родовъ механическимъ способомъ.

Затѣмъ не трудно уже было натолкнуться на мысль замѣнить пару черепиць одною круглою трубкою — и эта идея была осуществлена Джономъ Ридомъ въ 1843 году, представившимъ на С. Х. выставку первую въ Англіи удовлетворительную машину для фабрикаціи дренажныхъ трубъ *). Съ этого момента развитіе дренажнаго дѣла—усовершенствованіе способовъ производства работъ—быстро пошло впередъ, ибо съ примѣненіемъ круглыхъ глиняныхъ трубокъ къ устройству дренажа и машиннаго способа къ выдѣлкѣ самыхъ трубокъ, матеріаль для дренъ сразу значительно удешевился; съ другой стороны, употребленіе этихъ трубокъ и при производствѣ земляныхъ работъ позволило прибѣгнуть къ усовершенствованнымъ способамъ, значительно удешевившимъ самое заложеніе дренъ. Отмѣна хлѣбныхъ законовъ въ Англіи, заставившая англійскихъ землевладѣльцевъ прибѣгнуть къ усовершенствованію земледѣлія для того, чтобы выдержать конкуренцію съ привознымъ хлѣбомъ, также способствовала болѣе широкому распространенію дренажа. Съ своей стороны англійское правительство сильно помогло развитію дѣла, во-первыхъ, введеніемъ законовъ, устранявшихъ нѣкоторые тормазы, могшіе препятствовать развитію дренажа (право прохода воды черезъ чужія владѣнія)и, во вторыхъ, давая значительныя субсидіи на производство работъ.

Изъ Англіи дренажъ проникъ на континентъ, сперва въ Бельгію, гдѣ правительство также много послу-

*) Еще въ 1835 году на фабрикѣ Веллеруа близъ Трира была сдѣлана первая машина, для приготовленія водопроводныхъ трубъ, и въ 1837 году была вывезена въ Шотландію. Но она была весьма несовершенна, и значительнаго переворота въ дренажномъ дѣлѣ не произвела.

жило дѣлу: оно командировало въ Англію инженеровъ для изученія дренажа и затѣмъ предоставило ихъ къ услугамъ частныхъ лицъ, издавало сочиненія, посвященные этому С. X. вопросу, выписывало и выдавало безвозмездно заводчикамъ машины для выдѣлки трубъ и проч. Затѣмъ дренажъ проникъ во Францію (не безъ содѣйствія правительства), въ Германію и проч., и въ настоящее время не одинъ миллионъ десятинъ дренированъ, и не одна сотня миллионовъ рублей потрачена на это Сельско-хозяйственное улучшеніе. Дренажъ введенъ также въ Россію, но до сихъ поръ, нигдѣ, за исключеніемъ развѣ Царства Польскаго и Остзейскаго края, не получилъ широкаго примѣненія. Вопросы о причинахъ: почему дренажъ не привился къ намъ, почему одиночные опыты его примѣненія не нашли подражанія, случилось-ли это въ силу экономическихъ и климатическихъ условій нашего хозяйства, или по другой какой-либо причинѣ, — и надѣюсь коснуться впоследствии.

Устройство трубчатого дренажа въ общихъ чертахъ.

Чтобы дренировать болѣе или менѣе значительный участокъ земли, устраиваютъ сѣть подземныхъ сообщающихся между собою, каналовъ, называемыхъ *дренами*. Дрены бываютъ двухъ родовъ: 1) осушительные, которые предназначаются для извлеченія воды непосредственно изъ почвы, и 2) дренаи собирательные, коллекторы, которые предназначаются для принятія воды изъ осушительныхъ дренаевъ, по мѣрѣ ея накопленія въ нихъ; попадающая въ коллекторъ вода течетъ въ самый пониженный пунктъ его, гдѣ устраивается устье

дренажной сѣти; притекающая сюда вода отводится въ какой-либо оврагъ, рѣку и т. под. На чертежѣ 24 представленъ небольшой участокъ земли съ довольно ровною поверхностью. Высшая точка этой поверхности находится въ *A*, самая низшая — въ *B*, линия *mn* представляетъ коллекторъ, остальные параллельныя между собою линіи представляютъ осушительные дрены. Дрены устраиваются слѣдующимъ образомъ: при помощи особыхъ инструментовъ вырываютъ по возможности узкій ровъ, выравниваютъ дно его и кладутъ на него рядъ глиняныхъ, обожженныхъ трубокъ кольцеобразнаго сѣченія; иногда стыки между ними прикрываются другими, короткими, но широкими трубками, называемыми *муфтами*; иногда же стыки остаются свободными. После укладки и провѣрки положенія трубъ, рвы вновь заполняются вынутою изъ нихъ землею.

Какъ видно изъ изложеннаго, идея устройства дренажа весьма проста, но, при приведеніи ея въ исполненіе, встрѣчается масса вопросовъ, касающихся наиблагоприятнѣйшаго расположенія сѣти, глубины заложенія дренъ, разстоянія между ними, діаметра и уклона дренажныхъ трубокъ и т. под. Я изложу въ послѣдующемъ порядкѣ всѣ тѣ соображенія и факты, съ которыми приходится имѣть дѣло при собираніи предварительныхъ данныхъ, составленіи проекта, и приведеніи его въ исполненіе.

ГЛАВА II.

Изысканія.

1. Наружные признаки земель, нуждающихся въ дренажѣ. Определить степень необходимости дренажа по однократному наружному осмотру поля, весьма затруднительно и возможно только для челоуѣка, пріобрѣвшаго громадную *мьстную* опытность, ибо видъ поля зависитъ не только отъ его качествъ, но и отъ времени осмотра: въ сырое время всѣ поля похожи на требующія дренажа, а въ сухое—многія поля, страдающія отъ влажности, кажутся въ дренажѣ не нуждающимися.

Всего лучше можетъ взвѣсить необходимость дренажа самъ хозяинъ, или лицо, завѣдующее хозяйствомъ, изъ многолѣтняго наблюденія своего поля, принимая во вниманіе видъ поля въ разные періоды времени, время, когда могли быть начаты обработка и посѣвъ, урожаи съ даннаго участка по сравненію съ урожаями съ другихъ участковъ съ аналогичною почвою, но болѣе сухихъ и проч.—Затѣмъ, наружными признаками могутъ служить слѣдующіе: присутствіе извѣстныхъ сорныхъ травъ, свойственныхъ мокрымъ полямъ, какъ то: лютиковъ, кукушкиныхъ слезъ, желтоголовника, кресса и т. под. Еще лучшимъ признакомъ служитъ присутствіе весной и осенью воды въ ямахъ незначительной глубины, вырытыхъ на изслѣдуемомъ участкѣ; если глубина, на которой вода держится въ этихъ ямахъ въ это время года, меньше аршина, то дренажъ навѣр-

ное принесетъ пользу. Онъ будетъ полезенъ и при болѣе значительной глубинѣ почвенной воды. Наконецъ, и видъ почвы, особенно послѣ дождей, можетъ служить указателемъ (хотя мало надежнымъ) необходимости дренажа. Вотъ какъ описываетъ Барраль поля, нуждающіеся въ дренажѣ:

„Вездѣ, гдѣ черезъ нѣсколько часовъ послѣ дождя замѣчается вода въ бороздахъ“.

„Вездѣ, гдѣ земля твердая, жирная, пристаеетъ къ обуви, гдѣ нога, какъ людей, такъ и животныхъ, оставляетъ послѣ прохода слѣды, въ которыхъ собирается вода, какъ въ колодцахъ“.

„Вездѣ, гдѣ скотъ послѣ дождей не можетъ пройти, не навязнувъ въ грязи“.

„Вездѣ, гдѣ солнце образуетъ на поверхности твердую кору, слегка выпученную, сжимающую, какъ въ тискахъ, корни растений“.

„Вездѣ, гдѣ черезъ 3 — 4 дня послѣ дождя замѣчаются впадины болѣе влажныя, чѣмъ остальное поле“.

„Вездѣ, гдѣ воткнутая въ почву на глубину 40—50 сантиметровъ палка образуетъ дыру, похожую на своего рода колодезь, на днѣ котораго скопляется вода“.

„Вездѣ, гдѣ въ обычаѣ обработка загонами“.

„Можно утверждать, что дренажъ произведетъ хорошее дѣйствіе“.

Отъ себя прибавляю: Къ сожалѣнію, на основаніи наружнаго осмотра, трудно опредѣлить, насколько хорошо будетъ это дѣйствіе, окупить ли оно затраты на дренажъ.

Убѣдившись, на основаніи тѣхъ или другихъ сооб-

ражений, въ необходимости дренировать данный участокъ, приступаютъ къ собиранію свѣдѣній, необходимыхъ для составленія проэкта. Свѣдѣнія эти касаются: вида поверхности участка и качествъ грунта.

2. Изысканія Топографическія. Прежде всего необходимо имѣть планъ мѣстности, съ подробнымъ обозначеніемъ, какъ границъ участка, такъ и всѣхъ особенныхъ пунктовъ и мѣстъ, какъ то: зданій, изгородей, дорогъ, канавъ, и т. п.; но этого плана не достаточно: для составленія рациональнаго проэкта надо имѣть самыя отчетливыя свѣдѣнія о формѣ поверхности участка.

На каждомъ, болѣе или менѣе значительномъ участкѣ существуютъ отдѣльныя линіи и направленія, которыя опредѣляютъ собою передвиженіе по поверхности участка падающей на него воды; знаніе этихъ направленій необходимо для составленія проэкта дренажа:

1. Существуютъ пункты, съ которыхъ вода можетъ двигаться въ различныя стороны, т. е. можетъ направиться либо въ одну сторону, либо въ другую, противоположную, безразлично; эти пункты принадлежатъ къ самымъ высокимъ; рядъ ихъ составляетъ линію, называемую водораздѣломъ; эта линія раздѣляетъ участокъ на части: вода, падающая на пункты, находящіеся по одну сторону водораздѣла, вся течетъ въ одномъ направленіи, вода же, падающая по другую сторону водораздѣла, должна течь въ противоположномъ направленіи. Такихъ водораздѣловъ на болѣе значительномъ участкѣ можно отыскать нѣсколько; они иногда сходятся между собою, образуя узелъ, иногда идутъ почти

параллельно. На чертежѣ 25 изображенъ въ перспективѣ участокъ земли. Пункты a a принадлежатъ къ водораздѣльнымъ пунктамъ. Линіи PQ , $P'Q'$ — суть водораздѣлы. Далѣе, попавшая на какой либо пунктъ мѣстности вода движется всегда по одному опредѣленному направленію — именно по тому, по которому крутизна наибольшая; если, напримѣръ, имѣемъ дѣло съ наклонною плоскостью MN , (черт. 26) то вода, находящаяся въ точкѣ A плоскости MN , непременно будетъ течь по ней по направленію AB , причемъ AB перпендикулярна къ линіи Mm , пересѣченія плоскости MN съ горизонтальною плоскостью MP . Вообще, если частица воды попала въ какую бы то ни было точку A поверхности участка, то изъ A она будетъ двигаться по совершенно опредѣленному (самому крутому) направленію AB и слѣдовательно, перейдетъ въ точку B ; отсюда она опять направится по совершенно опредѣленной (самой крутой) линіи BC и такъ далѣе. Линія ABC называется *линіей наибольшаго ската*; черезъ каждую точку поверхности проходитъ своя линія наибольшаго ската. Наконецъ, двигаясь по линіи наибольшаго ската, частица воды придетъ въ самый пониженный пунктъ ея; здѣсь, направленіе ея дальнѣйшаго движенія должно круто измѣниться, и она будетъ двигаться по одной и той же линіи съ другими частицами, достигшими пониженныхъ пунктовъ при движеніи по другимъ линіямъ наибольшаго ската. Эта линія, къ которой стекаютъ со всѣхъ сторонъ частицы воды, называется *талвеговымъ*.

Тальвеговъ на участкѣ также бываетъ не одинъ, а

нѣсколько, если участокъ достаточно великъ. Совокупность ихъ обыкновенно образуетъ древовидную сѣть, одну или нѣсколько. Знать на планѣ расположеніе водораздѣловъ, тальвеговъ, и имѣть возможность въ каждомъ пунктѣ плана опредѣлить направленіе линіи наибольшаго ската — необходимо для составленія проэкта дренажа. Сверхъ того, для той же цѣли, необходимо имѣть возможность опредѣлять уклонъ каждой линіи, на немъ начерченной, т. е. узнать, хотя приблизительно, насколько одинъ конецъ линіи выше, или ниже другаго.

Всѣ эти данныя легко усмотрѣть на планѣ, если на немъ будутъ начерчены такъ называемыя *горизонталы*. Если мы мысленно представимъ себѣ, что какая либо горизонтальная плоскость пересѣкаетъ изслѣдуемый участокъ, то кривая линія пересѣченія будетъ обладать тѣмъ свойствомъ, что всѣ ея точки будутъ имѣть одинаковую высоту надъ уровнемъ стоячей воды, — эта линія называется *горизонталью*. Если мы представимъ себѣ, что поверхность пересѣчена цѣлымъ рядомъ такихъ плоскостей, причемъ разстояніе одной отъ другой будетъ одинаково, и, наприм., равно 1 сажени, то получимъ цѣлый рядъ горизонталей, и если этотъ рядъ будетъ начерченъ на планѣ (черт. 27), то, на основаніи его, мы въ состояніи будемъ найти всѣ тѣ вышеупомянутыя данныя, которыя необходимы для составленія проэкта; линія хребта опредѣлится, если мы соединимъ выдающіяся части горизонталей, линія тальвега получится чрезъ соединеніе вдающихся пунктовъ горизонталей. Наконецъ, чтобы получить направленіе линіи

наибольшаго ската въ пунктѣ А (черт. 27), стоитъ только провести черезъ него кратчайшую линію, соединяющую двѣ горизонтали, между которыми находится А. Легко доказать, что направленіе это будетъ самое крутое: точки верхней горизонтали на 1 саж. выше точекъ нижней горизонтали; поэтому, если сравнить линіи *mn* съ какою нибудь линіей *pq*, то найдемъ, что при такой-же разности высотъ конечныхъ пунктовъ, разстояніе между ними для линіи *pq* больше, чѣмъ для *mn*, слѣдовательно линія *pq* положе, а *mn*—круче.

Не трудно также опредѣлить приблизительно, каковъ уклонъ какой либо линіи АВ, проходящей по поверхности участка: разности высотъ конечныхъ пунктовъ этой линіи извѣстны, длина ея можетъ быть опредѣлена по плану—слѣдовательно и уклонъ ея легко можетъ быть опредѣленъ.

Наконецъ, планъ съ горизонталями, при небольшой привычкѣ, дастъ весьма ясное наглядное представленіе о видѣ поверхности участка.

Обратимся теперь къ вопросу о томъ, какъ сдѣлать планъ съ горизонталями? Главная работа заключается въ нивелировкѣ; нивелиръ состоитъ, какъ извѣстно, изъ горизонтальной трубы, вращающейся около вертикальной оси; въ фокусѣ ея находится сѣтка изъ двухъ взаимно перпендикулярныхъ волосковъ. Линія, соединяющая середину объектива съ центромъ сѣтки, называется линією визированія; съ помощію винтовъ и уровня, инструментъ устанавливается такъ, что линія визированія всегда горизонтальна, въ какую бы сторону мы ни повернули трубу около ея вертикальной оси.

Кромѣ нивелира при работѣ употребляется рейка, т. е. доска съ дѣленіями. Если какое либо дѣленіе изображенія рейки въ трубѣ совпадаетъ съ горизонтальнымъ волоскомъ трубы, то этотъ пунктъ рейки непременно находится на одной и той-же высотѣ съ трубою нивелира.

Существуютъ два способа полученія плана съ горизонталями.

1. Для 1-го употребляется рейка съ цѣлью. Инструментъ устанавливается гдѣ либо въ точкѣ А, въ полѣ (черт. 28); на одинъ изъ пунктовъ горизонтали В, которымъ задаются, ставятъ рейку и поднимаютъ цѣль до линіи визироваія, затѣмъ закрѣпляютъ цѣль, переносятъ рейку на другое мѣсто и передвигаютъ ее вверхъ и внизъ около этого мѣста, пока цѣль опять не будетъ приведена на линію визироваія; пунктъ С, гдѣ при этомъ будетъ находиться рейка, будетъ имѣть ту-же высоту, что и избранный начальный пунктъ; рядъ такихъ пунктовъ будетъ опредѣлять направленіе горизонтали въ полѣ; остается снять на планъ намѣченные пункты. Этотъ способъ избавляетъ изыскателя отъ кабинетной работы, но зато мѣшкотенъ и неудобенъ въ полѣ.

2. Другой способъ требуетъ обыкновенной рейки съ дѣленіями, читаемыми въ трубу. На участкѣ (черт. 29) провѣшивается одна, или нѣсколько прямыхъ линій (напр. MN), кои будутъ служить базисами для всей съемки. Далѣе, съ помощію эккера, возставляются перпендикуляры къ этой линіи въ точкахъ: а, в, с, и т. д. Разстояніе между этими точками точно измѣряется. При выборѣ ихъ стараются сдѣлать такъ, чтобы мѣстность

изображалась по возможности точнѣе; поэтому тамъ, гдѣ мѣсто круче, и перпендикуляры выставляются чаще. Затѣмъ на этихъ перпендикулярахъ ставятся, на определенномъ разстояніи одинъ отъ другаго, колья, называемые пикетами, и, наконецъ, опредѣляются относительныя высоты этихъ колевъ, т. е. ихъ разность высотъ. Для этого ставятъ нивелиръ между двумя какими либо пунктами А и В (черт. 30) мѣстности, приводятъ трубу въ горизонтальное положеніе, ставятъ рейку сперва въ А и читаютъ ея показаніе — затѣмъ въ В читаютъ ея показанія; очевидно, разность высотъ пунктовъ А и В равняется разности длинъ pq и mn , отчитываемыхъ по рейкѣ.

Затѣмъ, съ помощію вычисленія, опредѣляютъ высоты всѣхъ пронивелированныхъ пунктовъ относительно какой либо произвольной плоскости — называемой плоскостью начальной.

Вычисленія эти производятся такъ: пусть высота пункта А (которая можетъ быть взята произвольно) будетъ равна 5 саж. Для полученія высоты п. В, надо къ 5 саж. прибавить разность показаній рейки въ пунктахъ В и А — т. е. разность $mn - pq$. Для опредѣленія высоты п. С., надо къ высотѣ пункта В прибавить разность показаній рейки, поставленной въ В и С, т. е. $pr - st$ и т. д.

Затѣмъ, на планъ мѣстности наносятся базы, перпендикуляры къ нимъ и всѣ пронивелированныя точки; и, наконецъ, у каждой точки надписываются, обыкновенно тушью, такъ называемыя, черныя отмѣтки, т. е. вычи-

сленныя вышеуказаннымъ путемъ высоты этихъ точекъ надъ условною плоскостію началъ.

Нанесеніе горизонталей можетъ быть произведено, или съ помощію вычисленій, или путемъ графическимъ. Первый способъ заключается въ слѣдующемъ:

Представимъ себѣ сѣченіе поверхности земли вертикальною плоскостію, проходящею черезъ точки А и В (черт. 31); пусть MN будетъ сѣченіе плоскости чертежа съ плоскостію началъ, АВ — съ поверхностью земли; пусть отмѣтка пункта А будетъ—8,60 с., пункта В—9,25; тогда Аа будетъ = 8,60; Вb = 9,25. Пусть X будетъ точка, принадлежащая къ 9-й гориз. (т. е. лежащая на горизонтальной плоскости, отстоящей на 9 саж. отъ плоскости началъ); тогда длина Xx будетъ равна 9,00. Для опредѣленія горизонтальнаго разстоянія ах точки X отъ точки А, проведемъ линію Ax'b', параллельную линію MN; тогда получимъ два подобныхъ треугольника, Ax'X и Ab'B, изъ подобія которыхъ находимъ:

$$\frac{Ax'}{Ab'} = \frac{x'X}{b'B}$$

Но изъ чертежа видно: Ax' = искомому разстоянію x, Ab' = горизонтальному разстоянію у между пунктами АВ, x'X = Xx — аА = 0,40; b'B = Аа — Вb = 9,25 — 8,60 = 0,65. Отсюда получаютъ

$$x = y \frac{0,40}{0,65}$$

Отложивъ на планѣ мѣстности отъ пункта А разстояніе, равное x, получимъ пунктъ, принадлежащій къ 9-й горизонтали. Опредѣливъ такимъ же образомъ

на CD... пункты, принадлежащіе къ 9-й горизонтали и, соединивъ ихъ непрерывною линіею, получимъ на планѣ горизонталь 9-ю, и т. д.

Графическое опредѣленіе горизонталей производится такъ: на бумагѣ вычерчивается профиль мѣстности, т.-е. (проводится горизонтальная линія, на ней въ масштабѣ для плана отмѣчаются (черт. 32) пункты а, в, с, отстоящіе одинъ отъ другаго на разстояніяхъ АВ, ВС и т. д. Въ пунктахъ а, в, с. возставляютъ перпендикуляры и на нихъ, въдругомъ (обыкновенно болѣе крупномъ, масштабѣ) наносятъ величины отмѣтокъ пунктовъ А, В, С; соединяютъ пункты А, В, С...; линія АВС носитъ названіе *профили*.) Затѣмъ, для полученія разстоянія пункта, принадл. 9-й горизонтали, отъ пункта А, проводятъ на чертежѣ горизонтальную линію, отстоящую (въ верт. направленіи) на 9 саж. отъ линіи началъ и изъ точки пересѣченія Х этой линіи съ профилею опускаютъ перпендикуляръ на линію началъ; разстояніе х а подошвы этого перпендикуляра отъ пункта а и есть искомое разстояніе точки горизонтали отъ пункта А. Его отлагаютъ на планѣ мѣстности; дальнѣйшее начертаніе горизонталей производится также, какъ и при ранѣе описанномъ способѣ.

3. Изысканія геогностическія. Прежде, чѣмъ приступить къ описанію геогностическихъ изысканій, здѣсь умѣстно будетъ сказать нѣсколько словъ о законахъ движенія грунтовыхъ водъ и колебаніи ихъ уровня, такъ какъ главная цѣль геогностич. изысканій заключается въ изслѣдованіи грунтовыхъ водъ на подлежащемъ дренажу участкѣ.

Законы движенія грунтовыхъ водъ. Атмосферные осадки, падающіе на поверхность земли, какъ извѣстно, распредѣляются на три части. Часть ихъ стекаетъ по поверхности, не проникая въ грунтъ, часть испаряется и поглощается растеніями изъ верхнихъ почвенныхъ слоевъ, наконецъ третья—проникаетъ въ глубь почвы. Эта послѣдняя часть и даетъ грунтовая воды. Частицы воды, попавшія въ глубь почвы, повинуваясь силѣ тяжести, движутся вертикально внизъ, пока не встрѣтятъ на своемъ пути водонепроницаемаго пласта, на поверхности котораго онѣ и скопляются, и направленіе ихъ движенія измѣняется, переходя изъ вертикальнаго въ наклонное. Дальнѣйшее ихъ движеніе представляется аналогичнымъ съ движеніемъ воды, стекающей по поверхности земли. На поверхности водонепроницаемаго пласта также должны существовать линіи наибольшаго ската, водораздѣлы и тальвеги — только эти линіи, вообще говоря, не соотвѣтствуютъ линіямъ наибольшаго ската, водораздѣламъ и тальвегамъ земной поверхности. Грунтовая вода сначала движется параллельно линіямъ наибольшаго ската непроницаемаго пласта, потомъ перемѣняютъ это движеніе на параллельное линіи тальвега; образуется нѣкоторое подобіе подземной грунтовой рѣки; воды одного тальвега поверхности водонепроницаемаго пласта сливаются съ водами другаго, образуя общую грунтовую рѣку — и такъ далѣе. Эти подземныя рѣки оканчиваются или тамъ, гдѣ водонепроницаемый пластъ выклинивается, — въ видѣ ключей и другихъ истоковъ, или тамъ, гдѣ въ толщѣ водонепроницаемаго пласта прорыли себѣ русла ручьи или рѣки.

Но движеніе грунтовыхъ водъ представляетъ одну важную особенность сравнительно съ движеніемъ водъ поверхностныхъ: необычайную медленность. Судить о степени этой медленности можно на основаніи слѣдующихъ соображеній:

Представимъ себѣ (черт. 33) горизонтальный песчаный фильтръ А, соединяющій между собою два наполненныхъ водою сосуда В и С, въ которыхъ вода постоянно поддерживается на одномъ и томъ же уровнѣ, и разность горизонтовъ воды въ двухъ сосудахъ назовемъ h .

Какъ теоретическія соображенія, такъ и данныя опыта доказываютъ, что количество проходящей черезъ фильтръ въ 1-цу времени (напр. въ сутки) воды пропорціонально: площади поперечнаго сѣченія фильтра (назовемъ ее ω), высотѣ напора, подъ которымъ движется вода черезъ фильтръ (разность высотъ воды въ 2-хъ сосудахъ h) и обратно пропорціонально толщинѣ фильтра (назовемъ ее l), и, наконецъ, пропорціонально нѣкоторому постоянному коэффициенту K , величина котораго зависитъ отъ свойствъ матеріала, изъ котораго устроенъ фильтръ. Если мы назовемъ Q количество воды, просачивающееся черезъ фильтръ въ 1-цу времени, то получимъ:

$$Q = K \frac{\omega h}{l} \quad (1)$$

Что касается до значенія K , то, очевидно, K есть количество воды, просачивающееся въ 1-цу времени (въ нашемъ случаѣ въ сутки) черезъ фильтръ, площади поперечнаго сѣченія котораго = 1-цѣ (напр. 1 кв.

метру), толщина — тоже 1-цѣ (1 пог. метру), при высотѣ напора, равной 1-цѣ, т. е. 1 метру. (Дѣйствительно, полагая $H=l=1$ и $\omega=1$, въ формулѣ 1, мы получимъ $Q=K$).

Заручившись этою формулою, рассмотримъ слѣдующій гипотетическій случай: Представимъ себѣ лощину, (черт. 34) однообразнаго поперечнаго сѣченія и одинаковаго уклона, наполненную пескомъ. Допустимъ, что вверху этой лощины находится какой либо водный бассейнъ (напримѣръ озеро), а внизу — другой бассейнъ (напримѣръ рѣка) и постараемся опредѣлить, сколько воды будетъ протекать по водопроницаемому пласту въ 1-цу времени (сутки) изъ озера въ рѣку. Примѣняя къ этому случаю, который вполне аналогиченъ съ описаннымъ выше, формулу (1) и назвавъ Ω — площ. попер. сѣченія лощины, H — разность уровней воды въ озерѣ и рѣкѣ, L — длину лощины и $\frac{H}{L} = i$ — уклонъ поверхности грунтовыхъ водъ и, наконецъ, Q — количество воды, просачивающейся черезъ песчаный слой въ 1-цу времени, получимъ:

$$Q = K \frac{H}{L} \Omega = K \Omega i. \quad (2)$$

Постараемся теперь опредѣлить *скорость* движенія грунтовыхъ водъ, т. е. длину пути, который проходитъ каждая водная частица въ 1-цу времени (сутки). Назовемъ эту скорость x метровъ; отложимъ отъ точки a , гдѣ оканчивается песчаный водопроницаемый слой, длину ab равную x , и рассмотримъ движеніе воды въ пластѣ въ теченіи какой нибудь 1-цы времени.

Если x есть скорость, т. е. путь, проходимый каждою частицею воды въ 1-цу времени, то очевидно, всѣ водныя частицы, которыя въ началѣ какой либо единицы времени находились въ поперечномъ сѣченіи ac , въ концѣ его дойдутъ до конца слоя, и всѣ частицы, которыя вначалѣ единицы времени были справа отъ плоскости bc , поступятъ въ теченіи 1-цы времени въ рѣку; такимъ образомъ объемъ воды, который въ теченіи этой 1-цы времени поступитъ въ рѣку, будетъ равняться тому объему, который заключается въ части наполненной пескомъ лощины, $abcd$.

Объемъ этой части лощины можетъ быть разсматриваемъ, какъ объемъ цилиндра, площадь основанія котораго равняется Ω , а высота x , слѣдовательно онъ равняется Ωx ; если скважность песка примемъ равною $\frac{1}{3}$, то объемъ воды, заключающійся въ этой массѣ песку будетъ равенъ $\frac{1}{3}\Omega x$; но этотъ объемъ есть тотъ самый, который мы ранѣ назвали черезъ Q (количество воды, поступающей въ 1-цу времени черезъ лощину въ рѣку), слѣдовательно

$$Q = \frac{1}{3} \Omega x. \quad (3).$$

Сравнивая между собою 2 выраженія для Q , мы получимъ

$$\frac{1}{3} \Omega x = K \Omega i \quad \text{или} \quad x = 3 Ki. \quad (4).$$

Подставимъ въ эту формулу цифровыя данныя. Положимъ $K=10$ метрамъ въ сутки; этотъ коэффициентъ соответствуетъ довольно крупнозернистому песку (напр. для песка, употребляемаго для фильтра въ Дижонѣ и послѣдованнаго Дарси, K равняется всего 4,5). Допустимъ, что $i = \frac{1}{100}$, — это тоже уклонъ, весьма часто встрѣ-

чающийся, и для мѣстности не гористой далеко не слабый (въ равнинныхъ мѣстностяхъ часто встрѣчаются уклоны въ $\frac{1}{1000}$ и менѣе). Тогда получимъ $x=3 \times 10 \times \frac{1}{100}=0,3$ метра.

Т. е. при этихъ условіяхъ вода въ грунтѣ будетъ двигаться со скоростью всего *30 сантиметровъ въ сутки*. Сравнивая эту скорость со скоростью въ самыхъ медленно текущихъ рѣкахъ, гдѣ, при крайне напр. слабой скорости въ 1 футъ въ секунду, вода въ сутки проходитъ *около 20 километровъ*, мы можемъ себѣ составить ясное понятіе о медленности движенія грунтовыхъ водъ въ песчаныхъ пластахъ.

Вслѣдствіе этой крайней медленности движенія грунтовыхъ водъ, грунтовыя рѣки всегда обладаютъ громадною площадью поперечнаго сѣченія, такъ что, если мы представимъ себѣ сѣченіе какой либо лощины вертикальною плоскостью, перпендикулярною къ направленію тальвега, то поперечное сѣченіе грунтовой рѣки будетъ имѣть видъ, изображенный на чертежѣ 35, и весьма часто поверхность грунтовой воды зайдетъ за предѣлы водораздѣловъ, отдѣляющихъ рассматриваемую лощину отъ сосѣднихъ, если лощина не широка и не глубока.

Таковы, въ общихъ чертахъ, законы движенія грунтовыхъ водъ. Изложенная теорія имѣетъ весьма важное значеніе, какъ для теоріи дренажа, такъ и въ вопросѣ о болотахъ, о которыхъ буду говорить въ слѣдующемъ выпускѣ, поэтому я не желалъ бы быть дурно понятымъ. Всѣ вышеизложенныя соображенія имѣютъ мѣсто только для грунтовъ землистыхъ, въ составъ которыхъ

не входит ни гравій, ни хрящъ въ большомъ количествѣ. Если грунтъ допускаетъ образованіе трещинъ, то движеніе водъ въ этихъ трещинахъ подчиняется совсѣмъ инымъ законамъ сравнительно съ описанными и совершается съ совсѣмъ другою скоростью; равнымъ образомъ, если по способу образованія формаций, можно ожидать въ толщѣ грунта встрѣтить отдѣльныя жилы, состоящія изъ болѣе крупнозернистаго матеріала — гравья и хряща, промежутки между которыми не заполнены вполне пескомъ, то опять предыдущія соображенія не примѣнимы, ибо, при подобныхъ условіяхъ, главная масса грунтовой воды будетъ двигаться въ этихъ жилахъ совсѣмъ съ другою скоростью и по другимъ законамъ. Даже незначительныхъ размѣровъ жила стянетъ воду съ громаднаго водопроницаемаго пласта, ибо скорость движенія воды въ промежуткахъ между частицами грунта чрезвычайно быстро возрастаетъ съ увеличеніемъ этихъ промежутковъ.

Перейдемъ теперь къ законамъ колебанія уровня грунтовыхъ водъ по временамъ года. Разсмотримъ сперва простѣйшій случай. Представимъ себѣ сѣченіе грунтовой рѣки вертикальною плоскостью по направленію движенія грунтовыхъ водъ. Пусть АВ (черт. 36) будетъ поверхность водонепроницаемаго пласта, аb — поверхность земли, MN — уровень грунтовыхъ водъ. Пусть въ А находится самый высшій пунктъ водонепроницаемаго пласта, въ В находится русло рѣки, вѣзавшееся въ этотъ пластъ. Допустимъ, что поверхность грунтовыхъ водъ на всемъ ея протяженіи отстоитъ отъ поверхности земли на высоту большую той, на которую вода въ почвѣ можетъ подниматься вслѣдствіе

волосности. Въ этомъ случаѣ уровень грунтовыхъ водъ будетъ колебаться главнымъ образомъ въ зависимости отъ дождей, и не отъ всякихъ, а отъ такихъ, часть воды которыхъ проникаетъ въ нижніе слои почвы.

Далеко не всякій дождь проникаетъ въ глубь почвы; для того, чтобы вода просочилась внизъ, необходимо, чтобы влагоемкость почвы была насыщена — а это бываетъ только послѣ продолжительныхъ и спорыхъ дождей (т. е. такихъ, которые не стекаютъ быстро съ поверхности, подобно ливнямъ) и притомъ въ сырое время года, когда испареніе крайне слабо; въ противномъ случаѣ вся падающая вода поглощается верхними почвенными слоями и изъ этихъ слоевъ испаряется, или поглощается растеніями въ періодъ между дождями. Въ случаѣ грунтовъ, богатыхъ тонкимъ иломъ (глинистыхъ), осенніе дожди лишь въ незначительномъ количествѣ проникаютъ въ нижніе почвенные слои и образуютъ грунтовую воду; большая часть влаги задерживается въ верхнихъ слояхъ, такъ какъ такіе грунты въ нормальномъ состояніи, т. е. когда частицы ихъ распределены равномерно, обладаютъ способностью задерживать весьма значительное количество воды (обладаютъ большой влагоемкостью). Но зимою, во время морозовъ, строеніе почвы мѣняется: она обращается въ совокупность мельчайшихъ комочковъ, въ промежуткахъ между которыми скопляется кристаллики замерзшей воды. По оттаиваніи этихъ кристалликовъ, образующаяся капельножидкая вода не поглощается уже почвою, а стекаетъ внизъ и поднимаетъ уровень грунтовыхъ водъ. Такимъ образомъ, въ промежуткѣ между дождями, дающими грунтовую воду,

уровень грунтовой воды будетъ крайне медленно опускаться на всемъ протяженіи грунтовой рѣмки; во время дождей — подниматься на крайне ничтожную высоту, соответствующую той долѣ воды, которая проникаетъ въ глубь почвы. Наибольшій подъемъ воды соответствуетъ времени оттаиванія грунта.

Если водопроницаемый пластъ выклинивается, и, какъ это обыкновенно случается, перекрытъ въ концѣ болѣе водозадерживающимъ пластомъ, черезъ который вода пробивается въ видѣ ключей и т. под. (черт. 37), то здѣсь, по крайней мѣрѣ въ части, ближайшей къ концу пласта, можно замѣтить болѣе значительныя *годушныя* колебанія въ уровнѣ грунтовыхъ водъ. Въ то время, когда погода благоприятствуетъ сильному испаренію, — благодаря сильной потерѣ воды въ концѣ пласта чрезъ испареніе воды изъ верхняго покрытія, уровень воды, поблизости отъ конца пласта, понизится; наоборотъ, осенью, когда испареніе уменьшится, и, въ особенности зимою, когда нѣкоторые истоки грунтовыхъ водъ вслѣдствіе замерзанія закупориваются — уровень грунтовыхъ водъ въ низовьяхъ грунтовой рѣмки будетъ повышаться, тогда какъ въ верховьяхъ онъ въ тотъ же періодъ времени будетъ медленно понижаться.

Если въ какомъ-либо мѣстѣ грунтовой рѣмки, вслѣдствіе ли мѣстнаго поднятія поверхности водонепроницаемаго пласта, или вслѣдствіе мѣстной западины земной поверхности (черт. 38), разстояніе этой поверхности отъ уровня грунтовыхъ водъ будетъ менѣе высоты поднятія воды вслѣдствіе волосности, то и въ подобныхъ мѣстахъ уровень грунтовыхъ водъ будетъ подверженъ значительнымъ годовымъ колебаніямъ слѣ-

дующаго характера: лѣтомъ, во время засухи, вслѣдствіе высасыванія высыхающею съ поверхности почвою воды изъ нижнихъ слоевъ, уровень будетъ падать, и въ разсматриваемомъ мѣстѣ поверхности грунтовыхъ водъ образуется западина; какъ только условія для дѣятельнаго испаренія прекратятся, тотчасъ постоянно стремящаяся въ эту западину съ боковъ вода будетъ постепенно выравнивать ее, и, такимъ образомъ, даже безъ вліянія дождей, благодаря только уменьшенію испаренія съ поверхности, уровень грунтовой воды повысится. Дальнѣйшія измѣненія будутъ зависеть отъ того: лежитъ ли разсматриваемое мѣсто въ верховьи грунтовой рѣки, или у ея устья: въ 1-мъ случаѣ можно ожидать крайне медленнаго опусканія грунтовыхъ водъ, во второмъ — поднятія. Разсмотрѣнные случаи принадлежатъ къ простѣйшимъ. Въ почвахъ, дилювіальнаго и аллювіальнаго происхожденія, такія напластованія встрѣчаются рѣдко, въ большинствѣ случаевъ пласты идутъ далеко не такъ правильно: въ водопроницаемомъ пластѣ встрѣчаются прослойки и отдѣльныя напластованія водозадерживающія, различной степени проницаемости; въ самомъ непроницаемомъ пластѣ попадаются прожилки и т. под. Въ этомъ случаѣ колебанія уровня грунтовыхъ водъ будутъ подчиняться частнымъ законамъ, для различныхъ мѣстъ различнымъ. Разсмотримъ на примѣръ слѣдующій случай (черт. 39): между поверхностью водозадерживающаго пласта и поверхностью земли находится массивъ MN изъ непроницаемаго грунта. Тогда высота уровня воды въ пунктѣ А будетъ зависеть отъ того, что дѣдается въ пунктѣ В: если здѣсь, вслѣдствіе усиленнаго испаренія, уровень воды пони-

зится, это пониженіе черезъ извѣстный срокъ отразится пониженіемъ же въ пунктѣ А; ибо, при этомъ разность горизонтовъ грунтовыхъ водъ АВ увеличится, скорость движенія воды въ прослойкѣ — тоже, и изъ А будетъ вытекать внизъ болѣе воды, чѣмъ сколько будетъ притекать сверху. Противуположное случится при повышеніи уровня въ В. Если, какъ это часто бываетъ, въ пунктѣ В, или гдѣ-либо ниже, выходъ воды закупорится, то вода въ А поднимется еще болѣе, и если, напримѣръ, въ массивѣ MN есть проницаемая прослойка mn, то, первоначально свободная отъ воды, она при извѣстномъ поднятіи грунтовыхъ водъ въ А, можетъ ею наполниться, и т. д.

Въ общихъ чертахъ законы годичнаго колебанія уровня грунтовыхъ водъ тамъ, гдѣ онъ недалекъ отъ поверхности, можно выразить слѣдующимъ образомъ: Самаго низкаго уровня воды достигаютъ въ концѣ лѣта или началѣ осени; съ наступленіемъ сыраго и холоднаго времени, уровень грунтовыхъ водъ вообще поднимается; его движеніе продолжается и по наступленіи морозовъ, причемъ, при закупориваніи вслѣдствіе замерзанія истоковъ для воды, всѣ мѣста, къ тому способныя, въ теченіи зимы наполняются такъ сказать доверху. Вода отъ таянія снѣга едва-ли значительно влияетъ на грунтовые воды (исключая можетъ быть лѣса), такъ какъ у насъ она стекаетъ ранѣе, чѣмъ грунтъ оттаетъ и сдѣлается способнымъ принимать воду. Но поглощенная верхними почвенными слоями вода осеннихъ дождей, по оттаиваніи грунта выдѣляется изъ него вслѣдствіе измѣненія его строенія подъ влияніемъ замерзанія зимою, и тѣмъ поднимаетъ уро-

вень грунтовыхъ водъ. Непосредственно послѣ оттаиванія грунтоваы воды достигаютъ наибольшей высоты, но затѣмъ онѣ постепенно падаютъ, чтобы къ концу лѣта достигнуть наименьшаго уровня.

Такимъ образомъ отъ грунтовыхъ водъ растительность всего болѣе страдаетъ весною; дренировать мы должны главнымъ образомъ для весны. Но въ случаѣ присутствія на участкѣ внѣшнихъ грунтовыхъ водъ, почва подготавливается дренажемъ для весны съ осени и въ началѣ зимы: тогда работа дренажъ является самою цѣнною.

Геогностическія изысканія должны отвѣтить на слѣдующіе вопросы: 1) Каковы свойства почвы и подпочвы по отношенію къ водопроницаемости, и 2) каково положеніе и глубина водопроводящихъ пластовъ, буде таковыя имѣются.

Самыя изысканія заключаются въ слѣдующемъ:

Прежде всего производятъ подробный осмотръ мѣстности; обращаютъ вниманіе на мѣстныя обнаженія (овраги), гдѣ они есть, съ цѣлію составить понятіе о геологическомъ строеніи грунта; отмѣчаютъ также пункты (ключи, болотца), которые особенно страдаютъ избыткомъ влажности. Затѣмъ приступаютъ къ изслѣдованію грунта съ помощію пробныхъ ямъ. Обыкновенно этимъ ямамъ придаютъ слѣдующіе размѣры. Длина—1 саж., ширина—1 арш., глубина—около 1 саж. Располагаютъ ямы такъ: одну яму роютъ въ нижней части участка, одну—въ верховьѣ и наконецъ, если есть мѣста, особенно страдающія отъ влажности, то непосредственно выше этихъ мѣстъ. Затѣмъ роютъ ямы въ промежуткахъ между указанными выше. Число ямъ опредѣлить заранѣе весьма трудно: оно зависитъ отъ

характера напластованій и опредѣляется при самомъ проиаводствѣ изысканій по результатамъ, полученнымъ при рытвѣ первыхъ ямъ: если во всѣхъ вырытыхъ ямахъ грунтъ однообразный—напримѣръ вездѣ оказывается мощный слой глины, то незначительнаго числа ямъ (2—3 для не очень большаго участка), въ нѣсколько десятинъ, будетъ достаточно; развѣ въ срединѣ, для проверки, можно слѣлать 2—3 буровыя скважины съ помощью землянаго бурава. Если въ первыхъ пробныхъ ямахъ напластованія оказываются крайне разнообразными, то также большаго числа ямъ не потребуется, ибо въ этомъ случаѣ, въ разнообразіи напластованій выражается, такъ сказать, однообразіе условій для дренажа. Прослѣдить залеганіе и направленіе каждой прослойки, изслѣдовать грунтъ, такъ сказать, вполнѣ—невозможно; общее же понятіе о качествахъ грунта можно получить и на основаніи небольшого числа пробъ. — Если въ нѣкоторыхъ ямахъ ясно обрисовываются 1—2 водопроводящихъ пласта—необходимо прослѣдить ихъ по возможности точнѣе и опредѣлить глубиниу ихъ залеганія въ различныхъ мѣстахъ. Казалось бы, пробныя ямы можно съ успѣхомъ замѣнить буровыми скважинами, которыхъ рытье при той же глубинѣ обойдется значительно дешевле; но это не всегда бываетъ возможно; дѣло въ томъ, что буреніе не даетъ вполнѣ точнаго представленія о напластованіяхъ грунта, ибо, во время самаго процесса буренія, пласты отчасти смѣшиваются; вполнѣ ясное представленіе даетъ только непосредственный осмотръ вертикальной стѣнки въ пробной ямѣ. Но для того, чтобы опредѣлить, нѣтъ ли ниже дна пробной ямы, на глубинѣ до 4—5 аршинъ,

какого-либо водопроводящаго пласта, полезно въ днѣ ямы заложить буровую скважину.

Наивыгоднѣйшее время для производства геогностическихъ изысканій—конецъ лѣта и начало осени, когда уровень грунтовыхъ водъ достигаетъ самаго низшаго положенія: въ это время будутъ наполнены водою только тѣ прослойки, которыя и всегда ее заключаютъ; а знать положеніе этихъ прослоекъ весьма важно.

ГЛАВА III.

Составленіе проекта дренажной сѣти.

1. Наивыгоднѣйшее направленіе дренъ осушительныхъ.

Почти всѣ техники признають, что привсѣякихъ условіяхъ наивыгоднѣйшее направленіе осушительныхъ дренъ есть направленіе по линіи наибольшаго ската. Выгоды этого направленія, сравнительно съ близкими къ горизонталямъ, суть слѣдующія:

а) Направленіе по линіи наибольшаго ската даетъ наибольшій уклонъ дрену; а чѣмъ больше уклонъ, тѣмъ быстрѣе движется вода, тѣмъ, слѣдовательно, меньшій діаметръ можно придать трубамъ, тѣмъ менѣе шансы засоренія трубъ, вслѣдствіе отложенія въ нихъ землястыхъ наносовъ.

б) Представимъ себѣ сѣченіе земли вертикальною плоскостью, перпендикулярною къ направленію дреневъ, какъ въ случаѣ заложенія ихъ по линіи наибольшаго ската, такъ и при заложеніи ихъ почти по горизонтали (черт. 40 и 41); какъ въ первомъ, такъ и во

второмъ случаѣ, оба дрена будутъ извлекать воду изъ полосы почвы АВ; но въ первомъ случаѣ оба дрена будутъ работать равномерно, и вода въ почвѣ будетъ двигаться симметрично относительно середины, такъ что половина полосы АВ отдаетъ свою воду дрена а, а половина — дрена в; наибольшее разстояніе ас, которое должна будетъ пройти вода, чтобы оставить почву, будетъ соотвѣтствовать половинѣ ширины полосы АВ. Во второмъ случаѣ, при извлеченіи воды изъ разсматриваемой полосы, будетъ работать главнымъ образомъ дрена в'; дрена а' будетъ стягивать воду только съ узкой полосы а'с'; осушеніе будетъ не симметрично, и наибольшее разстояніе, которое должна будетъ пройти вода, чтобы оставить почву, будетъ соотвѣтствовать ширинѣ полосы В'С' — т. е. будетъ болѣе, чѣмъ въ 1-мъ случаѣ; слѣдовательно въ этомъ случаѣ почва будетъ дольше страдать отъ влаги, чѣмъ во 2-мъ.

в) Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ грунтѣ встрѣчаются прослойки, онѣ обыкновенно имѣютъ положеніе почти горизонтальное; разумѣется, дрена окажетъ весьма хорошее дѣйствіе, если онъ будетъ заложенъ какъ разъ по дну водопродводящаго пласта въ пунктѣ А (черт. 41), ибо тогда онъ перехватитъ воду. Но такое именно положеніе не всегда удается дать, такъ какъ несмотря на предварительныя изысканія, все таки трудно опредѣлить точно положеніе всѣхъ прослоекъ во всѣхъ мѣстахъ, поэтому дрена легко можетъ быть заложенъ такъ, какъ показано на чертежѣ — въ В; тогда несмотря на дренажъ, полоса между В и С будетъ заболочена. При заложеніи дрена по линіи наибольшаго (черт. 42) ската

онъ навѣрное пересѣчеть *всѣ* прослойки безъ исключенія.

г) Въ тяжелыхъ грунтахъ и при значительныхъ уклонахъ, образующіеся на поверхности почвы при высыханіи, трещины, имѣютъ преимущественно горизонтальное направленіе въ планѣ (вслѣдствіе дѣйствія силы тяжести); при горизонтальномъ заложеніи дренъ многія трещины не будутъ сообщаться съ линіею трубочекъ; при заложеніи по линіи наибольшаго ската представляется болѣе шансовъ, что *всѣ* трещины пересѣкутся осушительными дренами.

Итакъ, дренаи осушительные должны быть расположены по линіямъ наибольшаго ската, т. е. перпендикулярно къ горизонталямъ.

Но для равномерности осушенія почвы необходимо, чтобы разстояніе между сосѣдними дренами на всемъ ихъ протяженіи было одинаково — т. е., чтобы дренаи были параллельны между собою; сверхъ того, они, въ видахъ удобства работъ, должны быть расположены по прямой линіи.

Какъ же совмѣстить эти противорѣчающія одно другому условія?

Задача эта разрѣшается слѣдующимъ образомъ: подлежащая дренажу площадь, разбивается на отдѣльные участки, въ каждомъ изъ которыхъ горизонтали приблизительно прямолинейны и параллельны между собою, и каждому изъ такихъ участковъ дается своя сѣть осушительныхъ дренъ, параллельныхъ между собою и перпендикулярныхъ къ среднему направленію горизонталей участка; въ нижней части каждаго такого участ-

ка, проводится свой коллекторъ и всѣ коллекторы соединяются между собою, образуя древоводную сѣть.

Границы между двумя смежными участками проводятся, во первыхъ тамъ, гдѣ горизонталы имѣютъ наиболѣе рѣзкій и замѣтный переломъ, а это имѣетъ мѣсто по направленію водораздѣловъ и тальвеговъ: если горизонталы имѣютъ видъ изображенный на чертежѣ 43, гдѣ а есть верхняя, а в нижняя горизонталь, то линія MN будетъ служить границею двухъ участковъ и по обѣ стороны этой линіи осушительные дрены будутъ расположены такъ, какъ показано на чертежѣ; если горизонталы имѣютъ положеніе, изображенное на чертежѣ 44, гдѣ а есть высшая, а в низшая горизонталь, то граница участковъ пройдетъ по тальвегу M'N' и осушительные дрены будутъ расположены, какъ указано на этомъ чертежѣ, причемъ по направленію тальвега будетъ расположенъ коллекторъ, общій для двухъ участковъ. Далѣе, границы участковъ проводятся тамъ, гдѣ горизонталы между собою непараллельны, а болѣе или менѣе сильно расходятся, какъ показано на чертежѣ 45. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ граница участковъ проводится приблизительно по срединѣ между наиболѣе расходящимися горизонталями; относительно расположенія коллекторовъ можно поступить двояко: или каждый осушительный дренъ заложить по ломанной прямой и ограничиться однимъ коллекторомъ, или для верхней половины участка проложить отдѣльный коллекторъ по линіи, показанной пунктиромъ.

Таковы общія правила проектированія сѣти осушительныхъ дренъ; замѣчу въ заключеніе, что нѣтъ не-

обходимости слишком строго стремиться къ соблюденію правила перпендикулярности осушительныхъ дренъ къ горизонталямъ. Незначительныя отступленія нисколько не вредятъ дѣлу, и поэтому, если онѣ представляются полезными въ какомъ либо другомъ отношеніи (напримѣръ, въ видахъ уменьшенія общей длины дренъ или коллекторовъ), то могутъ быть смѣло допущены.

2. Глубина заложенія дренъ осушительныхъ. Обратимся теперь къ соображеніямъ, которыми опредѣляется глубина заложенія дренъ и разстояніе между ними.

На чертежѣ 46 изображено сѣченіе почвы плоскостью, перпендикулярною къ направленію дренъ. Допустимъ, что въ извѣстный моментъ почва насыщена водою, такъ что уровень ея доходитъ до поверхности почвы. Съ этого момента пусть начнетъ дѣйствовать дренажъ. Всѣ частицы воды, наполняющія капиллярныя промежутки почвы, стремятся опуститься внизъ; всѣ онѣ давятъ на нижележащія частицы и это давленіе передается частицамъ воды непосредственно у трубокъ и подъ этимъ давленіемъ вода входитъ въ трубки; при этомъ совершается перемѣщеніе во всей массѣ жидкости; но поверхность ея не опускается равномѣрно, напротивъ, частицы воды, находящіяся непосредственно надъ трубками, опускаются быстрѣе, чѣмъ частицы въ срединѣ между трубками; по прошествіи нѣкотораго времени, поверхность ея приметъ форму *ab*. По мѣрѣ того, какъ вода извлекается дренами изъ почвы, поверхность эта опускается и въ то же время искривляется; наконецъ, если не существуетъ прибыли сверху, уровень воды

принимаетъ форму $p' o' n'$; mm' есть высота, на которой вода держится въ наибольшихъ капиллярныхъ промежуткахъ, вслѣдствіе капиллярности почвы.

При дальнѣйшемъ дѣйствіи дрена, средина поверхности о понижается, кривая дѣлается все положе и положе; въ концѣ концовъ она можетъ совершенно слиться съ прямою mn , и опуститься ниже если кромѣ просачиванія въ дрена возможно, хотя медленное, движеніе внизъ въ самомъ грунтѣ. Въ такомъ видѣ явленіе представляется въ засуху; не то будетъ въ сырое время года: опусканіе поверхности грунтовыхъ водъ совершается весьма медленно, и не успѣетъ поверхность опуститься, напр., до rs , какъ новый слой воды подниметъ эту поверхность до pq (гдѣ разстояніе между rs и pq по вертикали вездѣ одинаково). Такимъ образомъ, въ это мокрое время уровень воды колеблется вверхъ и внизъ около нѣкоторой кривой rs . Какъ форма этой кривой, такъ и положеніе ея конечныхъ точекъ r и s зависятъ:

- 1) Отъ степени проницаемости грунта.
- 2) Отъ количества дождевой воды, проникающей въ почву.

Если сырое время года сравнительно сухо, эта кривая опускается ниже и дѣлается положе. При противоположныхъ условіяхъ и эффектъ получается противоположный. Эта форма мало зависитъ отъ глубины заложения дрена—зависимость эта проявляется только для плотно-глинистаго грунта, благодаря тому, что болѣе продолжительное при большей глубинѣ дрена застаиваніе воды въ такомъ грунтѣ уменьшаетъ его водопроницаемость.

Задача дренажа заключается въ томъ, чтобы избавить верхній почвенный слой, на болѣе или менѣе значительную глубину, отъ вреднаго дѣйствія влажности втеченіи всего вегетационнаго періода, а слѣдовательно и втеченіи влажнаго, дождливаго времени года; слѣдовательно, дренажъ долженъ быть запроектированъ такъ, чтобы даже въ дождливое время уровень воды въ самой высшей точкѣ поверхности грунтовыхъ водъ былъ ниже поверхности почвы на извѣстную высоту, — такая задача.

Прежде всего, эту задачу можно рѣшить различнымъ образомъ, при одномъ и томъ же грунтѣ и однихъ и тѣхъ же климатическихъ условіяхъ: можно увеличить глубину заложения дренъ и въ то же время разстояніе между ними, и можно, наоборотъ, уменьшить одновременно и то и другое. Такъ, что для рѣшенія нашей задачи, надо разобрать два вопроса: 1) какая глубина заложения дрена наивыгоднѣйшая и 2) какая форма средней кривой поверхности грунтовыхъ водъ, или, другими словами, какое соотношеніе существуетъ между глубиною заложения дренъ и разстояніемъ между ними для даннаго грунта.

Вопросъ о наивыгоднѣйшей глубинѣ заложения дренъ служилъ, въ свое время, въ Англии, поводомъ къ самой горячей полемикѣ между защитниками глубокаго и мелкаго дренажа. Одни (напр. Смитъ), настаивали на необходимости устраивать возможно чаще дрены на глубинѣ около $2\frac{1}{2}$ футовъ отъ поверхности, другіе (Парксъ) рекомендовали употребленіе дренъ глубиною не менѣе 4-хъ футовъ, но расположенныхъ на большемъ

другъ отъ друга разстояніи. Главныя выгоды глубокаго заложенія дренажа заключаются въ слѣдующемъ:

1) Разстояніе между дренами м. б. сдѣлано болѣе, и хотя цѣна дренъ при этомъ нѣсколько увеличиваетъ ся, но не настолько, насколько уменьшается общее протяженіе дренъ. Поэтому устройство глубокаго дренажа при томъ же осушеніи обходится дешевле. Замѣчу, что экономія, получаемая при глубокомъ дренажѣ, весьма значительна, такъ что это соображеніе весьма вѣско.

2) Почва осушается на большую *среднюю* глубину, что представляетъ значительныя выгоды, въ особенности для культуры нѣкоторыхъ растений съ глубоко идущими корнями.

3) При глубокомъ дренажѣ, дренаи болѣе гарантированы отъ поврежденій корнями нѣкоторыхъ растений съ глубоко идущими корнями. Объ этомъ рѣчь будетъ ниже.

4) При болѣе глубокомъ дренажѣ, почвенная вода, проходя черезъ болѣе толстый слой почвы, отдаетъ ей, благодаря ея поглонительной способности, большее количество нѣкоторыхъ питательныхъ для растений веществъ, въ ней находящихся въ растворѣ, чѣмъ при мелкомъ дренажѣ.

Невыгода глубокаго заложенія дренажа заключается въ томъ, что вода медленнѣе перемѣщается въ грунтѣ, колебаніе уровня почвенныхъ водъ совершается медленнѣе, поэтому вода долѣе застаивается въ почвѣ, и дренажъ дѣйствуетъ не столь энергично, — въ особенности ослабляется полезное его дѣйствіе на физи-

ческое строеніе тяжелыхъ, глинистыхъ, слабо пронцаемыхъ почвъ.

Тѣмъ не менѣе, большинство техниковъ западной Европы (если не всѣ) держатся того мнѣнія, что мельче 1 метра отнюдь не слѣдуетъ закладывать дрены, ни въ какомъ случаѣ.

Кромѣ упомянутыхъ выше причинъ, по которымъ глубокой дренажъ предпочтительнѣе передъ мелкимъ, существуетъ еще одна причина, — для мѣстностей съ суровою зимою.

Глубокой дренажъ надежнѣе, онъ менѣе подвергается опасности быть испорченнымъ морозомъ. Это обстоятельство весьма важное для насъ, русскихъ, и я разберу его подробнѣе.

Можно ли закладывать трубки выше линіи промерзанія грунта? Этотъ вопросъ не имѣетъ значенія за границей, ибо тамъ глубина промерзанія грунта настолько невелика, что во всякомъ случаѣ приходится закладывать трубки ниже промерзающаго слоя; у насъ онъ имѣетъ громадный практическій интересъ. Вредъ, который можетъ принести заложеніе дренажныхъ трубокъ выше линіи промерзанія, — двоякъ. Извѣстно, что вода при замерзаніи увеличивается въ объемъ; если она находится въ порахъ естественнаго или искусственнаго камня, то при замерзаніи она стремится раздвинуть частички окружающаго ее матеріала и, слѣдовательно, уменьшаетъ его прочность. И дѣйствительно, кирпичъ облицовокъ тѣхъ сооружений, которыя находятся отчасти въ водѣ, — устоевъ мостовъ, стѣнокъ набережныхъ, и т. под. — портится отъ замерзанія,

выкрашивается. Но эта порча совершается только постепенно, втеченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени. Дренажныя трубки находятся въ гораздо болѣе выгодныхъ условіяхъ: находясь на нѣкоторой глубинѣ подѣ землю, онѣ менѣе охлаждаются, чѣмъ тѣла, находящіяся на земной поверхности. Поэтому порчи отъ этой причины нѣтъ основанія опасаться. Можетъ быть, срокъ службы дренажной сѣти и сократится, но вѣдь ничто не вѣчно на землѣ. Слѣдуетъ только употреблять матеріаль, наивозможно лучше сопротивляющійся дѣйствию мороза, а для этого надо класть трубки хорошо обожженные, даже пережженные. Онѣ меньше вбираютъ въ себя воды, и, слѣдовательно, меньше страдаютъ отъ ея замерзанія.

Другое поврежденіе, которое можетъ быть причинено морозомъ, заключается въ слѣдующемъ: если трубка имѣетъ температуру ниже нуля, и по ней движется вода, то эта вода образуетъ въ ней мало по малу слой льда, который, постепенно увеличиваясь, заполняетъ наконецъ всю трубку. При дальнѣйшемъ охлажденіи, вода, расширяясь, можетъ разорвать трубку и тѣмъ повредить всю дренажную сѣть.

Нѣкоторые авторы (Фалевичъ) отрицаютъ возможность подобнаго рода поврежденій—на основаніи слѣдующихъ соображеній: въ виду того, что промерзаніе грунта совершается медленно, они полагаютъ, что, прежде чѣмъ промерзаніе дойдетъ до уровня трубокъ, эти послѣднія извлекутъ изъ почвы всю влажность и, слѣдовательно, замерзнутъ пустыми. Но такія соображенія далеко не вездѣ могутъ имѣть мѣсто: для того, чтобы

явление совершалось въ такомъ видѣ, необходимо во-первыхъ, чтобы земля вездѣ промерзала и оттаивала одновременно, и во-вторыхъ, чтобы на участкѣ не было внѣшнихъ грунтовыхъ водъ, источникъ которыхъ находится внѣ осушаемаго участка, въ мѣстѣ, гдѣ уровень грунтовыхъ водъ глубокъ. Гдѣ есть такія грунтовыя воды изъ отдаленныхъ источниковъ, тамъ заполненіе дренажныхъ трубокъ водою вполне возможно: грунтовыя воды долго не изсыкаютъ, настолько долго, что за это время замерзаніе успѣетъ проникнуть на значительную глубину. Сверхъ того, даже при отсутствіи внѣшнихъ грунтовыхъ водъ, весною, вслѣдствіе неравномѣрнаго оттаиванія (происходящаго отъ неодинаковой теплопроводности грунта и неодинаковой толщины снѣговаго покрова) можетъ случиться, что въ одномъ мѣстѣ (выше) грунтъ оттаялъ до уровня трубокъ и появилась почвенная вода а въ другомъ—ниже—трубы еще мерзлыя, и, слѣдовательно, текущая по нимъ вода будетъ замерзать и заполнять ихъ льдомъ. Правда, заполненіе трубокъ льдомъ не имѣетъ *непрелымымъ* послѣдствіемъ разрушеніе трубокъ—такъ какъ разрушеніе можетъ послѣдовать только при пониженіи температуры льда ниже нуля,—но это разрушеніе становится весьма *впроятнымъ*; но если трубки и не разрушатся, то дѣйствіе дренажа весною крайне замедляется, ибо ледъ исчезаетъ изъ трубокъ крайне медленно, и трубки остаются закупоренными долгое время послѣ полного оттаиванія грунта. Ввиду этихъ соображеній, заложеніе трубъ выше линіи промерзанія, вообще говоря, весьма рисковано, и можетъ быть допущено

только при грунтѣ вполнѣ однообразнаго качества и если внѣшнихъ грунтовыхъ водъ на участкѣ не имѣется. Во всякомъ случаѣ, закладывать дрены на глубину менѣе 4-хъ футовъ, въ средней полосѣ Россіи, я не совѣтывалъ бы ни въ какомъ случаѣ. — Таковы сообщенія, опредѣляющія глубину заложения дренъ въ томъ случаѣ, когда грунтъ однообразнаго качества. Обратимся къ случаю, когда въ толщѣ грунта находятся болѣе водопроницаемыя прослойки.

Разсмотримъ случай, когда имѣется на извѣстной глубинѣ водопроницаемый пластъ значительной толщины и внѣшнихъ грунтовыхъ водъ не имѣется. Представимъ себѣ (черт. 47) сѣченіе грунта вертикальною плоскостію, перпендикулярною къ направленію дренъ. Пусть A будетъ водопроницаемый пластъ, покрытый сверху сравнительно непроницаемымъ. Если дренъ будетъ заложень въ a , то онъ, безъ сомнѣнія, будетъ удалять изъ почвы воду, но сравнительно медленно: для того, чтобы частица воды, находящаяся въ M , оставила почву, ей придется пройти путь Ma . Но если мы заложимъ дренъ въ a' , то прежде всего онъ осушитъ водопроницаемый пластъ, и тогда водѣ изъ точки M придется пройти сравнительно короткій путь Mb по непроницаемому пласту, — дальнѣйшее ея движеніе будетъ совершаться сравнительно весьма быстро. Частицы воды будутъ опускаться быстрѣе — разстояніе между дренами можетъ быть значительно увеличено. Въ этомъ случаѣ водопроницаемый пластъ будетъ дѣйствовать какъ осушающій дренъ, такъ сказать, дополнить дренажную сѣть. Опускать дренъ ниже a' не

слѣдуетъ. Въ силу этихъ соображеній иногда выгодно бываетъ опускать дренъ даже до 2-хъ аршинной глубины. Еще важнѣе залагать дрены въ толщѣ водопроницаемаго пласта въ томъ случаѣ, когда на участкѣ находится внѣшняя грунтовая вода подъ напоромъ.

Разсмотримъ слѣдующій случай: пусть (черт. 48) АВ будетъ водопроницаемый пластъ, заключенный между двумя непроницаемыми пластами и выклинивающийся въ А; пусть онъ постоянно будетъ наполненъ водою до верху, до уровня *ab*. Для того, чтобы лучше уяснить сущность явленія, я прибѣгну къ аналогіи и, въ параллель съ первымъ чертежомъ, начерчу второй 49: здѣсь А' и В' представляютъ два сосуда, наполненные водою, и соединенные между собою водопроводною трубкою. Пусть съ этой трубкой соединяются вертикальныя трубки, открытыя сверху; въ *m* находится кранъ, который закрывается и открывается по желанію. Если кранъ *m* закрыть, то движеніе воды въ трубѣ не существуетъ и, по закону равновѣсія воды въ сообщающихся сосудахъ, уровень воды во всѣхъ трубкахъ будетъ одинаковъ = *pq*, слѣдовательно, въ какой-либо точкѣ *г* трубки, вода, какъ говорится, находится подъ напоромъ — она давитъ во всѣ стороны, а слѣд. и вверхъ, на стѣнки трубы, съ силою, соответствующею вѣсу столба воды *гс*. Допустимъ теперь, что кранъ *m* открытъ и что вода движется изъ сосуда В' въ А'; характеръ явленія немедленно измѣняется; высота воды въ трубкахъ (пизометрахъ) не будетъ уже достигать прежняго уровня — она понизится; причина заключается въ сопротивленіи, которое встрѣчаетъ

вода при движеніи по трубѣ, — сопротивленіи, которое только тогда и существуетъ, когда есть движеніе; если верхніе уровни воды во всѣхъ трубкахъ соединимъ одною непрерывной кривою, то получимъ *линію піезометрическихъ высотъ* $p'q$. Тогда вода, находящаяся въ трубѣ, будетъ оказывать, въ точкѣ $г$ напр., давленіе, равное вѣсу столба $гs'$, а не $гs$. Допустимъ теперь, что кранъ m закрыть, а открыто множество маленькихъ, ничтожныхъ по отверстію, крановъ на всемъ протяженіи трубы, — тогда линия піезометрическихъ высотъ спустится только не много и приметъ форму qr'' . Давленіе воды на стѣнку трубы въ точкѣ $г$ снизу вверхъ будетъ соответствовать столбу воды высотой $гs''$; если при открытыхъ маленькихъ кранахъ будетъ открытъ и кранъ m , то линия піезометрическихъ высотъ приметъ форму $p's''q$, и давленіе воды въ $г$ снизу вверхъ будетъ соответствовать высотѣ столба воды $гs'''$.

Что случается въ водопроводной трубѣ — тоже повторится и въ водопроводящемъ пластѣ: если допустить, что вода вовсе не будетъ просачиваться черезъ водонепроницаемый пластъ, то она будетъ оказывать на этотъ пластъ, по всей площади его поперечнаго сѣченія, давленіе снизу вверхъ, соответствующее высотѣ столба воды $ар$.

Принимая во вниманіе, что грунтовъ безусловно непроницаемыхъ не существуетъ, мы найдемъ, аналогично со случаемъ, когда на водопроводной трубѣ открыто много крановъ ничтожнаго сѣченія, что при отсутствіи дренажа, вода, на всемъ протяженіи пласта, въ незначительномъ количествѣ будетъ проникать снизу вверхъ

подъ давленіемъ, соотвѣтствующимъ высотѣ столба воды ар". Заложеніе дрена въ В, ввиду того, что между дренамъ и проводящимъ пластомъ остается непроницаемая прослойка, не дастъ свободнаго выхода для воды, не понизитъ значительно пнезометрическаго уровня и потому (черт. 50), въ промежуткахъ между дренами, вода по прежнему, хотя и съ меньшею силою, будетъ продавливаться снизу вверхъ и увеличивать естественную влажность непроницаемой почвы.

Не то будетъ, если опустимъ дрена до дна водопроницаемаго пласта въ С; такое заложеніе дрена будетъ аналогично открытію большаго крана и водопровода, т. е. полному уничтоженію подпора снизу; дрена извлекутъ воду изъ проницаемаго пласта и тогда онъ, не только не будетъ увлажнять верхній грунтъ, а, напротивъ, будетъ способствовать болѣе полному его осушенію, дополняя, такъ сказать, сѣтъ осушительныхъ дрена.

Поэтому общее правило таково: когда существуютъ напорныя грунтовыя воды, имъ долженъ быть данъ вполне свободный выходъ, для чего дрена должны быть заложены у дна водопроницаемаго пласта. Только въ этомъ случаѣ осушеніе достигается вполне.

На основаніи всего вышеизложеннаго, глубина заложенія дрена, въ зависимости отъ результатовъ геогностическихъ изысканій, опредѣлится слѣдующимъ образомъ: если грунтъ на значительную глубину однороденъ и при томъ плотно глинистъ, то предпочтительна меньшая глубина—около 4 футъ; можетъ быть допущена даже нѣсколько меньшая; при грунтахъ болѣе прони-

цаемыхъ, представляющихъ неправильно распределенныя прослойки, глубина для средней полосы Россіи должна быть не менѣе 5 футъ. Если, наконецъ, имѣются непрерывные водопроницаемые слои, то дрена должны быть заложены въ толщѣ этихъ слоевъ, по возможности ближе къ подошвѣ ихъ. При этомъ выгодно бываетъ идти съ дренамъ даже до 3-хъ аршинной глубины: хотя стоимость погонной единицы дрена весьма значительно увеличится, зато еще въ большей мѣрѣ можетъ быть увеличено разстояніе между дренами.

3. Разстояніе между дренами. Обратимся теперь къ вопросу о разстояніи между дренами. Для точнаго, строго научнаго опредѣленія этого разстоянія слѣдовало бы опредѣлить: высоту a (черт. 51), средней поверхности грунтовыхъ водъ надъ дренами, уклонъ i линіи ab и, наконецъ, безвредную глубину уровня среднихъ грунтовыхъ водъ, ниже поверхности земли. Какъ было выяснено ранѣе, форма средней поверхности грунтовой воды, зависитъ, съ одной стороны, отъ качествъ почвы, съ другой—отъ климатическихъ условій; опредѣленіе ея съ помощію прямаго опыта—затруднительно. Поэтому обыкновенно при опредѣленіи разстоянія между дренами руководствуются эмпирическими нормами, которыхъ доброкачественность познается по результатамъ, которые получаются при ихъ примѣненіи на практикѣ. Эти нормы, (какъ зависящія отъ климатическихъ условій), для различныхъ странъ различны. Укажу на нѣкоторыя изъ нихъ.

По Парксу, въ Англіи, при тяжелыхъ глинистыхъ

почвахъ, при глубинѣ въ 1,25 м. (4,1 фута), разстояніе между дренами должно быть равно 9,4 метра (4,25 с.).

По Леклерку, въ Бельгіи, при глубинѣ 3.26 футъ, разстояніе между дренами варьируетъ отъ 3 до 8 саж. въ зависимости отъ качествъ грунта. Винцентъ для сѣверной Германіи даетъ такую норму: при обыкновенныхъ иловатыхъ грунтахъ и глубинѣ въ 4 фута, разстояніе между дренами должно равняться 7 саж.; только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ, при самыхъ тяжелыхъ глинистыхъ грунтахъ, это разстояніе должно быть уменьшено до $5\frac{1}{2}$ саж.

У насъ въ Россіи, за недостаткомъ опытныхъ данныхъ, можно смѣло руководствоваться нормой Винцента, и разстояніе скорѣе будетъ слишкомъ мало, чѣмъ велико—въ виду ббльшей сухости нашего климата.

Разсмотримъ теперь вопросъ: Какъ измѣняется разстояніе между дренами въ зависимости отъ ихъ глубины? Если при 4 футахъ разстояніе между дренами равняется 7° , то чему оно должно равняться при глубинѣ 5? Оно несомнѣнно должно быть больше. Но насколько? При теперешнемъ состояніи науки о дренажѣ, этотъ вопросъ разрѣшается довольно произвольно. Такъ, Винцентъ допускаетъ, что для каждаго грунта уголъ, образуемый съ горизонтомъ линіею, соединяющею центръ дрена съ вершиною поверхности грунтовыхъ водъ, есть величина, независящая отъ разстоянія между дренами. На основаніи этого онъ вычисляетъ разстояніе между дренами такъ: пусть (черт. 52), при глубинѣ заложения h , l будетъ половина разстоянія между дренами, назовемъ x половину разстоянія между дренами при

глубинѣ Н. Такъ какъ уголъ α треугольника $abc =$ углу α' треугольника ABC , то слѣд. эти треугольники подобны. А изъ подобія ихъ выводимъ

$$\frac{AB}{ab} = \frac{AC}{ac} \text{ или } x = 1 \frac{Ac}{ab} = \frac{Ac}{ac}$$

Если глубину $BD = bd$, на которую можно безопасно опустить наивысшій уровень грунтовыхъ водъ, назовемъ h , то получимъ

$$x = 1 \frac{H - b}{h - b}.$$

Полагая $h = 4'$ и $l = 3\frac{1}{2}$ саж., и принимая $b = 1\frac{1}{2}$ фута, получимъ, при глубинѣ $H = 5$ футомъ

$$x = 3,5 \frac{5 - 1,5}{4 - 1,5} = 5 \text{ с. приблизительно.}$$

Т. е. при глубинѣ дреневъ въ 5' разстояніе между ними должно равняться 10 саж.

Я не возьмусь теоретически доказать вѣрность допущенія Винцента, но въ виду того, что, сдѣланные на основаніи этого расчета, дренажи на практикѣ оказались удовлетворительными, полагаю возможнымъ руководствоваться вышеупомянутымъ правиломъ какъ эмпирическимъ.

4. Количество отводимой воды и діаметръ трубъ.

Такимъ образомъ мы разсмотрѣли всѣ тѣ соображенія, которыми должно руководствоваться при составленіи проекта дренажной сѣти: при назначеніи направленія дреневъ и коллекторовъ, разстоянія между дренами, глубины ихъ заложенія. Остается вопросъ: какіе размѣры должны имѣть части дренажной сѣти? Какой

діаметръ слѣдуетъ придавать трубамъ, чтобы вода изъ нихъ удалялась своевременно.

Наибольшее количество воды, падающее на 1-цу площади въ 1-цу времени, можетъ быть опредѣлено на основаніи метеорологическихъ наблюденій въ данной мѣстности; хотя съ бѣльшимъ затрудненіемъ можетъ быть исчислена та доля воды, которая изъ общаго количества падающей воды проникаетъ въ грунтъ; но этихъ данныхъ еще недостаточно для опредѣленія количества воды, которая должна быть отведена дренаемъ въ 1-цу времени, и вотъ почему:

Безъ сомнѣнія, всего лучше было-бы, если-бы вода удалялась изъ почвы по мѣрѣ ея поступленія — т. е., чтобы количество отводимой воды въ 1-цу времени равнялось количеству, въ тоже время проникающей въ почву. Но, съ одной стороны, опытъ показалъ, что временное пребываніе почвы во вполне даже насыщенномъ состояніи, если это время не продолжительно—одинъ, два дня, не вредитъ производительности почвы; съ другой, расчетъ показываетъ, что столь быстрое отведеніе воды изъ почвы ввиду необходимости закладывать трубы большаго діаметра, обходится дорого, и что эта дороговизна отнюдь не окупается тѣмъ незначительнымъ улучшеніемъ урожаявъ, которое можно ожидать отъ столь быстраго отведенія воды. Поэтому періодъ времени, въ теченіи котораго вода должна быть отводима, можетъ быть продолжительнѣе періода ея проникновенія въ почву. Является вопросъ—насколько?

Этотъ вопросъ, подобно многимъ другимъ, касающимся дренажа, можетъ быть рѣшенъ только эмпирически,

и различные дренажи рѣшаются ее различно, — притомъ болѣе или менѣе произвольно. Такъ Барраль, для Франціи, предлагаетъ слѣдующія основанія для расчета количества отводимой воды: количество воды, падающей въ сутки, онъ опредѣляетъ въ 5 сантиметровъ (2"); допускаетъ, что $\frac{1}{2}$ этого количества проникаетъ въ почву, и требуетъ, чтобы это послѣднее количество отводилось изъ почвы въ теченіе сутокъ-же. Сообразно съ этимъ, толщина слоя воды, отводимой въ сутки дренажомъ по Барралю, должна быть равна 1 дюйму. Леклеркъ, для Бельгіи, задается слѣдующими данными: онъ принимаетъ въ расчетъ дожди, дающіе въ сутки 0,394"; болѣе сильные дожди, подходящіе къ категоріи ливней, и, слѣд., въ значительной долѣ стекающіе по поверхности — онъ въ расчетъ не принимаетъ. Далѣе, Леклеркъ полагаетъ, что изъ указаннаго выше количества $\frac{2}{3}$ проникаетъ въ почву, и довольствуется отведеніемъ этой воды въ теченіе $1\frac{1}{2}$ сутокъ. На основаніи этихъ данныхъ, толщина отводимого въ сутки слоя опредѣляется въ $\frac{1}{5}$ " (въ 5 разъ менѣе, чѣмъ по Барралю). Винцентъ, для сѣверной Германіи, ведетъ слѣдующій расчетъ: онъ беретъ самый дождливый изъ весеннихъ и осеннихъ мѣсяцевъ въ году, исчисляетъ мѣсячное количество падающей воды, допускаетъ, что вся эта вода проникаетъ, благодаря слабости испаренія, въ грунтъ и требуетъ, чтобы все мѣсячное количество извлекалось изъ почвы въ теченіе двухъ недѣль. Для сѣверной Германіи это даетъ слой отводимой воды въ $\frac{1}{4}$ ". — Я полагаю, что для средней полосы Россіи можно смѣло руководствоваться нормой Винцента, и даже Лек-

лерка (въ дальнѣйшемъ изложеніи принята эта послѣдняя $\frac{1}{5}$ " — или 5 миллиметровъ). Впрочемъ, должно замѣтить, что упомянутая выше норма ($\frac{1}{5}$ " въ сутки) не можетъ быть распространена на *всю* Россію въ виду разнообразія климатическихъ условій въ различныхъ ея областяхъ. Такъ: для Остзейскаго края, при морскомъ свойствѣ его климата цифра $\frac{1}{5}$ " можетъ быть слишкомъ мала и ее слѣдуетъ замѣнить цифрою Винцента — $\frac{1}{4}$ "; съ другой стороны найдутся мѣстности (на востокѣ), для которыхъ и норма Леклерка окажется слишкомъ большою. Поэтому при проэктированіи дренажа въ каждомъ частномъ случаѣ приходится принимать въ соображеніе *мѣстныя* климатическія условія. Тоже можно сказать и о глубинѣ заложенія дренъ: если для средней Россіи слѣдуетъ, по возможности закладывать ихъ на пятифутовой глубинѣ, то въ другихъ мѣстахъ — Польша, Остзейскій край и проч., — въ виду болѣе умѣренной зимы и меньшей глубины промерзанія грунта возможно ограничиться и меньшею глубиною. — Опредѣливъ такимъ образомъ толщину слоя воды, отводимого въ сутки дренаемъ, легко опредѣлить т. наз. *расходъ дрена* въ 1", т. е. количество воды, отводимое въ 1" дренаемъ, осушающимъ данную площадь. Въ самомъ дѣлѣ, вычисливъ величину осушаемой площади, на примѣръ, въ квадратныхъ метрахъ, и помноживъ эту величину на толщину отводимого въ сутки слоя, выраженную въ погонныхъ метрахъ, получимъ число кубическихъ метровъ, отводимыхъ дренаемъ или коллекторомъ въ сутки, и раздѣливъ это число на 86,400, т. е. на число секундъ въ суткахъ, получимъ расходъ дрена въ 1 секунду. Напри-

мѣръ, если осушаемая площадь = 2 десятинамъ, то въ кв. метрахъ она будетъ приблизительно равна 20.000 кв. метровъ; умноживъ ее на 0.005 м., получимъ объемъ отводимой воды въ сутки = 100 куб. меткамъ, а раздѣливъ его на 86,400, получимъ расходъ въ 1", $Q = \frac{100}{86,400} = 0,0012$ метра приблизительно, или, 1,2 литра.

Ниже помѣщена таблица, съ помощію которой можно прямо, по данной площади, осушаемой дренами, выраженной въ кв. сажняхъ, опредѣлить соответствующій расходъ въ литрахъ.

ТАБЛИЦА I.

Расхода гъ секунду, (выраженнаго въ литрахъ) воды, отводимой дренами съ площади выраженной въ квадратныхъ сажняхъ.

Осуш. площадь, кв. саж.	Колѣч. ствол. воды литр.	Осуш. площадь, кв. саж.	Колѣч. отводил. воды литр.	Осуш. площадь, кв. саж.	Колѣч. отводил. воды литр.	Осуш. площадь, кв. саж.	Колѣч. отводил. воды литр.
1,000	0,263	11,000	2,897	21,000	5,320	31,000	8,165
2,000	0,527	12,000	3,161	22,000	5,795	32,000	8,429
3,000	0,790	13,000	3,424	23,000	6,058	33,000	8,692
4,000	1,054	14,000	3,688	24,000	6,322	34,000	8,956
5,000	1,317	15,000	3,951	25,000	6,585	35,000	9,219
6,000	1,580	16,000	4,214	26,000	6,848	36,000	9,482
7,000	1,844	17,000	4,478	27,000	7,112	37,000	9,746
8,000	2,107	18,000	4,741	28,000	7,375	38,000	10,009
9,000	2,371	19,000	5,005	29,000	7,639	39,000	10,273
10,000	2,634	20,000	5,268	30,000	7,902	40,000	10,536

Расходъ дрена въ 1'' представляетъ одну данную для опредѣленія его діаметра; вторую представляетъ *уклонъ*; онъ опредѣляется по плану съ горизонталями, какъ уклонъ мѣстности, если глубина дрена на всемъ протяженіи одинакова; если глубина его различна, то величина уклона опредѣляется весьма простымъ вычисленіемъ.

Зная расходъ и уклонъ дрена, діаметръ его опредѣляютъ на основаніи законовъ движенія воды въ трубахъ.

Вопросъ о движеніи воды въ трубахъ изслѣдовался экспериментальнымъ путемъ многими учеными, и для исчисленія расхода и скорости предложены различныя эмпирическія формулы. Но, къ сожалѣнію, большая часть этихъ опытовъ относится къ трубамъ чугуннымъ, желѣзнымъ, и проч., а потому выводы не могутъ быть съ полною точностію примѣнены къ дренамъ, такъ какъ скорость движенія воды, при прочихъ равныхъ условіяхъ, зависитъ отъ свойствъ стѣнокъ трубы.

Единственная серія опытовъ непосредственно надъ дренажными трубами, произведена, на сколько мнѣ извѣстно, Möltinger'омъ, причемъ число опытовъ не особенно велико, и длина изслѣдованныхъ дренъ (7 метровъ) ограничена. На основаніи этихъ опытовъ, Möltinger составилъ слѣдующую эмпирическую формулу для метрическихъ мѣръ

$$v = 3,596 \sqrt{\frac{46,5 h d}{1 + 46,5 d}}$$

Гдѣ v есть скорость въ 1'', h разность уровня воды выше и ниже трубы, l длина трубы и d ея діаметръ; все выражено въ погонныхъ метрахъ.

Зная скорость движенія воды v , легко опредѣлить расходъ Q , такъ какъ легко доказать, что

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

т. е. расходъ = площади поперечнаго сѣченія трубы умноженной на скорость.

Въ самомъ дѣлѣ, рассмотримъ движеніе воды въ концѣ трубы въ теченіи 1". Если отложимъ отъ конца трубы (черт. 53) длину, равную v , и рассмотримъ движеніе водныхъ частицъ находящихся въ сѣченіи a , то такъ какъ v есть путь, проходимый каждою частицею воды въ 1", каждая частица, находившаяся въ началѣ данной секунды въ a , въ теченіи секунды пройдетъ въ b , а, слѣдовательно, всѣ частицы воды, находившіяся въ началѣ разсматриваемой секунды между сѣченіями a и b , вытекутъ къ концу этой секунды изъ трубки. Слѣдовательно, расходъ трубы въ 1" равняется объему воды, заключающемуся въ трубѣ между сѣченіями a и b ; а этотъ объемъ, какъ объемъ цилиндра, равняется площади его основанія $\frac{\pi d^2}{4}$, помноженной на длину производящей v .

Для облегченія вычисленій, на основаніи вышеупомянутой формулы, составлена мною таблица напечатанная на стр. 72, съ помощью которой, по даннымъ діаметру и уклону трубы, могутъ быть опредѣлены соотвѣтствующія скорость и расходъ а равно и наибольшая величина площади, которая можетъ быть дренируема трубою этого діаметра при соотвѣтственныхъ уклонахъ. Въ этой таблицѣ въ верхней горизонтальной

графѣ помѣщены діаметры трубъ, выдѣлываемыхъ на фабрикахъ, работающихъ машинами Гордана и другими, имѣющими формовальныя доски соответствующихъ типовъ; въ первой вертикальной графѣ находятся уклоны на 1000 с. Въ каждомъ пересѣченіи графѣ стоятъ 3 цифры: верхняя даетъ скорость при соответствующихъ діаметрѣ и уклонѣ, средняя—расходъ, послѣдняя—напечатанная жирнымъ шрифтомъ—наибольшую площадь, осушаемую данною трубою, при соответствующемъ уклонѣ, выраженную въ тысячахъ квадратныхъ саженей.—Съ помощью этой таблицы діаметръ коллектора, котораго расходъ и уклонъ даны, опредѣляется такъ: берутъ графу, соответствующую данному уклону и въ ней ищутъ цифру расхода, превосходящую расходъ искомага коллектора; соответствующій этому расходу діаметръ есть искомый. Съ помощью этой таблицы такимъ же точно приѣмомъ можетъ быть опредѣленъ діаметръ коллектора прямо по величинѣ площади, имѣ осушаемой и уклону коллектора.—

Обыкновенно трубъ очень большихъ діаметровъ не употребляютъ; въ большинствѣ случаевъ ограничиваются трубами 4" діаметра (10, 5 сантиметровъ), если же трубы такого діаметра окажутся малыми, то замѣняютъ подземныя трубы открытыми канавами; это дѣлается потому, что трубы большаго діаметра дороги, и устройство открытыхъ канавъ, ихъ замѣняющихъ, обходится дешевле. Впрочемъ, иногда употребляютъ трубы 6" діаметра (15,0 сантиметровъ), но рѣдко. Разумѣется, величина площади, осушаемой наибольшимъ коллекторомъ, (4" или 6") ограничена. Если дренаруемая площадь

велика, то приходится разбивать ее на участки, каждый изъ которыхъ дренируется отдѣльною сѣтью дренъ. Величина каждаго участка зависитъ отъ уклона, который можно придать главному коллектору.

Скорость, съ которою вода движется въ дренахъ, далеко не безразлична при устройствѣ дренажа: гдѣ она больше, тамъ дренъ болѣе гарантированъ отъ засоренія землястыми частицами; ниже извѣстнаго предѣла опускаться небезопасно: дренъ можетъ быть занесенъ весь землястыми заносами. Предѣльная величина скорости по Винценту должна быть равна 0,15 метра въ 1"; Дюнкельбергъ этою скоростью не довольствуется, а считаетъ низшимъ предѣломъ 0,2—0,225 метра. Для того, чтобы дрены хотя бы по временамъ, при сильныхъ дождяхъ, обладали такою скоростью, имъ необходимо придавать уклонъ, не менѣе извѣстной величины, зависящей отъ діаметра дрена и наименьшей принятой скорости: такъ Винцентъ для дренъ въ 2,75 сантим. внутренняго діаметра даетъ наименьшій уклонъ въ $1\frac{1}{2} : 1000$; по Дюнкельбергу этотъ уклонъ слишкомъ малъ: наименьшій уклонъ долженъ быть $3 : 1000$. Слишкомъ большая скорость—болѣе 0,9 метра также требуетъ, чтобы были приняты особыя мѣры противъ размыванія грунта около трубъ. Мѣры эти заключаются въ употребленіи муфтъ и заполненіи промежутковъ между ними и трубами извѣстковымъ растворомъ или какимъ либо другимъ неразмываемымъ матеріаломъ.

5. Предѣльная длина дренъ осушительныхъ. Обыкновенно всѣ осушительныя дрены дѣлаются одного діаметра—наименьшаго. Прежде часто закладывались дре-

60,0	74,0	88,0	92,0	5,0	25,0	31,0	40
69,5	87,7	99,7	11,7	40,7	12,0	39,0	8

ТАБ
Скоростей v , расходов Q и наибольших осушаемых

Уклоны на 1000.	$d=2,50$							
		2,75	3,00	3,10	3,25	3,75	4,00	
1	v	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16
	Q	0,06	0,08	0,10	0,10	0,12	0,17	0,20
	Ω	0,23	0,29	0,36	0,39	0,44	0,63	0,74
1,5	v	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19
	Q	0,07	0,09	0,12	0,13	0,14	0,20	0,24
	Ω	0,28	0,36	0,44	0,48	0,54	0,77	0,91
2	v	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22
	Q	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,23	0,28
	Ω	0,32	0,41	0,51	0,56	0,62	0,89	1,05
2,5	v	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,24	0,25
	Q	0,10	0,12	0,15	0,16	0,18	0,26	0,31
	Ω	0,36	0,46	0,57	0,62	0,70	1,00	1,17
3	v	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,26	0,27
	Q	0,11	0,13	0,16	0,18	0,20	0,29	0,34
	Ω	0,39	0,50	0,62	0,68	0,76	1,11	1,28
4	v	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,30	0,31
	Q	0,12	0,15	0,19	0,21	0,23	0,32	0,39
	Ω	0,46	0,58	0,72	0,78	0,88	1,22	1,48
5	v	0,27	0,29	0,30	0,30	0,31	0,34	0,35
	Q	0,13	0,17	0,21	0,23	0,26	0,37	0,44
	Ω	0,51	0,65	0,81	0,87	0,98	1,41	1,66
6	v	0,30	0,32	0,32	0,33	0,34	0,37	0,38
	Q	0,15	0,19	0,23	0,25	0,28	0,41	0,48
	Ω	0,56	0,71	0,88	0,96	1,08	1,54	1,82
7	v	0,32	0,34	0,36	0,36	0,37	0,40	0,41
	Q	0,16	0,20	0,25	0,27	0,31	0,44	0,52
	Ω	0,60	0,77	0,95	1,03	1,17	1,69	1,96
8	v	0,35	0,36	0,38	0,39	0,40	0,43	0,44
	Q	0,17	0,22	0,27	0,29	0,33	0,47	0,55
	Ω	0,65	0,81	1,02	1,11	1,25	1,72	2,09

Л И Ц А И I.

площадей Ω при трубах различных диаметров d .

4,40	4,50	5,00	5,10	5,75	6,00	6,20— d		Уклоны на 1000.
0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19	∨	1
0,25	0,26	0,34	0,36	0,48	0,54	0,58	Q	
0,94	0,99	1,29	1,36	1,83	2,04	2,21	Ω	
0,20	0,20	0,21	0,21	0,23	0,23	0,24	∨	1,5
0,30	0,32	0,42	0,44	0,59	0,66	0,71	Q	
1,15	1,22	1,59	1,68	2,25	2,50	2,33	Ω	
0,23	0,23	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	∨	2
0,35	0,37	0,48	0,51	0,68	0,76	0,82	Q	
1,33	1,41	1,83	1,93	2,60	2,89	3,13	Ω	
0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	∨	2,5
0,39	0,41	0,54	0,57	0,76	0,85	0,92	Q	
1,49	1,57	2,05	2,15	2,90	3,23	3,50	Ω	
0,28	0,28	0,30	0,30	0,32	0,33	0,33	∨	3
0,43	0,45	0,59	0,62	0,84	0,93	1,01	Q	
1,63	1,72	2,24	2,35	3,18	3,53	3,84	Ω	
0,33	0,33	0,35	0,35	0,37	0,38	0,39	∨	4
0,50	0,52	0,68	0,72	0,97	1,07	1,17	Q	
1,88	1,99	2,59	2,72	3,67	4,11	4,45	Ω	
0,36	0,37	0,39	0,39	0,42	0,43	0,43	∨	5
0,55	0,59	0,76	0,80	1,08	1,20	1,31	Q	
2,10	2,22	2,89	3,04	4,11	4,56	4,98	Ω	
0,40	0,40	0,43	0,43	0,46	0,47	0,47	∨	6
0,61	0,64	0,83	0,88	1,18	1,32	1,43	Q	
2,30	2,43	3,17	3,33	4,49	5,02	5,44	Ω	
0,43	0,44	0,46	0,46	0,49	0,50	0,51	∨	7
0,65	0,69	0,90	0,95	1,28	1,42	1,54	Q	
2,49	2,63	3,42	3,59	4,87	5,40	5,86	Ω	
0,46	0,47	0,49	0,50	0,53	0,54	0,55	∨	8
0,70	0,74	0,96	1,01	1,37	1,52	1,65	Q	
2,66	2,81	3,66	3,84	5,21	5,78	6,27	Ω	

Т А Б

Скоростей v , расходов Q и наибольших осушаемых

Уклоны на 1000	$d=7,00$ 7,60 8,00 8,70 9,50 10,00 10,16							
	1	v	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
	Q	0,79	0,97	1,10	1,36	1,69	1,93	2,00
	Ω	2,99	3,67	4,18	5,17	6,43	7,34	7,60
1,5	v	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30
	Q	0,97	1,19	1,35	1,66	2,07	2,36	2,45
	Ω	3,67	4,52	5,13	6,31	7,87	8,97	9,32
2	v	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,35
	Q	1,12	1,37	1,56	1,92	2,39	2,72	2,83
	Ω	4,26	5,21	5,93	7,30	8,09	10,34	10,76
2,5	v	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,39
	Q	1,25	1,53	1,74	2,15	2,68	3,04	3,17
	Ω	4,75	5,82	6,62	8,17	10,19	11,56	12,05
3	v	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,43
	Q	1,37	1,68	1,94	2,35	2,93	3,33	3,47
	Ω	5,21	6,39	7,38	8,94	11,14	12,66	13,19
4	v	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,49	0,49
	Q	1,58	1,93	2,20	2,72	3,39	3,85	4,01
	Ω	6,01	7,34	8,36	10,34	12,89	14,64	15,25
5	v	0,45	0,48	0,49	0,51	0,53	0,55	0,55
	Q	1,77	2,17	2,50	3,04	3,79	4,31	4,48
	Ω	6,73	8,25	9,73	11,56	14,41	16,39	18,03
6	v	0,50	0,52	0,54	0,56	0,59	0,60	0,61
	Q	1,93	2,37	2,70	3,33	4,15	4,72	4,91
	Ω	7,34	9,01	10,27	12,66	15,78	17,95	18,67
7	v	0,54	0,57	0,58	0,61	0,63	0,65	0,65
	Q	2,09	2,56	2,92	3,60	4,48	5,09	5,30
	Ω	7,95	9,73	11,10	13,69	17,03	19,35	20,15
8	v	0,58	0,60	0,62	0,65	0,68	0,69	0,70
	Q	2,23	2,74	3,12	3,84	4,79	5,45	5,67
	Ω	8,48	10,42	11,86	14,60	18,21	20,72	21,56

Л И Ц А И I.

площадей Ω при трубах различных диаметров d .

10,50	11,10	12,50	13,00	13,70	15,00	15,25= d		Уклоны на 1000
0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	γ	1
2,18	2,50	3,35	3,72	4,22	5,30	5,52	Q	
8,29	9,51	12,74	14,12	16,04	20,15	20,99	Ω	
0,31	0,32	0,34	0,35	0,35	0,37	0,37	γ	1,5
2,66	3,06	4,12	4,55	5,18	6,50	6,77	Q	
10,11	11,63	15,66	17,29	19,69	24,44	25,74	Ω	
0,36	0,37	0,39	0,40	0,41	0,43	0,43	γ	2
3,08	3,53	4,76	5,25	5,84	7,50	7,82	Q	
11,71	13,42	18,10	19,96	22,20	28,52	29,73	Q	
0,40	0,41	0,43	0,44	0,45	0,48	0,48	γ	2,5
3,44	3,95	5,32	5,86	6,69	8,38	8,74	Q	
13,08	15,02	20,23	22,28	25,44	31,86	33,23	Ω	
0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	0,52	γ	3
3,77	4,33	5,82	6,44	7,32	9,19	9,55	Q	
14,33	16,46	22,13	24,46	27,83	34,94	36,31	Ω	
0,50	0,52	0,55	0,56	0,57	0,60	0,61	γ	4
4,35	5,00	6,73	7,43	8,46	10,61	11,05	Q	
16,54	19,01	25,59	28,25	32,17	40,34	42,01	Ω	
0,56	0,58	0,61	0,62	0,64	0,67	0,68	γ	5
4,86	5,59	7,52	8,31	9,46	11,87	12,36	Q	
18,48	21,25	28,59	31,58	35,97	45,13	46,99	Ω	
0,62	0,63	0,67	0,68	0,70	0,74	0,74	γ	6
5,33	6,12	8,24	9,10	10,36	12,99	13,54	Q	
20,27	23,27	31,31	34,59	39,39	42,39	52,48	Ω	
0,66	0,68	0,72	0,74	0,76	0,79	0,80	γ	7
5,75	6,61	8,89	9,83	11,19	14,04	14,62	Q	
21,86	25,13	33,80	37,36	42,54	53,38	55,59	Ω	
0,71	0,73	0,76	0,78	0,81	0,85	0,86	γ	8
6,15	7,05	9,51	10,51	11,96	15,01	15,63	Q	
23,38	26,80	36,16	39,94	45,47	57,07	59,43	Ω	

Т А Б

Скоростей v , расходов Q и наибольших осушаемых

Уклоны на 1000.	$d=2,50$							
		2,75	3,00	3,10	3,25	3,75	4,00	
9	v	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,45	0,46
	Q	0,18	0,23	0,23	0,31	0,35	0,50	0,58
	Ω	0,68	0,87	1,08	1,17	1,32	1,89	2,22
10	v	0,39	0,41	0,43	0,43	0,44	0,48	0,49
	Q	0,19	0,24	0,30	0,33	0,37	0,52	0,62
	Ω	0,72	0,92	1,14	1,24	1,40	1,99	2,34
11	v	0,41	0,43	0,45	0,45	0,46	0,50	0,51
	Q	0,20	0,25	0,32	0,34	0,39	0,55	0,65
	Ω	0,76	0,96	1,20	1,30	1,46	2,09	2,45
15	v	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,58	0,60
	Q	0,23	0,30	0,37	0,40	0,45	0,64	0,75
	Ω	0,88	1,13	1,40	1,52	1,71	2,44	2,87
20	v	0,55	0,58	0,60	0,61	0,63	0,67	0,69
	Q	0,27	0,34	0,42	0,46	0,52	0,74	0,87
	Ω	1,02	1,30	1,61	1,75	1,97	2,82	3,31
25	v	0,61	0,64	0,67	0,68	0,70	0,75	0,78
	Q	0,30	0,38	0,47	0,52	0,58	0,83	0,97
	Ω	1,14	1,45	1,80	1,96	2,13	3,15	3,70
30	v	0,67	0,72	0,75	0,75	0,77	0,82	0,85
	Q	0,33	0,42	0,53	0,56	0,63	0,92	1,05
	Ω	1,25	1,59	1,98	2,14	2,41	3,51	3,99
40	v	0,78	0,81	0,85	0,86	0,88	0,95	0,98
	Q	0,38	0,48	0,60	0,65	0,72	1,05	1,23
	Ω	1,44	1,84	2,28	2,48	2,75	3,98	4,67
50	v	0,87	0,91	0,95	0,97	0,99	1,06	1,10
	Q	0,42	0,54	0,67	0,73	0,82	1,17	1,38
	Ω	1,61	2,05	2,57	2,77	3,12	4,45	5,24

Л И Ц А Ш.

площадей Ω при трубахъ различныхъ диаметровъ a .

4,40	4,50	5,00	5,10	5,75	6,00	6,20= d .		Уклоны на 1000.
0,49	0,49	0,52	0,52	0,56	0,57	0,58	γ	
0,74	0,78	1,02	1,07	1,44	1,61	1,74	Q	9
2,81	2,97	3,87	4,07	5,48	6,12	6,62	Ω	
0,51	0,52	0,55	0,55	0,59	0,60	0,61	γ	
0,78	0,83	1,08	1,13	1,53	1,70	1,84	Q	10
2,98	3,18	4,11	4,30	5,82	6,46	7,00	Ω	
0,54	0,55	0,58	0,58	0,62	0,63	0,64	γ	
0,82	0,87	1,13	1,19	1,60	1,78	1,93	Q	11
3,12	3,39	4,30	4,52	6,12	6,77	7,34	Ω	
0,63	0,64	0,67	0,68	0,72	0,74	0,75	γ	
0,96	1,01	1,32	1,39	1,87	2,08	2,26	Q	15
3,64	4,18	5,02	5,28	7,11	7,91	8,59	Ω	
0,73	0,74	0,78	0,78	0,83	0,85	0,86	γ	
1,11	1,17	1,52	1,60	2,16	2,40	2,61	Q	20
4,22	4,45	5,78	6,08	8,21	8,13	9,92	Ω	
0,82	0,82	0,87	0,88	0,93	0,95	0,97	γ	
1,24	1,31	1,70	1,79	2,41	2,68	2,91	Q	25
4,71	4,98	6,46	6,81	9,16	10,19	11,06	Ω	
0,89	0,90	0,95	0,96	1,02	1,04	1,06	γ	
1,35	1,43	1,86	1,96	2,64	2,94	3,19	Q	30
5,23	5,44	7,07	7,45	10,04	11,18	12,13	Ω	
1,03	1,04	1,10	1,11	1,18	1,20	1,22	γ	
1,56	1,65	2,15	2,26	3,05	3,40	3,68	Q	40
5,93	6,27	8,17	8,59	11,60	12,93	13,99	Ω	
1,15	1,16	1,23	1,24	1,31	1,35	1,36	γ	
1,75	1,85	2,41	2,53	3,41	3,80	4,12	Q	50
6,65	7,03	9,16	9,62	12,97	14,45	15,66	Ω	

Т А Б

Скоростей v , расходов Q и наибольших осушаемых

Углы на 1000.	$d=7,00$							
		7,60	8,00	8,70	9,50	10,00	10,16	
9	v	0,61	0,64	0,66	0,68	0,72	0,73	0,74
	Q	2,36	2,93	3,30	4,07	5,07	5,76	6,00
	Ω	8,97	11,14	12,55	15,47	19,28	21,90	22,81
10	v	0,65	0,68	0,70	0,72	0,76	0,78	0,78
	Q	2,50	3,07	3,49	4,30	5,36	6,09	6,33
	Ω	9,51	11,67	13,27	16,35	20,38	23,15	24,07
11	v	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,81	0,82
	Q	2,62	3,22	3,66	4,51	5,62	6,39	6,64
	Ω	9,96	12,24	13,92	17,15	21,37	24,30	25,25
15	v	0,90	0,83	0,85	0,86	0,93	0,95	0,95
	Q	3,06	3,75	4,27	5,26	6,56	7,46	7,76
	Ω	11,63	14,26	16,08	20,00	24,94	28,36	29,50
20	v	0,92	0,96	0,98	1,02	1,07	1,10	1,11
	Q	3,53	4,34	4,93	6,08	7,57	8,61	8,96
	Ω	13,42	16,50	18,74	23,12	28,78	32,74	34,07
25	v	1,03	1,07	1,10	1,14	1,20	1,23	1,24
	Q	3,95	4,85	5,51	6,79	8,47	9,63	10,01
	Ω	15,02	18,44	20,95	25,82	32,20	36,61	38,06
30	v	1,12	1,17	1,20	1,25	1,31	1,34	1,35
	Q	4,32	5,31	6,04	7,44	9,27	10,54	10,97
	Ω	16,43	20,19	22,96	28,29	35,24	40,07	41,71
40	v	1,30	1,35	1,39	1,45	1,51	1,55	1,56
	Q	5,00	6,13	6,97	8,59	10,71	12,17	12,67
	Ω	19,01	23,31	26,50	32,66	40,72	46,27	48,17
50	v	1,45	1,51	1,55	1,62	1,69	1,73	1,75
	Q	5,58	6,86	7,79	9,61	11,98	13,61	14,17
	Ω	21,22	26,08	29,62	36,54	45,55	51,75	53,87

Л И Ц А П.

площадей Ω при трубахъ различныхъ диаметровъ d .

10,50	11,10	12,50	13,00	13,70	15,00	15,25= d .		Угловыя на 1000.
0,75	0,77	0,82	0,84	0,86	0,90	0,91	у	9
6,51	7,48	10,07	11,13	12,66	15,85	16,54	Q	
24,85	28,44	38,29	42,29	48,13	60,38	62,89	Ω	
0,80	0,82	0,87	0,89	0,91	0,95	0,96	у	10
6,88	7,90	10,62	11,75	13,39	16,78	17,48	Q	
26,16	30,04	40,38	45,65	50,91	63,80	66,46	Ω	
0,84	0,86	0,90	0,92	0,95	1,00	1,00	у	11
7,21	8,29	11,15	12,32	14,03	17,60	18,33	Q	
27,41	31,52	42,39	46,82	53,34	66,92	69,69	Ω	
0,97	1,00	1,06	0,08	1,11	1,16	1,17	у	15
8,42	9,68	13,02	14,39	16,38	20,53	21,41	Q	
32,00	36,80	49,50	56,68	62,28	78,06	81,40	Ω	
1,12	1,16	1,23	1,25	1,28	1,34	1,35	у	20
9,73	11,18	15,04	16,62	18,91	23,72	24,72	Q	
36,99	42,51	57,18	63,35	71,90	90,18	93,99	Ω	
1,26	1,29	1,37	1,40	1,44	1,50	1,51	у	25
10,87	12,49	16,81	18,58	21,13	26,46	27,64	Q	
41,33	47,49	63,91	70,60	80,34	100,60	105,09	Ω	
1,37	1,42	1,50	1,53	1,57	1,64	1,66	у	30
11,91	13,69	18,42	20,34	23,16	29,06	30,27	Q	
45,28	51,71	70,03	77,29	88,05	110,49	115,09	Ω	
1,59	1,63	1,73	1,76	1,81	1,90	1,92	у	40
13,76	15,81	21,26	23,51	26,74	33,54	34,16	Q	
52,32	60,11	80,83	89,34	101,67	127,52	129,88	Ω	
1,78	1,83	1,94	1,97	2,03	2,12	2,04	у	50
15,38	17,68	23,79	26,28	29,90	37,52	39,08	Q	
58,48	67,22	90,45	99,86	113,68	142,65	148,58	Ω	

Т А Б Е Л И Ц А III а

предельной длины дреневъ при диаметръ 2,5 сантиметровъ.

Укло- ны на 0010.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.
1,5	14,0	14,7	15,5	16,4	17,5	18,6	20,0	21,5	23,3	25,4	27,9	32,8	34,9	39,9	46,6	55,8	69,8
2	16,1	17,0	17,9	19,0	20,2	21,5	23,0	24,8	26,9	29,3	32,2	35,8	40,3	46,1	53,7	64,4	80,6
2,5	18,0	19,0	20,0	21,2	22,5	24,0	25,8	27,7	30,1	32,8	36,1	40,1	45,1	51,5	60,1	72,2	90,2
3	19,8	20,8	22,0	23,3	24,7	26,8	28,2	30,4	32,9	35,9	39,6	43,9	49,4	56,4	65,9	79,1	98,8
4	22,8	24,0	25,3	26,8	28,5	30,3	32,6	35,1	38,0	41,5	45,6	50,7	57,0	65,2	77,6	91,2	114,0
5	25,5	26,8	28,3	30,0	31,9	34,0	36,4	39,4	42,5	46,4	51,0	56,7	63,8	72,9	85,0	102,0	127,5
6	28,0	29,4	31,0	32,9	34,9	37,3	39,9	43,0	46,6	50,8	55,9	62,1	69,8	79,8	93,1	111,8	139,6
7	30,2	31,8	33,5	35,5	37,7	40,2	43,1	46,4	50,3	55,0	60,3	67,0	75,4	86,2	100,6	120,6	150,8
8	32,3	34,0	35,8	38,0	40,8	43,0	46,1	49,6	53,8	58,7	64,5	71,7	80,6	92,2	107,5	129,0	161,3
9	34,2	36,0	38,0	40,3	42,7	45,5	48,8	52,6	57,0	62,2	68,4	76,0	85,5	97,5	114,0	136,9	171,1
10	36,1	38,0	40,1	42,4	45,1	48,0	51,5	55,5	60,1	65,6	72,1	80,1	90,2	103,0	120,2	144,3	180,3
11	37,8	39,8	42,0	44,5	47,3	50,5	54,0	58,2	63,0	68,8	75,7	84,1	94,6	108,1	126,1	151,4	189,2
15	44,2	46,5	49,1	53,2	55,2	58,9	63,1	68,0	73,6	80,3	88,3	98,1	110,4	126,2	147,2	176,7	220,8
20	51,0	53,7	56,7	60,0	63,8	68,0	72,9	78,5	85,0	92,7	102,0	113,8	127,5	145,7	170,0	204,0	255,0
25	57,0	60,0	63,3	67,1	71,3	76,0	81,5	87,7	95,0	103,6	114,0	126,7	142,5	162,9	190,0	228,1	285,0
30	62,5	65,8	69,4	73,5	78,1	83,2	89,5	96,1	104,1	113,6	124,9	138,8	156,2	178,9	208,2	249,6	312,4
40	72,1	75,9	80,1	84,9	90,2	96,1	103,0	111,0	120,1	131,2	144,3	160,3	180,3	206,0	240,2	288,5	360,6
50	80,7	84,9	89,6	94,9	100,8	107,4	115,2	124,1	134,4	145,5	161,3	179,2	201,6	230,4	268,8	332,6	403,2

Т А Б Л И Ц А И И В

предельной длины дрезовъ при диаметръ 2,75 сантиметровъ.

Уклоны на 1000.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.
1,5	17,8	18,7	19,7	20,9	22,2	23,7	25,4	27,4	29,6	32,3	35,5	39,5	44,4	50,8	59,2	71,0	88,9
2	20,5	21,6	22,8	24,2	25,7	26,8	28,8	31,0	33,6	36,6	41,0	45,6	51,3	57,6	67,2	82,1	102,6
2,5	23,0	24,2	25,5	27,0	28,7	30,5	32,8	35,3	38,2	39,8	46,0	51,0	57,4	65,6	76,4	91,9	114,7
3	25,1	26,5	27,9	29,6	31,4	33,5	35,9	38,7	41,9	45,7	50,3	55,9	62,8	71,8	83,8	100,6	125,7
4	29,0	30,6	32,3	34,2	36,3	38,6	41,5	44,7	48,4	52,8	58,0	64,5	72,6	82,9	96,8	116,1	144,1
5	32,5	34,2	36,1	38,2	40,6	43,2	46,4	49,9	54,1	59,0	64,9	72,1	81,1	92,7	108,2	129,8	162,3
6	35,6	37,4	39,5	41,8	44,4	47,3	50,8	54,7	59,3	64,7	71,1	79,0	88,9	101,6	118,6	142,2	177,9
7	38,4	40,4	42,7	45,2	48,0	51,1	54,9	59,1	64,0	69,8	76,8	85,3	96,0	109,7	128,0	158,6	192,0
8	41,1	43,2	45,6	48,3	51,3	54,6	58,6	63,2	68,4	74,6	82,1	91,2	102,6	117,3	136,8	161,2	205,2
9	43,4	45,7	48,3	51,2	54,3	57,8	62,1	66,8	72,4	79,0	86,9	96,5	108,6	124,1	144,8	173,8	217,2
10	45,9	48,3	51,0	54,0	57,4	61,1	65,6	70,6	76,5	83,5	91,8	102,0	114,7	131,3	153,0	183,6	229,5
11	48,1	50,7	53,5	56,6	60,2	64,1	68,8	74,1	80,2	87,5	96,3	107,0	120,4	137,5	160,5	192,6	240,7
15	56,2	59,2	62,4	66,1	70,3	74,8	80,3	86,5	93,7	102,2	112,4	124,9	140,5	160,6	187,3	224,8	281,0
20	64,9	68,3	72,1	76,4	81,1	86,4	92,7	99,9	108,1	118,0	129,8	144,2	162,3	185,4	216,2	259,6	324,6
25	72,6	76,4	80,6	85,6	90,7	96,6	103,6	111,6	120,9	131,9	145,1	161,2	181,4	207,2	241,8	290,2	362,8
30	79,5	83,7	88,3	93,7	99,4	105,8	113,6	122,3	132,4	144,5	159,0	176,6	198,7	227,2	264,8	318,0	395,4
40	91,8	96,6	102,0	108,0	114,8	122,2	131,1	141,2	153,0	166,9	183,6	204,0	229,6	262,2	306,0	387,2	459,2
50	102,7	108,0	114,0	120,8	128,3	136,6	146,7	157,9	171,0	186,8	205,4	228,0	256,6	298,4	342,0	410,8	513,2

Т А Б Л И Ц А III С

предельной длины дрезовь при диаметръ 3 сантиметръ.

У копы на 1000.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.
1,5	22,1	23,3	24,5	26,0	27,6	29,3	31,6	34,0	36,8	40,2	44,2	49,1	55,2	63,1	73,6	88,3	110,5
2	25,5	26,9	28,3	30,0	31,9	33,9	36,4	39,2	42,5	46,4	51,0	56,7	63,8	72,9	85,0	102,0	127,5
2,5	28,5	30,0	31,7	33,6	35,7	38,0	40,7	43,9	47,5	51,8	57,0	63,4	70,3	81,5	95,0	114,1	140,6
3	31,3	32,9	34,7	36,8	39,0	41,6	44,6	48,1	52,1	56,8	62,5	69,4	78,1	89,3	104,1	125,0	156,2
4	36,1	38,0	40,1	42,4	45,1	48,0	51,5	55,5	60,1	65,6	72,2	80,1	90,2	103,1	120,2	144,3	180,4
5	40,3	42,5	44,8	47,5	51,2	53,7	57,6	62,1	67,2	73,3	80,7	89,6	102,5	115,3	134,6	161,4	205,0
6	44,2	46,5	49,1	52,0	55,2	58,8	63,1	68,0	73,6	80,3	88,4	98,2	110,5	126,3	147,3	176,8	221,0
7	47,7	50,2	53,0	56,1	59,7	63,5	68,2	73,4	79,5	86,8	95,4	106,0	119,3	136,4	159,0	190,9	238,6
8	51,0	53,7	56,7	60,0	63,8	67,9	72,9	78,5	85,0	92,7	102,0	113,3	127,5	145,8	170,0	204,0	255,0
9	54,0	56,8	60,0	63,5	67,5	71,9	77,1	83,1	90,0	98,2	108,0	120,0	135,0	154,3	180,0	216,0	270,0
10	57,1	60,0	63,4	67,1	71,3	75,9	81,5	87,8	95,1	103,7	114,1	126,8	142,6	163,0	190,1	228,2	285,2
11	59,8	63,0	66,5	70,4	74,8	79,6	85,5	92,0	99,7	108,7	119,6	132,9	149,6	171,0	199,4	239,3	299,5
15	69,9	73,5	77,6	82,2	87,3	93,0	99,8	107,5	116,4	127,0	139,7	155,2	174,6	199,6	232,8	279,4	349,3
20	80,7	84,9	89,6	94,9	100,8	107,4	115,3	124,1	134,5	146,7	161,3	179,2	201,6	230,6	269,0	322,7	403,2
25	90,2	94,9	100,2	105,9	112,7	120,0	128,8	138,8	150,6	164,0	180,4	200,4	225,4	257,6	301,2	360,7	450,8
30	98,8	104,0	109,7	116,2	123,5	131,4	141,1	152,0	164,6	179,6	197,6	219,4	247,0	282,2	329,2	395,2	494,0
40	114,1	120,0	126,8	134,2	142,6	151,8	162,9	175,5	190,1	207,4	228,2	253,6	285,2	325,8	380,2	456,4	570,4
50	127,6	134,3	141,7	150,1	159,4	169,7	182,3	196,3	212,5	231,9	255,2	283,4	318,8	364,6	425,0	510,4	637,6

Т А Б Е Л И Ц А III d

предельной длины дренъ при диаметрѣ 3,75 сантиметръ.

Уклоны на 1000.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.
1,5	31,3	33,0	34,9	36,9	39,2	41,8	44,8	48,3	52,3	57,0	62,7	69,7	78,4	89,6	104,6	125,5	156,8
2	36,2	38,1	40,3	42,6	45,3	48,2	51,8	56,7	60,4	65,9	72,4	80,5	90,6	103,5	120,7	144,9	181,1
2,5	40,5	42,6	45,0	47,6	50,6	53,9	57,9	62,3	67,5	73,6	81,0	90,0	101,2	115,7	135,0	162,0	202,5
3	44,4	46,7	49,3	52,2	55,5	59,0	63,4	68,3	73,9	80,7	88,7	98,6	106,9	126,8	147,8	177,5	218,8
4	51,2	53,9	56,9	60,3	64,0	68,2	73,2	78,8	85,4	93,1	102,5	113,8	128,1	146,4	170,7	205,0	256,1
5	57,3	60,3	63,6	67,4	71,5	76,2	81,8	88,1	95,5	104,1	114,6	127,3	143,0	163,7	190,9	229,1	286,1
6	62,8	66,0	69,7	73,8	78,4	83,5	89,6	96,5	104,6	114,1	125,5	139,4	156,9	179,3	209,2	251,0	313,7
7	67,7	71,3	75,3	79,7	84,7	90,2	96,8	100,2	112,9	123,2	135,5	150,6	169,4	193,6	225,8	271,0	338,8
8	72,4	76,3	80,5	85,2	90,6	96,4	103,5	111,4	120,7	131,7	144,9	160,9	181,1	207,0	241,4	289,8	362,2
9	76,7	80,7	85,2	90,2	95,8	102,1	109,5	118,0	127,7	139,4	153,3	170,3	191,7	219,0	255,4	306,7	383,4
10	81,0	85,3	90,0	95,3	101,3	107,8	115,7	124,7	135,0	147,2	162,0	180,0	202,6	231,4	270,0	324,0	405,2
11	85,0	89,4	94,4	100,0	106,2	113,1	121,3	130,7	141,6	154,5	169,9	188,8	212,4	242,6	283,2	339,8	424,8
15	99,2	104,4	110,3	116,7	124,0	132,0	141,7	152,6	165,3	180,3	198,4	220,6	248,0	283,4	330,6	396,8	496,0
20	114,6	120,6	127,3	134,8	143,2	152,4	163,6	176,2	190,9	208,3	229,2	254,6	286,4	327,2	381,8	458,4	572,8
25	128,0	134,8	142,2	150,7	160,1	170,7	182,9	197,0	213,4	232,8	256,0	284,4	320,2	365,8	426,8	512,0	640,4
30	140,3	147,3	155,5	165,0	175,4	186,6	200,4	215,9	233,7	255,0	280,6	311,0	350,8	400,8	467,4	521,2	701,6
40	162,0	170,5	180,0	190,5	202,5	215,6	231,4	249,2	270,0	291,2	324,0	360,0	405,0	462,8	540,0	648,0	810,0
50	181,1	190,6	201,2	213,1	226,4	241,1	258,7	278,7	301,9	328,1	362,2	402,4	452,8	517,4	603,8	724,4	905,6

Т А Б Е Л И Ц А № 111 С

предельной длины дреновъ при диаметрѣ 40 сантиметровъ.

Укло- ны на 1000.	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.
1,5	45,4	48,9	50,4	53,4	56,7	60,4	64,8	69,8	75,6	82,5	90,80	100,8	118,4	129,6	151,2	181,6	226,8
2	52,4	55,1	58,2	61,6	65,5	69,7	74,8	80,6	87,3	95,2	104,8	116,4	131,0	146,6	162,6	209,6	262,0
2,5	58,6	61,6	65,1	68,9	73,2	77,9	83,7	90,1	97,6	106,4	117,1	130,1	146,4	167,3	195,2	234,2	292,8
3	64,2	67,5	71,1	75,5	80,2	85,4	91,6	98,7	106,9	116,6	128,3	142,2	160,4	183,3	213,8	256,6	320,8
4	74,1	78,0	82,3	87,2	92,6	98,6	105,9	114,0	123,4	134,7	143,2	164,6	185,2	211,8	246,8	296,3	370,4
5	82,8	87,2	92,0	97,5	103,5	110,3	118,3	127,5	138,0	150,6	165,7	184,0	207,0	236,6	276,0	331,4	414,0
6	90,7	95,5	100,8	106,8	113,4	120,8	129,6	139,6	151,2	165,0	180,5	201,6	226,8	259,2	302,4	361,0	453,6
7	98,0	103,1	108,8	115,3	122,5	130,4	140,0	150,8	163,3	178,1	196,0	217,6	250,0	280,0	326,6	392,0	500,0
8	104,7	110,3	116,3	123,2	130,9	139,4	149,6	161,2	174,6	190,4	209,4	232,6	261,8	293,2	349,2	418,8	523,6
9	110,9	116,7	123,1	130,4	138,6	147,5	158,4	170,6	184,8	201,6	221,8	246,2	277,2	316,8	369,6	443,6	554,4
10	117,1	123,3	130,1	137,8	146,4	155,9	167,3	180,2	195,2	212,9	234,2	260,2	292,8	334,6	390,4	468,4	585,6
11	122,8	129,3	136,5	144,5	153,6	163,5	175,6	189,0	204,7	223,4	245,6	273,0	307,2	351,2	409,4	491,2	614,4
15	143,4	151,0	159,3	168,8	179,4	190,9	204,9	220,7	239,1	260,8	286,8	318,6	358,8	409,8	473,2	573,6	717,6
20	165,7	174,4	184,1	194,9	207,3	220,5	237,0	254,9	276,1	301,2	331,4	368,2	414,6	474,0	552,2	662,8	829,2
25	185,2	194,9	205,7	217,9	231,5	246,4	264,5	284,9	308,6	336,7	370,4	411,4	463,0	529,0	617,2	740,8	926,0
30	202,9	213,5	225,4	238,6	254,2	270,0	289,8	312,0	338,7	368,8	405,8	450,8	508,4	579,6	677,4	811,6	1016,8
40	234,3	246,5	260,2	275,6	292,8	311,8	331,7	360,4	390,4	425,9	468,6	520,4	585,6	669,4	780,8	937,2	1171,2
50	261,9	275,7	291,0	308,2	327,4	348,5	374,2	403,0	436,5	476,2	523,8	582,0	654,8	748,4	873,0	1057,6	1305,6

ны дюймового діаметра; теперь этотъ діаметръ признанъ слишкомъ малымъ и наименьшія дрены имѣютъ въ діаметрѣ 3,25 и даже часто 3,75 и до 4 сантиметровъ. Такой дренъ можетъ осушить только ограниченную площадь, поэтому для длины осушительныхъ дренъ наименьшаго діаметра существуетъ предѣльная величина, зависящая отъ діаметра этого дрена и отъ его уклона. Опредѣляется она такъ: по величинѣ діаметра и уклона опредѣляютъ то количество воды, которое дренъ можетъ отводить въ 1"; по этому количеству опредѣляютъ ту площадь, которая ему соотвѣтствуетъ; дѣля эту площадь на разстояніе между дренами, получаютъ искомую предѣльную длину дрена. Настр. 80 и слѣд. помѣщена таблица, показывающая при данномъ уклонѣ дрена и разстояніи между дренами соотвѣтствующую предѣльную длину.—Если длина участка, подлежащаго дренажу одною системою параллельныхъ между собою дренъ превосходитъ предѣльную длину дрена, то можно поступить двояко: или въ нижнемъ концѣ каждаго осушительнаго дрена положить трубки большаго діаметра, или раздѣлить участокъ на 2, какъ показано на чертежѣ 53, придавъ верхнему участку особый коллекторъ и обративъ въ коллекторъ крайній дренъ нижняго участка. Последняя комбинація обыкновенно бываетъ выгоднѣе первой, какъ болѣе дешевая.

Вычисленіемъ діаметровъ сѣти коллекторовъ по указаннымъ выше приѣмамъ и обозначеніемъ ихъ на планѣ римскими цифрами, заканчивается составленіе проекта дренажа.

Примѣненіе изложенныхъ правилъ проектированія дре-

нажа къ частному случаю. Вышеизложенныя правила проэктированія дренажа считаю полезнымъ иллюстрировать на слѣдующемъ частномъ примѣрѣ: Пусть требуется дренировать участокъ, изображенный на таблицѣ VI въ масштабѣ 25 с. въ соткѣ *). Площадь участка равняется приблизительно 40.000 кв. саж.

При нивелировкѣ за ноль принята высота точки О плана; горизонталы, изображенныя на планѣ, отстоятъ одна отъ другой по вертикали на 0, 25 с., такъ что самая высшая изъ горизонталей имѣетъ отмѣтку (высоту надъ условнымъ полемъ) 2,5 саж.

Изъ разсмотрѣнія расположенія горизонталей легко убѣдиться, что вся вода съ участка стекаетъ къ пункту О; слѣдовательно, весь участокъ можетъ быть дренированъ *одною* сѣтью дренъ съ однимъ только устьемъ, расположеннымъ въ самомъ низшемъ пунктѣ мѣстности, т. е. въ точкѣ О. Прежде всего надо разсмотрѣть, представляютъ ли размѣры трубъ для коллекторовъ, имѣющихся въ нашемъ распоряженіи, возможность ограничиться одною сѣтью дренъ — т. е. могутъ ли трубы этого діаметра вмѣстить всю воду, которая будетъ извлечена дренажемъ изъ почвы. Для этого надо опредѣлить уклонъ главнаго коллектора.

При проэктированіи дренажа съ помощью одной сѣти, коллекторъ обязательно долженъ быть положенъ по направленію главнаго тальвега участка, и, слѣдовательно, уклонъ его равняется уклону этого тальвега.

На чертежѣ табл. VI тальвегъ обозначенъ чернымъ

*) Подъ „соткою“ подразумѣвается величина равная $\frac{1}{100}$ сажени (около $\frac{1}{2}$ вершка). Масштабъ, въ основаніе котораго положена эта единица, въ инженерной техникѣ Россіи вошелъ во всеобщее употребленіе.

пунктиромъ; для опредѣленья его уклона измѣримъ разстояніе точки a отъ точки o ; оно равняется 55 саж. разность высотъ пунктовъ a и $o = 0,50$ саж., следовательно, уклонъ линій $Oa = \frac{0,5}{55} = 0,009$ т. е. 9 тысячнымъ.

Таблица II даетъ величину площадей, которыя могутъ быть осушены коллекторами въ 3", 4" и 6" (7, 60, 10,55 и 15,25 сантиметровъ) при различныхъ уклонахъ. Въ этой таблицѣ находимъ: Трубы въ 6 приклонѣ коллектора въ 0,009 могутъ осушить площадь 62,89 т. кв. саж.; отсюда слѣдуетъ, что если въ нашемъ распоряженіи имѣются такого діаметра трубы, то осушеніе нашего участка съ помощью *одной сѣти* возможно. На этой комбинаціи мы и остановимся.

Переходимъ теперь къ дѣленію нашего поля на отдѣльные участки, каждый изъ которыхъ получаетъ свою сѣть параллельныхъ дренъ, причемъ допустимъ, что по результатамъ геогностическихъ изысканій разстоянія между осушительными дренами при глубинѣ 5 футовъ равняется 8 сажнямъ.

Прежде всего границами участковъ будутъ служить тальвеги. Мы ихъ и намѣчаемъ на планѣ; они обозначены чернымъ пунктиромъ; по направленію этихъ тальвеговъ пойдутъ коллекторы, общіе для двухъ участковъ коллекторами раздѣляемыхъ. Линіями тальвеговъ поле дѣлится на 3 отдѣльныя части, каждая изъ которыхъ подлежитъ дальнѣйшей разбивкѣ.

Разсмотримъ сперва участокъ MN ; въ немъ горизонтали представляютъ наибольшее искривленіе въ пунктахъ, лежащихъ на линіи bc ; поэтому эту линію я

принимаю за границу двухъ смежныхъ участковъ каждый изъ которыхъ получаетъ свою сѣть параллельныхъ осушительныхъ дренъ. Въ каждомъ изъ этихъ участковъ уклоненія отдѣльныхъ горизонталей отъ прямолинейности и параллельности не велики — поэтому я нахожу возможнымъ каждому участку дать одну систему параллельныхъ дренъ, перпендикулярныхъ къ среднему направленію горизонталей.

Но при этомъ на участкѣ *Mn*, ввиду того, что крайнія горизонталы нѣсколько расходятся, я предпочелъ придать изломъ осушительнымъ дренамъ въ пунктахъ, лежащихъ на линіи, проведенной по срединѣ между двумя наиболѣе расходящимися горизонталями участка.

Коллекторомъ для рассматриваемаго участка служитъ главный коллекторъ *Oa* всего дренируемаго поля. На 2-мъ участкѣ *Nn* я призналъ возможнымъ обойтись одною системою прямолинейныхъ и параллельныхъ между собою осушительныхъ дренъ; коллекторъ расположенъ въ тальвегѣ, который отдѣляетъ этотъ участокъ отъ сосѣдняго.

Перейдемъ къ участку *PQ*. На немъ мы намѣчаемъ хотя не ясно выраженный, но все таки замѣтный водораздѣлъ *fg*, который послужитъ границею двухъ сосѣднихъ участковъ. На части этого участка *Pp* мы намѣчаемъ сѣть параллельныхъ дренъ, впадающихъ въ тотъ-же коллекторъ, что и дрены участка *Nn*. Небольшой участокъ *p x* имѣетъ горизонталы не параллельныя ни съ горизонталями участка *Pp*, ни сосѣдняго съ нимъ; но въ виду незначительной его величины, я, для

экономіи въ общемъ протяженіи дренъ, дренирую его однимъ дренаемъ, параллельнымъ дренаемъ участка Rr и двумя дренами параллельными дренамъ половины участка Qq . Незначительное отступленіе отъ перпендикулярности этихъ дренъ съ соответствующими горизонталями не представляетъ особаго вреда.

Участокъ Qq дѣлится на два: $Q'q$ и $q''q$ причеиъ положеніе линіи дѣленія болѣе или менѣе произвольно, такъ какъ горизонталы на всемъ протяженіи искривлены и замѣтнаго перелома не имѣютъ. Мною намѣчены 2 системы параллельныхъ дренъ; что касается до треугольнаго пространства, заключающагося между дренами yz и yz' , то, для строгаго соблюденія перпендикулярности осушительныхъ дренъ и горизонталей, его слѣдовало бы дренировать системою дренъ, параллельныхъ бисектрисѣ угла zyz' ; но, для соблюденія экономіи въ длинѣ дренъ, я присоединилъ этотъ участокъ къ системѣ участка Qq' такъ какъ и при этой комбинаціи уголъ между дренами и горизонталями немного отличается отъ прямаго. Дренъ yz' служитъ коллекторомъ для этого треугольнаго участка.

Переходимъ теперь на лѣвую сторону главнаго тальвега, къ участку RS . Здѣсь мы прежде всего намѣчаемъ линію излома горизонталей (водораздѣлъ) in , которая послужитъ границею сосѣднихъ участковъ. Участокъ Rr получаетъ съѣтъ параллельныхъ дренъ, впадающихъ въ коллекторъ, идущій по главному тальвегу.

Переходимъ теперь къ участку Ss . На немъ горизонталы не имѣютъ замѣтнаго излома, но крайнія изъ

нихъ дѣлають между собою замѣтный уголъ; поэтому можно поступить двояко: или назначить ломанныя горизонтали, при чемъ точки излома должны находиться на линіи, дѣлящей пополамъ уголъ между наиболѣе расходящимися горизонталями, т. е. на линіи $а\beta$, или раздѣлить участокъ Ss на 2, давши верхнему отдѣльный коллекторъ. Если размѣръ трубокъ для осушительныхъ дренъ таковъ, что предѣльная длина при соответствующемъ уклонѣ будетъ болѣе длины Ss участка, то слѣдуетъ прибѣгнуть къ 1-й комбинаціи. Она и изображена на чертежѣ. При томъ, въ виду того, что горизонтали верхняго участка приблизительно перпендикулярны къ его границѣ, дрены проведены параллельно этой границѣ, при чемъ крайній дренъ отстоитъ на 4 саж. отъ нея, т. е. на половину нормальнаго разстоянія между дренами.

Теперь надлежитъ произвести провѣрку, не будетъ ли длина нѣкоторыхъ изъ назначенныхъ нами дренъ превосходить предѣльную длину осушительныхъ дренъ при минимальномъ принятомъ нами діаметрѣ. — Самый длинный дренъ есть tu . Длина его равняется 190 саж. Для опредѣленія уклона дрена въ нижнихъ его частяхъ опредѣляютъ разстоянія точекъ t' и u' ; оно равно 25^0 ; уклонъ равняется слѣдовательно $\frac{0.50}{25} = 0.020$ т. е. 20 тысячныхъ. Въ таблицѣ III показаны предѣльныя длины для дренъ различныхъ размѣровъ при разныхъ разстояніяхъ между дренами и уклонахъ. Изъ этой таблицы слѣдуетъ, что дренъ діаметромъ въ 3,75 см. при уклонѣ 20 на тысячу имѣетъ при 8^0 разстояніи между

дренами предѣльную длину 286,4 саж., т. е. на много превосходящую нашу длину. Но надо замѣтить, что при укладкѣ дрена на однообразную глубину, онъ будетъ имѣть вычисленный уклонъ на протяженіи $t'u'$; на протяженіи $u'u''$ этотъ уклонъ будетъ меньше—онъ будетъ равенъ $\frac{0,25}{\text{разст. } u'u''} = \frac{0,25}{37} = 0,008$ приблизительно, т. е. всего 8 тысячныхъ. Дреномъ такого уклона приходится отводить воду съ полосы длиною въ 155 саж. (длина $u'u$) и надлежитъ провѣрить, будутъ ли размѣры его достаточны. Изъ таблицы IIIa явствуетъ, что при діаметрѣ 3,75 см. предѣльная длина дрена при разстояніи 8^0 и уклонѣ 8 на тысячу равняется 181,1 саж., т. е. превосходитъ нашу длину 155 саж. Следовательно, дрена можетъ быть безопасно заложенъ на однообразную глубину на всемъ его протяженіи.—Если бы при подобномъ расчетѣ оказалось, что намѣченная длина дрена превосходила предѣльную, то можно было бы увеличить на протяженіи $u'u''$ уклонъ дрена, заложивъ его въ u' глубже, чѣмъ въ u'' и t' ; тогда уклонъ части дрена на протяженіи $t'u'$ былъ бы меньше вычисленнаго ранѣе, и потому слѣдовало бы и провѣрить, не превосходитъ ли общая длина tu дрена предѣльную величину, соответствующую этому вновь вычисленному уклону.

Если бы мы остановились на діаметрѣ въ 2,75 сантиметра для осушительнаго дрена, то предѣльная длина дрена по таблицѣ IIIb равнялась бы всего 165 саж; тогда надо было бы раздѣлить участокъ Ss на 2 и провести вспомогательный коллекторъ примѣрно по направленію з. б.

Намъ остается еще опредѣлить діаметры коллекторовъ.

Что касается до діаметра коллектора oa , то онъ опредѣляется такъ: уклонъ его вычисляется по горизонталямъ, — онъ равенъ, какъ мы видѣли, 9 на 1000; площадь, имъ осушаемая, опредѣляется по плану — она равна 40.000 кв. саж. — Въ таблицѣ II смотримъ горизонтальную графу, соответствующую уклону 9 на 1000 и находимъ: при діаметрѣ $d=12,5$ сантиметра наибольшая осушаемая площадь $= 38,29$ тысячъ кв. саж. при діаметрѣ 13,7 — 48, 13 тысячъ кв. саж.

При такихъ условіяхъ можно поступить двояко: можно или взять коллекторъ діаметромъ больший 12,5 сантиметровъ, или, взявъ коллекторъ въ 12,5 сантиметровъ, увеличить уклонъ его на протяженіи послѣднихъ 50 саж., углубивъ нѣсколько устье коллектора и отводную канаву, которая отводитъ отъ него воду. Послѣдняя комбинація будетъ выгоднѣе, ибо углубивъ устье всего на 0.05 саж. ($2\frac{1}{2}$ вершка) мы уже получили для коллектора oa уклонъ въ 10 на 1000, который даетъ наибольшую площадь 40,38 т. кв. с. — т. е. достаточную для нашей цѣли.

Для опредѣленія діаметра коллектора АВ опредѣляется уклонъ его, для чего для приблизительнаго расчета можно измѣрить разстояніе отъ A' до В и взять отношеніе разности высотъ А и В къ разстоянію отъ А до В; это отношеніе равняется $\frac{0.50}{45} = 0.011$, т. е. 11 на тысячу. Далѣе слѣдуетъ измѣрить площадь, вода съ которой стекаетъ къ этому коллектору; она рав-

няется 4500 кв. саж. Въ таблицѣ II, въ горизонтальной графѣ, соответствующей уклону 11 на 1000 находимъ: наибольшая осушаемая площадь при диаметрѣ въ 5 сантиметра равняется 4,30 тысячъ кв. саж. а при диаметрѣ въ 5,10 сантиметровъ 4,52 тысячъ (кв. саж. Слѣдовательно, труба диаметромъ не менѣе 5,1 сантиметра годится для разсматриваемаго коллектора.

Такимъ же точно образомъ опредѣляются и диаметры другихъ коллекторовъ.

Само собою разумѣется, что главному коллектору не придается на всемъ его протяженіи однообразный диаметръ, а различнымъ его участкамъ придаются разные диаметры, сообразные уклону отдѣльнаго участка коллектора и количеству воды, къ нему притекающему или площади, имъ осушаемой.

Если бы трубъ диаметромъ въ 5" не имѣлось, то наибольшій диаметръ коллекторовъ былъ бы въ 4", то слѣдовало бы участокъ Ss дренировать отдѣльнымъ коллекторомъ, положивъ его параллельно коллектору Oa на разстояніи 8⁰ отъ него, какъ показано на чертѣ краснымъ пунктиромъ. Устье обоихъ коллекторовъ было бы общее. Полоса между коллекторами осушалась бы самими коллекторами, и въ проложеніи на этой полосѣ осушительныхъ дренъ надобности не было бы.

Чтобы облегчить опредѣленіе диаметровъ коллекторовъ по даннымъ уклонамъ и осушаемымъ площадямъ мною приложены въ концѣ курса диаграммы площадей,

осушаемыхъ коллекторами при различныхъ діаметрахъ и уклонахъ. Діаграммы эти построены слѣдующимъ образомъ: для каждаго изъ употребительныхъ въ практикѣ діаметровъ построена своя кривая, коей абсциссы (т. е. разстоянія ея точекъ отъ оси *oy*) пропорціональны уклонамъ и ординаты (разстоянія отъ оси *ox*) пропорціональны соответствующимъ этимъ уклонамъ расходамъ. За масштабъ для абсциссъ принято: для уклоновъ менѣе 10 на 1000— $\frac{2}{1000}$ въ $\frac{1}{100}$ сажени; для уклоновъ отъ 10 на 1000 до 50 на тысячу $\frac{20}{1000}$ въ $\frac{1}{100}$ сажени. Масштабъ для абсциссъ не одинаковъ для двухъ діаграммъ: въ первой отъ равняется 2.000 кв. саж. въ соткѣ, а во 2-й 20.000 кв. с. въ соткѣ. Первою діаграммою слѣдуетъ пользоваться при опредѣленіи діаметровъ трубъ, отводящихъ воду съ площадей не свыше 15.000 кв. саж.; второю—при площадяхъ, большихъ 15.000 кв. саж.

Самый способъ нахождения діаметровъ съ помощью діаграммъ заключается въ слѣдующемъ: допустимъ что требуется опредѣлить діаметры трубы, отводящей при уклонѣ $\frac{8}{1000}$ воду съ площади въ 12.000 кв. саж. На оси абсциссъ (*ox*) находятъ точку, находящуюся отъ точки *o* на разстояніи, соответствующемъ по масштабу для абсциссъ уклону 8 на 1000; она будетъ въ *a* (См. діаграмму I); Затѣмъ на вертикальной линіи, проходящей чрезъ *a* отлагаютъ отъ этой точки длину *ab*, равную по масштабу 12.000 кв. саж. и смотрятъ меж-

ду какими кривыми будетъ находиться пунктъ *b*; диаметръ, соответствующій кривой, проходящей выше этого пункта будетъ искомый. Въ нашемъ случаѣ онъ будетъ равенъ 8,70 сантиметровъ.

ГЛАВА IV.

Производство дренажныхъ работъ.

Время приступа къ работамъ. Навыгоднѣйшее время для производства работъ есть начало осени—послѣ уборки жатвы. Тогда и поле свободно и грунтовья воды достигаютъ наибольшей глубины, а чѣмъ ихъ меньше во время производства работъ, тѣмъ работа идетъ легче.

Разбивка работъ на мѣстѣ. Прежде всего, выражаясь языкомъ техническимъ, производятъ *разбивку работъ на мѣстѣ*, т. е. обозначаютъ на участкѣ положенія дренажныхъ линій; для этого на планѣ дренажа, съ помощью циркуля, масштаба и транспортира опредѣляютъ точки пересѣченія коллекторовъ съ операціонною базою и уголь, образуемый ими съ тою же базою, и въ полѣ, съ помощью цѣпи и угольнаго инструмента, назначаютъ положеніе этихъ коллекторовъ въ дѣйствительности. Направленіе коллекторовъ въ полѣ обозначается вѣхами, которыя ставятся въ углахъ поворота и въ точкахъ пересѣченія коллекторовъ. Затѣмъ колышками обозначаются мѣста, гдѣ дрены впадаютъ въ коллекторы; направленіе cadaго дрена должно быть опредѣлено не менѣе, какъ двумя колышками—однимъ у его устья

и другимъ, гдѣ либо на линіи дрена. Забиваемые ко-
лики обыкновенно бываютъ длиною вершковъ 12, толщи-
ною около вершка; обдѣланы бываютъ какъ показано
на чертежѣ 54. Зарубка служитъ для надписей. Ко-
лышки ставятся не на самой линіи дренъ, а на ка-
какой либо сторонѣ (напр. всегда правой по теченію)
на опредѣленномъ, одинаковомъ для всей системы раз-
стояніи—около 12 вершковъ. Дѣлается это съ цѣлью
сохранить колья во все время производства работъ.

Разбивъ сѣть, полезно пронивелировать всю сѣть кол-
лекторовъ, чтобы опредѣлить точнымъ образомъ глу-
бину заложения трубъ въ каждомъ пунктѣ коллектора—
ибо эта глубина по плану можетъ быть опредѣлена толь-
ко приблизительно, такъ какъ она опредѣляется по
горизонталямъ, а горизонтالي вычерчиваются отъ ру-
ки; на каждой прямолинейной части сѣти коллекторовъ
должны быть опредѣлены нивелировкой высоты по край-
ней мѣрѣ двухъ ея пунктовъ — начала и конца; если
линія длиннѣе 50 саж. то слѣдуетъ опредѣлить по 1
точкѣ на каждые 50 саженой. Нивелировать осуши-
тельные дрены вообще, нѣтъ надобности; но если учас-
токъ имѣетъ очень малый уклонъ, то для большей
вѣрности необходимо опредѣлить высоты концовъ дре-
новъ этого участка. Когда сѣть разбита и пронивели-
рована, приступаютъ къ производству работъ. Прежде
всего начинаютъ рыть отводную канаву, которая отво-
дитъ воду отъ устья дренажной сѣти въ сторону въ
какой либо пониженный пунктъ мѣстности: рѣчку,
прудъ, оврагъ и пр.

Ей обыкновенно придаютъ ширину по дну около 10

вершковъ; откосы даютъ полоторные; землю, вынимаемую изъ канавы, разравниваютъ по сторонамъ. Затѣмъ начинаютъ рыть главный коллекторъ и боковыя вѣтви; вырывъ ихъ, укладываютъ на дно ихъ соответственныя трубки, но не засыпаютъ рововъ; они остаются открытыми до конца работъ. Затѣмъ роютъ рвы для осушительныхъ дренажъ, направляясь снизу вверхъ — отъ коллектора къ верхнему концу дрена; по окончаніи рва укладываютъ въ немъ трубки, ведя эту работу сверху внизъ; затѣмъ сопрягаютъ дренажъ съ коллекторомъ и, наконецъ, засыпаютъ дренажъ. Устройствомъ устья всей сѣти и засыпкою коллекторовъ послѣ ихъ провѣрки заканчивается вся работа. Таковъ общій ходъ работъ. Перейдемъ къ деталямъ:

Рытье канавъ. Такъ какъ канавы только недолгое время остаются открытыми, то при рытьѣ ихъ стараются, въ видахъ ускоренія дѣла, уменьшать объемъ вынимаемой земли и потому даютъ имъ возможно меньшіе размѣры — размѣры строго необходимые для достиженія требуемой по проекту глубины. — При четырехфутовой глубинѣ заложения, достаточно дать ширину по верху въ $1\frac{1}{4}$ фута, т. е. около 9 вершковъ, если грунтъ глинистый или песчаноглинистый; при ббльшей глубинѣ приходится нѣсколько увеличить и ширину по верху; при глубинѣ 5 футовъ, ширина по верху равняется 12 вершкамъ, при 6 футахъ — 15 в. и, наконецъ, при громадной глубинѣ въ 8 футовъ необходимо увеличить ширину до $2\frac{1}{2}$ футовъ и даже больше. (См. черт. 55).

Если грунтъ состоитъ изъ смѣси глины и песку съ

камнемъ, то приходится дѣлать канавы просторнѣе: имъ при 5 футовой глубинѣ даютъ 2,5 ф. ширины поверху, при 4-хъ футовой—2 фута.

Прежде всего назначаютъ на мѣстѣ верхніе края рва; для этого протягиваютъ по землѣ шнуръ (бичевку длиною около 10 саж.) параллельно оси дрена на разстояніи половины ширины рва поверху; затѣмъ рабочій, подвигаясь вдоль шнура, дѣлаетъ заступомъ глубокой надрѣзъ, почти вертикальный. Потомъ переносятъ шнуръ на другую сторону оси дрена и дѣлаютъ такой же надрѣзъ; затѣмъ приступаютъ къ выемкѣ земли. Выемка ведется по слоямъ; каждый слой имѣетъ въ среднемъ около 1 фута; если грунтъ не твердый, не плотный, но и не рассыпающійся, то толщина эта м. б. нѣсколько больше, при плотномъ грунтѣ ее уменьшаютъ, по крайней мѣрѣ для 1-хъ слоевъ.

Разсмотримъ рытье канавы при 5 футовой глубинѣ. Выемку придется вести въ 5 слоевъ, приблизительно по футу каждый; верхній и нижній могутъ быть нѣсколько больше, средніе нѣсколько меньше. Для вырѣтня 1-го слоя можно употребить или обыкновенную деревянную лопату съ желѣзною насадкою, или желѣзную лопату, представленныя на чертежѣ 56. Обыкновенная русская насадка имѣетъ два важныхъ преимущества: во первыхъ она дешева, а во вторыхъ легка; при грунтѣ не особенно плотномъ это обстоятельство имѣетъ большое значеніе; недостатокъ ея—непрочность. Другой недостатокъ специально по дренажной работѣ состоитъ въ томъ, что при работѣ ею дно рва имѣетъ неправильную форму, такъ что прежде приступа

къ вырытію 2-го слоя, надо привести въ порядокъ дно вырытаго слоя; впрочемъ для 1-го слоя это не важно, ибо подчистка дѣлается легко. Первый слой берется за 2 раза, причемъ Винцентъ совѣтуетъ всегда брать отдѣльные штыки такъ, какъ показано на чертежѣ 57, гдѣ работа ведется по направленію отъ а къ в. При этомъ стѣнки выходятъ правильнѣе. Для 2-го слоя въ данномъ случаѣ выгоднѣе употреблять желѣзную или стальную лопату широкую, плоскую или слегка выгнутую (для глинистаго грунта), и также какъ и первый слой брать въ два штыка. Третій слой выбирается лопатою болѣе длинною и узкою, и также въ два штыка. Четвертый слой, предпоследній, можетъ быть взять тою же самою лопатою, но уже въ одинъ штыкъ. Дно рва послѣ этого штыка должно быть тщательно вычищено. Для этого употребляется или совокъ, форма котораго представлена на чертежѣ 58, или лопата, ручка которой имѣетъ форму лебединой шеи; первую работаютъ, подвигаясь назадъ, вторую — двигаясь впередъ. Надо замѣтить, что и при рытьѣ первыхъ трехъ слоевъ всегда на днѣ остается нѣкоторое количество земли (о первомъ слое мы уже говорили); но если рабочіе привычныя и тщательно работаютъ, то въ отдѣльной чисткѣ нѣтъ надобности, ибо земли бываетъ немного, и она притаптывается ногами рабочаго, роющаго слѣдующій слой.

Последній слой вынимается специально лопаткою, изобр. на чертежѣ 59; ширина этой лопатки внизу соотвѣтствуетъ наружному діаметру дренажной трубы слѣд. будетъ больше для коллекторовъ и меньше — для

осушительныхъ дренажъ.—Для очистки ямы употребляется совокъ, котораго форма соотвѣтствуетъ формѣ лопаты (черт. 60). Рабочій, вынимающій послѣдній слой, пройдя около 2 аршинъ лопатою, оставляетъ ее, и находясь на томъ мѣстѣ, на которомъ остановился, (т. е. на высотѣ предпослѣдняго слоя) прочищаетъ этимъ совкомъ пройденный путь. Вмѣсто этого инструмента можно употребить совокъ съ рукою на манеръ лебединой шеи; имъ надо работать сверху; при глубинѣ въ 5 ф. онъ неудобенъ. При рытьѣ послѣдняго слоя надо наблюдать, чтобы лопата сразу достигала требуемой проектомъ глубины, ибо если недобрать до надлежащей глубины сразу, то дальнѣйшее углубление будетъ весьма затруднительно вслѣдствіе тѣсноты подошвы рва. Уже послѣ вырытія 4-го слоя канава имѣетъ размѣры едва достаточные, чтобы человѣкъ могъ стоять на ея днѣ, выставивъ впередъ одну ногу; въ канавѣ, вполне оконченной человѣкъ стоять не можетъ.

Весьма важную статью составляетъ правильная выемка дна дренажныхъ рвовъ. Если мѣстность ровная и уклонистая, то обыкновенно придаютъ рвамъ осушительныхъ дренажъ однообразную глубину на всемъ протяженіи дрена, такъ что уклонъ ихъ соотвѣтствуетъ уклону мѣстности; но если поверхность земли или неровна, или имѣетъ видъ представленный на чертежахъ 60 и 61, причемъ уклоны частей ab , $a'b'$ слишкомъ малы, менѣе предѣльнаго для осушительныхъ дренажъ, то приходится закладывать трубки осушительнаго дрена на неоднобразной глубинѣ; что касается до коллекторовъ, то глубина ихъ заложения

въ большинствѣ случаевъ неоднобразна. Способъ проверки правильности дна въ этомъ случаѣ заключается въ слѣдующемъ: Пусть А и В (черт. 62) будутъ двѣ точки поверхности земли, высота которыхъ определена нивелировкой; пусть глубина дрена въ точкѣ А по проекту будетъ равна $4\frac{1}{2}$ футамъ,— а въ точкѣ В—5 футамъ; поставимъ въ А колышекъ, верхушка котораго на $\frac{1}{2}$ фута выше верхушки точки, забитой въ А; тогда линія аВ будетъ параллельна дну дренажной канавы; забьемъ теперь по линіи аВ рядъ колышковъ такъ, чтобы вершина всѣхъ ихъ совпадала съ линіей аВ; если мы между парю сосѣднихъ колышковъ натянемъ шнурокъ, то дно рва будетъ на всемъ протяженіи на 5 футовъ ниже этого шнура. Поэтому, если дно имѣетъ проектную глубину, то горизонтальная сторона угольника (чер. 63), сколоченнаго изъ тонкихъ досокъ, поставленнаго на дно канавы, будетъ прикасаться къ шнуру. Установка колышковъ между точками а и В по линіи аВ производится съ помощью такъ называемыхъ визирокъ; визирка состоитъ изъ двухъ тоненькихъ дощечекъ сколоченныхъ какъ представлено на чертежѣ 64; берутъ три такихъ визирки, совершенно одинаковой величины; одну устанавливають на колъ В (обыкновенно около кола втыкають въ землю ломъ и привязываютъ къ нему визирку); на горизонтальную дощечку ея наклеиваютъ кусокъ бѣлой бумаги—чтобы лучше было видно издали; другую визирку рабочій беретъ съ собою и ставитъ на колъ а; второй рабочій беретъ третью визирку, верхняя дощечка которой зачернена, и, забивъ

на линіи Ва колъ с, ставить на него визирку; рабочей, находящейся у А, смотритъ по верху своей визирки на визирку В и замѣчаетъ, находится ли верхушка средней визирки выше, или ниже линіи, соединяющей верхи крайнихъ визирокъ; сообразно съ этимъ онъ или велитъ поднять колікъ, или глубже заколотить его; если горизонтальныя дощечки всѣхъ трехъ визирокъ находятся на одной прямой, то значить и верхушки коліковъ находятся на одной прямой.

Другой способъ провѣрки дается водою, если такая есть въ грунтѣ. При правильномъ заложении dna дренажнаго рва она не образуетъ лужъ, а течетъ болѣе или менѣе равномерно по дну рва во время самага производства работъ.

Описаннымъ выше способомъ работаютъ въ грунтахъ обыкновенныхъ, иловатыхъ или песчаноглинистыхъ; въ случаѣ грунтовъ глинисто-каменистыхъ, приходится прибѣгать къ работѣ съ помощью лома или кирокъ.

Укладка дренажныхъ трубъ. Еще ранѣе приступа къ рытью канавъ, трубы д. б. привезены на поле, пока канавы еще не мѣшаютъ свободному передвиженію по полю повозокъ, и разложены по полю въ отдѣльныя небольшія кучи. Когда рытье канавъ подходитъ къ концу, то трубы разносятъ по мѣстамъ, и кладутъ рядами на земляные валы, на каждый погонный футъ по одной трубкѣ. — Когда же канава выкопана до конца, то начинаютъ укладку трубъ. При этомъ укладку всегда начинаютъ сверху, ибо тогда удобнѣе очищать дно канавы. — Какъ я уже упоминалъ, трубки

употребляются съ муфтами, и безъ муфтъ; я опишу прежде способы укладки трубъ безъ муфтъ.

Главная забота при укладкѣ заключается въ томъ, чтобы промежутки въ стыкахъ трубъ были по возможности одинаковы и невелики, и чтобы конецъ одной трубы не лежалъ выше или ниже конца сосѣдней. Вслѣдствіе значительной глубины и узкости рововъ, укладка производится помощью особаго инструмента, называемаго крюкомъ; онъ состоитъ изъ желѣзнаго стержня, прикрѣпленнаго съ помощью желѣзной же оправы къ деревянной ручкѣ такъ, какъ показано на чертежѣ 65; длина стержня—около 11 дюймовъ; въ а находится шпора, длина которой чуть-чуть меньше толщины стѣнокъ трубочекъ. Работу производятъ такъ: рабочій стоя на сторонѣ рва, противоположной той гдѣ положены трубочки, и держа рукоятку крюка въ рукахъ, всовываетъ стержень крюка въ трубочку, и затѣмъ ставъ одною ногою на одну сторону рва, а другою на другую отпускаетъ ее (трубочку) вмѣстѣ со стержнемъ въ ровъ и кладетъ рядомъ съ положенною ранѣе.

Трубы имѣютъ всегда болѣе или менѣе изогнутую ось, поэтому величина и форма промежутковъ между ними зависятъ отъ относительнаго положенія ихъ: если трубы положены какъ въ А, (черт. 66), то щели велики, если какъ въ В, то щели малы. Еще надвывая трубку на крюкъ, опытный рабочій старается расположить ее такъ, чтобы она могла лечь возможно плотнѣе къ сосѣдней; если это сразу не удастся, то приподнимая крюкъ вмѣстѣ съ трубкою, и прижимая трубку къ стѣнкамъ рва, и опуская или поднимая крюкъ.

поворачиваютъ трубку на стержнѣ до тѣхъ поръ, пока она не ляжетъ какъ слѣдуетъ; затѣмъ легкими поколачиваніями шпорою въ стѣнку трубки заставляютъ ее возможно плотнѣе приблизиться къ сосѣдней трубочкѣ; если трубочка ляжетъ слишкомъ близко къ одной сторонѣ рва, то съ помощью того же крюка сскабливаютъ отъ стѣнки немного земли и вдавливаютъ ее между стѣнкою и трубкою. Если ни при какихъ поворотахъ трубка не ложится плотно, то ее вынимаютъ и замѣняютъ другою.

При укладкѣ надо также наблюдать, чтобы закругленія ложились въ горизонтальной плоскости, а не вертикальной—чтобы не было углубленій въ дренажной линіи.

Сдѣлаю маленькое отступленіе.—Въ трубкахъ никакихъ щелей не дѣлается, такъ что вода можетъ попасть въ дренажный каналъ только чрезъ стыки; при укладкѣ стараются сдѣлать эти стыки сколь возможно меньше — не будутъ ли при такихъ условіяхъ отверстія для входа воды въ дрены слишкомъ малы? — Весьма простой расчетъ показываетъ, что это опасеніе мало основательно. — Каждый стыкъ, при средней ширинѣ въ $\frac{1}{10}$ долю линіи (слѣд. весьма малой), представитъ, при трубкѣ діаметромъ въ 1" площадь въ $\frac{1}{100} \times 3,17 = 0.0317$ кв. дюйм.; площадь же поперечнаго сѣч. трубки $= \frac{3,17}{4}$ кв. дюймовъ, т. е. въ 25 разъ больше; слѣд 25 стыковъ или $3\frac{1}{2}$ сажени длины дрена даютъ площадь отверстій для вхо-

да воды въ трубки, равную площади поперечнаго сѣченія дрена; а такъ какъ предѣльная длина дрена во много разъ превосходитъ эту длину то слѣдовательно площадь черезъ которую вода входитъ въ трубки далеко превосходитъ площадь сѣченія самихъ трубокъ.

Если трубки кладутся съ муфтами, то для укладки употребляется крюкъ нѣсколько иного устройства: на стержень насаживается плоскій кружокъ, небольшого діаметра, находящійся на разстояніи полудлины муфты отъ рукоятки крюка (черт. 67); трубы вмѣстѣ съ муфтами кладутся вдоль канавы, сложенные, какъ показано на чертежѣ; въ средину всовываютъ крюкъ такъ, чтобы рукоятка держала муфту, а кружокъ трубу, и все вмѣстѣ опускаютъ въ ровъ, гдѣ труба вдвигается въ выдающійся конецъ ранѣе положенной муфты, надѣтой на сосѣдней трубѣ.

Займемся теперь вопросомъ: что выгоднѣе—трубы безъ муфтъ, или съ муфтами. Мнѣнія по этому вопросу расходятся. Защитники укладки трубъ безъ муфтъ, приводятъ въ пользу своего мнѣнія слѣдующіе доводы: при употребленіи муфтъ, хотя стыки будутъ повидимому прикрыты, но зато трубы не могутъ быть такъ тщательно уложенны и между ними должны существовать большіе зазоры. Столь же большіе зазоры существуютъ и между трубками и муфтами. Муфты предохраняютъ трубки отъ проникновенья въ нихъ постороннихъ тѣлъ въ вертикальномъ направленіи сверху внизъ; но давленіе воды, составляющее одну изъ причинъ, заставляющихъ частицы грунта входить въ дренажный каналъ, дѣйствуетъ одинаково во всѣхъ направленіяхъ, слѣд. можетъ

заставить песокъ двигаться по широкому промежутку между муфтою и трубою и далѣе въ стыкъ между трубами; безъ муфтъ трубы укладываются плотнѣе, стыки между ними малы, и слѣд. песку труднѣе проникнуть въ каналъ.

Сверхъ того, что весьма важно, употребленіе муфтъ значительно увеличиваетъ стоимость дренажа.

Сторонники муфтъ указываютъ главнымъ образомъ на то, что употребленіе ихъ допускаетъ меньшую тщательность въ производствѣ работъ.

Какъ бы то ни было, разъ опытъ доказалъ, что можно обходиться безъ муфтъ, то въ виду одной денежной экономіи и *должно* ихъ не класть. И дѣйствительно въ настоящее время муфты почти никогда не употребляются.

Нельзя ли замѣнить муфты другими матеріалами для прикрышки, какъ напр. сѣномъ, соломой, дерномъ и т. под.?

Повидимому, употребленіе подобнаго матеріала во всякомъ случаѣ невыгодно: 1) Одна изъ причинъ засоренія происходитъ отъ растений, подземные отпрыски которыхъ часто заполняютъ все отверстіе дрены; но употребленіе для прикрышки органическаго матеріала всегда явится причиною образованія низшихъ растений, которыя будутъ сами по себѣ засорять дрены. Произростаніе въ дренажныхъ трубахъ такихъ низшихъ растений констатировано прямымъ наблюденіемъ.

2) Другая лишняя причина засоренія заключается въ слѣдующемъ: избѣжать вполне проникновенія песка въ дрены невозможно; да онъ и не опасенъ, если проникаетъ въ небольшомъ количествѣ, ибо во время силь-

ной воды будетъ выносимъ вонъ изъ дрена. Но если около дрена образуется пустота, что д. произойти, когда подобная органическая покрывка перегниетъ, то, если разъ при тихомъ теченіи воды въ трубѣ образовался маленькій наносъ, вода можетъ проложить себѣ путь кругомъ наноса, внѣ трубки; тогда въ этомъ мѣстѣ будетъ складываться еще болѣе песку, пока вся трубка имъ не заполнится. Здѣсь происходитъ тоже, что въ томъ случаѣ, когда въ одномъ рвѣ положены рядомъ двѣ линіи трубъ: одна изъ нихъ непременно засорится, и вся вода направится по другой. Поэтому употребленіе прикрывающаго матеріала, не избавляя отъ необходимости производить работу съ необыкновенною тщательностью, скорѣе вредитъ дѣлу, чѣмъ приноситъ пользу.

Сопряженія осушительныхъ дрена съ коллекторами и коллекторовъ между собою. Иногда это сопряженіе дѣлается такъ, что ось дрена находится почти въ одной плоскости съ осью коллектора, иногда верхняя производящая внутреннихъ поверхностей дрена и коллектора располагаются на одной высотѣ, иногда наконецъ, дрена находится выше коллектора, такъ что вода попадаетъ въ него сверху внизъ. (См. черт. 68, 69 и 70). Первый способъ самый невыгодный, ибо вода встрѣчаетъ сильное сопротивленіе при движеніи по коллектору. Вообще, чтобы уменьшить по возможности это сопротивление рекомендуютъ никогда не сопрягать въ планѣ обѣ трубы подъ прямымъ угломъ, а тѣмъ болѣе подъ тупымъ— поэтому совѣтуютъ въ случаяхъ, когда направление дрена въ перпендикулярно къ коллектору, закруг-

лять линію дренъ, какъ показано на чертежѣ 71. Что касается до отверстій въ дренахъ, то они бывають устраиваемы различно: иногда употребляютъ трубы съ отроутками, иногда готовятъ отдѣльныя трубки съ простыми щелями, иногда кромѣ такихъ трубокъ дѣлають еще кольнообразныя трубки (чер. 72), наконецъ, всего чаще дѣлають эти отверстія на мѣстѣ работъ. Это самое выгодное, ибо трудно уложить заранѣе заготовленныя трубки какъ разъ на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ понадобятся—на мѣстѣ же работъ дѣлаются отверстія какъ разъ тамъ, гдѣ онѣ нужны въ намѣченныхъ тутъ же на трубахъ мѣстахъ. Для сдѣланія ихъ употребляется каменщицкій молоточекъ (черт. 73), у котораго съ одной стороны остріе, а съ другой лезвіе, перпендикулярное къ рукояткѣ; съ помощію лезвія стесываютъ то мѣсто трубки, гдѣ надо сдѣлать отверстіе до тѣхъ поръ, пока стѣнка достаточно утонится—тогда пробивають дырочку остріемъ, и затѣмъ ее уширяють.

Засыпка рвовъ. Когда всѣ трубы уложены, положенія ихъ провѣрены, сопряженія сдѣланы—можно приступить къ засынкѣ рвовъ; эта работа весьма простая, не требующая никакихъ особыхъ приспособленій. Надо только заботиться, чтобы на дрены непосредственно не падали камни или комья, могущія потревожить дренажную линію и даже разбить какую либо трубку; для этого, для засыпки слоя непосредственно надъ трубою, или землю соскабливають со стѣнокъ рва, такъ что она не падаетъ, а скатывается болѣе медленно по стѣнкамъ, или спускають землю на желобчатыхъ лопатахъ

почти до самаго дна, такъ что падаетъ земля только съ незначительной высоты. Такія мѣры предосторожности принимаются только для перваго слоя вершковъ въ 5—7 толщиной; дальнѣйшая засыпка можетъ быть произведена, какъ угодно.—Многіе дрены совѣтуютъ утрамбовывать нижній слой особыми трамбовками — и это обыкновеніе нельзя не одобрить.

Совѣтуютъ также засыпку дѣлать такъ, чтобы верхній слой земли, снятый сверху, и послѣ засыпки остался на верху. Но опытъ показываетъ, что въ этомъ нѣтъ необходимости такъ какъ и безъ соблюденія этой предосторожности, черезъ 2—3 года поверхность почвы настолько выравнивается, что нельзя бываетъ опредѣлить по наружному виду мѣста, гдѣ заложены дрены.

Засыпку перваго слоя надо начинать тотчасъ послѣ укладки и провѣрки трубъ; но нѣтъ надобности непременно оканчивать засыпку тотчасъ же; напротивъ въ случаѣ грунтовъ плотноглинистыхъ выгодно оставить на нѣкоторое время рвы открытыми; подъ дѣйствіемъ высыхания стѣнки растрескиваются, и потому впослѣдствіи, послѣ засыпки рвовъ, почва легче пропускаетъ воду въ трубки. При грунтахъ болѣе проницаемыхъ время засыпки безразлично.

Описанный способъ производствъ работъ требуетъ опытныхъ привычныхъ къ дренажному дѣлу рабочихъ. Иногда, когда такихъ рабочихъ подъ рукою нѣтъ, работы производятся нѣсколько иначе—проще.

Въ этомъ случаѣ канавамъ придаютъ форму, изображенную на чер. 74 и трубки укладываютъ руками. Не слѣдуетъ думать, что при этомъ стоимость работъ

возрастаетъ очень значительно—пропорціонально объему вынимаемой земли; это не такъ. При рытьѣ рвовъ мы имѣемъ дѣло съ 2-мя элементами работы: 1) отдѣленіемъ земли отъ сосѣднихъ невынимаемыхъ частей и 2) поднятіемъ земли. Если на поднятіе земли требуется при описываемомъ способѣ больше усилія—то для отдѣленія ея усиліе остается почти тоже. Да и работать ловчѣе. Впрочемъ, все таки работа идетъ чище при первомъ способѣ, такъ какъ при мокромъ грунтѣ дно рва легко повреждается отъ ходьбы по немъ.

Устья дренажной сѣти составляютъ всегда самый слабый пунктъ ея (сѣти) и требуютъ постоянного надзора, ибо легко могутъ быть повреждены и засорены, а засореніе устья уничтожаетъ дѣйствіе всей системы.

Поэтому при устройствѣ дренажа слѣдуетъ по возможности уменьшать число устьевъ. Въ случаѣ, если вода со всего дренируемаго участка сходитъ къ одному пункту, слѣдуетъ дать сѣти только одно устье, если впрочемъ тому не помѣшаютъ слишкомъ значительные размѣры послѣдняго коллектора. Если вода съ участка стекаетъ къ различнымъ пунктамъ, то позволѣтъ приходится устраивать нѣсколько самостоятельныхъ дренажныхъ сѣтей и нѣсколько отдѣльныхъ устьевъ.

Иногда заканчиваютъ дренажную сѣть прямо обыкновенною дренажною трубою, выводимою наружу; но при этомъ легко могутъ случиться поврежденія; причинами ихъ часто бываютъ дѣтскія игры, иногда неумѣстное любопытство взрослыхъ, — наконецъ злоумышленность

Кромѣ того, такія трубы, подвергаясь сильному дѣйствию мороза, часто разрушаются. Поэтому такое устройство устьевъ можно допускать только какъ временное. Обыкновенно линія трубокъ оканчивается за полсажени не доходя до самаго устья, и остальная часть дѣлается либо изъ полеваго камня, сложеннаго насухо или изъ досокъ, сколоченныхъ въ квадратную или трехъ-угольную трубу, или изъ деревяннаго же просверленнаго обрубка. (Черт. 75 и 76).

Въ Англіи и Франціи иногда устья значительной дренажной сѣти дѣлаются изъ кирпичной кладки на цементномъ растворѣ, (Черт. 77), но такія устья, собственно говоря, составляютъ предметъ роскоши.

Иногда маленькія животныя, какъ напр. мыши, кроты и особенно лягушки, входятъ чрезъ дренажныя устья въ трубы и часто служатъ причинами засореній этихъ трубъ. Чтобы избѣжать этого, устраиваютъ между послѣднею и предпослѣднею трубкою рѣшетку изъ проволоки; но эта рѣшетка мѣшаетъ проникнуть только болѣе значительнымъ животнымъ, маленькія же лягушки проникаютъ свободно; но зайдя туда на зиму, весною онѣ уже не могутъ выбраться, и часто масса маленькихъ лягушекъ весною запруживаетъ отверстие. — Сверхъ того, часто около самой рѣшетки образуется осадокъ изъ охристаго желѣза, который самъ засоряетъ устье. Совѣтовали также употреблять клапаны, которые закрывали бы устье трубы, когда вода не течетъ, и открывались сами собою подъ напоромъ текущей воды — но такіе клапаны, составляя препятствіе свободному движенію воды, не препятствуютъ проник-

новенію въ сѣть лягушекъ, ибо онѣ входятъ въ нее тогда, когда вода течетъ, слѣдоват. когда клапанъ открытъ.— Винцентъ совѣтуетъ не загораживать ничѣмъ устьевъ, а устраивать сѣть возможно большихъ размѣровъ, такъ чтобы коллекторы были настолько велики, чтобы животныя сами могли поворачиваться въ нихъ и слѣд. выходить вонъ, или, могли быть вынесены сильною водою.

Колодцы. Иногда устраиваютъ въ нѣкоторыхъ важныхъ пунктахъ дренажной сѣти, гдѣ сходятся два или нѣсколько коллекторовъ, колодцы, служащіе для контроля исправности отдѣльныхъ частей дренажной сѣти.

Дѣлаются они или изъ гончарныхъ трубъ съakraинами, поставленныхъ на плоскій камень, и сверху прикрытыхъ такимъ же камнемъ, или изъ кладки на сухо. Первое устройство представлено на чертежѣ 78. Низъ обкладывается камнями, верхній камень кладется ниже земли фута $1\frac{1}{2}$ такъ чтобы онъ не мѣшалъ обработкѣ земли плугомъ. Мѣсто колодезя замѣчается. Вмѣсто гончарной трубы м. б. употреблена труба сколоченная изъ деревянныхъ досокъ. Колодцы изъ кладки на сухо устраиваются тамъ, гдѣ къ одному пункту сходятся много дренъ; въ этомъ случаѣ колодезь остается открытымъ и всегда доступнымъ для осмотра; его кругомъ огораживаютъ легкими перилами.

Затрудненія встрѣчаемыя при устройствѣ дренажа. До сихъ поръ мы разсматривали работу при грунтѣ средняго качества; обыкновенная работа тамъ совершается весьма легко и просто. Но иногда встрѣчаются затрудненія и препятствія, которыя мѣшаютъ правиль-

ному ходу работъ. Съ наибчаще встрѣчающимся необходимо ознакомиться.

1. Я уже упомянулъ, что бываютъ грунты каменные, въ которыхъ приходится работать ломомъ или киркою—такая работа всегда гораздо затруднительнѣе и мѣшкотнѣе, чѣмъ работа лопатами въ обыкновенномъ грунтѣ. Сверхъ того, часто попадаются отдѣльные большіе камни—валуны: если они имѣютъ такой размѣръ, что могутъ быть вытащены 2—3 человеками, то обрываютъ камень кругомъ и вытаскиваютъ его. Если камень настолько великъ, что поднять его трудно, то можно или похоронить его, т. е. вырыть около него яму и подрывъ подъ него такъ, чтобы онъ упалъ въ эту яму, или обойти камень, искрививъ дренажную линію.

Съ гораздо болѣе серьезными затрудненіями приходится имѣть дѣло, если приходится закладывать дренажъ въ такъ называемомъ пловучемъ пескѣ. Происхожденіе и свойства послѣдняго заключаются въ слѣдующемъ: песчаный грунтъ, слегка влажный, держитъ почти вертикальную стѣнку; частицы его остаются въ равновѣсіи подъ дѣйствіемъ съ одной стороны тренія, съ другой—частичнаго притяженія. Но если все промежутки между частицами песку наполнены водою, и если при этомъ она находится подъ давленіемъ, заставляющимъ ее передвигаться снизу вверхъ, или въ горизонтальномъ направленіи, перпендикулярномъ въ стѣнкѣ рва, вырытаго въ пескѣ, то давленіе воды разрыхляетъ песокъ, т. е. увеличиваетъ промежутки между его частицами, т. обр. уничтожаетъ силу сѣпленія, и уменьшаетъ силу тренія; образуется полужидкая

смѣсь песка и воды, которая расплывается подобно водѣ—эта смѣсь и будетъ плавучимъ пескомъ. Чѣмъ мельче частицы, тѣмъ смѣсь удобоподвижнѣе, ближе по своимъ свойствамъ къ жидкости. Существуетъ особый сортъ мельчайшаго синеватаго иловатаго песка, который, будучи пропитанъ водою, отличается необыкновенною удобоподвижностью, это плавунъ по преимуществу; но всякій песокъ, если онъ наполненъ водою, и если вода движется въ немъ снизу вверхъ, обращается въ плавунъ. Въ плавунѣ стѣнки дренажныхъ рвовъ не могутъ держаться въ почти вертикальномъ положеніи, какъ въ обыкновенномъ грунтѣ; на мѣсто вынутой лопатою земли сплываетъ съ боковъ новый песокъ, и достиженіе требуемой проѣктомъ глубины дѣлается затруднительнымъ. Если даже песокъ образуетъ прослойку, надъ которою находится болѣе плотный грунтъ, то и этотъ послѣдній, при оплываніи песку не поддерживаемый, или слабо поддерживаемый снизу, даетъ трещину и обваливается въ ту же яму.

Какія средства принять, чтобы достигнуть требуемой глубины—зависитъ отъ обстоятельствъ, отъ степени плавучести грунта, которая бываетъ весьма различна. Прежде всего въ этомъ случаѣ приходится отказаться отъ мысли обойтись узкимъ рвомъ; надо сразу назначить такую ширину рва, чтобы можно было удобно работать. Далѣе, необходимо предупредить отъ обвала верхнія части стѣнокъ канавъ. Достигается это съ помощію распорокъ: вдоль стѣнокъ рвовъ кладутся доски (1 или 2) съ каждой стороны, какъ показано на черт. 80; къ доскамъ прикладываются короткія вертикальныя доски, которыя удерживаются въ при-

данномъ имъ положеніи посредствомъ горизонтальныхъ распорокъ, плотно вколачиваемыхъ между ними. Иногда песокъ оплываетъ не такъ быстро — такъ что при выемкѣ земли только часть выемки заполняется; тогда, вынимая постоянно болѣе земли чѣмъ сколько ее оплываетъ, иногда удается достигнуть требуемой проектомъ глубины. Но при этомъ главное условіе — быстрота работы, ибо, чѣмъ долѣе вода просачивается черезъ грунтъ снизу вверхъ, — тѣмъ болѣе увеличивается плавучесть песка. Поэтому, углубивъ сразу канаву на незначительномъ протяженіи, тотчасъ на этомъ протяженіи укладываютъ трубы и засыпаютъ ихъ землею — и затѣмъ переходятъ на слѣдующій небольшой участокъ. При этомъ положеніи трубъ постоянно д. б. проверяемо нивелировкой.

Если грунтъ оплываетъ настолько быстро, что нѣтъ возможности сразу достичь проектной глубины, то углубляются насколько возможно, кладутъ на дно канавъ трубы и немного засыпаютъ ихъ сверху. Трубы извлекаютъ воду изъ грунта, — а когда горизонтъ ея опустится, вновь вынимаютъ трубы и углубляются еще въ грунтъ — теперь работа должна идти легче, ибо давленіе, съ которымъ вода просачивается изъ грунта, уменьшается. Иногда и въ этомъ случаѣ не удается сразу дойти до требуемой глубины — тогда повторяютъ еще разъ тотъ же маневръ. Одновременно съ затрудненіемъ при рытьѣ является затрудненіе другаго рода: грунтъ дѣлается слабымъ, рыхлымъ, настолько мягкимъ, что дрены опускаются внизъ подъ собственную тяжесть и тяжестью наваливаемой сверху земли; это проявляется особенно сильно въ томъ случаѣ, когда

встрѣчаются отдѣльные ключи, изъ которыхъ вода выливается подъ значительнымъ напоромъ. Въ этомъ случаѣ трубки послѣ укладки получаютъ неравноѣрную осадку, нѣкоторыя опускаются ниже другихъ, и потому заносятся пескомъ, часто отдѣльныя трубки опускаются такъ, что непрерывность дренажной линіи нарушается. Единственное средство предупредить неравноѣрную осадку—подложить подъ дренажныя трубки тонкую тесинку (доску въ 1" толщиной), какъ показано на чертежѣ 81, или пару жердей. Наконецъ надо замѣтить, что пльвунъ легко проникаетъ трубки и можетъ засорить ихъ. Единственное средство противъ этой причины поврежденія—приданіе большаго уклона и правильная закладка трубъ. Тогда отложившійся въ трубкахъ наносъ при обильной водѣ будетъ выносимъ изъ трубокъ.

Поврежденія дренажной сѣти и ихъ исправленія.
Хорошо устроенный дренажъ долженъ быть проченъ и долговѣченъ и не требовать почти никакого ремонта; надзоръ и ремонтъ долженъ заключаться только въ осмотрѣ отъ времени до времени устья сѣти, прочистки отъ наносовъ и растительности канавъ, отводящихъ воду отъ устья въ пониженныя мѣста окрестностей (ручьи, овраги и озера), въ закрытіи устья на зиму какимъ либо теплозадерживающимъ матеріаломъ и прочисткѣ отъ снѣга отводной канавы весной. Но къ сожалѣнію, иногда и въ хорошо устроенномъ дренажѣ случаются поврежденія, заключающіяся въ засореніи отдѣльныхъ дренъ. О причинахъ этихъ поврежденій, средствахъ къ ихъ удаленію и способахъ

ихъ исправленія считаю необходимымъ сказать нѣ-
сколько словъ.

Главная причина засоренія заключается въ отложе-
ннн въ трубахъ наносовъ; т. е. постороннихъ твер-
дыхъ веществъ. Эти наносы суть:

а) Землистые. Какъ бы ни были тщательно уложены
трубы, какія бы прикрышки не употреблялись, всегда
вода, вступающая въ нихъ, заключаетъ въ себѣ су-
спендированныя (т. е. не растворенныя, а только взму-
ченныя) частицы грунта; эти частицы осаждаются въ
трубахъ, преимущественно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ
теченіе слабѣе, вслѣдствіе какого либо препятствія
движенію воды, существующаго въ трубкѣ, вслѣдствіе
болѣе пониженнаго положенія трубки.

б) Известковые. Вода, просачиваясь черезъ грунтъ,
отдаетъ ему нѣкоторыя растворенныя въ ней вещест-
ва, и въ свою очередь, растворяетъ и извлекаетъ изъ
почвы нѣкоторыя вещества, въ этой почвѣ находящія-
ся. Такъ она насыщается углекислотою, образующеюся
при разложеніи органическихъ веществъ почвы, и буду-
чи ею насыщена, получаетъ способность растворять
извѣстное количество углекислой извести; если въ грун-
тѣ таковая находится, то вода, вступающая въ дрены,
содержитъ въ растворѣ угольную кислоту и соответ-
ственное количество углекислой извести. Въ дренахъ
вода течетъ полнымъ сѣченіемъ только послѣ сильныхъ
 дождей — обыкновенно же часть объема трубокъ занята
водою, часть — воздухомъ, проникающимъ въ дрены
снаружи, а отчасти изъ почвы. Вода отдаетъ часть
закрывающейся въ ней углекислоты этому воздуху,
причемъ часть углекислой извести переходитъ въ не-

растворимое состояніе, вода мутнѣетъ и затѣмъ отлагаетъ суспендированую углекислую известь въ мѣстахъ, гдѣ это отложеніе всего удобнѣе совершается.

в) Желѣзистые, т. е. охристые. Между веществами, растворяемыми почвенною водою, находится также закись желѣза, которая иногда бываетъ въ грунтѣ сама по себѣ, иногда образуется изъ окиси подъ вліяніемъ раскисляющаго дѣйствія органическихъ веществъ; эта закись подъ вліяніемъ воздуха (т. е. кислорода, заключающагося въ дренахъ), переходитъ въ нерастворимую окись и осаждается. Предупредить вполнѣ образованіе осадковъ всѣхъ трехъ родовъ невозможно; надо заботиться только, чтобы эти осадки нигдѣ не скопились, и чтобы они выносились во время сильной воды вонъ изъ дренажной сѣти. Для этого надо, чтобы дренажи были уложены правильно, имѣли возможно большой уклонъ и чтобы въ трубахъ не было никакихъ, даже ничтожныхъ выдающихся частицъ— соломенокъ, вѣтокъ, моху и т. подоб.

Н. Mangon рекомендуетъ, для избѣжанія осадковъ 2-го и 3-го рода, изолировать воздухъ, заключающійся въ дренахъ отъ наружнаго воздуха — что достигается устройствомъ особаго рода колодцевъ: въ нихъ труба, выводящая воду, расположена выше трубъ, вводящихъ воду, такъ, что вода стоитъ въ колодцѣ всегда выше впускнаго отверстія, и потому доступъ наружнаго воздуха въ вышележащія дренажи невозможенъ (черт. 82).

Другая причина засоренія, часто встрѣчающаяся — корни нѣкоторыхъ деревьевъ: ива, ольха, ясень, пускаютъ иногда корни, длиною до 2-хъ саженой и болѣе; одна изъ нитей подобнаго корня, проникнувъ въ дренажъ, на-

ходить тамъ благопріятнѣйшія условія для своего развитія, и образуетъ войлокообразную массу, которая и сама по себѣ задерживаетъ движеніе воды, и задерживаетъ наносы, такъ что совершенно засоряетъ трубку. Для того, чтобы предохранить трубки отъ подобнаго засоренія, надо располагать дрены возможно далѣе отъ деревьевъ—по мнѣнію Паркса, не ближе 9 сажень отъ нихъ; онъ думаетъ также, что на линіи, идущей вдоль деревьевъ, выгодно устроить колодцы, чтобы узнавать исправно ли дѣйствуетъ дренъ или нѣтъ. Если необходимо проложить дренъ по участку, занятому деревьями, то должны быть приняты особыя мѣры предосторожности. Такимъ же образомъ проникаютъ въ дрены корни нѣкоторыхъ болотныхъ растений—напр. хвощей; было наблюдаемо даже проникновеніе въ дрены корней рапса и кольраби. Средства предупрежденія засоренія отъ этой причины суть:

1. Осмолка трубъ и покрытіе стыковъ просмоленною бумагою. Винцентъ съ успѣхомъ употреблялъ этотъ способъ въ мѣстности, гдѣ разъ проложенный дренажъ засорился корнями хвоща. Способъ годится для коллекторовъ; для осушительныхъ дренъ непригоденъ, ибо дѣлаетъ ихъ непроницаемыми.

2. Способъ Реролля. (Черт. 83). При немъ употребляются трубки съ муфтами; промежутки между трубками и муфтами заполняются цементомъ, такъ что дренъ дѣлается непроницаемымъ для воды; но на разстояніи до 3 сажень устраиваются вертикальныя трубы, снизу открытыя, сверху соединяющіяся съ дренажемъ; эти трубы помѣщаются въ колодцы, наполненные камнемъ.

Вода проникаетъ въ дренажную линію черезъ такія трубки, поднимаясь снизу вверхъ. — Система гарантирована отъ засоренія, какъ землистыми заносами, такъ и корнями—но дорога.

Скажу въ заключеніе нѣсколько словъ объ исправленіи дренажной сѣти, если поврежденіе случилось. Поврежденіе обнаруживается излишкомъ влажности на части поля выше поврежденнаго мѣста—или же можетъ быть опредѣлено чрезъ осмотръ колодцевъ. Исправленіе поврежденій не всегда удается. Средства суть:

1. Промывка. Задерживаютъ воду въ дренаѣ не вполне засорившемся, пока она не накопится на значительномъ протяженіи; затѣмъ пускаютъ воду: быстрый токъ способенъ размыть образовавшійся наносъ, если онъ не заполняетъ вполне трубки и не приобретаетъ еще твердой консистенціи. Въмѣсто промывки трубъ водою, задержанной въ дренахъ же, — можно накачивать воду въ дренаѣ насосомъ. Впрочемъ, иногда этотъ способъ прочистки приводитъ къ еще большимъ поврежденіямъ: находящаяся подъ сильнымъ напоромъ вода пролагаетъ себѣ путь въ грунтъ помимо засоренныхъ трубъ, размываетъ грунтъ, и производитъ осадку этихъ трубъ.

2. Прочистка съ помощью желѣзныхъ стержней, образующихъ непрерывную цѣпь, на манеръ землѣрной. Ниже мѣста, гдѣ предполагаютъ поврежденіе, вырываютъ яму въ полъ-сажени длиною (вдоль дрена), вынимаютъ 2 трубки, и всовываютъ послѣдовательно звенья цѣпи одно за другимъ, до тѣхъ поръ, пока не

встрѣять препятствія; пошевеливая цѣпью, стараются уничтожить это препятствіе. Говорятъ, такую цѣпью можно прочистить дренажъ на длину до 10 саженой. И во всякомъ случаѣ ею опредѣляется мѣсто поврежденія, которое затѣмъ можетъ быть разрыто и исправлено.

ГЛАВА V.

Фабрикація дренажныхъ трубъ.

Свойства глины, какъ матеріала для фабрикаціи дренажныхъ трубъ. Въ химіи подъ чистою глиною подразумѣвается водное соединеніе кремнекислаго алюминія, въ которомъ на 2 пая SiO_2 приходится 1 пай Al_2O_3 и 2 пая H_2O , т. е. на 46% кремнезема приходится 39% глинозема и 14% воды. Образуется глина вслѣдствіе вывѣтриванія полевошпатовыхъ горныхъ породъ. Залежи глины частью (весьма впрочемъ рѣдко) находятся въ мѣстахъ расположенія первоначальной горной породы, отъ вывѣтриванія которой она образовалась, чаще же представляютъ намывные образованія, произшедшія вслѣдствіе размыва текучею водою продуктовъ вывѣтриванія горныхъ породъ и отложенія ихъ въ заишьяхъ рѣкъ, озерахъ, моряхъ, океанахъ. Химически чистой глины въ природѣ не встрѣчается; она всегда встрѣчается въ смѣси съ различными минеральными веществами—какъ-то: кремневою кислотою (кварцевый песокъ), углекислою известью, сѣрнымъ колледаномъ, магнезіею, окисями желѣза и марганца и проч. Въ верх-

нихъ частяхъ пласта встрѣчаются также органическія примѣси, въ видѣ остатковъ растений. Количествомъ и качествомъ примѣсей обуславливаются, въ извѣстной мѣрѣ, и свойства глины, употребляемой для техническихъ цѣлей.

Свойства глины, которыми пользуются при фабрикаціи искусственнаго камня вообще, и въ частности, дренажныхъ трубъ, суть слѣдующія:

Смѣсь глины съ водою въ надлежащей пропорціи образуетъ вязкую тѣстообразную массу, обладающую *пластичностью*, т. е. способностью подъ вліяніемъ давленія измѣнять свою форму безъ нарушенія связи между ея частицами, и сохранять вновь приданную форму и сверхъ того *слипаться*, т. е. получать связь между частицами подъ вліяніемъ придавливанія одной частицы къ другой. О степени пластичности можно судить приблизительно наоснованіи слѣдующаго опыта: скатывается изъ тѣста шарикъ и подвергается давленію; чѣмъ болѣе можно сплющить шарикъ, не нарушая связи между частицами глины, не образуя трещинъ на его поверхности, тѣмъ масса будетъ пластичнѣе. Степень пластичности тѣста изъ даннаго образца глины не есть величина вполне опредѣленная; она колеблется въ зависимости отъ количества примѣшанной къ глинѣ воды, которое можетъ колебаться въ извѣстныхъ предѣлахъ*). Эти предѣлы для различныхъ сортовъ глины различны. Чтобы сравнить пластичность *двухъ различныхъ образ-*

*) При слишкомъ маломъ количествѣ воды тѣсто будетъ слишкомъ сухо и частицы не получатъ надлежащей связи; при слишкомъ большомъ ея количествѣ оно становится полужидко, неспособно удерживать приданную ему форму—расплывается.

цвей глины, надо изъ обоихъ сортовъ приготовить тѣсто одинаковой твердости, и подвергнуть приготовленные образцы вышеупомянутому изслѣдованію. Въ этомъ отношеніи глины раздѣляются на 2 сорта: жирныя и тощія. Первыя способны принимать значительно большее количество воды и даютъ при одинаковой консистенціи тѣста болѣе пластичную массу и значительно большаго объема, чѣмъ сухая масса, изъ котораго это тѣсто приготовлено; сверхъ того, тѣсто изъ жирной глины бываетъ маслянистѣе, *жирнѣе*.

При высыханіи на воздухѣ глиняное тѣсто уменьшается въ объемѣ, твердѣетъ и теряетъ пластичность, но не измѣняетъ приданной ему формы (т. е. уменьшается въ объемѣ во всѣхъ направленіяхъ одинаково).

Степень *ссыхания* зависитъ отъ количества воды, примѣшаннаго къ глинянѣ, и потому при прочихъ равныхъ условіяхъ будетъ больше для жирныхъ глинъ, чѣмъ для тощихъ. При этомъ надо замѣтить, что при жирномъ тѣстѣ высыханіе не сопровождается измѣненіемъ формы только въ томъ случаѣ, когда процессъ совершается весьма медленно и равномерно; въ противномъ случаѣ масса коробится и даетъ трещины.

Сушка на воздухѣ не можетъ удалить изъ тѣста всю механически примѣшанную воду — для этого удаленія необходимо нагрѣваніе массы до болѣе или менѣе высокой температуры.

Высушенная на воздухѣ глиняная масса, будучи погружена въ воду, впитываетъ ее въ себя, размягчается, и способна снова обращаться въ пластичное тѣсто.

Если высушенную массу подвергнуть дѣйствию температуры отъ 100 до 300°, то она теряетъ всю ме-

ханически примѣшанную и часть химически связанной воды, и пріобрѣтаетъ еще большую твердость, но при этомъ она сохраняетъ способность вбирать въ себя воду и образовать съ нею тѣсто. Если же подвергнуть глиняную массу дѣйствию болѣе высокой температуры отъ темнокраснаго до свѣтлокраснаго каленія, то она теряетъ всю химически связанную воду (водные силикаты переходятъ въ безводное состояніе), и при этомъ пріобрѣтаетъ значительную твердость и теряетъ способность размягчаться отъ дѣйствія воды, и вообще принимаетъ свойства естественнаго камня. Обожженная до надлежащей степени глина, даже обращенная въ порошокъ, не обладаетъ пластичностью.

Признаки доброкачественности глины. Положительныхъ наружныхъ признаковъ доброкачественности глины, по которымъ можно было бы безошибочно судить о *пригодности* ея для фабрикаціи дренажныхъ трубъ—нѣтъ. Существуютъ только отрицательные, указывающіе на *непригодность* данного сорта глины. Главные изъ нихъ суть:

1. Глина не должна быть слишкомъ тоща. Тощія глины даютъ при обжигѣ матеріалъ хрупкій, недостаточно прочный.

2. Она не должна быть слишкомъ жирна. Жирную глину трудно привести въ вполнѣ однообразную и достаточно твердую массу; тѣсто слишкомъ сильно уменьшается въ объемѣ при ссыханіи, и весьма легко коробится и трескается какъ при воздушной сушкѣ, такъ въ особенности при обжигѣ.

Степень жирности можетъ быть легко опредѣлена съ помощію отмучиванія по одному изъ способовъ, прак-

тикуемыхъ при механическомъ анализѣ почвъ. Обыкновенно жирныя глины заключаютъ въ себѣ не менѣе 80% кремнекислаго алюминія, тощія глины—до 60% песку и песчаной пыли.

Впрочемъ, слишкомъ тощая глина можетъ быть употреблена въ дѣло въ смѣси съ болѣе жирною глиною; также ее можно сдѣлать болѣе жирною и слѣд. пригодною для фабрикаціи съ помощію отмучиванія, о которомъ рѣчь будетъ ниже.

Жирныя глины также могутъ быть сдѣланы болѣе тощими чрезъ посредство примѣси къ нимъ различныхъ веществъ, какъ-то: песку, каменноугольной зола, и т. наз. *шамота*, т. е. обожженной уже глины, обращенной механически въ порошокъ. Особенно улучшаетъ качество глины эта послѣдняя примѣсь.

3. Глина не должна заключать въ себѣ органическихъ примѣсей. Эти примѣси, выгорая при обжиганіи, даютъ массу рыхлую, пористую, непрочную. Поэтому при добываніи глины изъ напластованій, верхній, пропитанный органическими веществами, слой отбрасывается.

4. Глина не должна заключать въ себѣ извести въ видѣ крупинокъ замѣтной величины. Эта известь при обжиганіи глиняныхъ издѣлій обращается въ окись кальція, которая современемъ, поглощаетъ воду и обращается въ гидратъ, причемъ объемъ крупинокъ увеличивается и вслѣдствіе этого камень трескается.

Примѣсь углекислой извести въ видѣ тончайшаго, незамѣтнаго на глазъ порошка не только не вредитъ качеству глины, но напротивъ его улучшаетъ*).

*) Разумѣется эта примѣсь не должна превосходить извѣстныхъ предѣловъ.

5. Глина не должна заключать въ себѣ небольшихъ камешковъ величиною съ лѣсной орѣхъ и болѣе, во-первыхъ потому, что эти камешки сильно мѣшаютъ при формованіи трубъ, а во-вторыхъ потому, что при обжигѣ, эти камешки, расширяясь болѣе, чѣмъ масса глины (вслѣдствіе большаго коэффициента расширения камня сравнительно съ глиною), образуютъ трещины.

Но и удовлетворяющая всѣмъ этимъ признакамъ глина можетъ оказаться негодною для фабрикаціи—и лучший способъ изслѣдованія заключается въ сдѣланіи образцовыхъ кирпичей и обжигѣ ихъ въ существующихъ печахъ. Химическій анализъ, правда, можетъ, по сравненію химическаго состава даннаго образца, съ составомъ глинъ, пригодность которыхъ доказана опытомъ, дать болѣе надежную точку опоры для сужденія о доброкачественности глины, но, съ одной стороны, такой анализъ весьма затруднителенъ и дорого стоитъ, а съ другой стороны—и онъ не можетъ привести къ окончательному заключенію, ибо свойства глины обуславливаются не однимъ ея элементарнымъ составомъ, но также и формою, въ которой находятся входящіе въ составъ ея вещества (Aggregatzustand).

Заготовка глины. Для того, чтобы возможно было получить вполне однородное тѣсто, необходимо уничтожить связь, которою обладаютъ частицы глины въ грунтѣ въ естественномъ его состояніи. Всего лучше достигается это такъ называемымъ *выптриваніемъ*. Глину съ осени вырываютъ и рыхло складываютъ въ продолговатыя кучи, высотой до $1\frac{1}{2}$ аршина, носящія названіе *кабановъ*; здѣсь она подвергается дѣйствию атмосферическихъ дѣятелей—влаги и, главнымъ обра-

зомъ, мороза, и подѣ вліаніемъ ихъ разрыхляется.— Въ случаѣ недостатка времени, вывѣтриваніе можетъ быть хотя отчасти замѣнено *вымачиваніемъ*. Для этого глину небольшими комьями бросаютъ воду и оставляютъ ее лежать тамъ нѣсколько дней; затѣмъ вынимаютъ и употребляютъ въ дѣло.

Отмучиваніе. Слишкомъ тощія глины затѣмъ подвергаются *отмучиванію*. Сущность этого процесса заключаются въ слѣдующемъ: въ особыхъ резервуарахъ смѣшиваютъ глину съ водою такъ, чтобы образовалась жидкая масса; тогда камешки и часть песку осѣдаютъ на дно резервуаровъ; затѣмъ жидкость перепускаютъ въ отстойные бассейны, въ которыхъ и оставляютъ ее на нѣкоторое время. Въ бассейнахъ песокъ и вообще грубыя примѣси осѣдаютъ на дно, а поверхъ ихъ ложатся болѣе мелкія частицы; по окончаніи осадки, воду сливаютъ, даютъ осадку нѣсколько просохнуть, верхніе слои, болѣе богатые тонкимъ иломъ, снимаютъ, нижніе выбрасываютъ. Такіе бассейны, представляютъ ни что иное, какъ ямы болѣе или менѣе значительныхъ размѣровъ, вырытыя въ землѣ.

Что касается до смѣшиванія и взбалтыванья глины съ водою, то оно бываетъ или ручное, или машинное.

При ручномъ смѣшиваніи употребляется чанъ, діаметромъ въ $1\frac{1}{2}$ сажени, высотой до 12 вершковъ, съ отверстиемъ, въ боковой стѣнѣ, закрываемымъ задвижкой. Въ этотъ чанъ наливаютъ воду, кладутъ глину и смѣшиваютъ то и другое съ помощію шестовъ, приводимыхъ въ движеніе 2—3 рабочими на манеръ того, какъ смѣшиваютъ известь съ водою при ея гашеніи въ тварилахъ.

Машины для отмучиванія бываютъ двухъ родовъ: съ горизонтальнымъ валомъ и съ вертикальнымъ. Примѣръ машины перваго рода изображенъ на чертежѣ 84. Она представляетъ изъ себя полуцилиндрическое корыто, которое можетъ быть сдѣлано либо изъ желѣза (какъ изображено на чертежѣ), или изъ дерева, или наконецъ представлять изъ себя полуцилиндрическую выемку въ каменной кладкѣ. По оси цилиндра расположенъ желѣзный или деревянный валъ, на который насажены спицы, $1 - \frac{1}{2}$ дюйма недоходящія до стѣнокъ корыта. Въ корыто кладется глина и наливается вода. При вращеніи вала то и другое смѣшивается и жидкая смѣсь черезъ трубы ff или черезъ отверстія въ днищахъ цилиндра выливается въ русло, отводящее ее въ отстойные бассейны. Такія машины пригодны какъ для ручной, такъ и для паровой силы.

Машины съ стоячимъ валомъ особенно пригодны для смѣшиванія лошадыми. Примѣръ подобной машины изображенъ на чертежѣ 85. Въ землѣ вырывается плоскій чанъ діаметромъ въ $2\frac{1}{2}$ сажени, высотой въ $\frac{1}{2}$ сажени; стѣнки его обдѣлываются либо камнемъ, или деревомъ. Въ центрѣ дна чана, на особомъ фундаментѣ, располагается подпятникъ вертикальнаго вала, проходящаго черезъ гальзбандъ, ущемленный между двумя горизонтальными брусьями лежащими поперекъ чана, на его стѣнкахъ. Къ валу прикрѣплено водило, къ которому припрягается лошадь. На валъ насажено крестообразно 2 пары спиць, къ которымъ прикрѣплены 4 деревянные бруса, образующихъ квадратную раму; сверхъ того, рама, со спицами, прикрѣплена къ валу желѣзными тягами. На спицы насажены верти-

кальные пальцы, идущіе внизъ, и не доходящіе до дна на 2—3 дюйма. Въ чанъ наливается вода, кладется глина, и при вращеніи вала то и другое смѣшивается. Отверстіе въ стѣнахъ, закрываемое задвижкой, служитъ для опоражниванія чана; оно снабжено желѣзною рѣшеткою, удерживающею въ чанѣ камешки и другіе мелкіе предметы. —Отмучиваніе вообще представляетъ весьма полезную операцію, ибо, независимо отъ увеличиванія пластичности тѣста, имъ всего лучше достигается уничтоженіе естественной связи между частицами грунта, и вслѣдствіе этого облегчается получение однороднаго тѣста. Отмучиваніе даетъ возможность обойтись безъ предварительнаго вывѣтриванія.

Если въ глину попадаются камешки, но она не требуетъ предварительнаго отмучиванія, то, ранѣе мять, ее иногда *валютуютъ*, т. е. пропускаютъ между двумя: чугунными валами, отстоящими одинъ отъ другаго на $\frac{1}{4}$ " и вращающимся въ противоположныя стороны. При прохожденіи между этими валами, камешки раздробляются и дѣлаются безвредными для фабрикаціи. Другой способъ очистки глины отъ камней — продавливаніе тѣста черезъ особыя рѣшетки, будетъ изложенъ ниже.

Мяте. Мяте имѣетъ цѣлю обращеніе глины въ достаточно однообразное и достаточно густое тѣсто. Производится оно ногами людей, животныхъ и съ помощію глиномятныхъ машинъ. —Мяте людьми, наиболѣе употребительное у насъ въ Россіи при мелкомъ производствѣ, производится такъ: на досчатой платформѣ, размѣрами сажень въ квадратъ, разравнивается слой глины, толщиною около 5 вершковъ и смачивает-

ся водою въ достаточномъ количествѣ. Иногда это смачиваніе дѣлается такъ: глину, въ сухомъ состояніи по возможности измельченную и смѣшанную въ надлежащей пропорціи съ пескомъ или какими либо другими веществами (буде таковая примѣсь требуется) всыпаютъ въ яму съ водою въ такомъ количествѣ, чтобы вся всыпанная масса пропиталась ею до верху; затѣмъ оставляютъ массу часовъ на 8—12 въ покоѣ. Затѣмъ ее вынимаютъ, кладутъ на досчатую платформу и переминаютъ голыми ногами массу, по возможности равномерно, до тѣхъ поръ, пока не получается однообразное тѣсто; для опредѣленія достаточно ли смѣшана глина, берутъ комъ тѣста и разрѣзаютъ его проволокою. Если разрѣзъ одноцвѣтенъ и не представляетъ прослоекъ, то тѣсто готово. При мятѣ всѣ камешки, попадающіеся подъ ноги рабочему, выбрасываются; большіе комья глины разбиваются пестами. При фабрикаціи обыкновеннаго кирпича 1 рабочий можетъ намять въ сутки 1 куб. саж. глинянаготѣ ста.

Мятѣ людьми не требуетъ затраты капитала на глиномятныя машины, но зато оно мѣшкотно. Въ примѣненіи къ фабрикаціи дренажныхъ трубъ, оно представляетъ еще одинъ недостатокъ: трудно получить тѣсто надлежащей степени густоты; такъ что мятѣ глины для трубы обходится дороже чѣмъ для кирпича, и не къ всякому сорту глины примѣнимо: жирныя глины, изъ которыхъ тѣсто должно быть особенно густо, переминать ногами едвали возможно. За границею мятѣ людьми примѣняется весьма рѣдко, но относительно Россіи мнѣ лично извѣстенъ случай, гдѣ, не смотря на примѣненіе этого способа приготовленія тѣста,

получаются трубы весьма удовлетворительнаго качества. Весьма полезно заготовленное тѣсто не употреблять немедленно въ дѣло, а сформировавъ изъ него параллело-пипедальные куски куда въ полтора вѣсомъ, оставить ихъ на нѣкоторое время въ покоѣ во влажномъ мѣстѣ,— гдѣ поверхность ихъ не высыхала бы замѣтно. Virbent совѣтуетъ сверхъ того вылежавшіеся куски глины уплотнить поколачиваніемъ ихъ желѣзною палкою длиною $1\frac{1}{2}$ -сажени, толщиною 1" въ сторонѣ, ударяя глиняную массу этою полосой сперва въ одномъ направленіи, а затѣмъ въ другомъ—перпендикулярномъ.

Степень густоты тѣста, пригоднаго для фабрикаціи трубы, весьма трудно характеризовать точнымъ образомъ между прочимъ потому, что она зависитъ отъ степени жирности глины. Virbent указываетъ на слѣдующій наглядный признакъ: свинцовая пуля, вѣсомъ 35 грам., падая съ высоты $1\frac{1}{2}$ метра на глиняную массу, не должна углубляться болѣе, чѣмъ на половину своего діаметра.

Для мятья животными безъ посредства машинъ употребляютъ преимущественно быковъ. Ихъ привязываютъ съ завязанными глазами къ столбу, поставленному въ центрѣ деревянной платформы, на которой разравнена смоченная глина и гоняютъ кругомъ столба, подбрасывая глину съ боковъ къ срединѣ. Мятые обходятся дешевле, чѣмъ мятые людьми, но глина не очищается отъ камней и засоряется каломъ.

Глиномятныя машины, которыхъ употребленіе весьма облегчаетъ и улучшаетъ фабрикацію, бываютъ весьма разнообразной конструкціи.

Наиболѣе употребительная изъ заграничныхъ глино-

матныхъ машинъ, *Голландская* — изображена на черт. 86. Она состоитъ изъ прочной дубовой бочки, формы усѣченного конуса, стянутой желѣзными обручами. Высота бочки 1,8 м., диаметръ верхняго основанія—0,86 м., нижняго—0,70 м. Стѣнки бочки опускаются ниже ея дна на 0,26 м. Внутри бочки находится вертикальный желѣзный валъ А квадратной формы, толщиною 6 сантиметровъ въ сторонѣ, котораго обточенный нижній конецъ проходитъ черезъ дно бочки и наваренною сталью пятою упирается въ насталенный верхъ стержня съ винтовою нарѣзкой, ввинченнаго снизу въ чугунное кольцо б. На оси А насаженъ непосредственно надъ дномъ горизонтальный ножъ d, который въ концѣ, около стѣнки бочки, нѣсколько изогнутъ; этотъ ножъ имѣеть цѣлью отдѣлять глину отъ дна бочки и тѣмъ способствовать ея выдавливанію въ отверстіе а. Надъ этимъ ножемъ на валу насажены на равныхъ одинъ отъ другаго разстояніяхъ прочные ножи e, изъ полосоваго желѣза шириною 5,2 см., толщиною 2 см., которыхъ концы также изогнуты. Плоскости этихъ ножей дѣлають уголъ въ 30° съ горизонтомъ, насажены они такъ, что одинъ ножъ дѣлаеть прямой уголъ съ непосредственно надъ нимъ находящимся. Сверхъ того, къ ножамъ прикрѣплены желѣзные вертикальные пальцы e, которые при поворачиваніи вала разрѣзають глину и тѣмъ способствуютъ ея болѣе равномерному смѣшиванію. Вверху валъ проходитъ черезъ гальсбандъ, прикрѣпленный къ бочкѣ съ помощію прочныхъ желѣзныхъ полосъ. На самый конецъ вала надѣвается водило, къ которому припрягается лошадь. Благодаря наклонному положенію ножей, они, при поворачиваніи вала, придавливають

глину книзу и заставляют ее, въ надлежащей степени перемѣшанную, выходить изъ бочки черезъ отверстіе.

На черт. 87 изображена глиномятка весьма употребительная въ Сѣверной Германіи, и, по простотѣ конструкціи, и весьма удовлетворительной работѣ, заслуживающая подробнаго описанія. 4 горизонтальныхъ взаимно перпендикулярныхъ бруса, образующіе основаніе бочки, вдѣланы для большей прочности въ бутовую кладку. Въ брусья вдѣланы 4 стойки, обхватывающія коническую деревянную бочку, размѣровъ такихъ же какъ и въ голландской глиномяткѣ. Стойки эти связаны 2-мя насадками и 2-мя поперечинами. По оси бочки проходитъ чугунный валь, опирающійся пятою въ подпятникъ, вдѣланный въ дно бочки; 3-я поперечина, врубленная въ насадки, соединяющія схватки, поддерживаетъ гальсбандъ, въ которомъ вращается валь; наверху къ нему (валу) прикрѣплено водило. На валь насажено 30 ножей длиною отъ 0,34 до 0,23 метра, шириною 7,5 сантиметровъ и толщиною 1,3 сантиметра. Эти ножи расположены по производящимъ винтовой поверхности, и плоскость каждаго ножа дѣлаетъ извѣстный уголъ съ горизонтомъ, а именно — верхніе ножи отъ 25° до 40°, а нижніе — до 60°. Отверстіе внизу бочки, прямоугольной формы, служитъ для выхода изъ нея перемятой глины.

Для приведенія машины въ дѣйствіе требуется 2 сильныхъ лошади.

Весьма хорошіе результаты даетъ *глиномятная машина Шлейзена*, изображенная на чертежѣ 88. Она состоитъ изъ желѣзной бочки, кверху расширяющейся, въ нижней же части — цилиндрической, съ отверстіемъ

для выхода перемятой глины. По оси бочки расположены желѣзныя валы съ насаженными на него 6-ю ножами. Ножи эти имѣютъ форму винтовыхъ лопастей, проекція каждой изъ которыхъ представляетъ секторъ съ отверстіемъ въ 120° . Расположены они такъ, что нижняя грань верхняго ножа находится надъ верхнею гранью непосредственно подъ нимъ находящагося ножа.

Тщательное смѣшиваніе глины и приданіе надлежащей густоты тѣсту составляютъ необходимыя условія для полученія доброкачественнаго фабриката. Тѣсто должно быть тѣмъ гуще, чѣмъ жирнѣе глина, и чѣмъ больше діаметръ трубъ; особенно важное значеніе имѣетъ густота тѣста при вытягиваніи трубъ въ горизонтальномъ направленіи. Степень тщательности смѣшиванія при употребленіи глиномятокъ можетъ быть регулируема увеличеніемъ или уменьшеніемъ отверстія, черезъ которое продавливается готовое тѣсто; чѣмъ меньше это отверстіе, тѣмъ дольше глина проходитъ черезъ бочку, тѣмъ лучше она смѣшивается; за то чѣмъ большая сила необходима для приведенія въ дѣйствіе машины, тѣмъ дороже обходится работа. Вообще при мятьѣ глиномятками употребляютъ отъ 2 до 3 лошадей. Величина отверстія опредѣляется по опыту.

Вытягиваніе трубъ. Машины для вытягиванія (пресованія) трубъ могутъ быть раздѣлены на 2 категоріи: періодическаго дѣйствія и непрерывно дѣйствующія. Идея устройства машинъ первой категоріи заключается въ слѣдующемъ: представимъ себѣ коробку, (черт. 89) прямоугольную или цилиндрическую — все равно, одно изъ днищъ которой (расположенное горизонтально, или вертикально) замѣнено поршнемъ, приводимымъ въ дви-

женіе съ помощію какого либо передаточнаго механизма. Двигая поршень въ ту или другую сторону — можно увеличить или уменьшить объемъ внутренности коробки. Противуположное днище замѣняется такъ называемою формовальною доскою, въ которой сдѣланы круглыя отверстія, одно или нѣсколько, діаметромъ нѣсколько превышающія наружный діаметръ формуемыхъ трубъ. Въ это отверстіе вставленъ полусферическій *сердечникъ*, удерживаемый на мѣстѣ стержнемъ а (фиг. 89 б.) прикрѣпленнымъ къ вилкѣ b, составляющей одно цѣлое съ формовальною доскою; сердечникъ, діаметръ котораго равняется приблизительно (нѣсколько превосходитъ) внутреннему діаметру трубъ, образуетъ, вмѣстѣ съ контуромъ отверстія въ формовальной доскѣ, кольцеобразное отверстіе, соотвѣтствующее поперечному сѣченію стѣнокъ фабрикуемыхъ трубъ. Работа производится такъ: поршень отводятъ въ крайнее его положеніе, наполняютъ ящикъ глинянымъ тѣстомъ и затѣмъ приводятъ поршень въ движеніе. Подъ вліяніемъ его давленія, глина уплотняется, и наконецъ выдавливается въ видѣ непрерывной трубки черезъ отверстіе формовальной доски. Глиняная масса, подходя въ ящикъ къ отверстію формовальной доски, разрѣзается вилками, удерживающими сердечникъ, но при прохожденіи черезъ самое отверстіе, разъединенныя вилками части глины вновь слипаются вслѣдствіе сильнаго боковаго давленія, испытываемаго въ этомъ мѣстѣ массою. Вышедшая изъ пресса трубка, принимается на особую платформу, состоящую изъ отдѣльныхъ роликовъ, вращающихся въ общей рамѣ и затѣмъ разрѣзается на куски надлежащей длины (обыкновенно 1 футъ, или 30 сантиметровъ). Машинъ

подобной конструкции весьма много; онъ разнятся одна отъ другой формою коробокъ, положеніемъ оси поршня, устройствомъ передаточныхъ механизмовъ и проч. Наилучшія изъ нихъ суть слѣдующія:

1. *Машина Вильямса*, усовершенствованная Горданомъ сыномъ. Изображена на черт. 90. Въ ней коробка прямоугольная; стержень поршня горизонтальный. Стержень этотъ снабженъ зубчатою кремальеркою *a*, которая сцепляется съ шестернею *b*; на одномъ валу съ этою шестернею насажено колесо *c*. Съ нимъ сцепляется шестерня *d*, имѣющая общую ось съ колесомъ *e*; наконецъ это послѣднее сцепляется съ колесомъ *f*, къ валу котораго придѣлана рукоятка *g*, приводимая въ движеніе однимъ или двумя рабочими. Здѣсь передача двойная. Верхняя стѣнка коробки откидная, вращающаяся около оси *h*.—Передъ формовальною доскою расположена рама съ роликами, покрытыми безконечнымъ полотномъ, на которой укрѣплены двѣ вращающіяся около оси *i* дуги *k, k*, концы стянута проволоками, служащими для отрѣзыванія трубъ надлежащей длины по мѣрѣ ихъ вытягиванія.

Описанная машина принадлежитъ къ категоріи машинъ *одиночнаго* дѣйствія; существуютъ машины подобнаго же типа *двойнаго* дѣйствія, дающія нѣкоторую, впрочемъ незначительную, экономію въ работѣ. Онѣ устроены такъ (черт. 90 б.): на одной и той же станинѣ укрѣплены два симметрично расположенныхъ ящика, которыхъ формовальныя доски расположены по концамъ станины, поршни же имѣютъ *общій стержень*. При машинахъ одиночнаго дѣйствія процессъ работы распадается на слѣдующіе: сперва поршень отводится въ

крайнее положеніе, затѣмъ накладывается глина, далѣе идетъ формовка, потомъ отодвигается назадъ поршень и т. д.; при машинахъ двойнаго дѣйствія, въ то время, когда вся глина выдавлена изъ одной коробки, другая уже готова къ наполненію—такъ что тутъ экономизируется время, потребное для отведенія поршня назадъ послѣ опоражниванія коробки; экономія не большая—а машины почти вдвое тяжелѣе и вдвое дороже.

Машина Клейтона. (Черт. 91). На прочной чугуновой станинѣ, стоящей на 4 чугунныхъ же колесахъ, укрѣплена горизонтальная формовальная доска. На эту доску ставится цилиндръ, наполненный глиною; круглый горизонтальный поршень съ вертикальною штангою выдавливаетъ глину въ отверстія формовальной доски, такъ, что трубы вытягиваются вертикально внизъ. Для приведенія поршня въ движеніе, штанга его соединена съ вертикальною дугою А, которой концы проходятъ черезъ соотвѣтствующія отверстія въ формовальной доскѣ и снабжены внизу зубчатыми кремальерками; эти кремальерки сцѣпляются съ 2 шестернями, насаженными на валъ В. На томъ же валу насажено зубчатое колесо С, сцѣпляющееся съ шестернею вала D, снабженнаго рукояткою. Передача здѣсь также двойная.

Рядомъ съ машиною находится особый столъ, на которомъ становится другой цилиндръ, такой же, какъ и стоящій на формовальной доскѣ. Въ то время, когда изъ одного цилиндра глина выдавливается въ видѣ трубокъ, этотъ второй цилиндръ наполняется глинянымъ тѣстомъ и, послѣ подъема поршня изъ перваго цилиндра (по окончаніи вытягиванія), съ помощію особаго механизма, немедленно ставится на его мѣсто. Здѣсь экономизи-

руется время, которое при машинахъ типа Вильямса употребляется на наполненіе ящика глиною послѣ его опоражниванія и отодвиганія поршня. Двойная передача какъ въ той, такъ и въ другой машинахъ служатъ для увеличенія давленія поршня на глину. При обратномъ движеніи поршня въ такомъ давленіи надобности нѣтъ, и потому въ этомъ случаѣ эта передача вредитъ дѣлу, замедляя поднятіе поршня. Для того, чтобы избѣжать этого замедленія, въ машинахъ Клейтона на валахъ В и D, по другую сторону станины, насажены 2 зубчатыхъ колеса Е и F одинаковаго діаметра; сверхъ того, длина вала D между колесами нѣсколько превышаетъ длину вала В. Благодаря этому, передвигая валъ вдоль его оси можно либо сцѣпить колесо С съ шестернею—причемъ передача выходитъ двойная—или сцѣпить колеса Е и F—тогда передача дѣлается одиночною и при томъ же числѣ поворотовъ рукоятки поршень движется въ нѣсколько разъ быстрее. Первымъ зацѣпленіемъ пользуются при прессованіи глины, вторымъ—при подъемѣ поршня.

Машина *Шликейзена* (черт. 92) отличается отъ описанныхъ тѣмъ, что въ ней камера для глины устраивается въ видѣ чугуннаго цилиндра, вращающагося въ цапфахъ около горизонтальной оси (на подобіе пушки). При вытягиваніи ось цилиндра располагается горизонтально; для наполненія его глиною—цилиндръ, поворачивая въ цапфахъ, приводятъ въ вертикальное положеніе.

Идея устройства *машинъ непрерывно дѣйствующихъ* заключается въ слѣдующемъ: въ особую камеру, одна изъ стѣнокъ которой замѣнена формовальной доскою, вдавливается глина или съ помощію чугунныхъ валовъ,

вращающихся въ противоположныя стороны, или посредствомъ винтовыхъ полостей, дѣйствующихъ на манеръ винтовыхъ ножей въ глиномяткѣ Шликейзена, описанной раньше.

Какъ на примѣръ подобныхъ машинъ, укажу на машину *Аисли* (черт. 93): она состоитъ изъ двухъ горизонтальныхъ массивныхъ цилиндровъ, лежащихъ одинъ надъ другимъ такъ, что между ними остается небольшой промежутокъ, и вращающихся на горизонтальныхъ осяхъ въ противоположныя стороны; для послѣдней цѣли цилиндры снабжены 2-мя зубчатыми колесами одинаковаго діаметра, сцѣпляющимися между собою. Передъ этими цилиндрами находится призматическая коробка — одна изъ стѣнокъ которой сдѣлана въ видѣ формовальной доски. Сзади расположено рядомъ съ щелью между цилиндрами безконечное полотно, поддерживаемое роликами, на которое кладется глина. При вращеніи цилиндровъ, они увлекаютъ съ собою глину и заставляютъ ее вдавливаться въ камеру; эта вновь вводимая въ камеру глина оказываетъ давленіе на ранѣе находившуюся и заставляютъ ее выходить изъ камеры черезъ отверстія формовальной доски въ видѣ трубы надлежащаго діаметра. Для приведенія въ движеніе цилиндровъ, съ нижнимъ изъ нихъ соединено зубчатое колесо, сцѣпливающееся съ шестернею вала А, приводимаго въ движеніе посредствомъ маховика В съ рукояткою С.

Къ той же категоріи машинъ непрерывно дѣйствующихъ относится машина *Шликейзена*, изображенная на (черт. 94). Устройство ея аналогично съ устройствомъ глиномятки того же фабриканта. На прочной чугунной

станинѣ, укрѣпленъ вертикальный цилиндръ А съ воронкообразнымъ уширеніемъ вверху, котораго днище замѣнено формовальною доскою. На оси его укрѣпленъ вертикальный валъ В, на которомъ надѣто 2—3 чугунныхъ винтовыхъ лопасти. Валъ вращается въ гальсбандѣ, вдѣланномъ въ вертикальную дугу С, прикрѣпленную къ цилиндру. На верху вала насажено горизонтальное зубчатое колесо D, сдѣляющееся съ шестернею Е другаго вала параллельнаго ему, и расположеннаго внѣ цилиндра. На этомъ послѣднемъ валу внизу насажено коническое зубчатое колесо, сдѣляющееся съ другимъ такимъ же, насаженнымъ на горизонтальный валъ F; на немъ насаженъ маховикъ G, съ рукояткою, приводимую въ движеніе рабочими.

Процессъ работы понятенъ. Машина стоитъ недорого, и представляетъ ту выгоду, что можетъ замѣнить глиномятку; но работа съ этою машиною довольно мѣшкотна и не столь производительна какъ съ вышеописанными машинами.

Выше я уже упоминалъ, что присутствіе въ глинѣ мелкихъ камешковъ препятствуетъ фабрикаціи трубъ; иногда въ машинахъ типа Вильямса дѣлается приспособленіе для работы съ подобною глиною. Оно заключается въ рѣшеткѣ, которую располагаютъ внутри камеры между поршнемъ и формовальною доскою (дѣлятъ эту камеру на 2 части). Глина сперва продавливается черезъ эту рѣшетку, которая задерживаетъ камешки, а затѣмъ, уже очищенная, идетъ къ формовальной доскѣ. Но работа съ такими машинами весьма трудна — такъ какъ требуется двойное усиліе, чтобы сперва продавить глину черезъ рѣшетку и затѣмъ выдавить ее чрезъ отверстіе

формовальной доски. Предпочтительнѣе предварительно очищать глину отъ камней, что можетъ быть достигнуто дренажною же машиною при помощи свѣдующаго приспособленія: формовальная доска замѣняется полымъ металлическимъ усѣченнымъ конусомъ, (черт. 95) снабженнымъ въ узкомъ основаніи горловиною, поверхность котораго усѣяна небольшими щелями. При прессованіи глины черезъ камеры съ подобною надставкою, глина продавливается черезъ щели, камешки же скопляются у горловины, черезъ отверстіе которой могутъ быть легко удалены.

Для принятія вытянутыхъ и обрѣзанныхъ трубокъ употребляются деревянные вилки (черт. 96), снабженные зубьями въ числѣ одновременно вытягиваемыхъ трубъ. Съ этихъ вилокъ трубы кладутся на носилки и уносятся въ сушильни.

Статью о вытягиваніи трубъ заключаю нѣкоторыми общими замѣчаніями:

1) Диаметръ отверстія формовальной доски долженъ нѣсколько превосходить наружный диаметръ трубъ, которыя мы желаемъ получить, такъ какъ только что сформованныя трубы при сушкѣ и обжигѣ уменьшаются въ объемѣ. На сколько—это зависитъ отъ качества глины, и, отчасти, отъ диаметра трубъ. По Винценту, въ среднемъ, диаметръ сердечника д. быть болѣе диаметра трубы при $d =$ отъ 3 до 10 сантим. — на 10%; при большемъ диаметрѣ — на 12%.

2) Толщина стѣнокъ трубы зависитъ главнымъ образомъ отъ диаметра трубъ, а въ нѣкоторой степени, отъ свойствъ глины. Нормальная толщина, по Винценту, есть слѣдующая:

При $d = 0,03$ метра	— толщина = 0,010
" " 0,04 "	" " 0,012
" " 0,55 "	" " 0,013
" " 0,080 "	" " 0,015
" " 0,105 "	" " 0,018
" " 0,130 "	" " 0,021
" " 0,155 "	" " 0,024.

При такой толщинѣ стѣнокъ изъ 1 куб. метра глинянаго гѣста получается трубъ:

діам. — 0,03	— 2000
" 0,04	— 1200
" 0,055	— 880
" 0,080	— 440
" 0,105	— 290
" 0,130	— 210
" 0,155	— 150.

3) При фабрикаціи съ періодически дѣйствующими машинами весьма важно, чтобы при наполненіи ящика не было пустотъ: занимающій эти пустоты воздухъ при прессованіи сильно сжимается, и, когда доходить до отверстія формовальной доски, съ силою вырывается изъ ящика и разрываетъ стѣнки вытягиваемыхъ трубъ.

4) Особенное вниманіе надо обращать на правильное обрѣзаніе трубы: необходимо, чтобы плоскость разрѣза была перпендикулярна къ оси трубы. Особенно важно соблюдать это условіе при фабрикаціи трубъ большаго діаметра.

Сушка трубокъ. Она производится подъ навѣсами, предохраняющими ихъ отъ дѣйствія дождя и солнца, на особыхъ полкахъ. Устройство навѣсовъ я не буду описывать такъ какъ для этой цѣли годятся всякіе,

между прочимъ, весьма простой конструкціи навѣсы, употребляемые у насъ въ Россіи при фабрикаціи кирпича. Относительно полокъ скажу нѣсколько словъ. Онѣ бываютъ постоянныя и переносныя. Первыя устраиваются такъ: на вертикальныхъ стойкахъ укрѣпляется рядъ кронштейновъ (черт. 97), на которые кладутся по 4 бруска съ каждой стороны съ небольшими промежутками между ними, для того, чтобы воздухъ охватывалъ трубки по возможности со всѣхъ сторонъ и трубки высыхали равномернѣе.

Переносныя полки состоятъ изъ 2-хъ дощечекъ а, а (черт. 98), къ которымъ прибиты снизу по 4 планки съ промежутками между ними. Такія полки ставятся одна на другую, какъ показано на чертежѣ; въ дощечкахъ а, а продѣланы отверстія, благодаря которымъ можно удобно поднимать полки при переноскѣ.

Сушка трубокъ, вообще, совершается довольно быстро, благодаря незначительной толщинѣ трубокъ и сухости тѣста. Продолжительность ея — смотря по погодѣ — отъ 1 до 3 и не болѣе 7 дней.

Прокатываніе. Во время сушки трубки подвергаются выпрямленію при помощи *прокатыванія*; для этого употребляется особый столъ (черт. 99), съ верхнею слегка наклонною доскою, котораго переднія ножки поддерживаются парюю колесъ, и деревянная скалка, діаметромъ нѣсколько менѣе внутренняго діаметра трубокъ, и длиною — нѣсколько болѣе ихъ длины. Рабочій, поставив столъ около полокъ съ трубками, надѣваетъ послѣдовательно каждую трубку на скалку, и, катая скалку вмѣстѣ съ трубкою по столу, тѣмъ ее выпрямляетъ. Прокатываніе дѣлается, когда трубка отвердѣетъ на-

столько, что не получаетъ впечатлѣнія при давленіи пальцемъ, но не на столько, чтобы ломалась отъ операціи прокатки.

Приготовленіе муфтъ. Сперва дѣлаются трубки надлежащаго діаметра (т. е. діаметра муфтъ) и нормальной длины, затѣмъ, ^{еще} полусухія, онѣ надрѣзаются, для чего употребляется доска, изображенная на черт. 99 б. На ней укрѣплены 3 желѣзныя вертикальныя узкія острыя полосы, которыя выдаются надъ плоскостью доски на величину нѣсколько меньшую толщины трубокъ. Катая не вполне высохшую трубку по этой доскѣ, на ней (трубкѣ) дѣлаютъ 3 глубокихъ надрѣза; затѣмъ трубку въ этомъ видѣ обжигаютъ. Раскалывается на части она уже на мѣстѣ работъ.

Обжигъ. Печи для обжига бываютъ весьма различной конструкціи; въ каждой изъ нихъ различаютъ двѣ части: очелки — гдѣ разводится огонь, и камера — гдѣ помѣщается обжигаемый товаръ. Всѣ существующія конструкціи печей могутъ быть отнесены къ 2-мъ категоріямъ: 1) печи съ открытыми камерами, и 2) печи, съ камерами, покрытыми сводами. Печи первой категоріи значительно дешевле печей съ крытыми камерами, но представляютъ, сравнительно съ ними 2 важныхъ недостатка: 1) онѣ требуютъ больше топлива и 2) получаемый продуктъ не одинаковъ по качеству: помѣщенные сверху трубки обыкновенно бываютъ плохо обожжены, нижнія трубки часто *пережигаются*, т. е. сильно коробятся и трескаются, если глина недостаточно чиста и заключаетъ въ себѣ легкоплавкія примѣси. Тѣмъ не менѣе, въ виду дешевизны открытыхъ печей, онѣ весьма часто примѣняются, въ особенности при

незначительномъ (кустарномъ) производствѣ, такъ какъ только при очень большомъ числѣ обжигаемыхъ трубъ окупаются значительные расходы на устройство крытыхъ печей.

Опишу простѣйшія изъ открытыхъ печей.

1) *Печь обыкновенная напольная* (черт. 100). Въ землѣ роютъ яму, глубиною около 4—5 аршинъ, продолговатую, съ вертикальными стѣнками; яма вертикальною стѣнною перегородивается на 2 части: одна—большая, составляетъ собственно печь, и вторая—образуетъ пріямникъ, въ которомъ помѣщаются рабочіе, производящіе обжигъ. Стѣнки печи обдѣлываются кирпичемъ, иногда обожженнымъ, иногда, если печь не должна долго служить — сырцомъ; во всякомъ случаѣ кирпичъ кладется на глиняномъ растворѣ. Стѣнки пріямника иногда обдѣлываются деревомъ, иногда же оставляются вовсе безъ обдѣлки, такъ какъ при глинистомъ грунтѣ, который обыкновенно бываетъ вездѣ, гдѣ устраиваются такія печи, вертикальная стѣнка долго держится, не разрушаясь, безъ всякой обдѣлки. Самая печь состоитъ изъ очелковъ и камеры; очелки представляютъ изъ себя горизонтальные, крытые сверху сводами каналы, проходящіе черезъ стѣнку, отдѣляющую собственно печь отъ пріямника; число ихъ зависитъ отъ ширины печи; на каждые 1—2 арш. печи приходится одинъ очелокъ. Своды надъ очелками дѣлаются не цѣльные, а состоящіе изъ отдѣльныхъ арокъ, каждая въ 1 кирпичъ (6 вершковъ) толщиною, съ промежуткомъ между арками въ $1\frac{1}{2}$ —2 вершка. Полъ камеры выравнивается въ горизонтальную плоскость. Камера, находящаяся надъ очелками, сверху открыта; надъ всею печью дѣлается ша-

теръ, обыкновенно деревянный, перекрывающій и приямникъ. На полу камеры устраивается рѣшетка изъ кирпича-сырца слѣдующимъ образомъ: ставится кирпичъ-сырецъ на ребро параллельными рядами, идущими параллельно осямъ очелковъ, такъ, что между каждою парюю рядовъ остается промежутокъ, шириною въ $1\frac{1}{2}$ вершка; на этотъ слой кирпича ставится другой такими же рядами, пересѣкающими ряды 1-го слоя подъ прямымъ угломъ; наконецъ на этотъ послѣдній слой кладется кирпичъ плашмя. Промежутки между кирпичами каждаго слоя служатъ для прохода газа изъ очелковъ въ камеру.

Обжигъ въ этой и подобныхъ печахъ производится слѣдующимъ образомъ:

Нагрузка. Трубы ставятся вертикально; если обжигаются одновременно трубы разныхъ діаметровъ, то трубы меньшаго діаметра вставляются въ большія. Во время нагрузки во избѣжаніе ломки трубъ ногами рабочихъ на рядъ установленныхъ трубъ кладутся доски, по которымъ ходятъ нагрузчики. Сверху трубы перекрываются кирпичемъ-сырцемъ плашмя въ 1 или 2 ряда и закрываются дерномъ.

Самый процессъ обжига раздѣляется на 3 періода: *Печь на парахъ.* Въ этотъ періодъ трубки окончательно высушиваются—изъ нихъ выдѣляется вся механически примѣшанная вода. Въ это время въ очелкахъ поддерживаютъ только слабый огонь, и стараются прогрѣть всю печь равномерно. Сперва разводятъ огонь у самаго устья очелка, потомъ постепенно подвигаютъ горящее топливо все дальше и дальше до противоположной устью стѣнки. Когда оканчивается первый періодъ, что познается по

измѣненію качествъ дыма—сперва онъ, вслѣдствіе присутствія паровъ воды бываетъ густой, бѣловатый, затѣмъ становится прозрачнымъ — смазываютъ глиною верхъ печи и затѣмъ постепенно увеличиваютъ огонь въ очелкѣ, пока онъ не наполнится весь горящимъ топливомъ, и затѣмъ нѣкоторое время поддерживаютъ сильное пламя *подкормкою*. Этотъ періодъ называется *печь на взарь*. Когда признаютъ, что трубы обожжены достаточно, что опредѣляется по цвѣту (видимому въ особое очко въ стѣнкахъ камеры), по осадкѣ трубъ и проч. то прекращаютъ подбавку топлива и закладываютъ устье кирпичемъ. Тогда печь *доходитъ*, т. е. въ массѣ трубокъ, на счетъ тепла, ими поглощеннаго, продолжаютъ совершаться тѣ химическіе процессы, результатомъ которыхъ является обращеніе глины въ искусственный камень.

Послѣ охлажденія печи (когда ея температура дойдетъ до 30—40°) приступаютъ къ ея разгрузкѣ, которая не представляетъ ничего особеннаго.

2. Кольцеобразная землебитная печь Годжа.—Вырываютъ въ землѣ 2 круглыя концентрическія канавы А и В (черт. 101), глубиною около 1 метра. Изъ вынудой земли возводятъ цилиндрическія стѣнки С, слегка утопяющіяся кверху. Эти стѣнки дѣлаются изъ глины, вынимаемой изъ канавъ А и В, и плотно утрамбовываемой въ промежуткѣ между деревянными временными щитами надлежащей формы. Изнутри стѣнки смазываются пластичною глиною. Земля съ цилиндрическаго массива, окруженнаго внутреннею канавою, также снимается на глубину 15 сантиметровъ. Внутренняя канава перекрывается сводикомъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича, въ которомъ

дѣлаются отверстія, сообщающія перекрытое сводикомъ пространство съ образуемою глинобитною стѣною камерою печи; эта канава сообщается съ паружною тремя каналами D, перекрытыми сводомъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича и служащими очелками печи. Въ нихъ разводять огонь, горячіе газы входятъ во внутренней кольцеобразный каналъ и черезъ отверстія въ его сводѣ проникаетъ въ камеру. Для нагрузки товара, въ стѣнѣ камеры оставляютъ отверстіе, задѣлываемое кирпичемъ послѣ ея наполненія.

Надъ печью устраивается легкій деревянный навѣсъ на столбахъ.

Печь слѣдуетъ строить раннею весною и употреблять въ дѣло только послѣ окончательной высушки.

Размѣры печи: внутр. діаметр. — $3\frac{1}{2}$ метра, высота камеры — 2,25 м. Вместимость — 19 куб. м. Обжигъ въ такой печи производится такъ же точно, какъ въ описанной выше.

Изъ множествъ печей съ крытыми камерами я остановлюсь только на одной, *Хеймлерской*, которая, по сравнительной дешевизнѣ и удовлетворительности дѣйствія, особенно пригодна для не очень значительной фабрикаціи. Печь изображена на черт. 102—въ планѣ и разрѣзѣ; она одноочелочная прямоугольной формы; камера крыта полуциркульнымъ сводомъ. Очелокъ перекрытъ такими же арками, съ выравненнымъ верхомъ какъ и очелки описанной выше напольной печи. Надъ арками устроена такая же рѣшетка изъ рядовъ кирпичей на ребро. Стѣнки сложены изъ кирпича, и укрѣплены снаружки контрфорсами; въ одной изъ стѣнъ оставлено отверстіе для нагрузки печи. Въ стѣнахъ сдѣ-

лано 8 каналовъ, которые начинаются у пола камеры и всѣ сходятся къ одной дымовой трубѣ, поставленной на сводѣ печи; каналы эти непосредственно сообщаются съ внутренностью камеры; каждый каналъ снабженъ заслонкою. Въ сводѣ устроены въ разныхъ мѣстахъ отверстія, которыя можно открывать и закрывать по произволу.

Процессъ обжига въ этой печи нѣсколько различается отъ такового же въ печахъ открытыхъ. Во первыхъ, еще ранѣе нагрузки въ камеру трубокъ, около стѣнокъ ея въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ каналы, проложенные въ стѣнкахъ, сообщаются съ камерою, дѣлаются изъ необожженнаго кирпича колодцы отверстіемъ 3×3 вер., которые сверху остаются открытыми, и снизу сообщаются съ вышеупомянутыми каналами.

Во время процесса *печь на парахъ* отверстія въ сводѣ камеры, о которыхъ сказано выше, открываютъ и газы, вмѣстѣ съ парами воды выходятъ черезъ нихъ наружу; когда начинается періодъ *печь на взарѣ*, эти отверстія закрываютъ, и тогда газы совершаютъ слѣдующій путь; изъ очелка они поднимаются до свода камеры, затѣмъ черезъ кирпичные колодцы опускаются внизъ, и чрезъ посредство каналовъ въ стѣнкахъ камеры проходятъ въ дымовую трубу. Вслѣдствіе этого въ печи устанавливается болѣе равномерная температура и всѣ трубы обжигаются приблизительно одинаково. Остальные части процесса обжига совершаются также, какъ и въ ранѣе описанныхъ печахъ.

Признаки доброкачественности дренажныхъ трубъ.—

1. *Форма.* Въ поперечномъ сѣченіи трубы должны быть круглыя, а не овальныя, стѣнки ихъ — одинаковой

толщины, діаметръ — не менѣе требуемаго. Ось трубъ можетъ быть слегка изогнута, но немного. Края обрѣза должны быть гладкіе, плоскіе, и плоскость ихъ должна быть перпендикулярна къ оси трубы у ея конца; это послѣднее условіе особенно важно: безъ соблюденія его правильная укладка трубъ невозможна. 2. *Свойства матеріала.* Стѣнки должны быть плотны, не пористы, равны въ изломѣ, безъ прослоевъ и раковинъ. Матеріалъ не хрупкій. Весьма важно, чтобы трубы были хорошо обожжены. Признакомъ удовлетворительности обжига служитъ звукъ, издаваемый трубками при ударѣ одной объ другую: если этотъ звукъ ясный, трубы хорошія, при глухомъ звукѣ онѣ негодны. — Трубы, будучи положены въ воду не должны всасывать ее болѣе 15% по вѣсу.

ГЛАВА VI.

Стоимость дренажа и увеличеніе производительности почвы, имъ достигаемое.

Стоимость дренажа. Элементы, изъ которыхъ слагается эта стоимость, суть: 1) количество матеріаловъ и работъ, приходящееся на 1-цу площади и 2) единичная стоимость этихъ матеріаловъ и работъ.

Количество. Протяженіе дренъ, приходящихся на 1 десятину зависитъ: 1) отъ разстоянія между дренами, которое обусловливается мѣстными условіями грунта и принятою глубиною заложения и 2) отъ формы участка; послѣднюю, впрочемъ, обусловливается болѣе длина коллекторовъ, чѣмъ общая длина дренъ. Точное опредѣленіе длины можно сдѣлать только по составленному

проекту дренажа, но для приблизительныхъ соображеній можно руководствоваться слѣдующими данными:

При не очень пересѣченной мѣстности, въ среднемъ, общая длина дренъ и коллекторовъ, приходящаяся на десятину, равняется частному отъ дѣленія числа кв. саж. заключ. въ десятинѣ на разстояніе между дренами. Такъ что

При разст. между дренами въ 5 с. на дес. прих.	480 п. с. дреневъ + коллект.
" " " " " 6 " " " "	400 " " "
" " " " " 7 " " " "	343 " " "
" " " " " 8 " " " "	300 " " "
" " " " " 9 " " " "	267 " " "
" " " " " 10 " " " "	240 " " "
" " " " " 12 " " " "	200 " " "
" " " " " 15 " " " "	160 " " "

Легко можно доказать, что такъ приблизительно и должно быть: рассмотримъ какой либо участокъ, дренами на полосы, шириною равная разстоянію b въ этихъ дренъ, то сумма длинъ этихъ полосъ, очевидно, будетъ равна частному отъ дѣленія площади разсматриваемаго участка на разстояніе b ; число пог. саж. осушительныхъ дренъ будетъ меньше этого частнаго, такъ какъ каждый дренъ не доходитъ до конца соотвѣтствующей полосы; эта недостающая длина осушительныхъ дренъ возмѣщается длиною коллекторовъ.

Процентное отношеніе длины коллекторовъ къ общей длинѣ дренъ и коллект. зависитъ отъ формы участка. Въ среднемъ его можно принять равнымъ 16%.

Стоимость трубъ. Въ настоящее время въ Россіи такъ мало заводовъ, выдѣлывающихъ дренажныя трубы,

и конкуренція между ними такъ слаба, что нормальная цѣна на нихъ не могла установиться; поэтому нельзя руководствоваться въ данномъ случаѣ рыночными цѣнами и я постараюсь вычислить нормальную стоимость трубъ, или лучше сказать, стоимость ихъ производства. Разумѣется, въ этомъ случаѣ, я могу дать только среднія цифры, отъ которыхъ весьма возможны отклоненія въ ту и другую сторону, сообразно съ качествами глины, стоимостью топлива, цѣною рабочихъ рукъ, разстояніемъ возки и проч.

По даннымъ, приведеннымъ у Винцента, 1 изъ куб. метра глинянаго тѣста получается 2000 трубъ, діаметромъ въ 3 сантиметра. На выдѣлку этихъ 2000 трубъ нужно:

1. Заготовка глины (ея вырывка) .	землекоповъ	0,10
2. Подвозка глины къ мѣсту работъ	”	0,12
3. Мятье 2 лошади $\frac{1}{4}$ дня лошадей		0,50
4. Подноска къ машинѣ рабочихъ		0,15
5. Прессованіе 2 ч. $\frac{1}{4}$ дня	”	0,50
6. Прокатываніе и перевертыв. трубъ	”	1,00
7. Подвозка къ печкѣ	”	0,50
8. Посадка въ печку кирпичедѣл.		0,33
9. Обжигъ	”	0,67
10. Надзоръ при охлажденіи	”	0,33
11. Разгрузка и отвозка рабочихъ		1,00
12. Топливо: дровъ куб. метровъ		1,50

Итого — землекоповъ $0,22 \times$ — 80 к. — 18 к.
лошадей $0,50 \times 1$ р. 50 к. — 75 к.
рабочихъ $2,15 \times 60$ к. — 1 р. 29 к.

кирпичедѣловъ	1,33 × 1 р. 20 к.	— 1 р. 60 к.
Дровъ	0,15 куб. саж.	20 р. — 3 р.
	Итого	6 р. 82 к.

Къ этому надо прибавить на ад-
министрацію, ремонтъ машинъ, над-
зоръ и проч. 20% — 1 р. 36 к.

Итого 8 р. 18 к.

Такимъ образомъ круглымъ счетомъ 1000 трубъ обойдется около 4 р. 25 к на мѣстѣ.

Къ этой цѣнѣ приходится прибавить стоимость перевозки трубъ съ завода на мѣсто работъ и извѣстный процентъ на изломъ и порчу трубъ.

Что касается до цѣны трубъ другихъ діаметровъ, то при опредѣленіи ея можно руководствоваться слѣдующими данными. Если цѣну трубы въ 3 см. примемъ равною 1, то стоимость трубъ будетъ:

0,040 м.	0,055 м.	0,080 м.	0,105 м.	0,130 м.	0,155 м.
1,25	1,70	2,50	3,90	5,5	7,30

Вышеизложенныя цифры даютъ понятіе о томъ, во что должна обходиться заводчику выдѣлка трубъ различныхъ діаметровъ. Само собою разумѣется, что продажная цѣна этихъ трубъ должна быть значительно выше, такъ какъ эта цѣна должна покрывать проценты на капиталъ, затраченный на устройство завода, на погашеніе этого капитала и, наконецъ, должна включать и прибыль предпринимателя. Отношеніе продажной цѣны къ стоимости производства зависитъ отъ размѣровъ производства (обусловливаемыхъ величиною спроса), отъ обычнаго въ странѣ процента на капиталъ, и, вообще, не подлежитъ точному цифровому опредѣленію.

Стоимость земляной работы. Стоимость эта зависит отъ слѣдующихъ элементовъ: 1) глубина заложения дренъ; 2) діаметръ трубъ; впрочемъ діаметръ трубъ мало вліяетъ на стоимость работы, такъ какъ онъ отзывается только на ширинѣ послѣдняго вынимаемаго слоя—если, впрочемъ, трубы не превосходятъ 4" въ поперечникѣ; при большемъ діаметрѣ и остальные слои нѣсколько уширяются; 3) отъ качества грунта. Грунтъ оказываетъ весьма значительное вліяніе, такъ какъ отъ его свойства зависитъ и объемъ вынимаемой земли и большая или меньшая трудность работы; всего дешевле обходится работа при грунтѣ иловатомъ, песчано-глинистомъ, если не попадаются прослойки песка богатая водою и потому плавучія. Нѣсколько дороже работа въ плотно-глинистомъ грунтѣ; присутствіе камня въ глинѣ значительно удорожаетъ работы, вызывая уширеніе канавъ и затрудняя самую конку; наибольшія затрудненія встрѣчаются при производствѣ работы въ плывунахъ: значительные размѣры канавъ, трудность выемки мокраго грунта, необходимость употреблять распорки—все это дѣлаетъ работу мѣшкотною и дорогою; 4) отъ степени умѣлости и привычности рабочихъ и цѣны рабочихъ рукъ. Въ этомъ отношеніи существуетъ значительная разница между работою землекопа-спеціалиста и простаго поденщика: первый сдѣлаетъ вдвое болѣе, чѣмъ второй, и хотя поденная плата для послѣдняго всегда ниже, тѣмъ не менѣе работа землекопа обойдется дешевле. Въ примѣненіи специально къ дренажной работѣ не всякій землекопъ будетъ работать одинаково: важна привычка именно къ этому сорту работы. Мы, русскіе, въ этомъ случаѣ поставлены въ худшія условія, чѣмъ

заграничные землевладельцы, такъ какъ у насъ специалистовъ рабочихъ по дренажнымъ работамъ не имѣется.

Перехожу теперь къ опредѣленію числовыхъ данныхъ относительно количества потребной рабочей силы для разныхъ работъ. При этомъ разсмотрю болѣе подробно случай грунта иловатаго или глинистаго, который можно разрабатывать съ помощію лопаты и заступа, не прибѣгая къ киркамъ и ломамъ. Предполагается, что работу производятъ землеопы, и притомъ, нѣсколько привычные къ дренажнымъ работамъ.

а) *Вырываніе земли.* Для верхнихъ слоевъ, въ которыхъ земля берется въ 2 штыка, и работать просторно и удобно, количество работы, потребное для вырыванія 1 пог. саж. дренажнаго рва пропорціонально объему вынимаемой земли; вырываніе предпоследняго слоя гораздо затруднительнѣе, такъ какъ требуется гораздо большее усиліе и для вдавливанія лопаты въ грунтъ и для отдѣленія вынимаемаго пласта отъ боковъ рва, съ которыми онъ сцепленъ съ обѣихъ сторонъ; еще большее затрудненіе представляетъ выемка послѣдняго слоя, въ виду неудобства работы въ узкомъ рвѣ.

По Винценту для выемки 1 куб. м. земли изъ предпоследняго слоя потребуется въ 2,2 раза болѣе работы, чѣмъ для выемки того же количества изъ верхнихъ слоевъ; для послѣдняго слоя это отношеніе будетъ равно 4,4. Руководствуясь этими данными я вычислилъ количество работъ, потребныхъ для вырытія канавъ для осушительныхъ дренажъ, исходя изъ того положенія, что русскій землеопъ, средней руки, при рытьѣ обыкновенныхъ канавъ на выметъ, вырываетъ въ среднемъ въ день отъ 0,8 до 1 куб. саж. земли; въ основаніе

разчета положена первая цифра (0,8 куб. с. въ сутки), такъ какъ при дренажной работѣ приходится вырывать сравнительно меньшій процентъ верхняго, рыхлаго грунта, наиболѣ легкаго. Результаты этихъ вычислений сгруппированы въ слѣд. таблицѣ:

ТАБЛИЦА

количества землекоповъ, необходимаго для вырытія одной погонной сажени дренажнаго рва для осушительнаго дрена при различной глубинѣ.

Глубина въ футахъ.	Рабочія силы.
3,5' —	0,115
4' —	0,130
5' —	0,170
6' —	0,215
7' —	0,275

Для коллекторовъ эти цифры должны быть увеличены на 15—20%, смотря по ихъ диаметру. Для плотногоглинистаго, сланцеватаго грунта, эти цифры должны быть увеличены на 25%; для грунтовъ каменистыхъ трудно дать какія либо нормы въ виду разнообразія этихъ грунтовъ; работа въ плывунахъ тоже не подвергается предварительному разсчету.

б) Укладка трубъ. Одинъ рабочій можетъ уложить въ день отъ 500 до 1000, въ среднемъ 750 трубъ, если онѣ уже разложены вдоль дренажныхъ рвовъ; на разноску и раскладку вдоль рвовъ 1 пог. саж. трубъ потребно 0,01 рабочихъ; для укладки трубъ потребно 0,0075 рабоч. на пог. саж.

в) Засыпка. Количество рабочихъ для засыпки, какая составляетъ 10% количества, потребнаго для ихъ рытья.

Примѣрный расчетъ стоимости дренажированія одной десятины. Допускаю, что на основаніи произведенныхъ изысканій рѣшено заложить дрены на глубинѣ 5' при разстояніи 8 саж. между осушительными дренами. Наименьшій діаметръ принять въ 4 сантиметра. Поденная плата землекопа—80 коп. Предполагаю, что трубы выдѣлываются самимъ землевладѣльцемъ на собственномъ заводѣ.

а) *Количество.* Число пог. саж. дреневъ будетъ равно 300 саж.; изъ нихъ 16%, т. е. 48 саж. приходится на коллекторы, остальные 242 саж.—на осушит. дрены.

На 242 пог. саж. дренъ потребно трубъ $242 \times 7 = 1694$

На изломъ и порчу при перевозкѣ слѣд. прибавить 10% 168

Всего понадобится кругл. счетомъ . . . 1860

На 48 пог. саж. коллекторовъ понадобится
трубъ $48 \times 7 = 336$

На изломъ и порчу при перевозкѣ 10% . . . 34

Итого круглымъ счетомъ . . . 370 шт.

б) *Единичная цѣны.*

1.—1000 шт. трубъ діаметромъ

4 см. для осушит. дренъ стоятъ $4р.25к. \times 1,25 = 5р.30к.$

1000 трубъ для коллекторовъ, предполагая ихъ въ среднемъ діаметровъ въ 8 см. стоятъ $4р.25к. \times 2,50 = 10р.60к.$

Исчисленная стоимость трубъ есть стоимость ихъ на мѣстѣ производства—на заводѣ. При составленіи смѣты

на дренажъ надо имѣть въ виду расходъ на перевозку ихъ на мѣсто работъ.

Вѣсь 1000 шт. дренажныхъ трубъ различного диаметра равняется:

Диаметръ трубъ въ сантиметр.
3 4 5,5 8 10,5 13 15.

Вѣсь 1000 шт. въ пудахъ.
44,5 69,4 98,3 159,0 247,3 352,7 477,8.

2) Для вырытія 1 пог. с. рва для осушит. дрена глубиною въ 5' потребно 0,17 землекопа. При цѣнѣ 80 к.—за день стоимость вырытія 1 п. с. будетъ $0,17 \times 80 = 13$ к.

Стоимость вырытія канавы для коллектора = 17 к.

Для разноски и укладки 1 пог. саж. трубъ потребно 0,0175 рабоч. Стоимость этой работы= $0,0175 \times 80$ = 1,4 к.

Засыпка 1 п. с. дрена осушит. обойдется 1,4 к.

” 1 ” коллектора ” 1,7 к.

Такимъ образомъ рытье, укладка и засыпка 1 погон. саж. дрена будетъ стоить $13,6 + 1,4 + 1,4$ к. = 16,4 к.

Рытье, укладка и засыпка 1 п. с. коллекторовъ $17 + 1,4 + 1,7$ = 20,1 к.

в) С М Ъ Т А.

На дренирование одной десятины.

Наименование материаловъ и работъ.	Количество.	ЦѢНА.		СУММА.	
		РУБ.	К.	РУБ.	К.
Заготовка трубъ для осушительныхъ дренъ діам. 4 см. Тысячъ штукъ	1,86	5	30	9	85
Заготовка трубъ для коллекторовъ діам. 8 см. Тысячъ штукъ	0,37	10	60	3	92
Перевозка трубъ	—	—	—	1	—
Вырытіе, укладка и засыпка рвовъ для осушит. дрен. п. с.	242	—	16,4	39	69
Тоже для коллекторовъ. п. с.	48	—	20,1	9	65
Итого	—	—	—	59	73

Расчетъ сдѣланъ въ предположеніи грунта довольно плотнаго; если допустить, что разстояніе между дренами при глубинѣ въ 5' можетъ быть доведено до 10 с., то исчисленная стоимость уменьшится на 20% и изложенные выше расходы на десятину выразятся въ суммѣ 50 р. 18 к.

Къ исчисленнымъ расходамъ должны быть прибавлены немаловажныя суммы на слѣд. статьи:

1) Изысканія и техническій надзоръ за работами. У насъ въ Россіи цѣны на подобныя работы не установились, и потому для приблизительныхъ соображеній приведу нѣкоторыя заграничныя данныя:

По Винценту изысканія, составленіе проэкта и разбивка работъ на мѣстѣ обходится на десятину 1 талеръ (по курсу 1 р. 50 к.); причеиъ расходы на проѣздъ техника оплачиваются отдѣльно, равно какъ и рабочіе при нивеллировкѣ.

По Дюнкельбергу таже работа обходится около 6 марокъ (т. е. 3 руб. по курсу) на десятину.

2) Устройство отвода воды отъ дренажнаго устья (die Beschaffung der Vorfluth). Весьма часто, въ особенности, когда приходится дренировать низменныя мѣста или котловины, наиболѣе страдающія отъ избытка влажности, отводъ воды отъ устья дренажной сѣти представляетъ значительныя затрудненія, требуетъ прорытія длинныхъ и глубокихъ канавъ, и стоимость этихъ канавъ ложится не незначительною цифрою на стоимость дренированія одной десятины. Трудно дать какія бы то ни было цифровыя данныя относительно этого расхода, ибо онъ всецѣло зависитъ отъ мѣстныхъ топографическихъ условій; замѣчу только, что иногда (въ исключительныхъ случаяхъ) одинъ этотъ расходъ составляетъ 5—10⁰/₀ общей стоимости устройства дренажа, вообще же расходъ этотъ не особенно значительный.

3) Погашеніе капитала, затраченнаго на устройство завода для дренажныхъ трубокъ.

Приведу нѣкоторыя цѣны на различныя принадлежности дренажнаго завода:

I. Дренажный прессъ періодическаго дѣйствія завода Юрдана модель № II, наиболѣе употребительный, съ 5-ю формоваль-

ными досками, стоитъ въ Дармштадтѣ, съ упаковкою и доставкою на ст. ж. дороги 720 марокъ.

Провозъ по ж. дор. отъ Дармштадта до Москвы, 50 пудъ по 1 м. 30 пф. за пудъ 65 „

Пошлина по 1 р. 40 к. за пудъ . . . 235 „

1030 марокъ.

Что по настоящему курсу составитъ . 500 руб.

Дренажный прессъ періодическаго дѣйствія завода Шликейзена, съ 4 формовальными досками, типа № 1, съ доставкою въ Москву 390 руб.

Дренажная машина непрерывнодѣйствующая системы Шликейзена, типъ № 1, съ доставкою въ Москву 215 „

За каждую формовальн. доску отдѣльно 22 „

II. Глиномятка завода Юрдана съ упаковкою и доставкою на ст. Дармштадтѣ 365 марокъ.

Провозъ по ж. дор. отъ Дармштадта до Москвы 40 пудъ по 1,3 м. за пудъ . . . 52 марки.

Пошлина 40 пудъ по 1 р. 40 к. золотомъ 188 марокъ.

Итого . . . 505 марокъ.

Что по настоящему курсу составитъ около 250 руб.

Глиномятка Шликейзена съ деревянною бочкою, типа № 1, съ доставкою въ Москву 165 „

III. Кольцеобразная печь Годжа, по свѣдѣніямъ Баррала, обходится около 125 фр. (повидимому, не считая навѣса); у насъ она обойдется, вмѣстѣ съ навѣсомъ около 100 „

Напольная печь на 2 очелка устроен-

ная по типу, описанному выше, вмѣстѣ съ навѣсомъ обойдется около 150 „

IV. Пог. сажень навѣса для сушки трубы, шириною въ 6 арш., крытаго палубникомъ, обойдется около 10 руб. Навѣсъ длиною 5 саж. будетъ стоить 50 руб.

Полки для сушки трубокъ и проч. обойдутся 50 „

На основаніи вышеизложенныхъ данныхъ стоимость устройства небольшого завода для выдѣлки дренажныхъ трубъ, работающаго однимъ ручнымъ прессомъ, опредѣлится такъ:

Дренажный прессъ, съ доставкой на заводъ.	425 р.
Глиноматка конная » » » »	200 »
Печь для обжига трубы	100 »
Навѣсы, полки и проч.	100 »
	<hr/>
	825 р.

При дренированіи 100 десятинъ, стоимость устройства завода ляжетъ на каждую десятину цифрою 8 р. 25 к.

Увеличеніе производительности почвы, достигаемое дренажемъ. Не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, что мало найдется такихъ почвъ, которыхъ производительность не увеличилась бы при дренированіи; но *степень* увеличенія производительности будетъ весьма различна, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій: въ однихъ случаяхъ польза отъ дренажа будетъ весьма не существенна, въ другихъ дренажъ способенъ создать превосходную почву, такъ сказать изъ ничего, давать хорошіе урожаи тамъ, гдѣ прежде ничего не получалось. Главные факторы, оказывающіе въ этомъ случаѣ влияние, суть:

1. Качество почвы, т. е. ея химическій составъ и физическое строеніе.

2. Степень ея влажности и продолжительность періода времени, въ теченіи котораго почва страдаетъ отъ избытка влажности, — другими словами, большее или меньшее богатство источниковъ для воды, питающей почву и

3. Мѣстныя климатическія условія.

Исчислить хотя бы приближительно, увеличенія урожаяевъ съ устройствомъ дренажа въ данномъ частномъ случаѣ, крайне затруднительно; теоретическія соображенія въ этомъ случаѣ, мало принесутъ пользы, имѣющіяся же въ литературѣ опытыя данныя крайне разрознены и въ рѣдкихъ изъ нихъ сопоставлены научнымъ образомъ условія, при которыхъ устроены дренажъ, съ результатами, отъ него полученными. У насъ въ Россіи эта задача рѣшается еще труднѣе, чѣмъ за границею, ибо нашихъ, мѣстныхъ опытныхъ данныхъ можно сказать почти не имѣется, данными же заграничными слѣдуетъ пользоваться съ крайнею осторожностью, ибо одинъ изъ важныхъ факторовъ, имѣющихъ въ этомъ дѣлѣ вліяніе — климатъ — у насъ совсемъ иной сравнительно съ западною Европою. — Тѣмъ не менѣе, я приведу нѣкоторыя цифровыя данныя изъ заграничныхъ источниковъ, которыя могутъ служить исходнымъ пунктомъ для обсуждения интересующаго насъ вопроса.

Интересныя свѣдѣнія сообщаетъ Фегебейтель о результатахъ дренажа, устроеннаго въ имѣніи Керпиттенъ въ Восточной Пруссіи. Имѣніе это расположено въ низменной равнинѣ, простирающейся на востокъ отъ нижняго теченія и устья Вислы и ея рукава Но

гать у подошвы холмовъ, окаймляющихъ эту низину, на высотѣ 116 футъ надъ уровнемъ моря.—Площадь имѣнья заключаетъ 1500 магдебургскихъ моргеновъ, изъ которыхъ 1100 морг. (250 десятинъ) обрабатываются плугомъ и систематически дренированы; остальная часть находится подъ лѣсами и открытыми водами. Почва иловатая, толщина ея — около 6 футъ; подпочва состоитъ изъ иловатаго мергеля, съ прослойками песку; отношеніе содержанія глины къ песку въ почвѣ колеблется въ предѣлахъ 57:43 для верхнихъ слоевъ и 62:32 въ нижнихъ. Почва, вообще, и до дренажа, принадлежала къ удовлетворительнымъ, но въ сырые годы замѣчался избытокъ влажности, вслѣдствіе котораго обработку почвы приходилось производить весьма поздно и съ большими затрудненіями, и сверхъ того, много вредила урожаемъ сорная растительность — пырей (*triticum repens*), полевица (*agrostos spica venti*), костерь (*bronus secalina*), и проч.

До введенія дренажа сѣвооборотъ былъ слѣдующій:

1. Зеленый паръ; 2. Озимое; 3. Горохъ; 4. Овесъ и паръ; 5. Паръ и рѣпа; 6. Паръ; 7, 8 и 9—Клеверъ; 10. Озимое; 11. Овесъ и плугопольные.

Послѣ устр. дренажа сѣвооборотъ былъ измѣненъ только тѣмъ, что, такъ называемый, зеленый паръ былъ замѣненъ посѣвомъ вики и сборомъ зеленаго корма.

На одномъ участкѣ былъ сѣвооборотъ до дренажа:

1. Черный паръ; 2. Озимое; 3. Клеверъ; 4. Выгонъ; 5. Картофель, послѣ дренажа:

1. Картофель; 2. Овесъ; 3. Клеверъ; 4. Клеверъ; 5. Озимое.

Живой инвентарь: 18 лошадей, 30 воловъ, 24 коро-

вы 1100 овецъ и около 50 свиней. Измѣненій послѣ устр. дренажа не послѣдовало.

Въ хозяйствѣ велись правильныя записи урожаевъ какъ до, такъ и послѣ дренажа. Сравнивая теперь средніе урожаи за 10 лѣтъ, до устройства дренажа съ таковыми же за 10 лѣтъ послѣ дренажа, получаемъ результаты, сгруппированные въ слѣд. таблицѣ.

Название продукта.	Сред. колич., получ. въ годъ урожая въ четвертяхъ.		Абсолютн. увелич. урожая въ четвертяхъ.	Процентъ отношенія.
	До дренажа.	Послѣ дренажа.		
Пшеница	222	310	88	28,05
Рожь	385	480	95	24,6
Кормовая рѣпа (сѣмена) . .	27	71	44	—
Овесъ	395	544	149	37,9
Горохъ	129	245	116	—
Вика	27	335	25	19,14
Картофель	217	454	237	52,30
Рѣпа	118	624	506	—

Я остановился болѣе подробно на описанномъ случаѣ потому, что здѣсь имѣются болѣе или менѣе точныя данныя о почвенныхъ условіяхъ, дренированныхъ угодій, такъ что приведенныя данныя могутъ служить болѣе или менѣе надежнымъ основаніемъ для исчисленія увеличенія производительности почвы въ аналогичныхъ случаяхъ.

Приведу еще нѣкоторыя числовыя данныя для Франціи, заимствованныя мною у Берраля. Онѣ сгруппированы въ слѣдующей таблицѣ:

Мѣсто, гдѣ произво- ди- ли опыты.	Наименованіе продуктовъ.	Урожай въ пудахъ на		Абсолютъ увѣса. уро- жа на десн- тичѣ.	Процентъ отношенія.	Примѣчанія.
		Косилу.	Дрешированъ.			
Ферма Руже въ деп. Эпилъ	Рожь: зерно . . . солома . . .	31,20 133	83,90 279,06	52,70 146,06	169 110	Почва глинистая, подпоч- ва жирн. глина. Ключи. — Кромѣ дренажа, сдѣлано мергелеваніе.
Тамъ же, другой уча- стокъ	Рожь: зерно . . . солома . . .	70 220	200,20 467	130,20 247,00	187 113	Почва глинистая, каме- нистая, подпочва жирная глина.
Ирмие Vanderboom'a близъ Дикерхейна . . .	Рожь: зерно . . . солома . . .	90,30 414	116 507	25,70 93	28 25	
Участокъ Шарат ден Пюл-де-Домъ	Рожь: зерно . . . солома . . .	32,8 40	67 100	34,2 60	104 120	Земля до дренажа счита- лась слишкомъ влажною для обработки.
Ферма Сотеро въ деп. Нирнъ	Овесъ зерно . . . Овесъ зерно . . . Рожь, зерно . . .	— — —	185 210 155	— — —	—	Почва глинисто-извест- ковая, настолько влажная, что до дренажа почти вовсе не засидитривалась.
Влад. Континна Sor- pez de Вооссе деп. Севи и Дуаръ	Рожь, зерно . . .	59,2	87,8	27,6	48	Почва глинистая, весьма влажная.
Ферма Неколла Соте въ деп. Дуаръ	Пшеница, зерно . .	126,1	158,7	32,6	26	Почва глинистая, подпоч- ва непроницаемая.

Вышеизложенныя данныя доказываются съ достаточною убѣдительностью, что по крайней мѣрѣ за границею, при тамошнихъ цѣнахъ на сельско, хозяйственные продукты, дренажъ, въ весьма многихъ случаяхъ, представляетъ операцію въ денежномъ отношеніи весьма выгодную.

Такъ, сопоставляя мѣстныя цѣны для имѣнія Керпиттенъ съ приведенными выше цифрами увеличенія урожая, достигнутого устройствомъ дренажа, мы находимъ, что чистый доходъ отъ 257 десятинъ увеличился на 4800 талеровъ, а съ одной десятины — на 15 талеровъ; стоимость же дренированія одной десятины равнялась всего 44 талерамъ. — Затраченный капиталъ принесъ 33% прибыли.

Мѣстныя цѣны, принятыя при этомъ разсчетѣ, исчисленныя по курсу 50 к. за одну марку, суть:

1 четв. пшеницы	стоитъ	14 р. 70 к.
» » ржи	»	9 » 60 »
» » Кормовой рѣпы (сѣмена)	»	12 » 50 »
» » Овса	»	4 » 70 »
» » Гороха	»	11 » 40 »
» » Картофеля	»	2 » 80 »
» » Рѣпы	»	1 » 80 »

Во многихъ случаяхъ, приведенныхъ въ таб. II для Франціи, увеличеніе сбора одной — двухъ жатвъ окупало весь расходъ на дренированіе.

По отношенію къ Россіи рѣшеніе интересующаго насъ вопроса о финансовой выгодности дренажа представляется еще болѣе затруднительнымъ въ виду почти полного отсутствія опытныхъ данныхъ.

Не подлежитъ сомнѣнію, что у насъ въ Россіи трудно

разсчитывать на столь же большіе барыши, какіе даетъ примѣненіе дренажа за границею, такъ какъ мѣстныя цѣны на сельскохозяйственные продукты у насъ значительно ниже, чѣмъ тамъ, тогда какъ стоимость устройства дренажа почти одинакова, если не выше. Но если допустить, что при одинаковыхъ почвенныхъ условіяхъ дренажъ у насъ дастъ одинаковое увеличеніе урожаявъ, то нужно признать, что для многихъ уже мѣстностей Россіи настало время, когда примѣненіе дренажа даже къ почвамъ, которыя и въ естественномъ состояніи эксплуатируются какъ пахатныя угодья, представляетъ весьма выгодную денежную операцію.

По свѣдѣніямъ, сообщеннымъ въ „Сборникѣ Деп. Земледѣлія и Сельской Промышленности“ Министерства Гос. Имуществъ, озаглавленномъ „1887 г. въ сельскохозяйственномъ отношеніи“, мѣстныя цѣны на важнѣйшіе сельскохозяйственные продукты колеблются въ слѣдующихъ предѣлахъ:

Рожь . . .	отъ 2 р. 60 к. за четверть до 6 р. 20 к.
Пшеница . . .	„ 6 „ 35 „ „ „ „ 10 „
Овесъ . . .	„ 1 „ 30 „ „ „ „ 3 „ 62 к.
Картофель . . .	„ — „ 77 „ „ „ „ 1 „ 96 к.*).

Изъ разсмотрѣнія этихъ цѣнъ по губерніямъ, если оставить въ сторонѣ сѣверныя (Архангельскую, Вологодскую и Олонецкую) губерніи, гдѣ время для дренажа очевидно еще не настало, и южныя, гдѣ по сухости климата почвы въ дренажѣ не нуждаются, окажется, что наиболѣе высокія мѣстныя цѣны находятся въ Остзейскихъ губерніяхъ и Привислянскомъ краѣ; за ними

*) Исключительно высокія цѣны на картофель въ Бессарабской, Екатеринославской и нѣк. другихъ губ. въ расчетъ не приняты.

слѣдуютъ примыкающія къ нимъ сѣверозападные губерніи и губерніи Московскаго района. Среднія мѣстныя цѣны этихъ губерній сопоставлены въ нижеслѣдующей таблицѣ:

НАЗВАНІЕ ГУБЕРНІЙ.	Цѣны за четверть.							
	Пшеница		Рожь.		Овесь.		Картофель.	
	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.
Остзейскія:								
Эстляндская	10	—	6	20	3	71	1	58
Лифляндская	9	44	5	90	3	62	1	40
Курляндская	9	—	5	10	3	—	1	60
<i>Привислянской край</i>	9	20	5	70	3	06	1	42
Сѣверозападн. губерніи:								
Петербургская	—	—	6	20	3	14	1	72
Новгородская	—	—	5	22	2	40	1	52
Псковская ..	7	—	5	12	2	10	1	45
Московскаго района:								
Московская	—	—	4	80	2	35	1	50
Тверская	—	—	4	30	2	12	1	28
Владимірская	7	—	4	60	2	11	1	59
Нижегородская	7	38	4	28	1	60	1	60
Калужская	8	—	4	72	2	83	1	95
Смоленская	7	12	4	70	2	12	1	41
Западные губерніи:								
Ковенская	8	80	4	43	2	23	1	76
Виленская	7	77	4	31	2	46	1	40
Гродненская	8	47	5	20	2	93	1	40
Минская	7	42	4	14	2	24	1	51
Могилевская	7	62	5	51	2	05	1	20
Витебская	8	—	4	73	2	46	1	40

Сравнивая эти цѣны съ приведенными выше цѣнами для имѣнія Керштитенъ въ Сѣверо-восточной Пруссіи, мы находимъ, что наши цѣны для всѣхъ приведенныхъ въ таблицѣ губерній вездѣ превышаютъ половину цѣнъ тамошнихъ, для нѣкоторыхъ же губерній (Привислянскихъ и Остзейскихъ) достигаютъ до $\frac{2}{3}$ этихъ цѣнъ.

Въ имѣніи Керштитенъ, какъ мы видѣли, затраченный капиталъ принесъ 33% барыша; если допустимъ, что при аналогичныхъ почвенныхъ условіяхъ у насъ дренажъ дастъ такое же увеличеніе урожая, то мы будемъ въ правѣ рассчитывать на полученіе отъ 15 до 20% на затраченный для его устройства капиталовъ. — И это въ примѣненіи къ такимъ почвамъ, которыя и въ естественномъ состояніи пригодны къ пахотной культурѣ. Тѣмъ съ большимъ правомъ можно ожидать значительныхъ барышей отъ дренированія почвъ настолько страдающихъ отъ влажности, что эксплуатация ихъ, какъ пахотныхъ въ естественномъ состояніи, оказывается невозможною.

Но къ сожалѣнію, нельзя съ увѣренностью сказать, что при одинаковыхъ почвенныхъ условіяхъ производительность дренажа у насъ будетъ одинакова съ заграничною; напротивъ, есть поводъ думать, что она будетъ ниже, въ виду слѣдующихъ соображеній:

1. Нашъ климатъ суше, и, слѣдовательно, вообще почвы страдаютъ меньше отъ избытка влаги. И за границую замѣчено, что разница между урожаями на дренированныхъ и недренированныхъ поляхъ особенно рѣзко проявляется въ сырые годы. Такъ, Дековиль говоритъ: „Во влажные годы жатва на нѣкоторыхъ можетъ быть удвоена дренажемъ, тогда какъ въ благо-

приятные годы увеличеніе можетъ быть лишь незначи- тельнымъ“.—Очевидно, что при вообще болѣе сухомъ климатѣ почва меньше выиграетъ отъ дренажа.

2. Глубокое промерзаніе грунта мѣшаетъ въ извѣст- ной мѣрѣ благотворному дѣйствию дренажа, такъ какъ весною онъ начинаетъ извлекать воду изъ верх- няго слоя только послѣ полного оттаиванія грунта, которое имѣетъ мѣсто значительно позже начала ве- сенняго роста растений, и поѣтому весенняя работа дре- нажа у насъ не будетъ столь полезна, какъ за грани- цею, при болѣе умѣренныхъ зимахъ. Насколько влія- ютъ эти причины—а ргіогі сказать трудно, и потому были бы крайне желательны опыты, надлежащимъ об- разомъ обставленные, для рѣшенія этого чрезвычайно интереснаго вопроса. Пока я могу сообщить только слѣдующія свѣдѣнія о результатахъ устроенныхъ въ Россіи дренажей, понавшіе въ С. X. Литературу:

Желѣзновъ въ своемъ имѣніи Нароново въ Новго- родской губерніи опредѣлилъ прибыль отъ дренажа жатвы овса по вѣсу въ 25%.

Въ имѣніи Wait близъ Ревеля барона фонъ-деръ Палена урожай ржи увеличился вслѣдствіе дренажа на 36% въ вѣсъ зерна и на 100% въ вѣсъ соломы.

Въ 1857 году на фермѣ Шлипенбаха подъ Петер- бургомъ шотландскій овесъ далъ на дренированномъ полѣ урожай въ сам. $52\frac{1}{2}$.

Эти опыты, въ виду ихъ разрозненности, разумѣется, не рѣшаютъ поставленнаго нами вопроса, но съ до- статочною убѣдительностью доказываютъ, въ связи съ вышеизложенными, что настало уже время, когда даль-

нѣйшіе опыты представляются крайне желательными, и что шансы на успѣхъ этихъ опытовъ весьма велики.

Въ заключеніе сдѣлаю слѣдующія замѣчанія относительно устройства дренажа вообще:

1. Дренажъ даетъ наилучшіе денежные результаты при примѣненіи къ почвамъ, которыя по своему химическому составу богаты питательными для растений веществами; онъ ничего не вкладываетъ въ почву, и потому, если она сама по себѣ бѣдна, то производительность ея при дренажѣ увеличится только весьма слабо. Дренировать подзолы — плохая операція.

2. Не вкладывая ничего въ почву, дренажъ самъ по себѣ не можетъ на долгій срокъ обезпечить производительность почвы, напротивъ, пуская, такъ сказать, въ быстрѣйшій оборотъ накопленный въ почвѣ капиталъ, онъ способствуетъ быстрѣйшему истощенію почвы. Поэтому устройство дренажа не только не исключаетъ примѣненіе улучшенныхъ приемовъ культуръ вообще (удобреніе, правильный сѣвооборотъ), а напротивъ дѣлаетъ его еще болѣе необходимымъ. Чѣмъ рациональнѣе ведется культура, тѣмъ выгоднѣе работаетъ затраченный на дренажахъ капиталъ.

3. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, а именно при почвахъ очень тяжелыхъ и плотныхъ благотѣльное дѣйствіе дренажа проявляется не сразу, а по истеченіи нѣсколькихъ лѣтъ, когда онъ успѣетъ воздѣйствовать на физическое строеніе почвы.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

	Стр.
Вступленіе	3
Глава I. Общія понятія о дренажѣ	4
Глава II. Изысканія	24
Глава III. Составленіе проэкта дренажной сѣти	46
Глава IV. Производство дренажныхъ работъ	95
Глава V. Фабрикація дренажныхъ трубъ	121
Глава VI. Стоимость дренажа и увеличеніе производи- тельныхъ почвъ, имъ достигаемое	150

ОТЪВЪРЖЕНИЕ

1. Общи понятия о явлении
 2. История
 3. Описание
 4. Причины
 5. Последствия
 6. Лечение
 7. Профилактика
 8. Заключение

Диаграмма I.

Площадей, осушаемых коллекторами разных диаметров при разных уклонах.

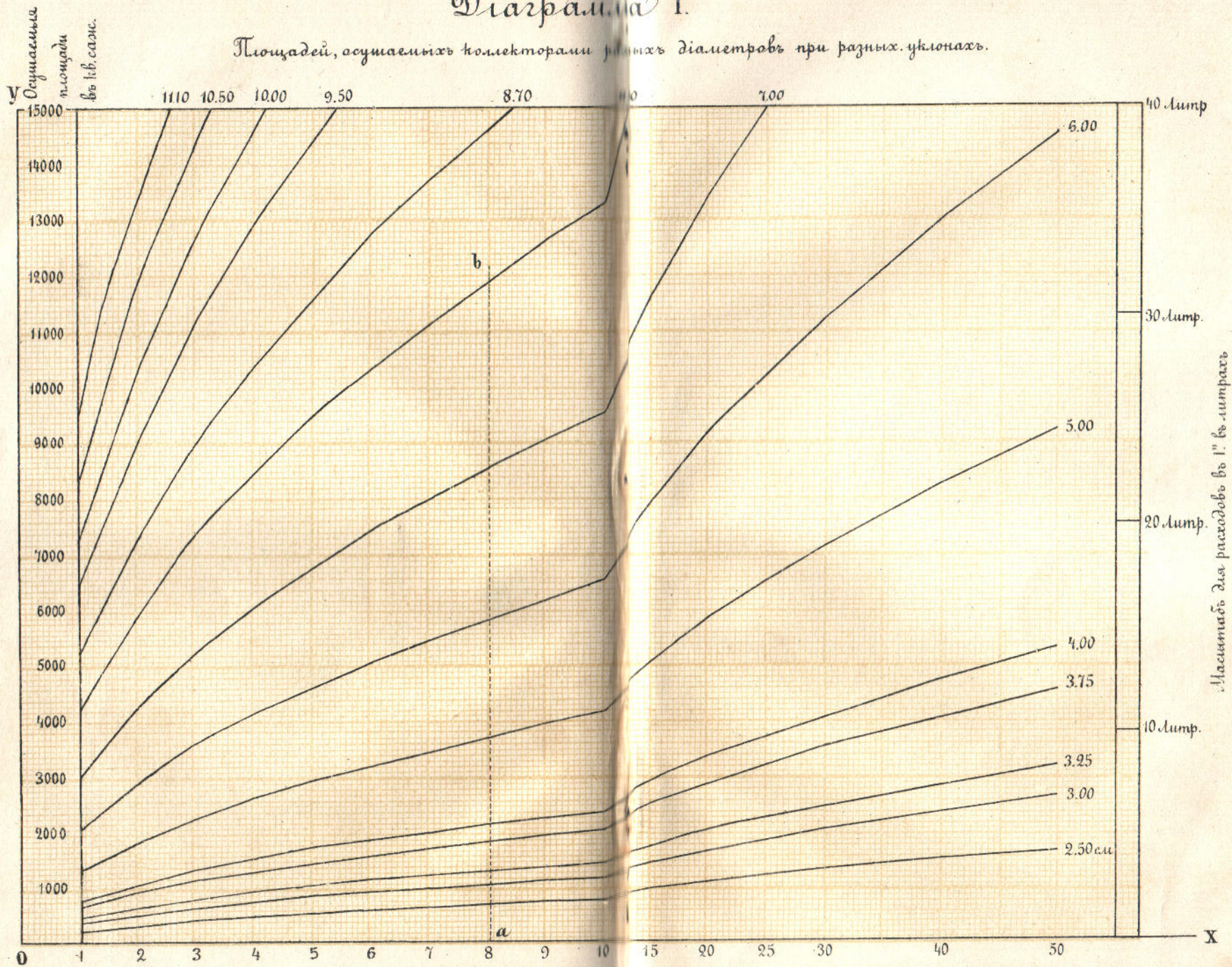
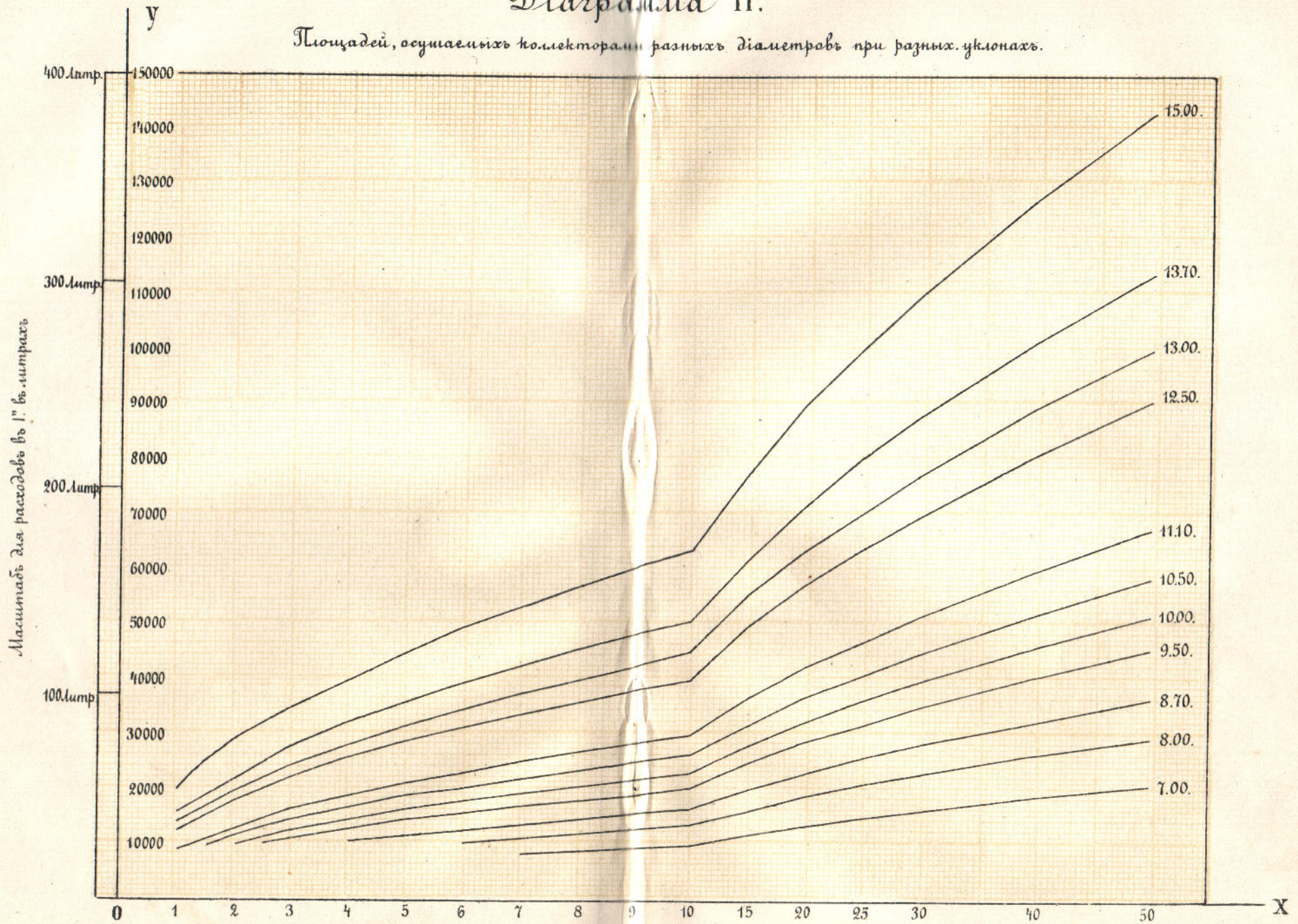
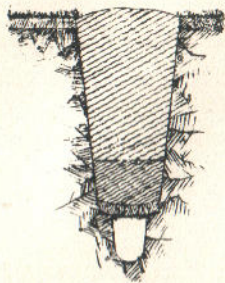


Диаграмма II.

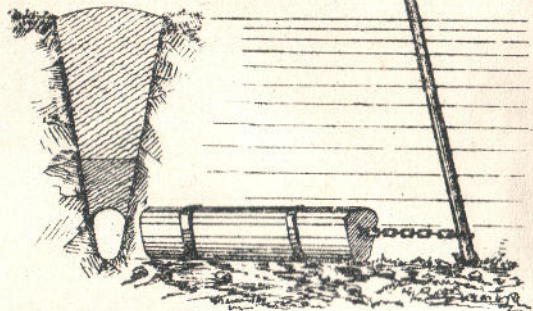
Площадей, осуммаемых коллекторами разных диаметров при разных уклонах.



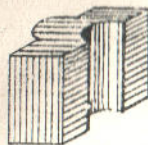
Чеп. 1



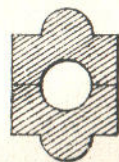
Чеп. 2



Чеп. 3



Чеп. 4



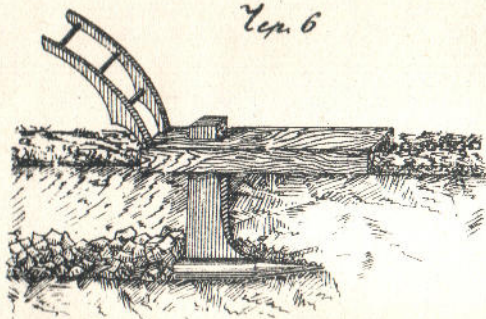
Чеп. 5



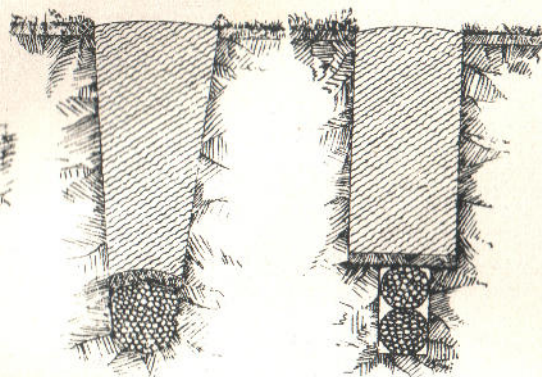
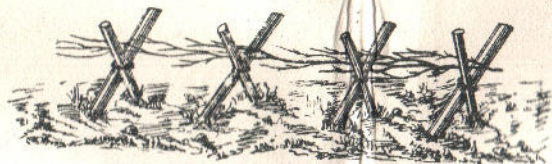
Чеп. 9

Чеп. 10

Чеп. 6



Чеп. 8



Чеп. 7



Чеп. 11.

Чеп. 12

Чеп. 13

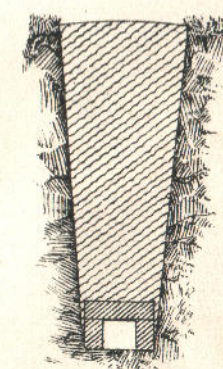
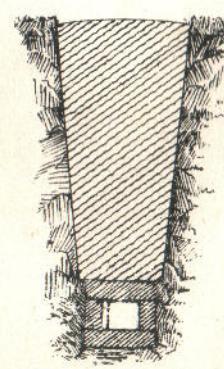
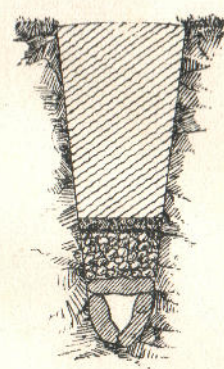
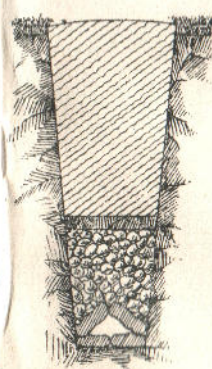
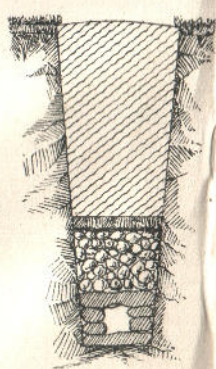
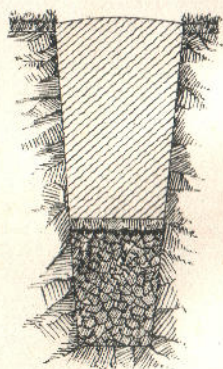
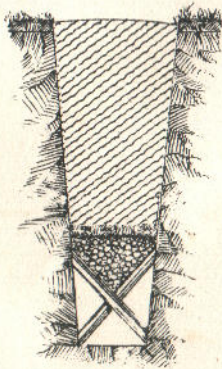
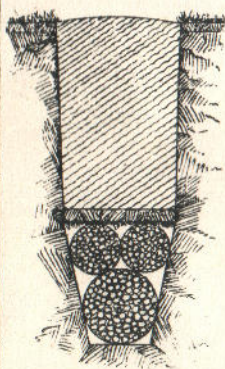
Чеп. 14

Чеп. 15

Чеп. 16

Чеп. 17

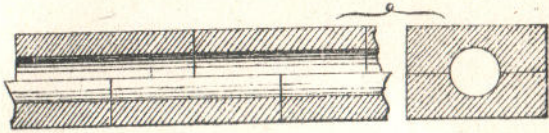
Чеп. 18



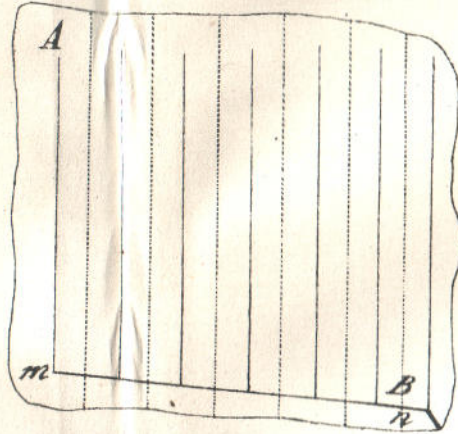
Чер. 19



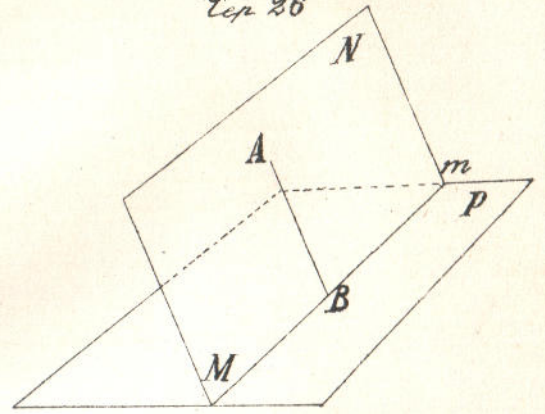
Чер. 20



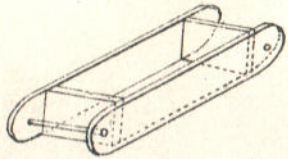
Чер. 24



Чер. 26



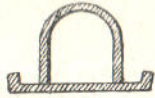
Чер. 21



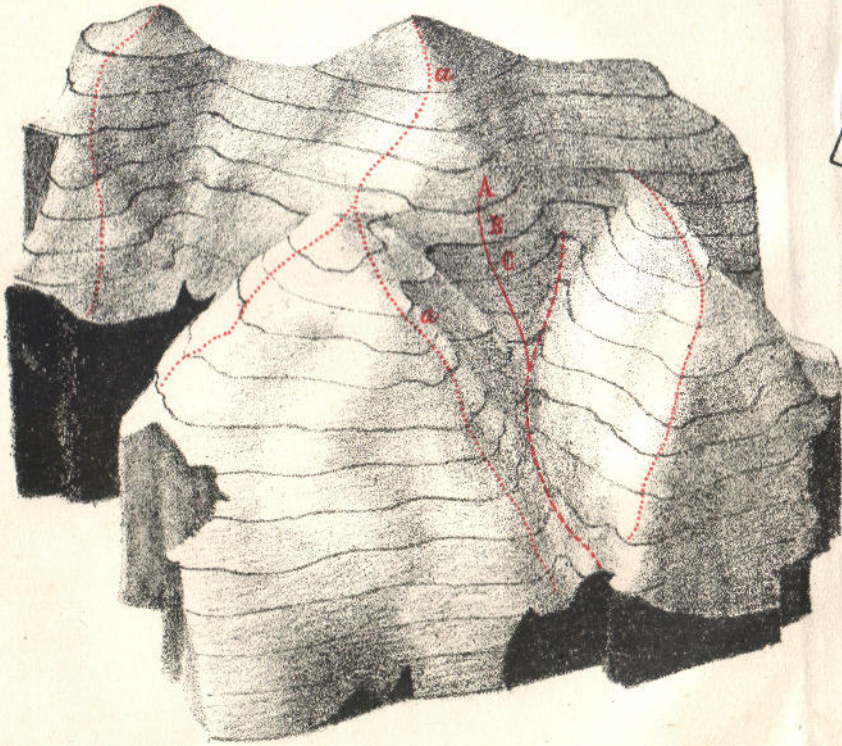
Чер. 22



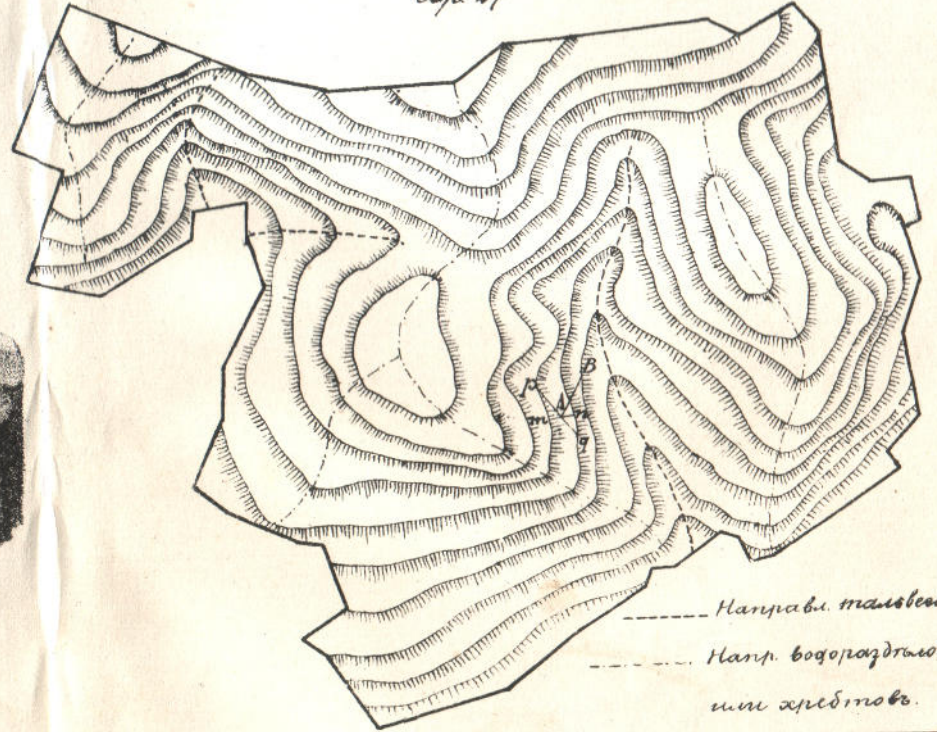
Чер. 23



Чер. 25

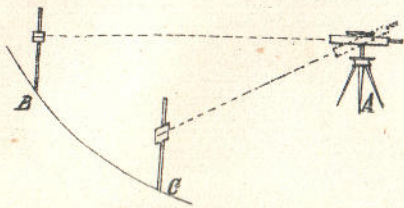


Чер. 27

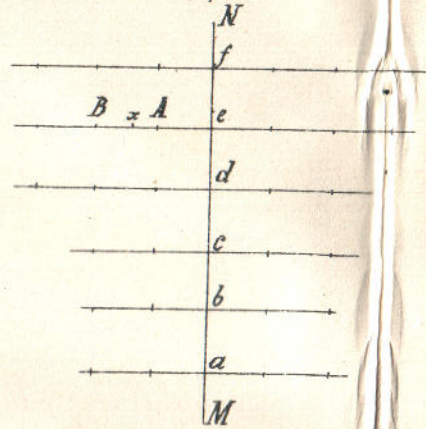


--- Направление талвегов
--- Направление водоразделов
или хребтов.

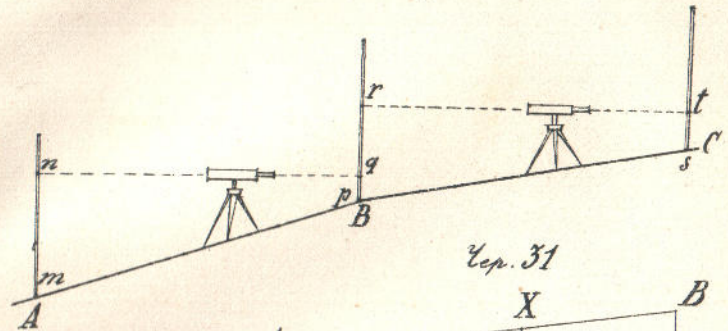
Чер. 28



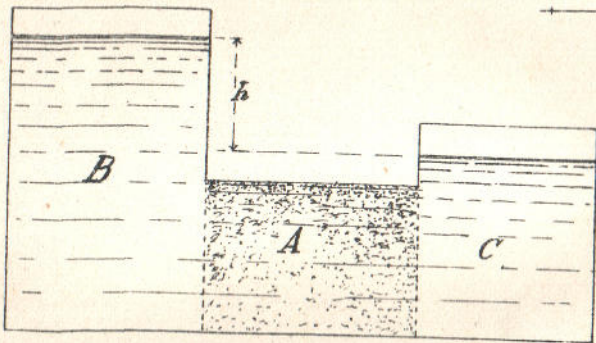
Чер. 29



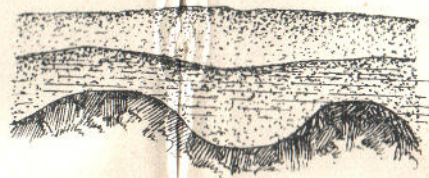
Чер. 30



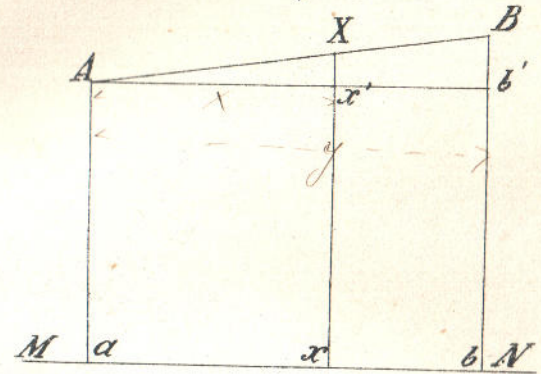
Чер. 33



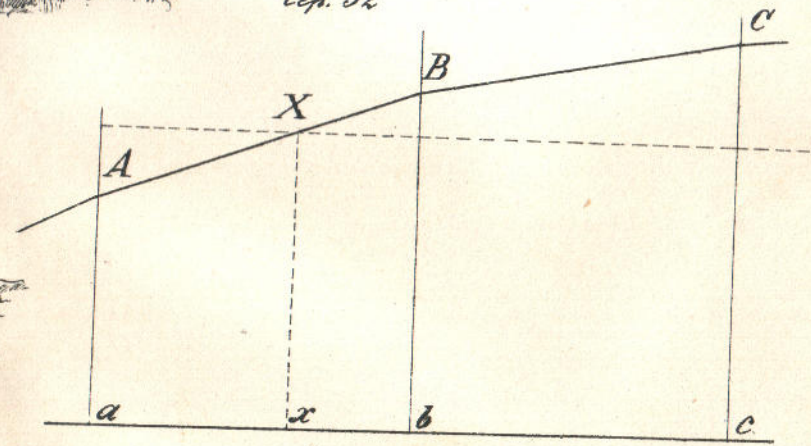
Чер. 35



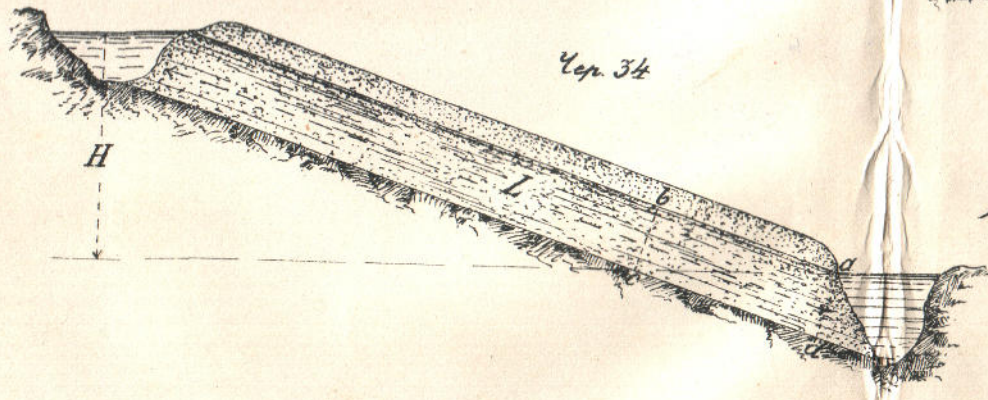
Чер. 31

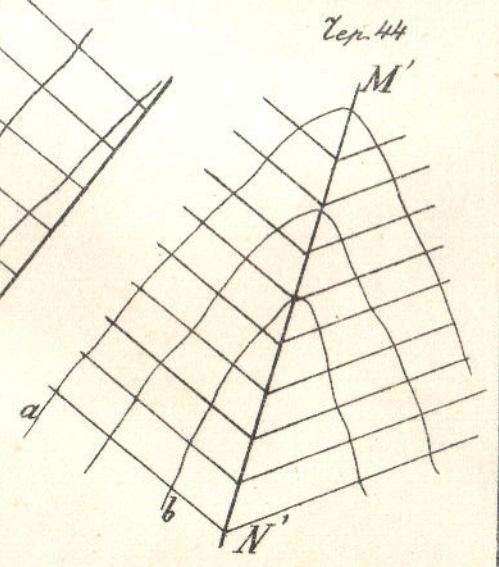
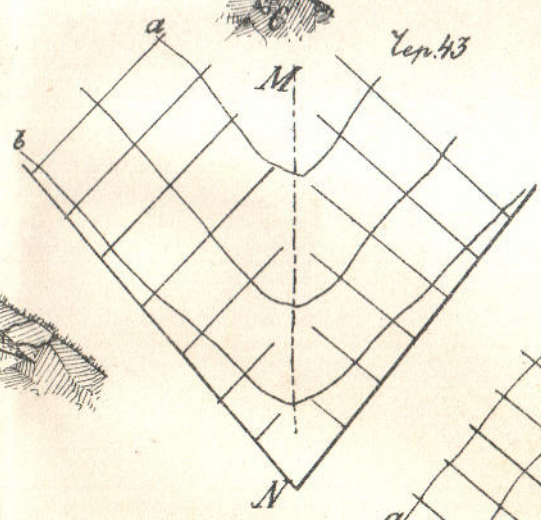
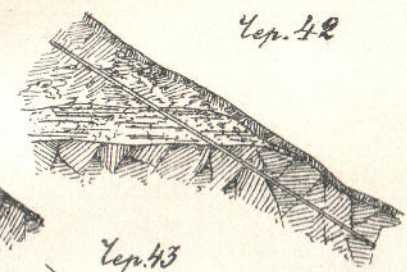
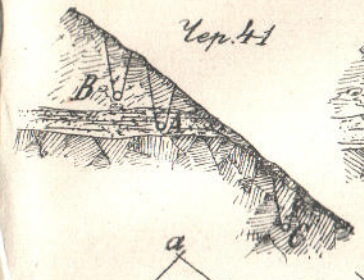
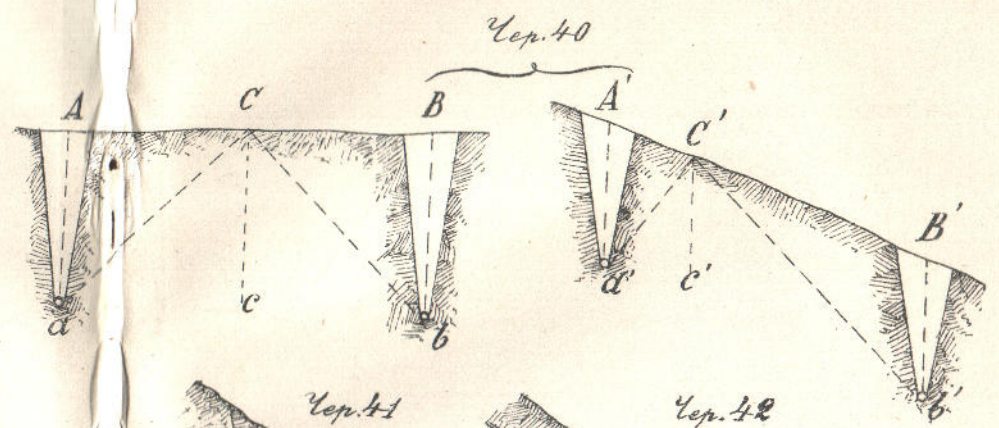
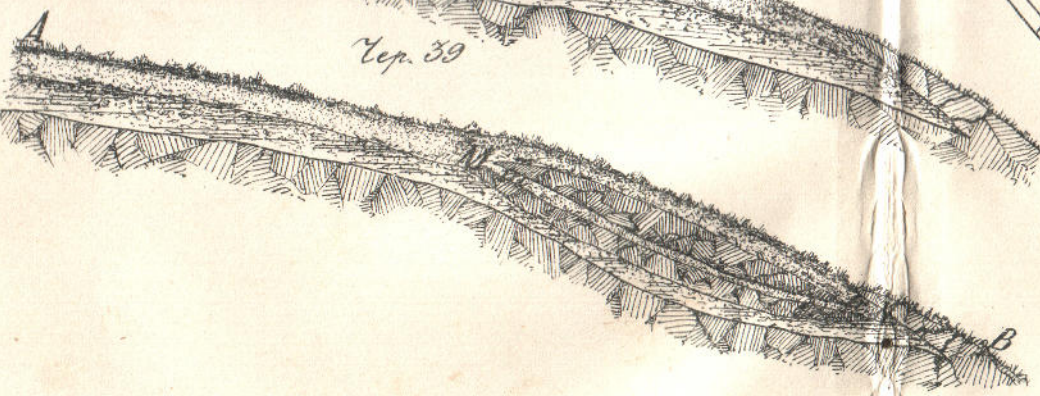
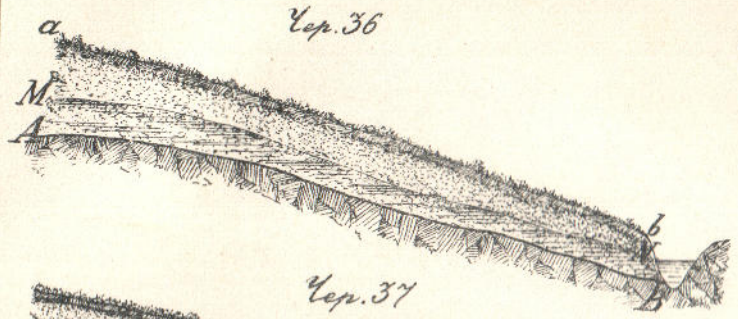


Чер. 32

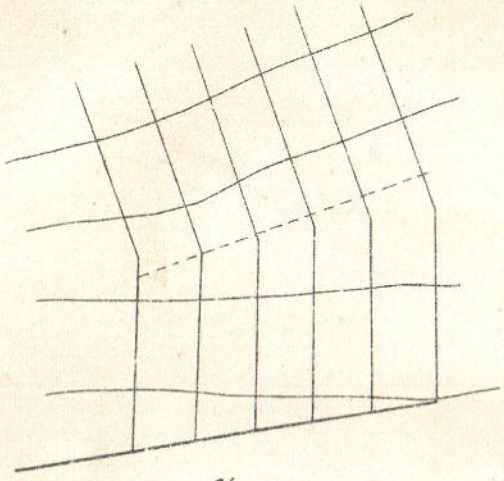


Чер. 34

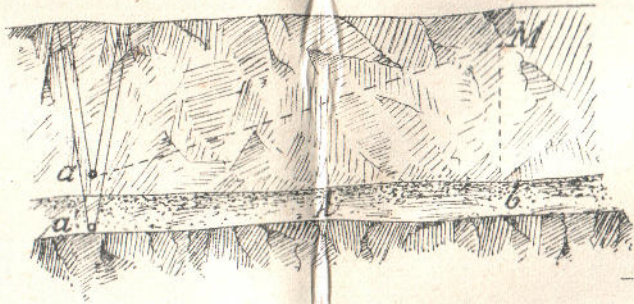




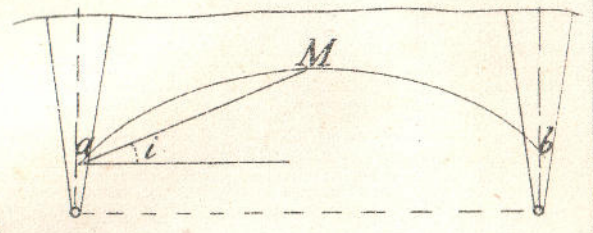
Чер. 45



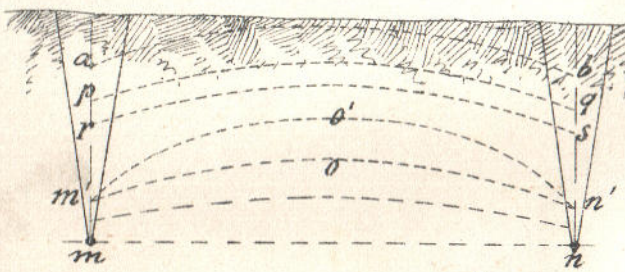
Чер. 47



Чер. 51



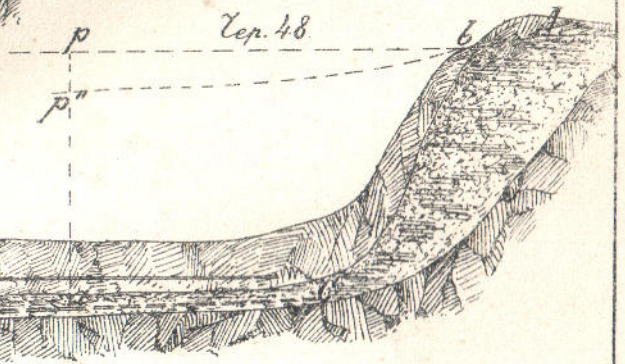
Чер. 46



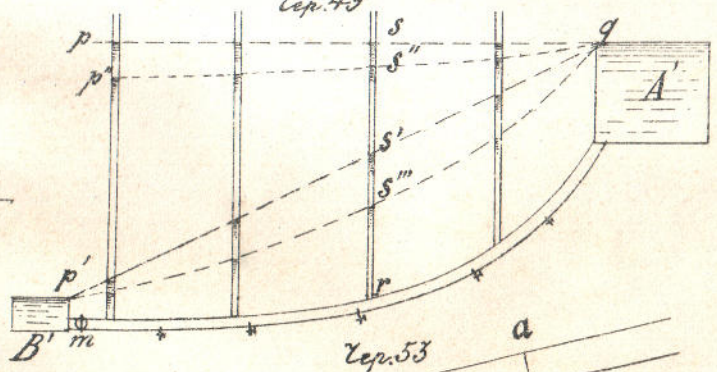
Чер. 50



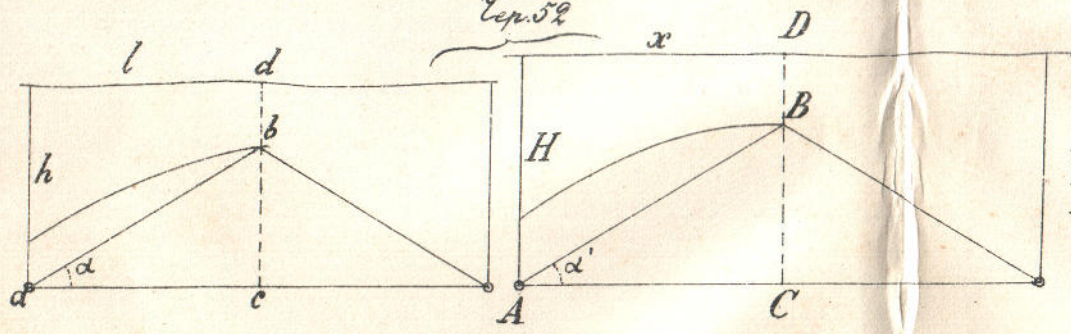
Чер. 48



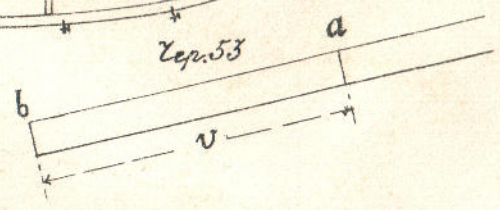
Чер. 49

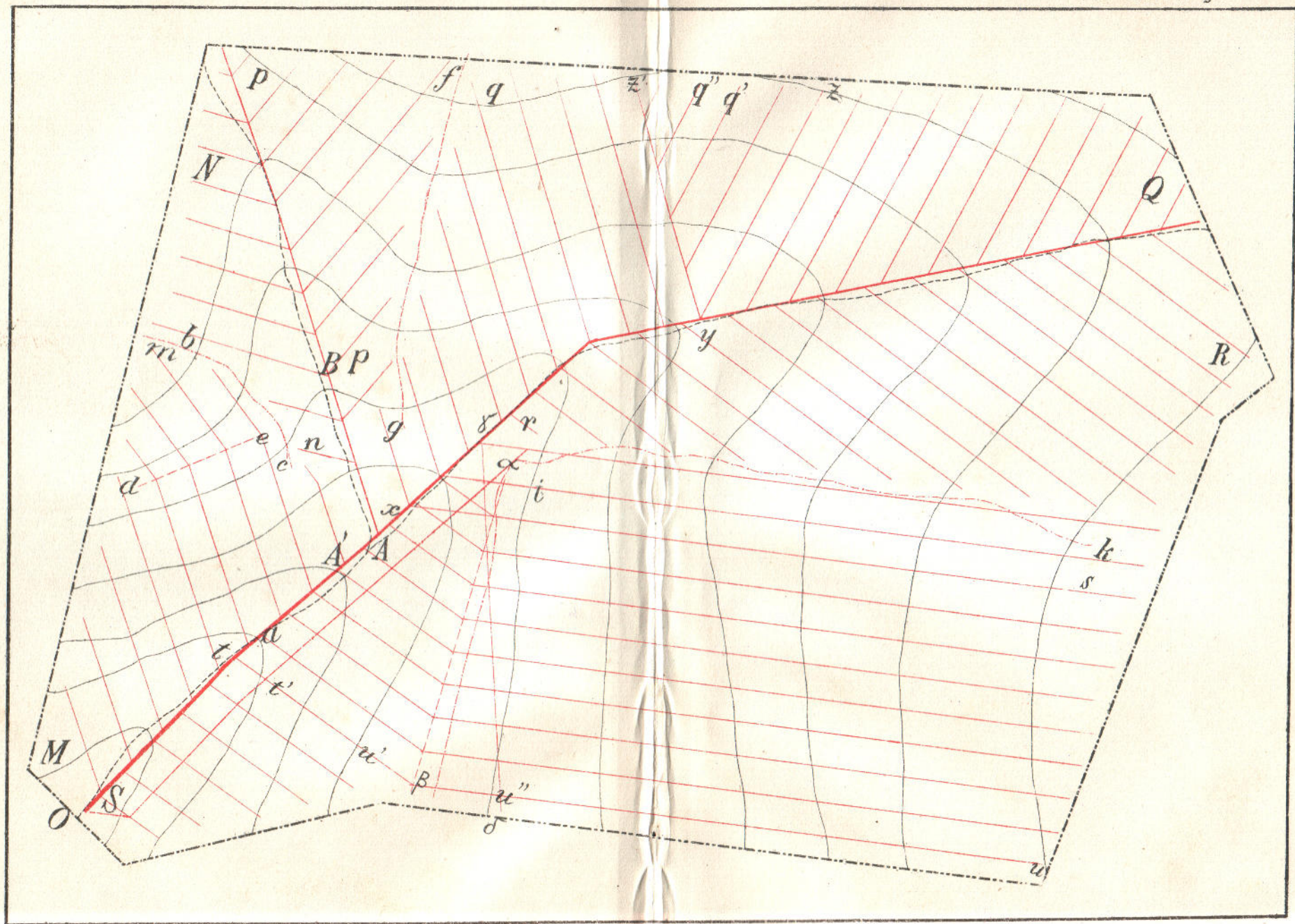


Чер. 52



Чер. 53

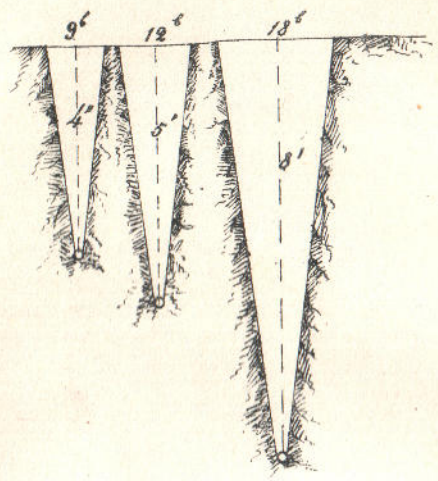




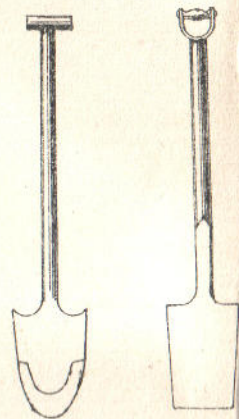
Чер. 54



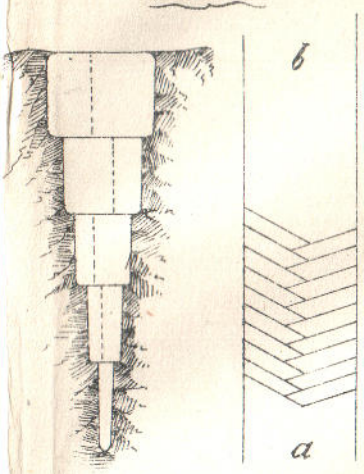
Чер. 55



Чер. 56



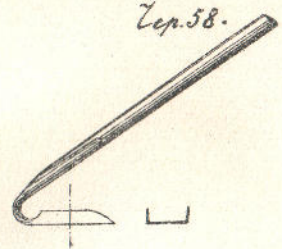
Чер. 57



Чер. 59



Чер. 58.



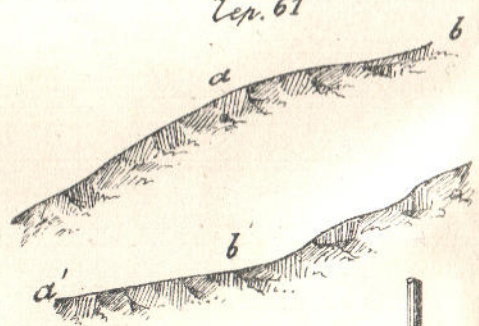
Чер. 63



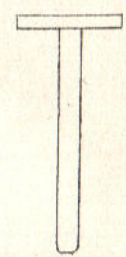
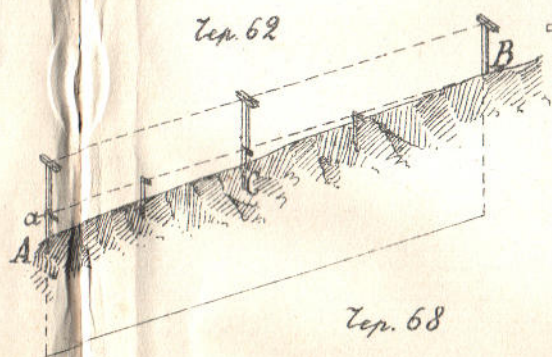
Чер. 60



Чер. 61



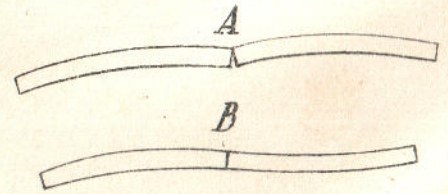
Чер. 62



Чер. 65



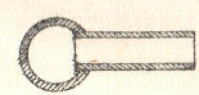
Чер. 66



Чер. 67



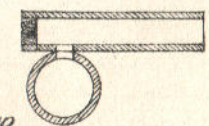
Чер. 68



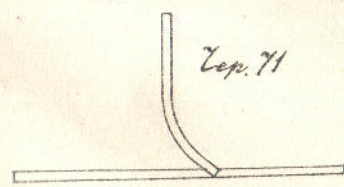
Чер. 69



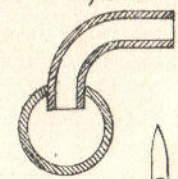
Чер. 70



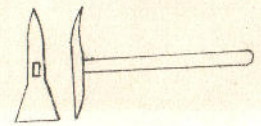
Чер. 71



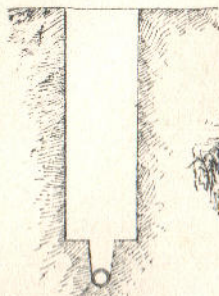
Чер. 72



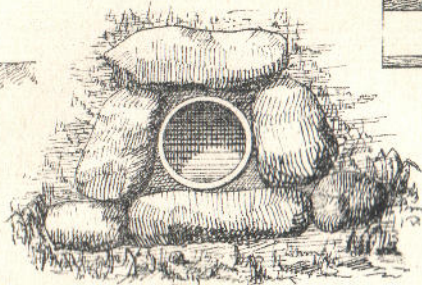
Чер. 73.



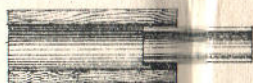
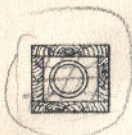
Чер. 74



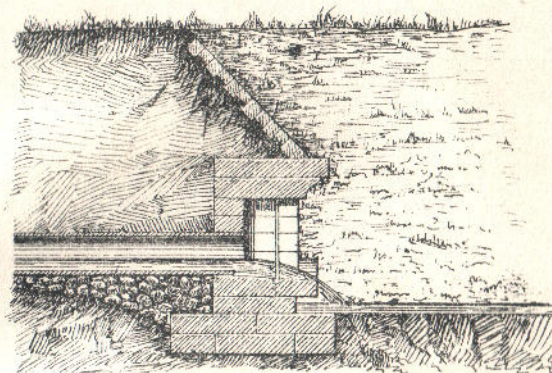
Чер. 75



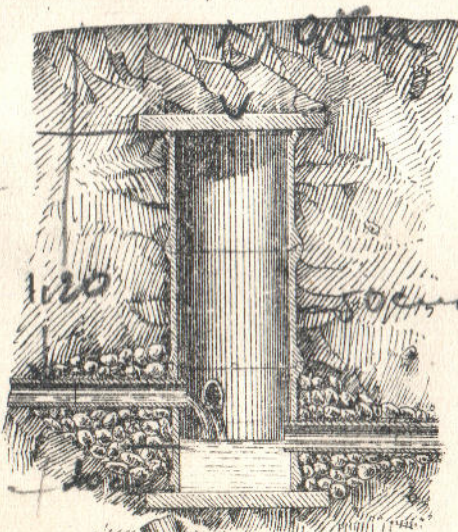
Чер. 76



Чер. 77



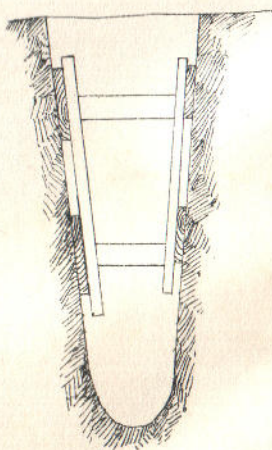
Чер. 78



Чер. 79



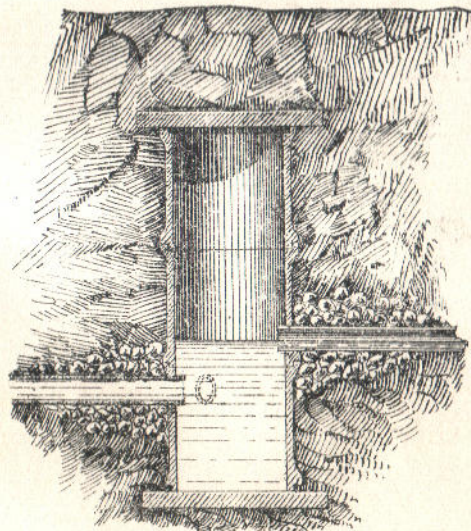
Чер. 80



Чер. 81

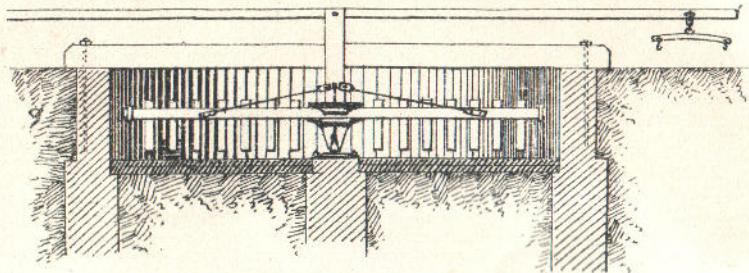


Чер. 82

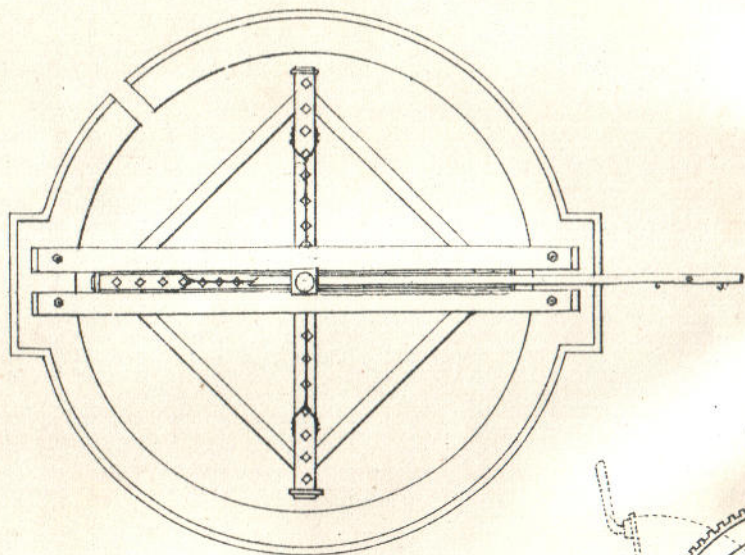


Чер. 83

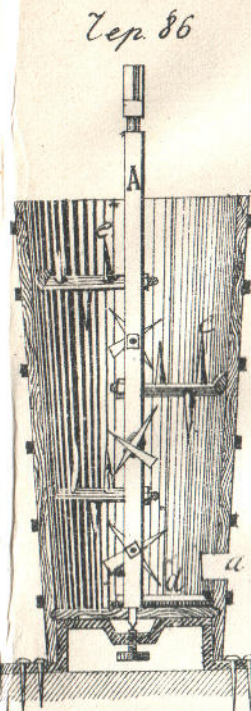
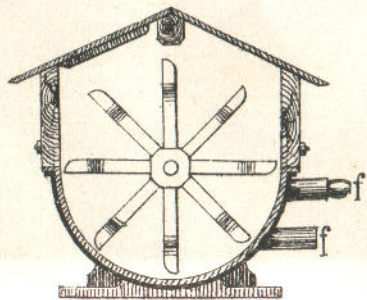




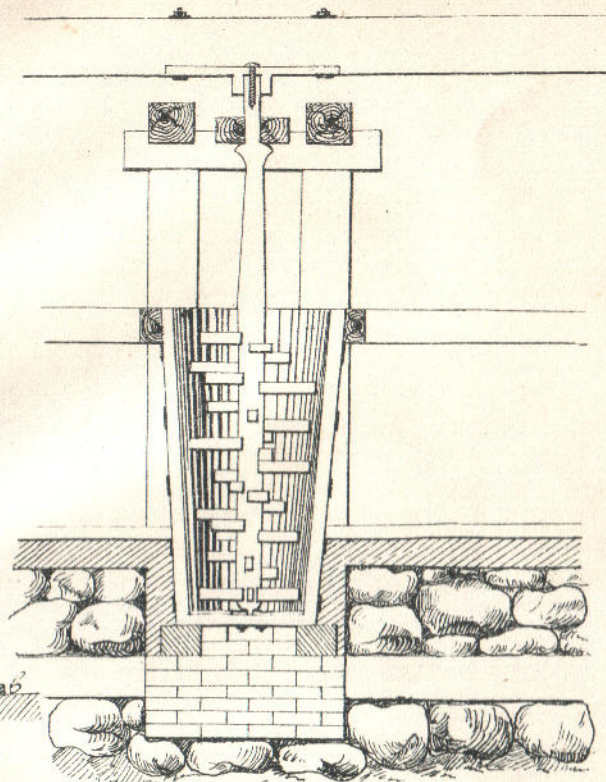
Чер. 85



Чер. 84

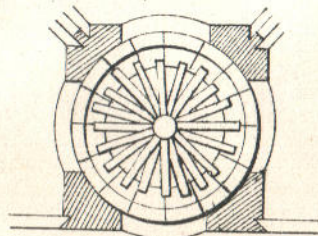
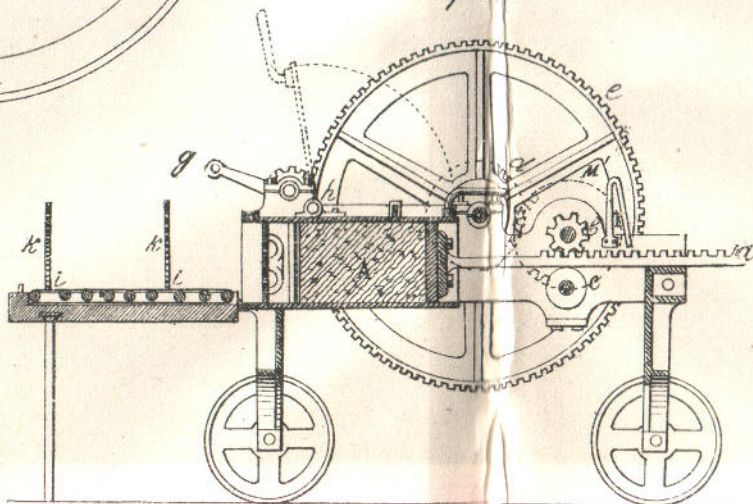


Чер. 86

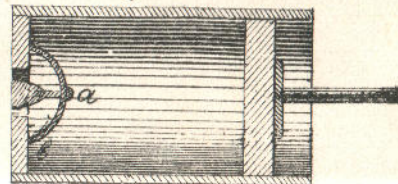


Чер. 87

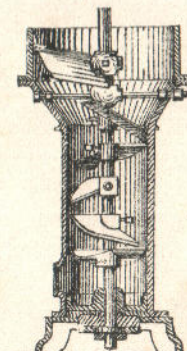
Чер. 90



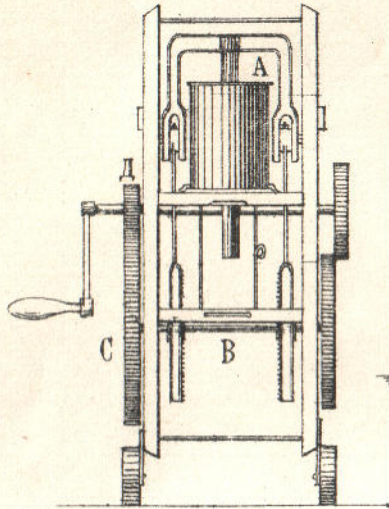
Чер. 89



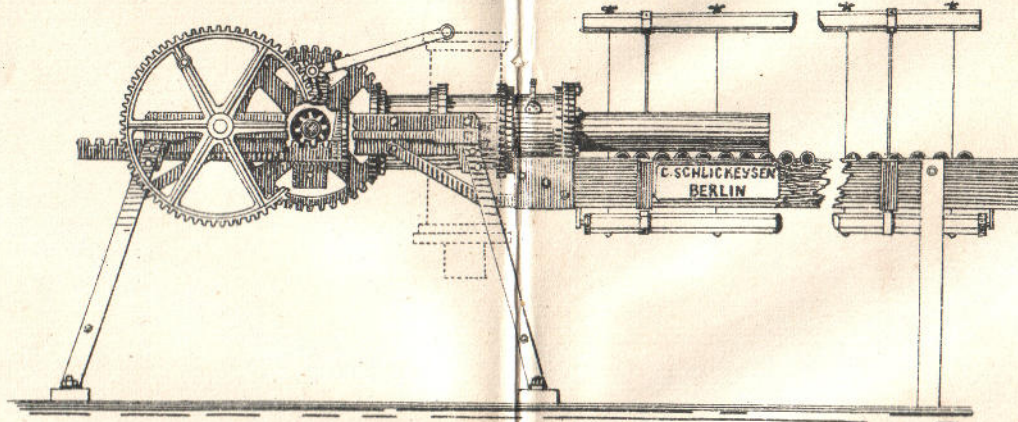
Чер. 88



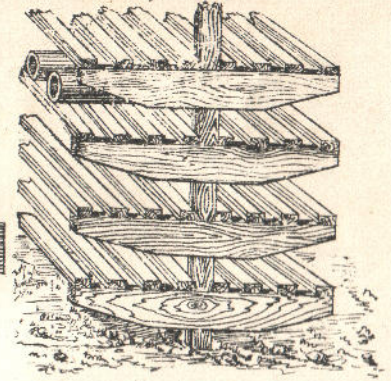
Чер. 91



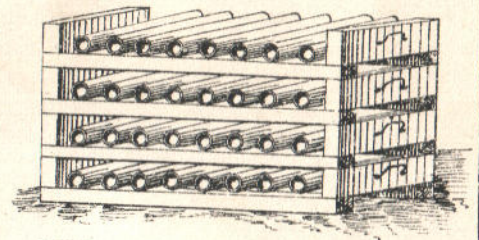
Чер. 92



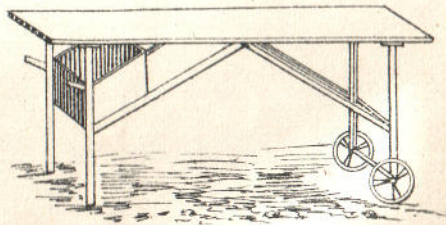
Чер. 97



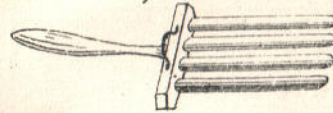
Чер. 98



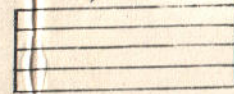
Чер. 99



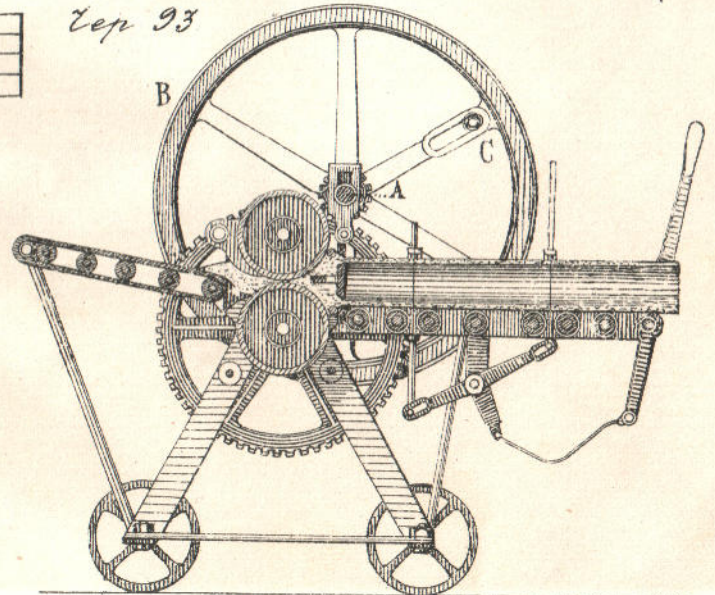
Чер. 96



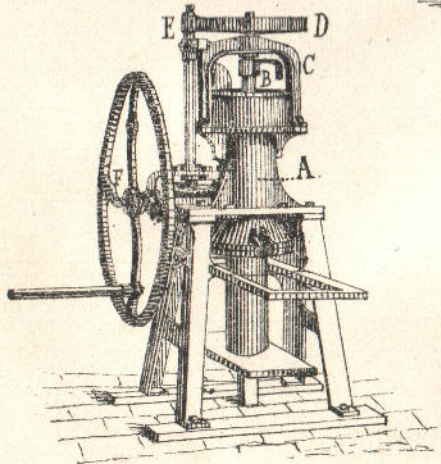
Чер. 990



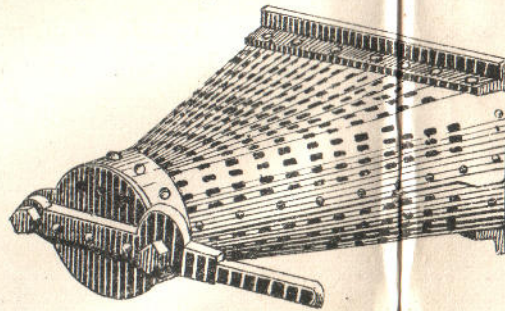
Чер. 93



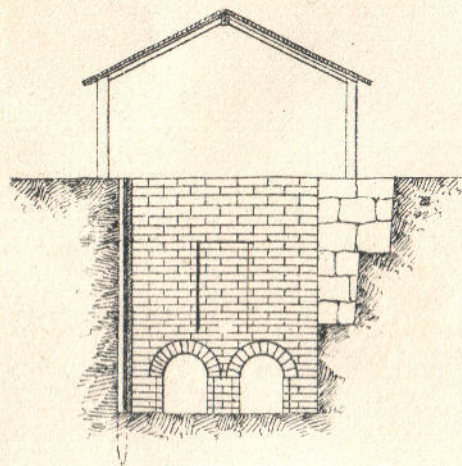
Чер. 94



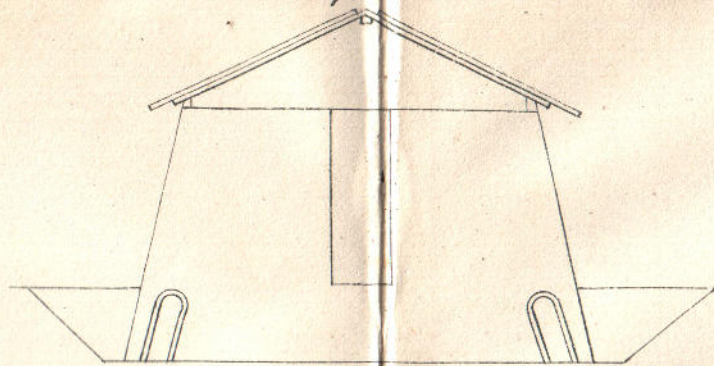
Чер. 95



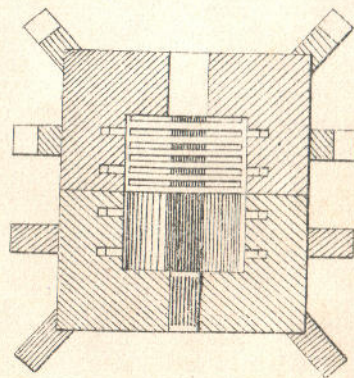
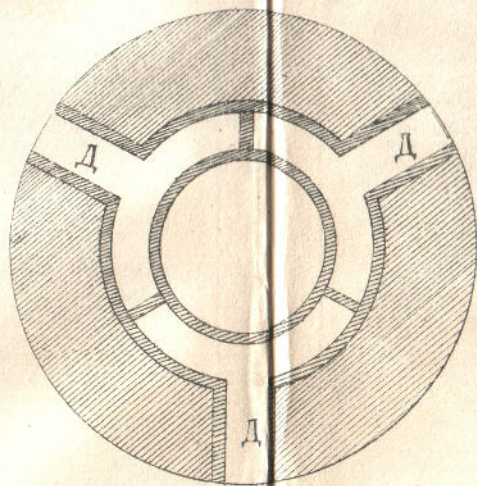
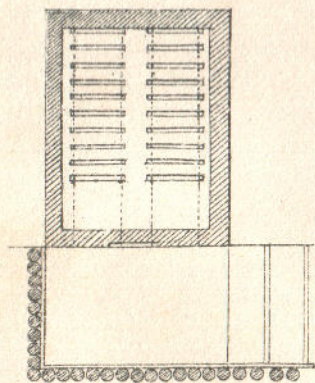
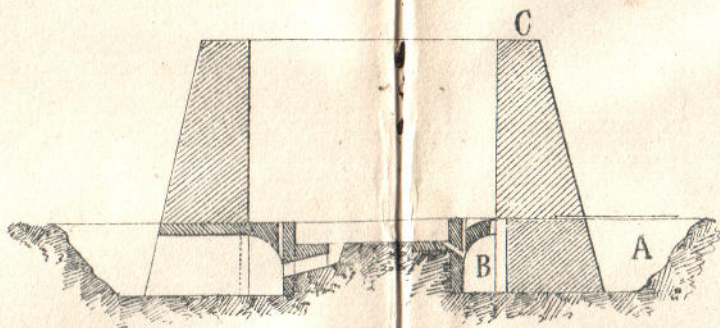
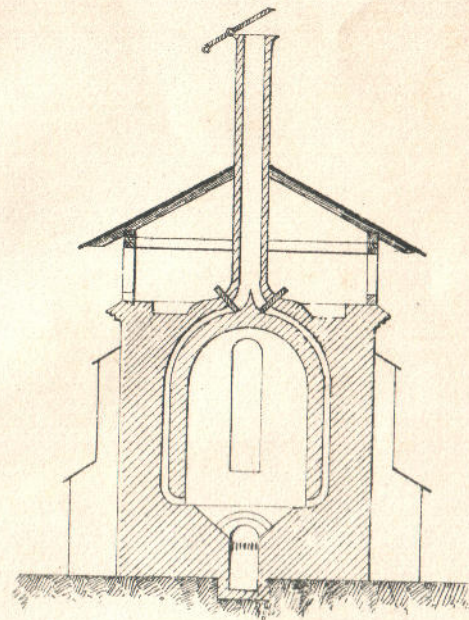
Чер. 100



Чер. 101



Чер. 102





18.50

Am

130



