

631.62
W-83



53101

5626

у 631.62
11-83



Г. Э. С. в. С.
ОТДЕЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

ОСУШЕНІЕ ПОЧВЫ ПОДЗЕМНЫМЪ ДРЕНАЖЕМЪ.

Проф. Шпётле (Spöttle).



Переводъ съ немецкаго язъ. Печатано въ типографіи Государственнаго университета въ Москвѣ.

Издатель: издательство *А. В. Дубина*.

ИЗДАНІЕ ВТОРОЕ



Ш 83

53101

W 204
П

У
631.62
Ш-83



С. У. З. и З.
ОТДѢЛЪ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УЛУЧШЕНІЙ.

ОСУШЕНІЕ ПОЧВЫ ПОДЗЕМНЫМЪ ДРЕНАЖЕМЪ.

Проф. Шпётле (Spöttle).

Перевель съ нѣмецкаго изъ „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“

Инженеръ-агрономъ **А. Д. Дубахъ.**

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.



Типо-литографія Т-ва И. Н. КУШНЕРЕВЪ и К^о. Пименовская ул., соб. д.
Москва — 1914.

с/а 5626

И. П. А. З.
ИЗДАНИЕ
488

Проверено
1966 г.

ОТЪ ПЕРЕВОДЧИКА.

Настоящій трудъ представляетъ очень близкій къ оригиналу переводъ главы о подземномъ дренажѣ изъ серіи книгъ «Handbuch der Ingenieurwissenschaften».

Не пополняя собою крупнаго изъяна въ русскоѣ культуръ-технической литературѣ, выражающагося въ полномъ отсутствіи оригинальныхъ руководствъ по дренажу, предлагаемый переводъ все же можетъ служить, по мнѣнію переводчика, пособіемъ для прохожденія курса дренажныхъ работъ въ учебныхъ заведеніяхъ и для самаго исполненія этихъ работъ въ практикѣ, такъ какъ сравнительно очень малая распространенность дренажа въ Россіи не указала еще намъ особыхъ, рѣзко отличающихся отъ заграничныхъ, нормъ расчетовъ и приемовъ исполненія этихъ работъ.

Историческій обзоръ.

Многія неудобства при интенсивномъ сельскохозяйственномъ производствѣ, связанныя съ осушеніемъ земель открытыми канавами, уже давно вели къ попыткамъ замѣнить канавы закрытымъ отводомъ воды, посредствомъ укладыванія на дно вырытыхъ канавъ водопропускающихъ матеріаловъ и засыпанія ихъ снова землею. Осушеніе сырыхъ участковъ этимъ способомъ и называютъ въ настоящее время подземнымъ дренажемъ, или просто дренажемъ. Уже Колумелла (I-ое ст. по Р. X.) различаетъ въ своемъ трудѣ «De re rustica» II, 2, 9, открытыя и закрытыя канавы, изъ которыхъ закрытыя изливаются въ открытыя. Затѣмъ, онъ говоритъ тамъ объ укладываніи въ канавы, 3 ф. глубиною, мелкихъ камней или голаго хряща, а въ случаѣ недостатка ихъ свитыхъ, какъ канатъ, покрытыхъ шинами и листьями прутьевъ, которые вынутаю изъ канавы землею снова засыпаются до поверхности почвы. Также Палладій (IV ст.) даетъ описаніе работъ, которыя производятся для осушенія земли; пасторъ Secchi нашелъ въ Алатріи полное дренажное сооруженіе римлянъ.

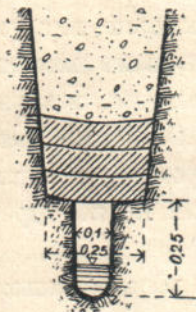
Примѣненіе дренажа было забыто въ средніе вѣка и только въ срединѣ 17 вѣка встрѣчаются первые слѣды систематическаго дренажа въ Англіи, гдѣ этотъ способъ осушенія и получилъ свое названіе. Іосифъ Элкінгтонъ, фермеръ въ Варвикширѣ, въ 1764 году первый произвелъ большой дренажъ. Однако значительное распространеніе эта система осушенія получила въ Англіи впервые въ тридцатыхъ годахъ 19-го столѣтія, когда были сдѣланы и удались первыя попытки примѣненія гончарныхъ трубъ, и когда, послѣ поднятія охранительной пошлины на хлѣба (1864), правительство содѣйствовало распространенію дренажа разрѣшеніемъ выдачи ссудъ изъ Государственнаго Казначейства. Особенное развитіе получило распространеніе дренажныхъ трубъ послѣ изобрѣтенія для ихъ приготовленія пресса и другихъ цѣлесообразныхъ инструментовъ,

ибо только тогда трубы и земляные работы сдѣлались относительно дешевыми. На всемирной выставкѣ въ Лондонѣ (1851 г.) этотъ новый способ осушенія изучили и иностранцы и съ того времени онъ быстро распространился въ Бельгiи, Франціи, Германіи и Австріи, гдѣ онъ теперь признается и цѣнится вообще, какъ важное культурное средство для улучшенія тяжелыхъ почвъ.

Устройство подземнаго стока воды (дренажной линіи).

Подземный отводъ воды можетъ быть достигнутъ двояко: сохраненіемъ свободной земляной полости при обратной засыпкѣ дренажныхъ канавъ (такъ назыв. земляной дренажъ) и укладкой на дно канавъ специальныхъ водопроводящихъ матеріаловъ съ послѣдующей засыпкой ихъ вынутой изъ канавы землей.

а) Дренажъ посредствомъ сохраненія свободной подземной полости на днѣ канавъ можетъ быть примѣненъ съ надеждою на продолжительное дѣйствіе только тамъ, гдѣ имѣется очень связная почва, т.-е. тяжелая глина или слежавшійся волокнистый торфъ.



Сдѣланныя въ глинѣ, до введенія дренажныхъ трубъ, земляныя дрены (рис. 1) въ Англии, несмотря на ихъ мелкое залеганіе (70 см.), не сохранились, потому что полости смыкались при сильномъ притокѣ воды. Въ очень тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ земляныя дрены могутъ устраиваться помощію фасоннаго дерева, вокругъ котораго утрамбовывается вынутый изъ канавы грунтъ.

Въ связныхъ, волокнистыхъ болотистыхъ почвахъ устроенныя полости могутъ сохраняться гораздо дольше, если вмѣсто дерна покрывать ихъ хорошо высушенными кусками торфа. Устье подобныхъ торфяныхъ дренъ должно быть защищено отъ поврежденій посредствомъ устройства деревянныхъ трубъ (на 1—1,5 метр.). Впрочемъ, въ послѣднее время подобныя земляныя дрены съ успѣхомъ устраиваются и на болотахъ безъ особаго покрытія. Въ рабочей колоніи Freistatt bei Varrel (пров. Ганноверъ) уже въ теченіе многихъ лѣтъ земляныя дрены на высокихъ болотистыхъ почвахъ устраивались простымъ смыканіемъ верхней части откосовъ канавъ, какъ это понятно изъ рисунковъ 2—5.

Копается сначала канава А, глубиною 20—50 сантиметров, шириною 90 сант.; въ срединѣ ея вырѣзается вторая, узкая канава В, 30 см. ширины и 80 см. глубины; вертикальные откосы

Рис. 2.

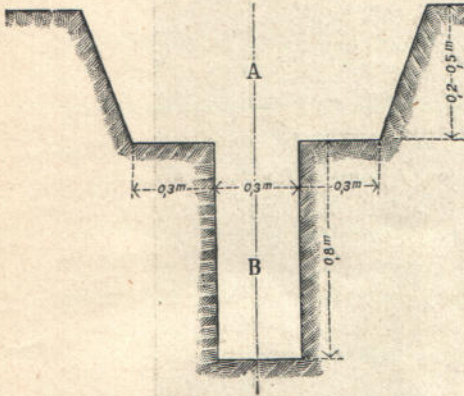
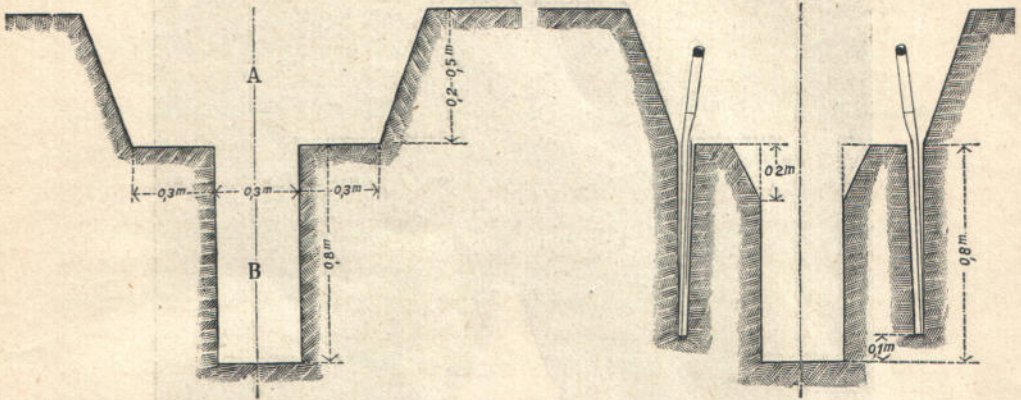


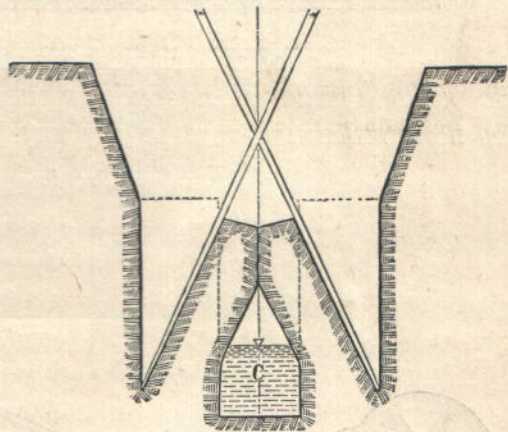
Рис. 3.



ея, на разстояніи 30 см. отъ края вертикально прорѣзываются и затѣмъ сдвигаются вмѣстѣ такъ, что между ними образуется полое пространство С.

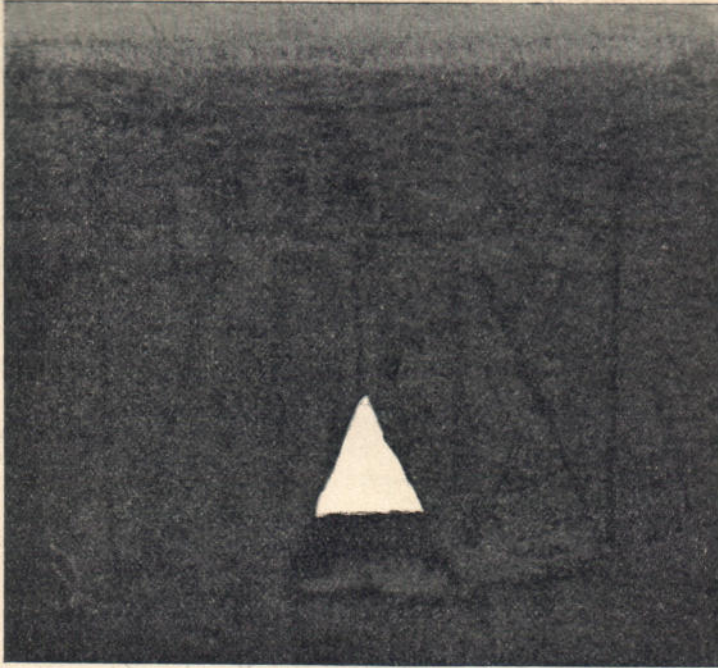
Устроенныя такимъ образомъ даже вовсе безъ продольнаго уклона дна линіи осушительныхъ дренажъ выводятся по одиночкѣ въ открытыя каналы. Преимущества этого способа дренажа, который, разумѣется, можно примѣнять только въ соотвѣтственно связномъ, прочномъ торфѣ, составляютъ дешевизна и отсутствіе всякой перевозки матеріаловъ, которая на вновь культивируемыхъ болотахъ всегда связана съ трудностями.

Рис. 4.



Полости земляного дренажа пытались дѣлать также помощію специально сконструированныхъ дренажныхъ плуговъ, которые на особо прочной стойкѣ несутъ ножевидный рѣзецъ, на нижнемъ концѣ котораго имѣется заостренный цилиндрическій подрѣзь (рис. 6). Эти плуги приводятся въ движеніе нѣсколькими парами лошадей

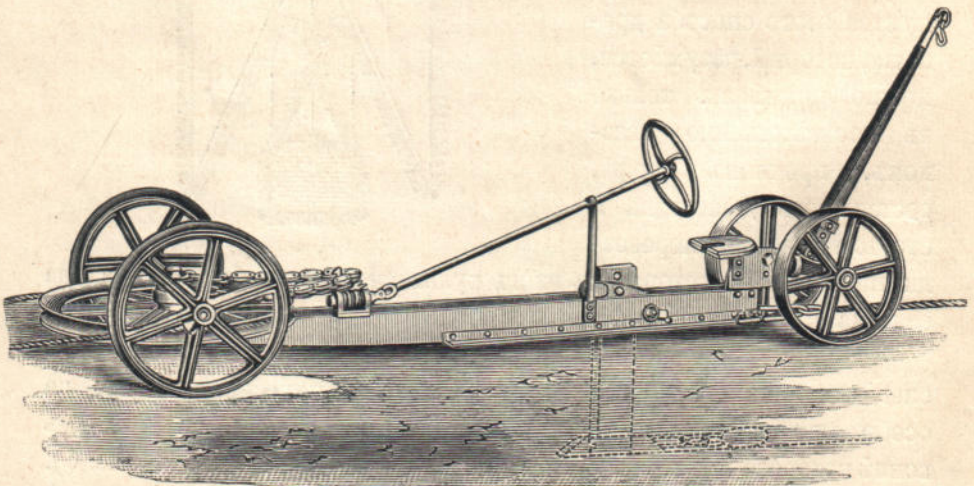
Рис. 5.



Дренажная полость въ моховомъ торфяникѣ.

или локомотивами. Пользованіе дренажными плугами, вслѣдствіе ихъ незначительнаго хода въ глубину (50—60 см.), можетъ удо-

Рис. 6.



Паровой дренажный плугъ Фовлера.

влетворять только тамъ, гдѣ по свойствамъ грунта нежелательно глубокое осушеніе. Только паровой дренажный плугъ Фовлера при благоприятныхъ условіяхъ прокладываетъ свой ходъ, около 75 мм. ширины, на глубинѣ 70—90 сант. Такъ какъ, кромѣ того, эти искусственно сдѣланные кротовые ходы могутъ сохраняться только относительно короткое время, то дренажный плугъ, не принимая даже во вниманіе мѣстныхъ затрудненій, во всякомъ случаѣ не можетъ входить въ соображеніе при устройствѣ основательнаго и продолжительно дѣйствующаго дренажнаго осушенія. Этимъ, однако, не слѣдуетъ вообще умалить благоприятнаго дѣйствія паровыхъ дренажныхъ плуговъ, которое гораздо болѣе выражается въ основательномъ провѣтриваніи и измельченіи глубоко лежащихъ слоевъ почвы, чѣмъ собственно въ осушеніи.

в) Для устройства на днѣ канавъ водопроводящаго слоя примѣняются: камни, дерево (торфъ) и трубы.

Каменные дрены. Древнѣйшій способъ дренажа, какъ уже упоминалось, состоялъ въ укладкѣ въ вырытыя канавы камней и фашинь и въ засыпкѣ ихъ, затѣмъ, ранѣ вынутой землей. Для устройства каменнаго дренажа могутъ служить какъ обломки камней (хрящъ, галька) (рис. 7), такъ и плоскіе камни (плиты) (рис. 8—10). Ихъ дѣйствіе, въ зависимости отъ конструкции, весьма различно. Такъ какъ этотъ способъ во всѣхъ случаяхъ вызываетъ много земляныхъ работъ и требуетъ большого количества камней, то каменные дрены примѣняются вообще только

Рис. 10.

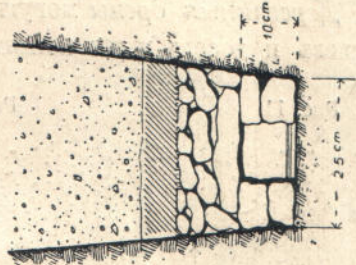


Рис. 9.

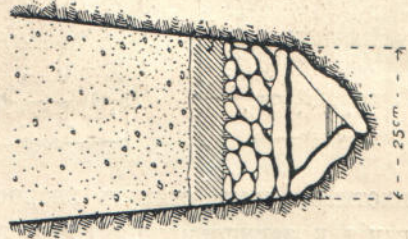


Рис. 8.

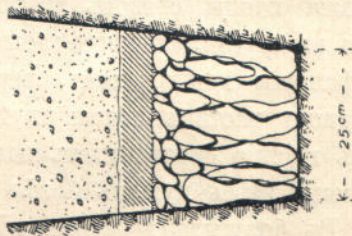
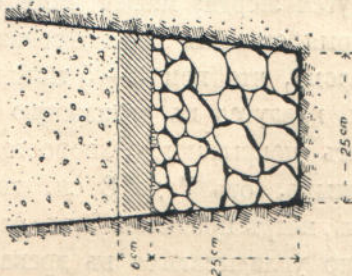


Рис. 7.



для небольших осушительных систем, при каптажѣ ключей и тамъ, гдѣ каменный матеріалъ находится въ достаточномъ количествѣ и непосредственной близости. Кромѣ того, каменные дрены могутъ имѣть примѣненіе въ тѣхъ случаяхъ, когда малые уклоны не допускаютъ устройства трубчатого дренажа. Въ послѣднемъ случаѣ выбирается, понятно, конструкція съ возможно большимъ полезнымъ поперечнымъ сѣченіемъ (рис. 9 и 10), ибо таковое наиболѣе обезпечено отъ засоренія.

Деревянные дрены могутъ быть сдѣланы изъ хвороста, жердей, брусевъ и досокъ и изъ комбинаціи этихъ матеріаловъ. Смотря по количеству отводимой воды,

Рис. 11.

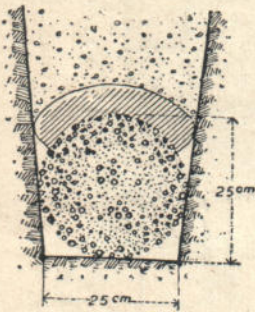
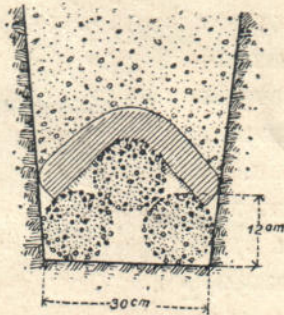


Рис. 12.



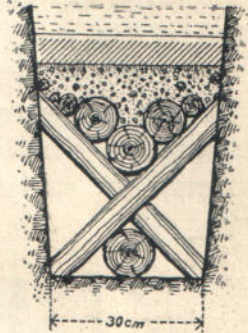
въ дренажную канаву кладется одна большая связка хвороста (рис. 11) или нѣсколько малыхъ связокъ (рис. 12). При этомъ, конечно, не слѣдуетъ скупиться употреблять здоровые, возможно длинные, очищенные отъ листьевъ и молодые сучья. Чѣмъ

плотнѣе будетъ стянуть хворостъ, тѣмъ меньшая опасность запыливанія и закупориванія дренъ землею. При устройствѣ фашиннаго дренажа концы связокъ хвороста должны быть хорошо вдвинуты одинъ въ другой, а передъ засышкой канавъ землею слѣдуетъ класть на фашины дернъ, мохъ, верескъ и т. д., чтобы предотвратить попаданіе частицъ почвы внутрь фашинъ. При устьѣ фашинныхъ дренъ гніеніе дерева идетъ наиболѣе быстро, почему ремонтъ сооруженія здѣсь нуженъ болѣе частый.

Въ богатыхъ деревьямъ мѣстахъ вмѣсто фашинъ вдоль канавы кладутся жерди; между ними остаются небольшія пустоты, черезъ которыя стекаетъ вода. Дренажъ изъ жердей устраивается такимъ образомъ, что или 3—5 тычинъ, на которыхъ оставляются короткіе суки, кладутся въ дренажную канаву рядомъ и другъ на друга, а затѣмъ покрываются хворостомъ и дерномъ, или 4—6 возможно длинныхъ, отъ 7 до 8 см. толщины тычинъ связываются черезъ одинъ метръ проволокой въ связку толщиной 20—25 сант. и тщательно укладываются въ дренажную канаву, начиная сверху; при

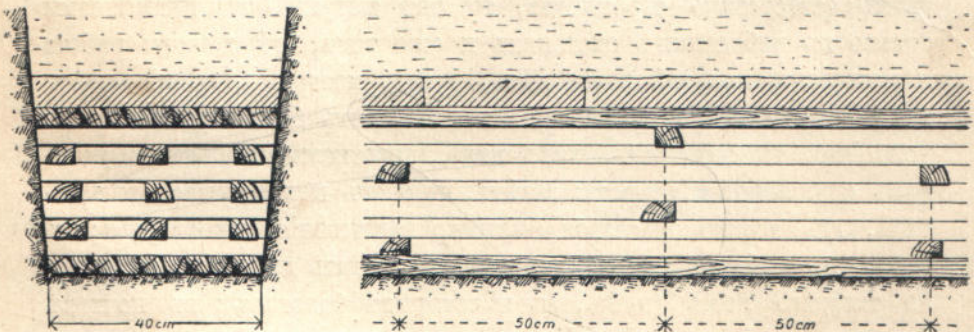
этомъ особенно слѣдуетъ обращать вниманіе на прочное соединеніе связокъ, раздвигая ихъ концы и насаживая] на общій шестъ. На связки жердей кладутся перевернутые куски дерна, чтобы устранить попаданіе земли при заполненіи канавы. Гдѣ, при примѣненіи жердевого дренажа тычинами, желательнo достигнуть большаго полаго пространства, или гдѣ имѣется особенная опасность заплыванія или опусканія, какъ, напр., въ топкихъ болотахъ, тамъ рекомендуется примѣненіе конструкции, изображенной на рис. 13. Въ канаву, шириною около 30 см., надъ уложенной посрединѣ большой жердью вставляются крестообразно, на разстояніи 70—100 сант. другъ отъ друга деревянныя кольца, 50—70 см. длины, такъ, чтобы они сидѣли на жерди и тѣмъ предохранялись бы отъ нагруженія въ топкій грунтъ. На эти деревянныя кресты кладутся 3—4 жерди, которыя воспринимаютъ вѣсь лежащей сверху земли. Промежуточные полости заполняются сучьями и хворостомъ, а наверхъ кладется слой дерна.

Рис. 13.



На богатыхъ древеснымъ матеріаломъ болотахъ можетъ быть рекомендовано примѣненіе дренажа полѣвными (Knüppelholzdrainage). Подъ полѣвными здѣсь подразумѣвается сортъ деревяннаго матеріала 0,8—1 метра длины и 6—8 сант. толщины. Три-четыре такихъ полѣвна связываются проволокой въ пачки, которыя укладываются

Рис. 14.



въ канавы другъ за другомъ, какъ дренажныя трубы. Эти связки также защищаются сверху дерновымъ покровомъ.

Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть еще о такъ называемомъ брусчатомъ дренажѣ (Lattendrainage) (рис. 14), при которомъ дре-

нажная канава выкладывается брусками вдоль и поперек так, что остаются достаточные для стока воды промежутки. Так как это брусчатое сооружение оказывает значительное сопротивление стоку и потому скорость течения воды по нему не может быть велика, то эта конструкция может применяться только там, где нет опасности занесения песком. Понятно, в распоряжении должны быть бруска дешевые и в достаточном количестве.

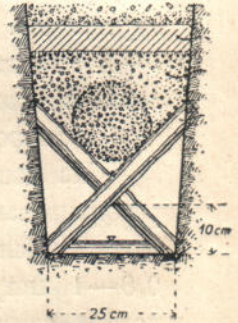
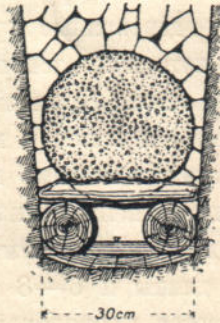
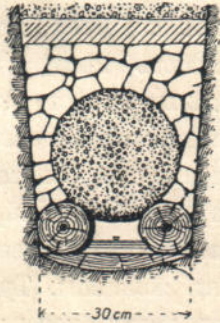
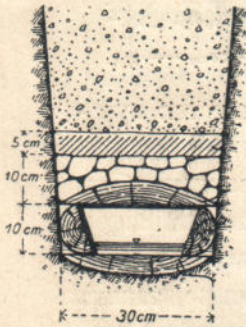
Сочетания упоминавшихся до сих пор материалов могут быть применимы, в зависимости от цели осушения и местных условий, весьма различным образом. Для осушения, напр., сползающих по откосам участков, зыбких или плавучих почв, где желательны большие поперечные сечения, употребляют с пользой конструкции, изображенные на рис. 15—18.

Рис. 15.

Рис. 16.

Рис. 17.

Рис. 18.



Так как работоспособность и долговечность деревянных дренажей естественно ограничена, то они могут быть применимы только в небольших системах и еще там, где дешева работа и материал, или где вовсе нет другого материала, кроме дерева; также там, где иной материал не может быть применен по условиям техническим, как напр., при незначительных уклонах осушаемой местности; затѣм, в очень мелкозернистых почвах, где можно опасаться быстрого заплывания линии труб; в слишком зыбких почвах, где нельзя создать для труб достаточно твердого ложа (напр., в некоторых болотах); в почвах богатых желѣзом, где слѣдует опасаться засорения пазов и заплывания линии труб. В связных, холодных глинистых почвах фашинный дренаж имѣет перед дренажем трубами преимущество лучшаго провѣтривания и болѣе быстрого согревания почвы.

Устройство фашинного дренажа еще возможно съ пользою при толщинѣ осушаемаго слоя земли въ 20—30 см. Кроме того, фашины весьма пригодны для укладыванія въ уже существующія старыя каналы, въ которыхъ погрузъ бы всякій другой матеріалъ.

Уже въ срединѣ прошлаго столѣтія пытались для устройства въ дренажныхъ канавахъ водопрводящаго слоя примѣнять *сухой торфъ*. Вблизи Gordon Castle герцогъ фонъ Ричмондъ устроилъ дренажныя линіи изъ слабо высушенныхъ кирпичей (рис. 19), которыя черезъ десять лѣтъ были, будто бы, еще въ сохранности и чистотѣ.

Въ почвахъ, въ которыхъ, по свойствамъ ихъ, трубы подвергались бы опасности закупориванія, хорошіе результаты даетъ устройство дрена изъ связныхъ сортовъ торфа. На рис. 20 изо-

Рис. 19.

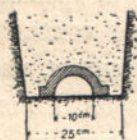


Рис. 20.

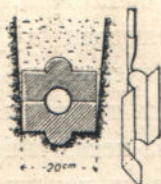
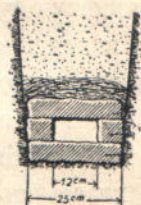


Рис. 21.

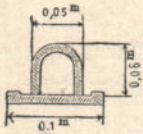


бражена также форма рѣзца, которымъ вырѣзаются упомянутые торфяные кирпичи. Изъ простыхъ сухихъ торфяныхъ кирпичей обычной формы могутъ быть еще сдѣланы дренажныя линіи, какъ изображено на рис. 21. Нижній сухой кусокъ торфа или кладется, или нѣтъ, смотря по плотности грунта въ болотѣ; боковые куски служатъ опорами для верхняго. Для приданія правильной формы отверстию, выложенному изъ обычныхъ плитъ торфа, примѣняется деревянный шаблонъ въ 1 метръ длины, который перекалывается и передвигается впередъ соотвѣтственно ходу работы. Чтобы облегчить притокъ воды, затруднить попаданіе тонкихъ частицъ почвы и распредѣлить лучше давленіе лежащаго на торфяныхъ кирпичахъ слоя земли, кладется на верхній кирпичъ слой вереска или моха. Прочность такихъ торфяныхъ дрена, конечно, не можетъ быть безграничною. Все же, однажды хорошо высушенный торфъ противостоитъ вторичному намоканію и вызываемому этимъ размягченію очень долго. Въ Ирландіи торфъ мелютъ и прессуютъ машинами въ трубки.

Трубчатые дрена. По даннымъ опытовъ наиболѣе совершенно

функционируют подземные стоки, сдѣланные изъ обожженныхъ, не глазированныхъ, длиною 25—33 сант. глиняныхъ трубъ. Укладка этихъ трубъ производится крайне быстро и въ большинствѣ случаевъ наиболѣе дешево. Въ послѣднее время дренажныя трубы дѣлаются также изъ цемента; предполагаемые преимущества ихъ однако слѣдуетъ сначала провѣрить опытомъ. Переходомъ къ глинянымъ дренажнымъ трубамъ служили дрены изъ желобовъ, положенныхъ на подстилающія плиты (рис. 22). Сначала трубамъ да-

Рис. 22.



вались разнообразнѣйшія поперечныя сѣченія (квадратъ, прямоугольникъ, эллипсъ, яйцевидное), пока не пришли къ простой круглой формѣ, на которой до сихъ поръ и остановились, не смотря на отдѣльныя попытки ввести новыя формы поперечныхъ сѣченій. Эти трубы

легко готовятся, допускаютъ быструю переноску, обезпечиваютъ хорошую укладку и хорошій притыкъ. Сначала эти дренажныя трубы клались съ соединительными муфтами, которыя однако при нормальныхъ почвенныхъ условіяхъ оказались лишними, увеличивая лишь стоимость дренажа и затрудняя укладку трубъ. По опытнымъ наблюденіямъ, трубы, за исключеніемъ особыхъ случаевъ, слѣдуетъ класть въ возможно узкую канаву, просто притыкая другъ къ другу, и засыпать вынutoй изъ канавы землей. Когда вода изъ водоносныхъ слоевъ или изъ ключей выступаетъ въ такомъ большомъ количествѣ, что, повидимому, не сможетъ быть достаточно быстро принята черезъ стыки трубъ, то примѣняются продырявленныя трубы или каменные дрены. Въ остальныхъ случаяхъ вода проникаетъ въ дренажную линію только черезъ стыки. Ранѣе полагали, что вода просачивается черезъ всю поверхность цилиндрической трубки. Однако это предположеніе оказалось совершенно неосновательнымъ, ибо наблюдаемое вначалѣ, при совсѣмъ плохомъ и недостаточно обожженномъ пористомъ матеріалѣ трубъ, всасывающее дѣйствіе поверхности трубки прекращается послѣ наступающаго насыщенія глины. По наблюденіямъ Водички (Wodicka) просачиваніе воды по каплямъ внутрь новыхъ трубъ наступаетъ только подъ давленіемъ около одной атмосферы.

Приготовленіе дренажныхъ трубъ.

Въ настоящее время культуръ-технику рѣдко приходится заботиться о приготовленіи дренажныхъ трубъ, ибо почти всюду ¹⁾ кир-

1) Въ Германіи.

пичные заводы занимаются фабричным производством трубъ. Несмотря на это, техникъ долженъ все же знать приготовленіе дренажныхъ трубъ, чтобы въ каждомъ случаѣ, по качеству употребляемой на заводѣ глины и по способу производства, могъ бы судить о качествѣ доставляемыхъ трубъ.

Глина для фабрикаціи трубъ должна быть приготовлена по меньшей мѣрѣ такъ же тщательно, какъ и для хорошаго кирпича. Она должна содержать возможно меньше извести, быть хорошо заморожена, тщательно промыта, хорошо промята и перемѣшана. Чтобы трубы при обжиганіи не измѣнили формы или не сдѣлались бы хрупкими, слѣдуетъ примѣшивать къ слишкомъ жирной глинѣ песокъ. Приготовленная такимъ образомъ глина формуется на изобрѣтенномъ англичаниномъ Whitehead'омъ дренажномъ прессѣ въ трубы. При конструкціи мундштука обращается особенное вниманіе на приданіе стѣнкамъ трубъ необходимой прочности и на достиженіе нужной величины отверстія. Толщина стѣнокъ трубъ менѣе 10 мм. не должна допускаться даже при трубахъ, обожженныхъ изъ лучшаго матеріала. Съ увеличеніемъ отверстія слѣдуетъ увеличивать и толщину стѣнокъ. Определенныхъ цифръ тутъ дать нельзя, ибо это зависитъ исключительно отъ качества употребляемой глины. Величина отверстія колеблется, смотря по калибру трубъ и свойствамъ глины, между 3 и 15 сант...

Выходяція изъ пресса трубы должны медленно сушиться подъ крышей, чтобы онѣ не слишкомъ искривились или не сдѣлались бы хрупкими. Для устраненія искривленія, высохшія на $\frac{3}{4}$ трубки слѣдуетъ прокатывать; при этомъ могутъ быть исправлены и поверхности обрѣза. Послѣ обсушки и обдѣлки трубы переносятъ въ обжигательную печь. Обжигъ трубъ можетъ производиться въ обычныхъ печахъ для обжига кирпича или въ специально устроенныхъ печахъ. Обжигъ долженъ быть настолько силенъ, чтобы вынутыя трубы давали чистый звукъ, который не долженъ пропадать послѣ долгаго лежанія въ водѣ. Кромѣ того, готовые трубы должны быть прямы, круглы въ поперечномъ сѣченіи, перпендикулярно обрѣзаны и гладки внутри.

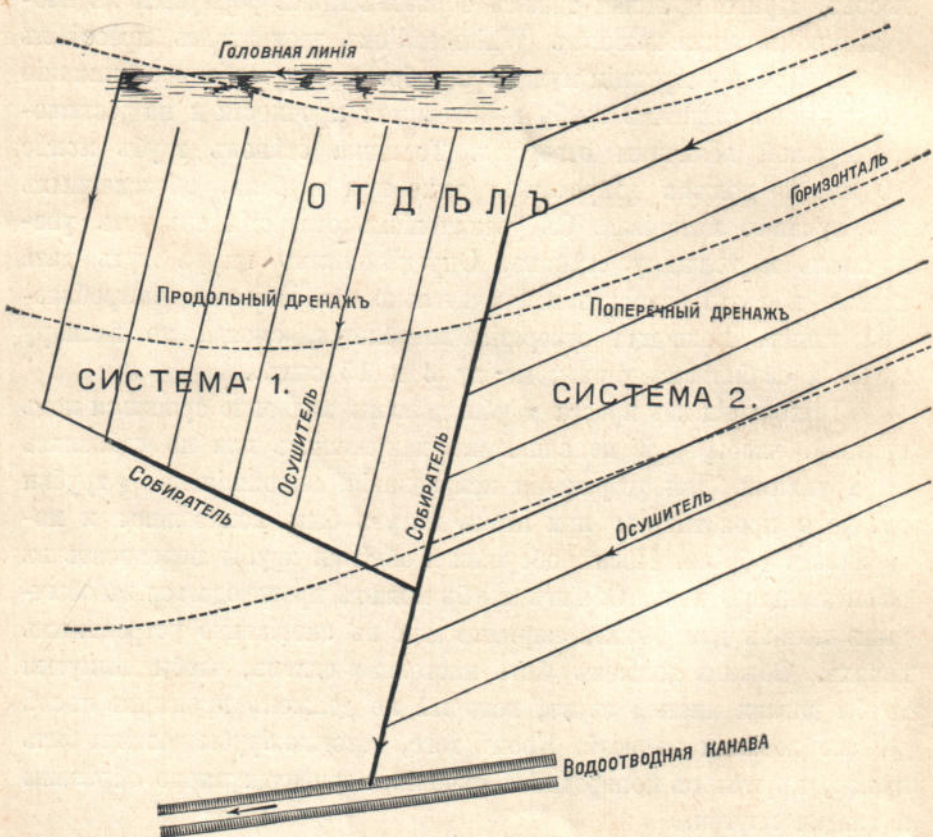
Если имѣется основаніе усомниться въ хорошемъ обжигѣ или подозрѣвать въ составѣ трубъ большое содержаніе извести, то рекомендуется положить трубы на нѣсколько дней въ воду. Неудовлетворительно обожженные трубки значительно увеличиваются при

этомъ въ вѣсѣ, а богатыя известью лупятся или трескаются. Передъ употребленіемъ трубъ должно быть выяснено ихъ качество. Трубы съ трещинами, съ отстающими слоями или съ другими грубыми недостатками слѣдуетъ или совсѣмъ исключить, или укладывать въ верхнія части дренажныхъ линій.

Системы дренажа.

Значительное число приставленныхъ другъ къ другу въ одномъ направленіи трубъ составляетъ дренажную линію. Дренажныя ли-

Рис. 23.



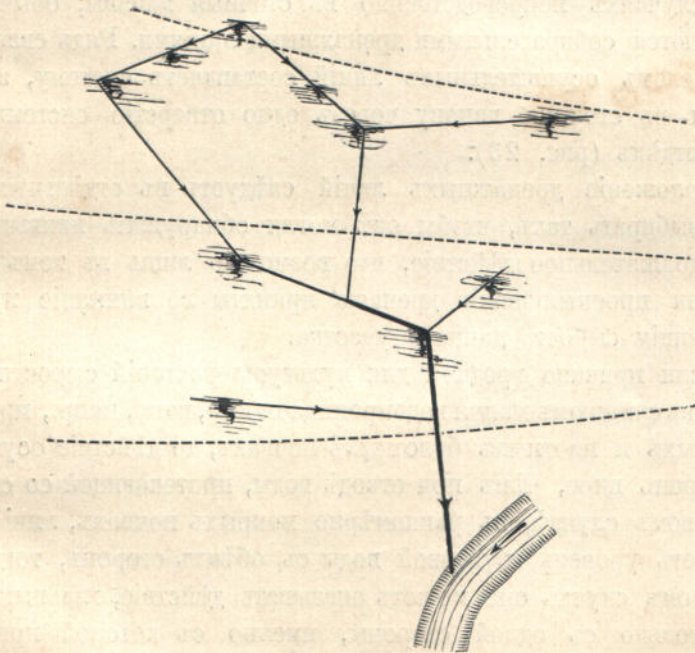
ніи, въ задачу которыхъ входитъ принимать избыточную воду изъ грунта, называются осушительными дренажными линіями (дрены), въ противоположность собирающимъ линіямъ (коллекторы), главная

задача которыхъ состоитъ въ собираніи и отводѣ воды изъ осушительныхъ дренажныхъ линій.

Въ зависимости отъ причинъ почвенной сырости и занимаемаго ею пространства, дренажныя линіи прокладываются по осушаемому участку различнымъ образомъ. Если имѣютъ дѣло съ однородной почвой, которая вездѣ одинаково страдаетъ отъ послѣдствій медленнаго просачиванія черезъ нее грунтовой воды, то линіи осушительныхъ дренажей выводятся параллельно между собою и группами соответственно формѣ поверхности участка (параллельный дренажъ, рис. 23).

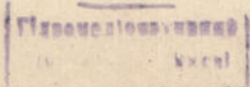
Если же причиною сырости является исключительно или отчасти мѣстное выклиниваніе водоносныхъ слоевъ (пучины, ключи), то осушительныя дренажныя линіи слѣдуетъ прокладывать, не обращая вниманія на ихъ взаимное положеніе, а такъ, чтобы вода

Рис. 24.



водоноснаго слоя или ключа была бы совершенно перехвачена, прежде чѣмъ достигла бы слоя, занимаемаго корнями культивируемыхъ растений. Проложенныя съ этой цѣлью линіи осушительныхъ дренажей имѣютъ, говоря вообще, несимметричное расположеніе (рис. 24).

5626



Если вода водоносныхъ слоевъ выступаетъ прямо у верхней границы участка или группы участковъ, то прокладываемая тамъ, поперекъ наибольшаго склона поверхности, линія осушительныхъ дренъ называется головной линіей (рис. 23). Ея задача такова же, какъ и нагорныхъ открытых канавъ. Если головныя линіи выводятся вмѣстѣ съ параллельными дренами, то рѣшеніе вопроса о томъ, могутъ ли головныя линіи быть еще впущены въ собиратели параллельныхъ дренъ (рис. 23), или должны быть выведены въ сточныя канавы непосредственно, во избѣжаніе перегруженія собирательныхъ дренъ притекающей временами въ большомъ количествѣ воды, зависитъ отъ водоносности водопроводящихъ слоевъ и ключей. Часто однимъ только правильно устроеннымъ головнымъ дренажемъ осушеніе участка можетъ быть достигнуто просто и дешево.

Отдѣльныя линіи осушительныхъ дренъ выпускаются, вслѣдствіе повышенной опасности засоренія, только въ исключительныхъ случаяхъ непосредственно въ сточныя канавы; обычно онѣ связываются собирательными дренажными линіями. Рядъ связанныхъ собирателемъ осушительныхъ линій составляетъ систему, а выводящаяся въ сточную канаву черезъ одно отверстіе системы образуютъ отдѣлъ (рис. 23).

Положеніе дренажныхъ линій слѣдуетъ въ отдѣльныхъ случаяхъ выбирать такъ, чтобы онѣ могли обнаружить наивыгодное и наипродолжительное дѣйствіе, что возможно лишь въ томъ случаѣ, если при проектированіи дренажа приняты во вниманіе причины, вызывающія сырость даннаго участка.

Если причина вредной для культуры растений сырости почвы лежитъ въ слишкомъ малой водопроницаемости, какъ, напр., при всѣхъ глинистыхъ и плотныхъ болотныхъ почвахъ, то дѣйствіе осушительныхъ дренъ иное, чѣмъ при отводѣ воды, притекающей со стороны. Въ первомъ случаѣ, въ равномѣрно мокрыхъ почвахъ, линія дренъ понижаетъ уровень грунтовой воды съ обѣихъ сторонъ, тогда какъ во второмъ случаѣ она можетъ оказывать дѣйствіе, главнымъ образомъ, только съ одной стороны, именно съ которой притекаетъ вода, аналогично боковымъ перехватывающимъ канавамъ, въ которыя должна впадать вода водоносныхъ слоевъ, прежде чѣмъ выйти къ поверхности земли. Слѣдовательно, гдѣ причиною вредной для культуры растений сырости можетъ считаться вода, притекающая съ одной стороны, тамъ наиболѣе цѣлесообразно будетъ проведеніе

осушительных дренажных линий не разветвленных, а болѣе или менѣе перпендикулярныхъ къ направленію притока, и обязательно по направленію горизонталей (поперечный дренажъ) (чер. 23).

При рѣшеніи вопроса о наилучшемъ положеніи осушительныхъ линий на обычно дренируемыхъ почвахъ, т.-е. на однородныхъ и трудно проницаемыхъ глинистыхъ почвахъ, слѣдуетъ всегда исходить изъ уровня грунтовыхъ водъ, который наблюдается въ этихъ почвахъ при различныхъ уклонахъ и положеніяхъ дренажныхъ линий. Подобныхъ наблюденій до сихъ поръ приведено въ литературѣ еще очень мало. Автору извѣстны лишь наблюденія, произведенныя французскимъ инженеромъ Делаacroa въ Sologne, которыя дали только неполное освѣщеніе движенія грунтовой воды между двумя дренажными линиями и вовсе не даютъ возможности судить о формѣ зеркала грунтовыхъ водъ близъ дренажной линіи¹⁾.

Съ другой стороны, слѣдуетъ принимать во вниманіе требованія земледѣльца, который желаетъ, чтобы пониженіе уровня грунтовыхъ водъ, особенно весной, происходило возможно быстро и повсюду на такую глубину, чтобы поля могли быть своевременно обрабатываемы. Кромѣ того, этотъ результатъ, въ интересахъ сельскаго хозяйства, долженъ быть достигнутъ возможно меньшимъ числомъ дренажныхъ линій.

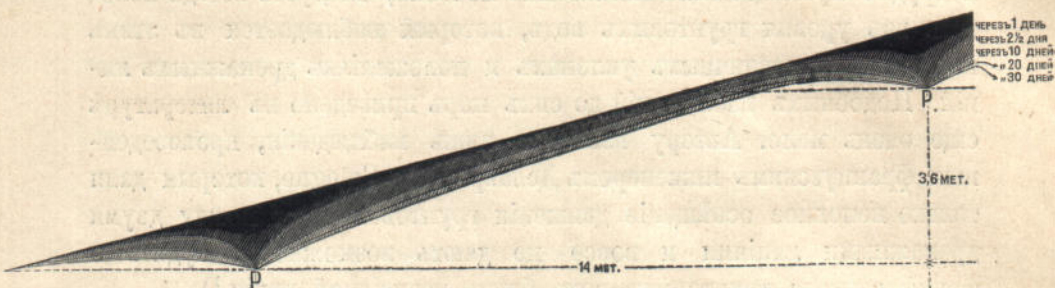
Здѣсь полезно выяснитъ себѣ ходъ процесса просыханія почвы надъ какимъ-либо водоотводящимъ пунктомъ (стыкъ двухъ дренажныхъ трубъ); соединивъ линіями точки поверхности земли, которыя по истеченіи опредѣленнаго времени съ начала осушающаго дѣйствія пункта (стыка трубъ) находятся на одинаковомъ вертикальномъ разстояніи отъ уровня грунтовой воды, получимъ линіи одновременнаго высыхания, которыя приближаются къ правильнымъ окружностямъ; центры коихъ при горизонтальной поверхности земли лежатъ отвѣсно надъ водоотводящимъ пунктомъ; на наклонныхъ же поверхностяхъ центры круговъ сдвинуты тѣмъ болѣе кверху, чѣмъ сильнѣе покатость (рис. 25).

Исходя изъ этого чисто теоретическаго положенія, было бы безразлично въ какомъ направленіи лежатъ относительно другъ друга водоотводящіе пункты: по направленію ли наибольшаго паденія (продольный дренажъ) или по направленію горизонталей (по-

¹⁾ Въ Россіи подобныя наблюденія начаты въ 1912 году на опытномъ полѣ „Тома“ Балтійскаго общества поощренія культуры болотъ (примѣчаніе переводчика).

перечный дренаж), ибо въ равной степени и одинаково быстро осушаемая поверхности въ обоихъ крайнихъ направлѣнїяхъ, при одинаковой длинѣ линїи, оказывались бы равными. Поэтому выборъ направлѣнїя осушительной линїи дренажъ относительно глав-

Рис. 25.



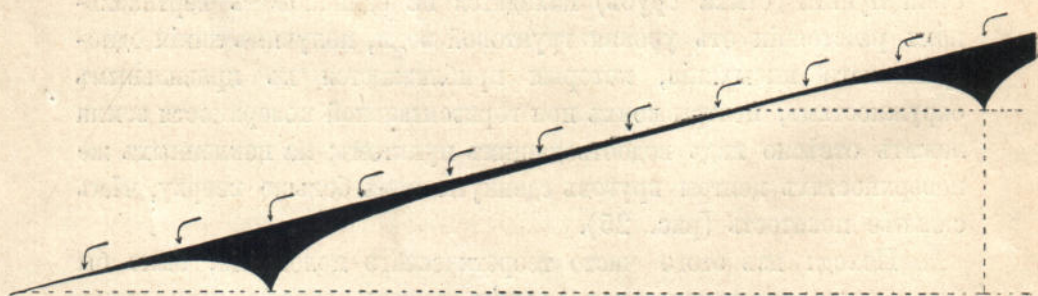
Примѣрные профили грунтовой воды между двумя поперечными дренами въ средне-тяжелой однородной почвѣ по направлѣнїю наибольшаго ската (глуб. дренажъ 1,30 мет.).

наго уклону поверхности при сохраненїи опредѣленнаго минимальнаго паденїя долженъ бы быть, въ сущности, свободнымъ.

Однако важныя практическія основанїя говорятъ за то, чтобы осушительныя линїи дренажъ не прокладывались безъ нужды по наибольшему уклону поверхности, а направлялись бы, гдѣ возможно, по горизонталямъ, потому что:

1) На кажущихся однородными тяжелыхъ почвахъ дождевая вода рѣдко всасывается на мѣстѣ своего паденїя, а, въ зависимости

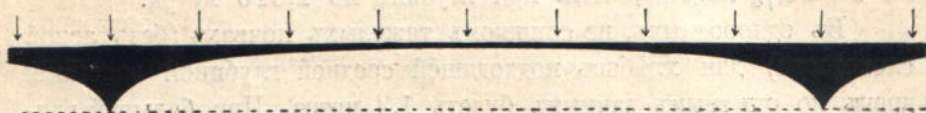
Рис. 26.



отъ крутизны склона, сбѣгаетъ внизъ и всасывается постепенно; при этомъ на почвахъ, дренированныхъ цоперечно, она попадаетъ перемѣнно на различно и тѣмъ глубже осушенныя мѣста, чѣмъ ближе къ линїи дренажъ (см. рис. 26).

Почва участка во всякое время лучше всего осушена надъ линіей дренъ и здѣсь преимущественно будетъ всасываться текущая по поверхности вода. Совсѣмъ иное при продольномъ дренажѣ, гдѣ стекающая верховая вода проходить или по одинаково сильно или по одинаково слабо осушеннымъ мѣстамъ (рис. 27).

Рис. 27.



2) Во многихъ почвахъ, особенно на склонахъ, причину сырости слѣдуетъ обычно искать не только въ малой проникаемости почвы, но и въ притокѣ водъ со стороны (водоносные пласты), въ каковыхъ случаяхъ поперечный дренажъ есть единственно правильная мѣра осушенія.

3) Наконецъ, при поперечномъ дренажѣ собиратели получаютъ большій уклонъ, такъ что могутъ имѣть меньшія сѣченія и все же подвергаться меньшей опасности засоренія.

Вообще, можно сказать, что поперечный дренажъ тѣмъ болѣе умѣстенъ, чѣмъ болѣе наклоненъ осушаемый участокъ. Какъ возраженія противъ поперечнаго дренажа могутъ быть приведены: продолжительная нивелировка, большія трудности при укладкѣ дренъ и большая опасность засоренія осущительныхъ дренажныхъ линій. Однако эти обстоятельства никогда не должны давать основанія отказаться отъ поперечнаго дренажа, гдѣ онъ умѣстенъ.

Глубина заложенія дренажной линіи.

По разсмотрѣннн мѣстныхъ причинъ сырости, глубина заложенія дренъ должна быть принята такая, чтобы была достигнута основная цѣль дренажа при условіи продолжительнаго дѣйствія системы и защищенности дренъ отъ всякаго рода вредныхъ вліяній. Для однородныхъ, мягкихъ почвъ считается вообще за практическое правило, что глубокой дренажъ предпочтительнѣе мелкаго, особенно въ мѣстахъ бѣдныхъ осадками, гдѣ, при мелко лежащихъ линіяхъ дренъ, является опасность, что наибольшіе осадки будутъ отводиться ими прежде, чѣмъ почва успѣетъ насытиться влагою.

Что при глубже лежащих дренажных линиях стекает просачивающейся через почву воды меньше, чѣмъ при мелкомъ дренажѣ, обнаруживаютъ съ 1870 года движения воды въ тяжелой почвѣ на Lawes'ской опытной станціи въ Ротампдетѣ¹⁾, которыя показываютъ, что процентное количество стекающихъ водъ при глубинѣ дренажа въ 1,524 метра въ среднемъ во всѣ времена года на 5—10% меньше, чѣмъ при глубинѣ въ 1,016 метра.

Въ однородныхъ, не слишкомъ тяжелыхъ почвахъ (безъ ясной слоистости) для хлѣбовъ подходящей средней глубиной залеганія дренъ по опытнымъ даннымъ будетъ 1,4 метра. При большей глубинѣ заложения дренъ, хотя и на большемъ другъ отъ друга разстояніи, непропорціонально быстро увеличивается стоимость земляныхъ работъ.

Гдѣ должны культивироваться глубоко укореняющіяся растенія, какъ то: горохъ, эспарцетъ, люцерна, свекла кормовая и сахарная, хмель (1,8—2,0 м.), виноградъ, фруктовыя деревья и т. д., указанная глубина должна быть увеличена до 1,5—2,0 метра, чтобы предупредить вращаніе корней въ трубы.

Глубже, чѣмъ нужно собственно для осушенія, закладываются осушительныя дрены еще тамъ, гдѣ только на большей глубинѣ имѣется для трубъ прочный грунтъ, какъ это въ нѣкоторыхъ болотныхъ почвахъ, гдѣ желательно достигнуть минерального слоя; также въ тѣхъ почвахъ, которыя на большей глубинѣ содержатъ питательныя вещества, чтобы сдѣлать ихъ доступными для растеній.

Тамъ, гдѣ грунтъ прорѣзанъ водоносными слоями и гдѣ они являются причиной сырости, головныя линіи дренъ также должны быть часто заложены очень глубоко, чтобы перехватить воду водоносныхъ слоевъ.

Если, наконецъ, дренажъ долженъ служить особымъ побочнымъ цѣлямъ, напр., добыванію питьевой воды, дренированію полей орошенія и т. д., то линіи дренъ прокладываются очень глубоко, чтобы получить для очищенія воды мощный фильтрующій слой. На взбученныхъ водою участкахъ слѣдуетъ также принять во вниманіе происходящую послѣ осушенія осадку грунта и потому первоначальную глубину дренажныхъ канавъ назначать нѣсколько большую.

¹⁾ Станція основана въ 1843 году въ Англіи (примѣч. переводчика).

Напротивъ, на тяжелыхъ почвахъ и на некультивированныхъ мѣстахъ, при короткомъ вегетационномъ періодѣ, рекомендуется болѣе мелкое положеніе дренажныхъ линій (1 метръ и менѣе) на небольшомъ другъ отъ друга разстояніи (9—10 метровъ), ибо иначе здѣсь просачиваніе воды и потому осушеніе грунта между линіями дренажъ шло бы слишкомъ медленно. На лугахъ, вслѣдствіе болѣе мелкаго укорененія травъ, можно довольствоваться нѣсколько меньшей глубиной залеганія дренажъ; но и здѣсь безъ особой нужды не слѣдуетъ принимать глубину менѣе 0,9 метра, чтобы не подвергнуть линіи дренажъ опасности замерзанія, вращанія корней и разстройства кротоми.

Линіи собирательныхъ дренажъ вблизи ихъ устьевъ, вслѣдствіе недостаточнаго паденія, должны иногда быть проложены на нѣсколько меньшей глубинѣ. Въ этихъ мѣстахъ не должны болѣе подводиться осушители, а зарастаніе трубъ черезъ пазы въ стыкахъ слѣдуетъ здѣсь предупредить соответствующими мѣрами.

Разстояніе между дренажными линіями.

Отъ правильнаго опредѣленія разстоянія между осушительными дренажами зависитъ быстрота и равномерность высыханія поверхности земли; особенно медленно происходитъ высыханіе на срединѣ между двумя линіями дренажъ, если эти линіи расположены слишкомъ далеко другъ отъ друга; при слишкомъ же близкомъ положеніи увеличивается, во всякомъ случаѣ, бесполезно стоимость работы, а на лугахъ, въ бѣдныхъ осадками районахъ, можетъ быть нанесенъ прямой ущербъ слишкомъ глубокимъ пониженіемъ уровня грунтовой воды. Разстояніе между линіями дренажъ въ отдѣльныхъ случаяхъ зависитъ:

1) отъ глубины заложенія дренажъ; такъ какъ пониженіе уровня грунтовой воды на нѣкоторомъ опредѣленномъ разстояніи отъ водоотводящей точки, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, тѣмъ больше, чѣмъ глубже она лежитъ (черт. 28 и 29), то имѣетъ мѣсто общее правило, что линіи осушительныхъ дренажъ лежатъ тѣмъ дальше другъ отъ друга, чѣмъ глубже сдѣланы дренажныя канавы, и тѣмъ должны быть ближе другъ къ другу, чѣмъ мельче канавы (черт. 28—31).

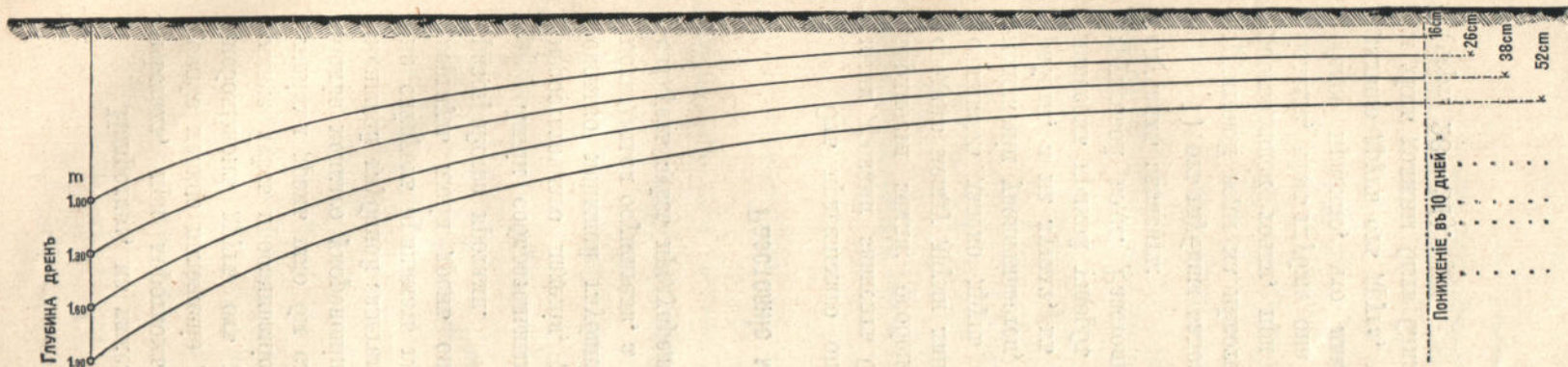


Рис. 28. Примѣрное изображеніе вліянія глубины заложенія дренажной линии на пониженіе уровня грунтовой воды у нѣкоторой точки при *продольномъ* дренажѣ.

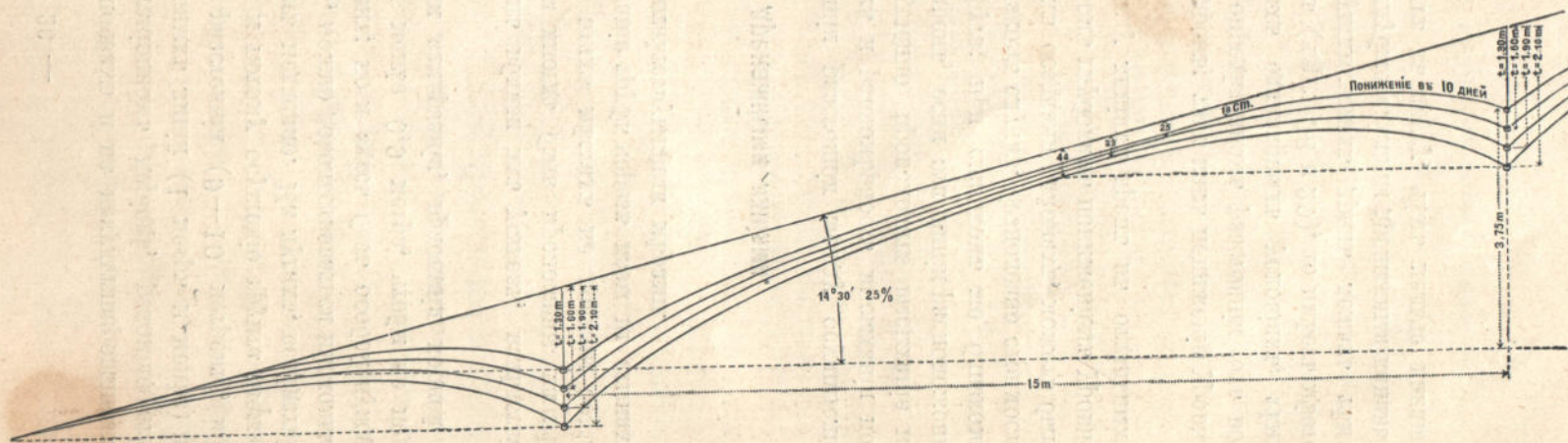


Рис. 29. Примѣрное изображеніе вліянія глубины заложенія дренажной линии на пониженіе уровня грунтовой воды при *поперечномъ* дренажѣ.

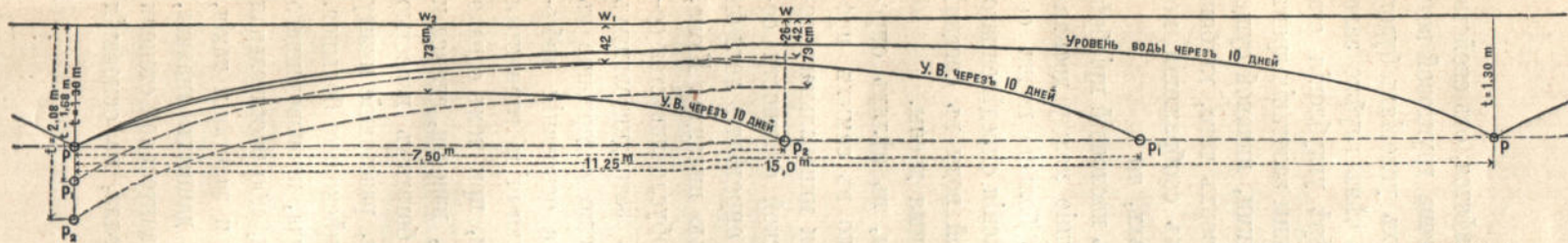


Рис. 30. Примѣрное изображение влияния глубины заложения дренажной линии в связи съ разстояніемъ между линиями на пониженіе уровня грунтовой воды въ умѣренно-тяжелой почвѣ при *продольномъ* дренажѣ.

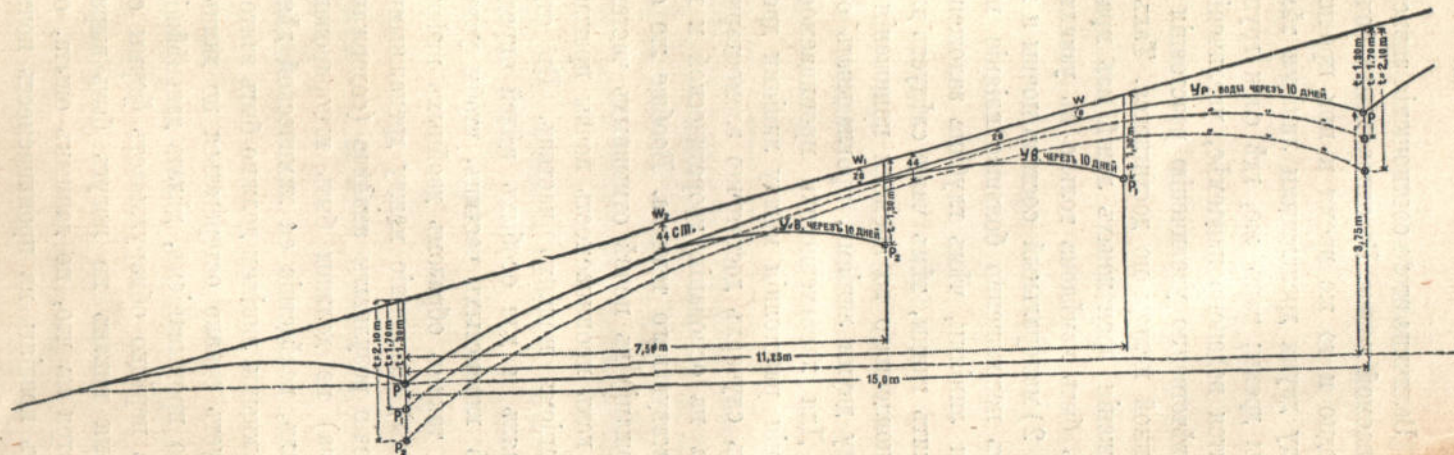


Рис. 31. Примѣрное изображение влияния глубины заложения дренажной линии в связи съ разстояніемъ между линиями на пониженіе уровня грунтовой воды при *поперечномъ* дренажѣ.

Величина этого соотношенія зависитъ, разумѣется, отъ свойствъ осушаемой почвы. Въ однородныхъ почвахъ уровень грунтовой воды въ одно и то же время и при прочихъ равныхъ условіяхъ будетъ между двумя дренажными линіями тѣмъ ниже, чѣмъ глубже заложены дрены; тамъ же, гдѣ слои грунта по мѣрѣ углубленія становятся водонепроницаемѣе, увеличеніемъ глубины залеганія дренъ, соотвѣтственно увеличенію разстоянія между ними, никакой существенной пользы не достигается. Такъ какъ, сверхъ того, глубина заложения дренажныхъ линій изъ практическихъ соображеній можетъ быть измѣнена только въ узкихъ границахъ, то

2) минеральный составъ почвы и характеръ наслоеній приобрѣтаютъ несравненно большее вліяніе на разстояніе между дренажными линіями, чѣмъ глубина заложения. Чѣмъ больше почва содержитъ глины, тѣмъ чаще слѣдуетъ для достиженія опредѣленнаго, установленнаго во времени пониженія грунтовой воды въ срединѣ между двумя линіями, прокладывать осушительныя дрены.

Для характеристики проницаемости почвы, въ цѣляхъ опредѣленія разстоянія между линіями дренъ, только въ самыхъ простыхъ случаяхъ достаточно элементарной оцѣнки минеральнаго состава на основаніи теоретической и практической опытности соотвѣтствующаго техника. Вообще же слѣдуетъ опредѣлить хотя бы содержаніе въ почвѣ отмывныхъ частей помощью цилиндра Кюна, такъ какъ проницаемость почвы прежде всего обуславливается содержаніемъ мелкихъ частицъ. Въ отдѣльныхъ затруднительныхъ случаяхъ и для особыхъ цѣлей опредѣляется еще содержаніе въ почвѣ глинистыхъ частицъ, чтобы установить на основаніи добытыхъ такимъ образомъ двойныхъ цифръ (промывныя и глинистыя частицы) разстояніе между дренажными линіями, при чемъ однако и прочіе результаты анализа (содержаніе песка, извести, гумуса и желѣза) не должны быть игнорированы. Въ богатыхъ известью почвахъ, вслѣдствіе ея химической дѣятельности, разстояніе между дренажными линіями должно быть взято вообще нѣсколько большее. Слѣдуетъ однако остерегаться по даннымъ анализа, произведеннаго только промываніемъ, дѣлать дальнѣйшіе выводы, ибо растительная почва нерѣдко обнаруживаетъ формы структуры и залеганія такія, которыя никакъ не могутъ быть выражены въ данныхъ анализа, несмотря на что, по даннымъ опыта, онѣ въ значительной степени могутъ повліять на проницаемость почвы. Корнелла, на основаніи

изученія и изслѣдованія на составленныхъ Галиційскимъ меліоративнымъ бюро дренажныхъ проектахъ зависимости разстоянія между дренажными линиями и содержаніемъ промывныхъ частицъ почвы не крупнѣе 0,04 миллиметра, вывелъ таблицу:

Промывныхъ частей не крупнѣе 0,04 мм. въ процентахъ.	Разстояніе между дренажными линиями въ метрахъ.
100—80	8—10
80—60	10—12
60—40	12—14
40—30	14—16
30—20	16—18
20—10	18—20
10—0	20—24

По Копецкому зависимость разстоянія между дренами отъ количества промывныхъ частицъ (менѣе 0,01 мм.) выражается слѣдующимъ образомъ:

№№	Характеръ подпочвы (глубина залеганія дренъ 1,3 метр.).	Содержаніе промывныхъ частицъ мельче 0,01 мм. ‰	Содержаніе глинистыхъ частицъ. ‰	Разстояніе между дренами. метры.	Разстояніе, выраженное въ частяхъ глубины заложения.
1.	Тяжелыя глины и суглинки.....	Свыше 70	Свыше 55	8—9	Въ 7 разъ бол. глубины.
2.	Слабопесчаныя глины.	70—55	55—40	9—10	7,5
3.	Песчаныя глины.....	55—40	40—25	10—12	7,5—9
4.	Плотныя суглинки или песчано-глинистые слои.....	40—30	25—15	12—14	9—10,5
5.	Сильно песчаныя глины.....	30—20	15—7	14—16	10,5—12
6.	Сильно глинистые пески или перегнойно-песчаная почва (свыше 5‰ перегноя)....	20—10	7—2	16—18	12—14
7.	Слабоглинистый песокъ.....	ниже 10	ниже 2	18—20	14—15,0
8.	Песокъ.....	—	—	20—24	—

Указываемыя прежними авторами разстоянія между дренажными линиями собраны Блаутомъ въ *Osterreichischen Wochenschrift den öffentlichen Baudienst*, 1903, S. 794.

Леклеркъ назначалъ разстояніе между дренажными линиями въ тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ въ 6—7 метровъ, въ чистомъ крупнозернистомъ пескѣ 16—18 м. Винцентъ опредѣлялъ это разстояніе гораздо большимъ, именно равнымъ 12-тикратной глубинѣ канавы при обычныхъ тяжелыхъ почвахъ и 24-кратной глубинѣ при легкихъ почвахъ, каковое разстояніе однако въ большинствѣ случаевъ должно быть признано слишкомъ большимъ.

Въ Англии, по новѣйшимъ изслѣдованіямъ, за разстояніе между дренажными линиями въ строго глинистыхъ почвахъ берутъ 4-хъ-6-ти кратную глубину, при суглинистыхъ почвахъ 6—8 кратную глубину и при болѣе крупныхъ почвахъ 8—10 кратную глубину.

Въ настоящее время культуръ-техникъ при опредѣленіи разстоянія между дренажными линиями долженъ руководствоваться не только данными механическаго анализа почвы, но и цифрами, опредѣленными практикою. Данныя анализа должны служить технику лишь какъ цѣнныя основныя положенія, которыя послѣ тщательной оцѣнки всѣхъ мѣстныхъ условій, по сдѣланнымъ наблюденіямъ и опытамъ, должны подтверждаться соответственному измѣненію. При этомъ на тяжелыхъ и прочихъ физически неблагопріятно сложенныхъ почвахъ практикѣ долженъ избѣгать слишкомъ большого разстоянія между дренажными линиями.

Не слѣдуетъ упускать еще изъ виду, что въ тяжелыхъ и особенно богатыхъ желѣзомъ почвахъ на-ряду съ осушеніемъ играетъ важную роль и создаваемое дренажемъ лучшее провѣтриваніе почвы. На богатыхъ глиною почвахъ уже простое проведеніе дренажныхъ канавъ оказываетъ благопріятное вліяніе на строеніе прилегающихъ съ обѣихъ сторонъ полосъ земли, которое распространяется въ стороны различно далеко, смотря по глубинѣ канавъ и свойствамъ почвы. Поэтому на тяжелыхъ почвахъ, уже ради цѣннаго разрыхленія ихъ, слѣдуетъ назначать разстояніе между дренами тѣмъ меньше, чѣмъ богаче глиной почва. Подобнымъ образомъ, почвы богатыя содержаніемъ желѣза и почвы запылающія, ради лучшаго провѣтриванія, должны быть дренируемы нѣсколько сильнѣе, чѣмъ это непосредственно требуютъ только условія содержанія влаги въ нихъ. Сравнительно тѣснѣе кладутся линии дрена

на участкахъ, гдѣ весною цѣнно особенно быстрое осушеніе, и гдѣ участки идутъ подъ пастбище.

Почвы, пронизанныя водоносными слоями, могутъ быть дренируемы вообще сравнительно слабѣе, ибо эти слои, будучи прорѣзаны, образуютъ естественный дренажъ и замѣняютъ дѣйствіе осушительныхъ дренажныхъ линій (поперечный дренажъ); полезныя данныя для назначенія въ этихъ случаяхъ разстоянія между дренами могутъ дать только пробныя скважины и буровыя изысканія, опредѣляющія залеганія слоевъ; здѣсь, равно какъ и тамъ, гдѣ между поверхностью и уровнемъ дрена дренъ проходятъ тонкіе, но весьма трудно проникаемые слои, результаты механическаго анализа почвы имѣютъ только побочное значеніе. Примѣромъ подобныхъ слоевъ можетъ служить на нѣкоторыхъ маршахъ слой такъ наз. *Dwogschicht*, въ которомъ для улучшенія условій проникаемости продѣлываются скважины.

При большихъ площадяхъ, съ сильно измѣняющимся характеромъ залеганія слоевъ, для правильнаго опредѣленія разстоянія между дренами въ разныхъ мѣстахъ участка, подпочва представляется въ горизонталяхъ.

3) Характеръ движенія грунтовой воды; такъ, напр., восходящая грунтовая вода выступаетъ въ большихъ количествахъ, чѣмъ накопляющаяся просачиваніемъ сверху, почему въ первомъ случаѣ линія дрена, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, слѣдуетъ класть нѣсколько тѣснѣе.

4) Климатическія условія, особенно интенсивность и продолжительность осадковъ. Въ мѣстахъ богатыхъ осадками, линія дрена, при прочихъ равныхъ условіяхъ, кладутся также ближе другъ къ другу, чѣмъ въ полосахъ бѣдныхъ осадками.

5) Уклонъ поверхности земли. Чѣмъ онъ больше, тѣмъ меньше просачивающейся въ почву воды и тѣмъ на большемъ разстояніи, по крайней мѣрѣ на легкихъ почвахъ, кладутся линія дрена относительно другъ друга. На тяжелыхъ почвахъ поверхностный уклонъ не можетъ въ такой степени вліять на количество просачивающейся воды.

6) Наконецъ, не мало вліяетъ и притокъ на дренируемый участокъ пришлыхъ водъ и положеніе участка относительно странъ свѣта. Участки, по временамъ затопляемые или наклоненные къ

сѣверу, дренируются болѣе густою сѣтью, чѣмъ участки съ тою же почвою внѣ черты затопленія или обращенные на югъ.

Тамъ, гдѣ еще не могли быть сдѣланы наблюденія надъ благоприятнѣйшимъ разстояніемъ между линиями дренъ въ опредѣленныхъ почвахъ, рекомендуется передъ устройствомъ большого дренажа, если возможно, проложить нѣсколько опытныхъ линий, наблюдать нѣкоторое время, особенно весною, уровень грунтовой воды между ними и выбранное разстояніе между опытными дренами исправить по даннымъ этихъ наблюдений; при этомъ слѣдуетъ принять во вниманіе, какъ погоду въ теченіе года наблюденія и родъ обработки, такъ и то обстоятельство, что тяжелыя почвы послѣ дренажа съ теченіемъ времени дѣлаются болѣе проницаемы. Слишкомъ большія разстоянія между дренажными линиями, которыя еще указываются иногда въ литературѣ, должны при всѣхъ условіяхъ не приниматься во вниманіе. Линіи дренъ, уложенныя далѣе 24-хъ метровъ другъ отъ друга, рѣдко выполняютъ свое назначеніе. Для достиженія цѣлей осушенія также весьма рѣдко нужно принимать разстояніе между линиями дренъ меньше 8 метровъ.

Размѣры дренъ.

а) *Опредѣленіе максимальнаго количества отводимой дренажемъ воды.*

Чтобы правильно выбрать для отдѣльныхъ линий дренъ калибръ трубъ, нужно знать прежде всего наибольшее количество воды, которое должно отводиться въ единицу времени съ единицы площади осушаемаго участка (величина стока). Количество воды, проникающей въ почву на опредѣленную глубину, зависитъ отъ:

- 1) физическихъ свойствъ почвы, особенно отъ ея влагоемкости, проницаемости и слоистости,
- 2) интенсивности и продолжительности осадковъ,
- 3) величины испаренія,
- 4) характера растительнаго покрова.

Такъ какъ въ природѣ всѣ эти факторы очень измѣнчивы, то и максимальныя количества отводимой дренажемъ воды весьма различны, смотря по климату, времени года и составу растительности.

Насколько вліяетъ на количество стекающей воды время года, показываетъ приводимая таблица, которую авторъ имѣлъ случай

составить по своимъ наблюдениямъ на Королевской опытной станціи по культурѣ болотъ въ Бернау при Хіемскомъ озерѣ ¹⁾):

ВРЕМЯ ГОДА.		Количество осадковъ..	Количество дренажной воды.	Дренажныя воды.	Испареніе.
		Въ куб. метр. съ гектара.		Въ ‰ отъ осадковъ.	
1905—1906 г.	Осень	4641	3986	85,9	14,1
	Зима	2350	3464	147,4	—
	Весна	2115	1458	68,9	31,1
	Лѣто	6712	3240	48,3	51,7
	За годъ.....	15818	12148	76,8	23,2

Отношеніе между количествомъ осадковъ и просачиваніемъ въ отдѣльные мѣсяцы года весьма различно. Особенно сильно вліяетъ на количество стекающей просачиваніемъ воды температура.

Въ отдѣльныхъ случаяхъ, для опредѣленія наибольшаго, лежащаго въ основу расчета дренажныхъ трубъ количества стекающей воды, можно идти двумя путями: или непосредственнымъ измѣреніемъ или вычисленіемъ.

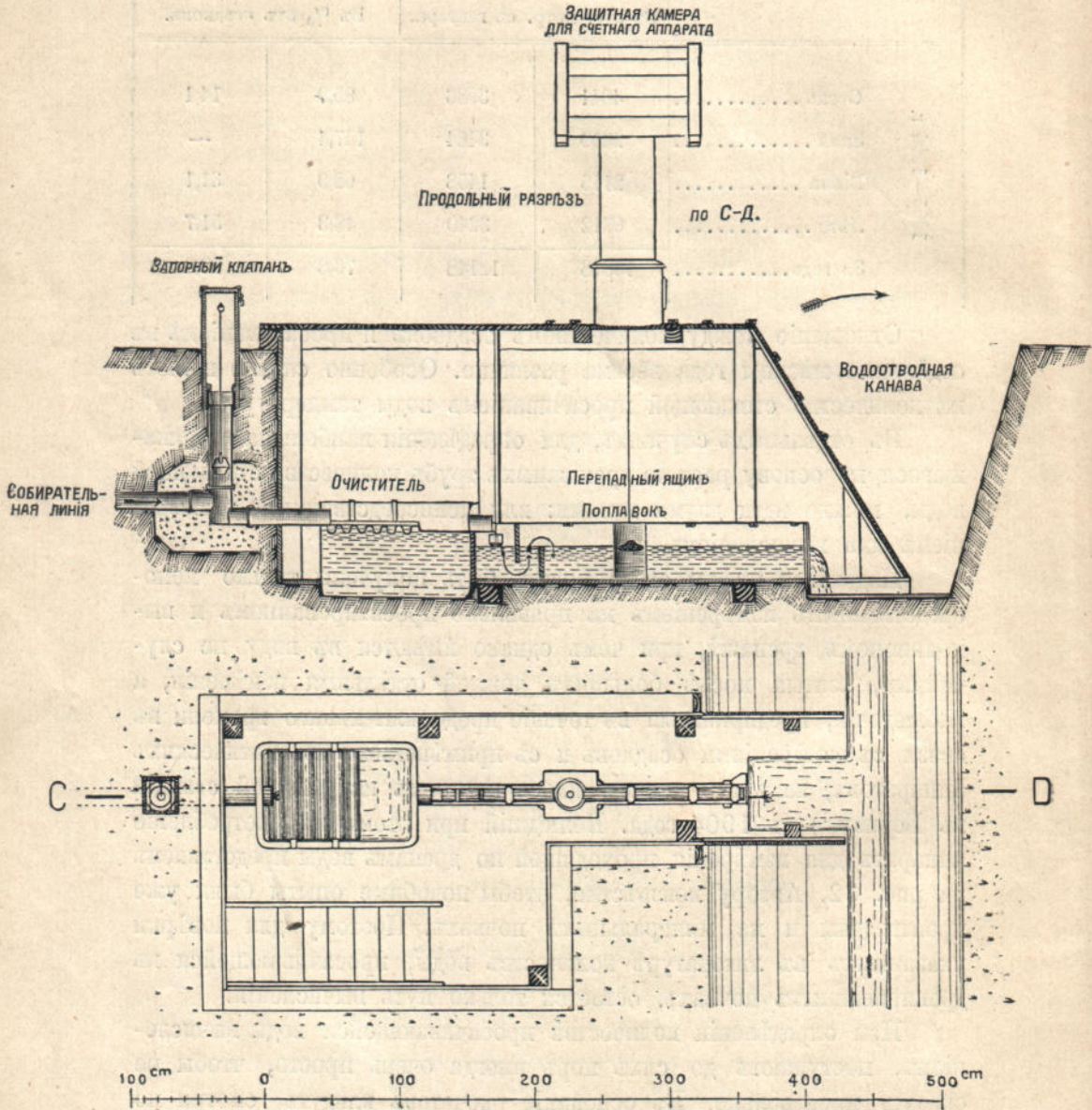
Надежныя цифры стока могутъ быть получены только непосредственнымъ измѣреніемъ на правильно проектированномъ и выполненномъ дренажѣ, при чемъ однако имѣются въ виду не случайныя, взятая послѣ большихъ дождей отдѣльныя измѣренія, а наблюдения, предпринятые въ теченіе продолжительнаго времени въ связи съ измѣреніями осадковъ и съ примѣненіемъ автоматическихъ аппаратовъ, какъ это производилось авторомъ на опытной станціи въ Бернау ¹⁾ съ 1904 года. Вошедшій при этомъ въ употребленіе аппаратъ для измѣренія проходящей по дренамъ воды представленъ на рис. 32. Автору неизвѣстно, чтобы подобные опыты были уже произведены и на минеральныхъ почвахъ. Поэтому для повѣрки указанныхъ въ литературѣ количествъ воды, просачивающейся въ дренированныхъ почвахъ, остается только путь вычисленій.

При опредѣленіи количества просачивающейся воды вычисленіемъ, поступаютъ до сихъ поръ иногда очень просто, чтобы не сказать произвольно. Въ основаніе расчетовъ кладутъ, смотря по

¹⁾ Станція находится въ Баваріи (примѣч. переводчика).

мѣстнымъ климатическимъ условіямъ, среднія величины осадковъ за день, за мѣсяць или за нѣсколько мѣсяцевъ, оцѣниваютъ преобладающій родъ почвы соответствующимъ коэффициентомъ проса-

Рис. 32.



Приборъ для измѣренія дренажныхъ водъ.

чиванія и устанавливають затѣмъ, по усмотрѣнію, время, въ теченіе котораго должна стекать просачивающаяся вода.

Леклеркъ исходилъ изъ количества осадковъ за день въ 10 миллиметровъ; онъ принималъ, что изъ этого $74\frac{1}{2}\%$ просачивается и достигаетъ дренажныхъ трубъ и что въ обычно дренируемыхъ почвахъ стокъ продолжается 36 часовъ; эти цифры дадутъ количество дренажной воды 0,75 литровъ въ 1 секунду съ 1 гектара. Мангонъ положилъ въ основаніе своихъ расчетовъ тѣ же допущенія, но количество просачивающейся воды принялъ равнымъ только половинѣ осадковъ. Дебовэ принялъ, что суточные осадки въ 10 мм. должны быть цѣликомъ отведены въ 3 дня. Винцентъ считалъ, что мѣсячное количество осадковъ въ 60—80 мм. отводится дренажемъ въ 14 дней, что даетъ секундннй расходъ въ дренахъ 0,6 литра воды съ гектара и т. д.

Помѣщаемая ниже сводка показываетъ, что подобные способы вычисленія, смотря по личнымъ взглядамъ авторовъ и въ зависимости отъ другихъ причинъ, приводятъ къ весьма различнымъ результатамъ.

	Стокъ воды по дренамъ въ секундолитрахъ съ 1 гектара.
Меллендорфъ и Ваге для тяжелыхъ почвъ	0,33
Меллендорфъ и Ваге для легкихъ почвъ	0,47
Дюнкельбергъ	0,34—0,77
Мангонъ и Дебовэ	0,37
Леклеркъ для трудно проникаемыхъ почвъ	0,57
Шведеръ для глинистыхъ почвъ	0,60
» » болѣе легкихъ	0,70
Гергардъ	0,65
Винцентъ	0,75
Клаасъ для глины и мергеля при глубинѣ заложенія линіи въ 2 метра и разстояніи въ 25—35 метровъ	0,60—0,72
Клаасъ для мелкихъ глинъ и лесса при глубинѣ 1,3 м. и разстояніи между линіями дренъ 15—20 м	1,85
Фридрихъ для очень тяжелыхъ глинъ	0,31—0,57
» для среднихъ почвъ	0,65
» для проникаемыхъ почвъ	0,75

Стокъ воды по дренамъ въ секундолитрахъ съ 1 гектара.

Фридрихъ для очень проницаемыхъ почвъ .	1,00
Вольни для перегнойныхъ почвъ	0,80
Кошпъ	2,00

Авторъ пытался теоретически провѣрить правильность этихъ цифръ тѣмъ, что, исходя изъ наибольшаго поглощаемого почвой количества воды и средней скорости просачиванія воды въ этой почвѣ, вычислялъ на основаніи этихъ, добытыхъ экспериментально данныхъ количество стекающей воды. Онъ воспользовался опытами просачиванія Вольни и провелъ для примѣра соотвѣтствующія вычисления для употреблявшихся въ этихъ опытахъ почвъ.

Составъ испытанныхъ почвъ видѣнъ изъ таблицы:

	Величина зеревъ въ милл.	Перегнойно-известковый песокъ.	Глина.	Известковый песокъ съ Изара.	Кварцевый песокъ.	Торфъ.
Грубаго хряща	> 6,75	9,3%	1,06%	0,46%	—	Пылеобразный до комковатаго.
Средняго хряща	4,0—6,75	5,72	0,14		0,15%	
Тонкаго хряща	2,5—4,0	4,34	0,30	0,23	6,45	
Крупнаго песка	0,7—2,5	11,18	1,91	1,10	40,40	
Средняго песка	0,3—0,7	12,23	4,13	10,39	42,15	
Мелкаго песка	< 0,3	32,56	58,70	80,52	9,74	
Ила	—	24,67	33,76	7,20	1,11	

При умноженіи опредѣленныхъ опытами Вольни цифръ насыщенія почвъ на среднюю глубину залеганія дрена въ 1,3 метра ¹⁾ (пашня), для указанныхъ почвъ получимъ слѣдующія наибольшія количества удерживаемой ими въ насыщенномъ состояніи воды на площади 1 гектара, въ слоѣ толщиною 1,3 метра, въ кубическихъ метрахъ:

¹⁾ Опытные сосуды Вольни имѣли глубину только 1,05 метра.

перегноино-известковымъ пескомъ . . .	1341 куб. метр.
кирпичной глиной съ горы у Ляйма при Мюнхенѣ	1663 »
наноснымъ пескомъ съ Изара	1810 »
кварцевымъ пескомъ изъ Нюрнберга	3923 »
торфомъ съ луговыхъ болотъ	6410 »

По даннымъ опытовъ Вольни высчитывается, затѣмъ, средняя вертикальная скорость просачиванія воды для пяти взятыхъ почвъ:

$$v = 0,006 \quad 0,0093 \quad 0,0089 \quad 0,010 \quad 0,010 \text{ мм. въ сек.}$$

Для взятыхъ въ основаніе двухъ опредѣленныхъ Вольни вертикальныхъ скоростей просачиванія: 0,006 мм. въ сек., при принятомъ разстояніи между дренажными линиями въ 15 метровъ, и 0,010 мм. въ сек. при разстояніи въ 20 м., были вычерчены кривыя пониженія грунтовыхъ водъ въ теченіе 1 и 10 дней; такимъ образомъ опредѣлялся объемъ почвы, освободившейся за это время отъ насыщавшей ее воды; отсюда вычислялся затѣмъ объемъ стекшей за это время изъ почвы воды. Изъ вполне насыщенной, слѣдовательно, заполненной водою и во всѣхъ не капиллярныхъ промежуткахъ почвы стекло больше всего въ первый день; именно, количество стекшей воды изъ перегноино-известково-песчаной почвы равнялось 10⁰%, а въ остальныхъ 4-хъ почвахъ 11,1⁰% отъ всей не капиллярной воды въ почвѣ. Не слѣдуетъ, однако, по этому стекшему въ первый день количеству воды выводить величины стока воды, на которыхъ основывается расчетъ дренажныхъ трубъ, ибо пониженіе уровня грунтовой воды въ срединѣ между двумя линиями дренажъ въ концѣ перваго дня достигаетъ только нѣсколькихъ сантиметровъ, что для цѣлей земледѣлія совершенно недостаточно. Сельскій хозяинъ въ интересахъ своевременной обработки участка весною и безпрепятственного сообщенія на осушаемыхъ площадяхъ, а тѣмъ болѣе ради устраненія послѣдующаго ущерба для культивируемыхъ растений желаетъ, чтобы уровень грунтовой воды и въ срединѣ между двумя линиями дренажъ опускался бы возможно быстро, хотя бы на первые 25 сант. ниже поверхности; для этого на основаніи вида графически построенной линіи пониженія грунтовой воды, при данномъ разстояніи между дренажными линиями, необходимо промежутокъ времени около 10 дней, въ теченіе которыхъ можетъ или должно стечь 39⁰% всей просачивающейся воды.

Согласно съ этимъ требованіемъ и на основаніи высчитанныхъ выше количествъ поглощаемой слоемъ почвы въ 1,3 метра толщины воды получаютъ для испытанныхъ Вольни почвъ слѣдующія максимальныя величины стока воды.

	Количество просачивающейся воды, отводимой въ теченіе 10 дней, въ куб. метр. съ 1 гектара.	Максимальная величина стока воды въ литрахъ съ 1 гектара въ 1 секунду.
1. въ перегн.-извест.песчаной	511	0,59 литровъ.
2. въ кирпичной глинѣ	649	0,75 »
3. въ песокъ съ Изара	706	0,82 »
4. въ песокъ кварцевомъ.	1530	1,77 »
5. въ торфѣ	2500	2,89 »

Такъ какъ степень насыщенія почвы бываетъ исключительно рѣдко такой, какая принята здѣсь въ основаніе расчета, то опредѣленные здѣсь для 5 опытныхъ почвъ максимальныя величины стока представляютъ во всякомъ случаѣ высшій предѣлъ, и, такъ какъ опытные почвы по ихъ влагоемкости собственно не принадлежатъ къ нуждающимся въ дренажъ, то изъ полученныхъ цифръ можно сдѣлать дальнѣйшій выводъ, что приведенныя въ литературѣ расчетныя количества стекающей воды для глинистыхъ почвъ вообще скорѣе велики, чѣмъ малы.

Итакъ, пока не будетъ добыто опытами и измѣреніями большее число данныхъ о количествѣ просачивающейся воды на нуждающихся въ дренажъ почвахъ, можно при расчетѣ дренажныхъ трубъ исходить изъ слѣдующихъ, установленныхъ на основаніи приведенныхъ выкладокъ въ совокупности съ литературными данными и опытами автора, предѣловъ:

для очень тяжелыхъ глинистыхъ почвъ	0,35—0,50
для обычно дренируемыхъ почвъ.	0,50—0,70
для проницаемыхъ почвъ	0,70—2,10 ¹⁾ .

Расчетныя колич. просач. воды въ секундо-литрахъ съ 1 гектара.

¹⁾ На дренированныхъ высокихъ заболоченныхъ лугахъ въ Бернау до сихъ поръ наблюдались наибольшія колич. просачив. воды въ 2,8 и 3,6 сек.-литровъ. Столь большія величины однако не должны приниматься во вниманіе при расчетѣ величины трубъ.

Въ предѣлахъ этихъ значеній культуръ-техникъ долженъ варьировать въ отдѣльныхъ случаяхъ въ зависимости отъ распредѣленія осадковъ въ данной мѣстности, рода культуры (пашня, лугъ, пастбище), способа веденія хозяйства и т. д., и даже ввести соотвѣтствующую прибавку, если мѣстами должна отводиться и приходящая съ сосѣднихъ участковъ вода, напр., на склонахъ (водоносные слои, ключи). Цыфровыя данныя о величинѣ этихъ прибавокъ могутъ быть добыты очень рѣдко.

Расчетъ сѣченія отдѣльныхъ дренажныхъ линій.

При широкомъ распространеніи въ срединѣ прошлаго столѣтія въ Германіи трубчатого дренажа тотчасъ явилась потребность обосновывать примѣненіе различныхъ калибровъ трубъ вычисленіемъ; при этомъ, понятно, главную роль играетъ проявляющаяся въ дренажныхъ линіяхъ скорость воды.

Для опредѣленія ея примѣняли выведенную въ началѣ прошлаго столѣтія (1814 г.) Эйтельвейномъ формулу скорости воды въ замкнутыхъ металлическихъ трубахъ:

$$v = 3,596 \cdot \sqrt{\frac{50 \cdot d \cdot h}{l + 50d}} \text{ (въ метрахъ) } \dots 1.$$

Чтобы ввести въ расчетъ необычно большое сопротивленіе тренія въ дренажныхъ линіяхъ, отдѣльные техники прибавляли къ этой формулѣ измѣняющійся съ калибромъ трубъ такъ наз. дренажный коэффициентъ (< 1), величина котораго однако опредѣлялась не изъ опытовъ, а по личнымъ предположеніямъ.

Напримѣръ, извѣстный дренажный техникъ сѣв. Германіи Винцентъ принималъ, что въ хорошо сдѣланныхъ трубахъ при діаметрѣ отверстія въ

$$d = 2,6 \text{ см.}; 5,2; 7,8; 10,4; 13,0; 15,6 \text{ см.}$$

дренажный коэффициентъ будетъ:

$$k = \frac{2}{3}; \quad \frac{3}{4}; \quad \frac{4}{5}; \quad \frac{5}{6}; \quad \frac{6}{7}; \quad \frac{7}{8}.$$

Меллендорфъ, Ваге и Юнь, не удовлетворяясь такимъ опредѣленіемъ дренажныхъ коэффициентовъ, пытались въ 1855 г. опредѣлить условія тренія въ дренажныхъ линіяхъ экспериментально.

На основаніи своихъ опытовъ они придали формулѣ Эйтельвейна видъ:

$$v = 3,596 \cdot \sqrt{\frac{46,5 \cdot d \cdot h}{l + 46,5 d}} \quad (\text{въ метрахъ}) \quad . \quad . \quad 2. \quad \begin{array}{l} \text{Формула} \\ \text{Меллендорфа.} \end{array}$$

Въ 22-хъ опытахъ употреблялись линіи дренъ длиною 7,5 метровъ, отверстіемъ 3,4 — 8,2 сант.; изъ данныхъ опытовъ опредѣлено было среднее значеніе скоростей, которыя были положены въ основаніе вычисленія формулы 2-й.

Однако, уже одно, лежащее въ основаніи этого опредѣленія коэффиціентовъ, допущеніе, что сопротивленіе тренія въ дренажныхъ трубахъ не зависитъ отъ ихъ діаметра, заставляетъ нынѣ ранѣе отказаться отъ примѣненія этой формулы.

Несмотря на эти основные недостатки, формула Меллендорфа имѣла въ литературѣ большое распространеніе, пока вновь не вернулись въ концѣ прошлаго столѣтія въ первоначальной формулѣ Эйтельвейна (1), измѣненной Винцентовыми дренажными коэффиціентами. Но и эта измѣненная формула, на что уже въ 1889 г. указывалъ Франкъ, совсѣмъ не годилась для вычисленія скорости воды въ дренажныхъ линіяхъ, ибо въ ней введено въ расчетъ не только сопротивленіе тренія въ трубопроводѣ, но и сопротивленіе при входѣ воды изъ бассейна въ верхній конецъ провода. Въ дренажныхъ же линіяхъ вода входитъ не у верхняго конца, какъ это имѣетъ мѣсто при замкнутыхъ металлическихъ трубахъ, а у каждаго стыка, т. е. по всему протяженію линіи. Вслѣдствіе этого возникаетъ особый родъ вліянія на теченіе воды въ дренажной линіи, подобный вызываемому сопротивленіемъ тренія о стѣнки трубъ, и потому вліяніе стыковъ дренъ по своимъ результатамъ можетъ быть соединено съ вліяніемъ тренія. Эти простыя положенія находятъ лучшее выраженіе въ болѣе старой, простой формулѣ скорости воды, выведенной Эйтельвейномъ изъ опытовъ Прони и принимающей во вниманіе только сопротивленіе тренія въ трубахъ:

$$v = c \cdot \sqrt{d \cdot \varphi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3$$

гдѣ c — нѣкоторый коэффиціентъ скорости,

« d — діаметръ отверстія трубы,

« φ — относительное паденіе линіи (уклонъ).

Для дренажныхъ трубъ, разумѣется, не можетъ употребляться

2,3
 $\frac{2,3}{69}$
 2,3
 $\frac{2,3}{1058}$

значеніе коэффиціента c ($= 25,45$), опредѣленное для замкнутыхъ металлическихъ трубъ, ибо въ дренахъ условія тренія болѣе сложны.

Кромѣ сопротивленій, вызываемыхъ треніемъ воды о сильно шероховатая стѣнки трубъ и поступленіемъ грунтовой воды съ боковъ черезъ стыки, въ дренажной линіи слѣдуетъ учитывать еще сопротивленія стоку, вызванныя эксцентричнымъ положеніемъ отдѣльныхъ трубъ, отступленіями отъ круглаго сѣченія и выступающими краями у концовъ трубъ. Совмѣстное дѣйствіе всѣхъ этихъ разнородныхъ вліяній на теченіе воды въ дренажной линіи можетъ быть опредѣлено только опытнымъ путемъ. Однако, кромѣ опытовъ, произведенныхъ Меллендорфомъ, другихъ неизвѣстно; эти же слишкомъ не полны и малочисленны для того, чтобы изъ нихъ можно было сдѣлать нужные выводы, какъ это ясно сказалось изъ предпринятой авторомъ попытки вычисленія. Авторъ могъ только опредѣлить, что въ 22-хъ отдѣльныхъ опытахъ значеніе C колебалось между 17 и 24,7. Закономѣрность въ зависимости отъ діаметра трубъ уловлена быть не могла.

Только въ 1881 году Франкъ вывелъ изъ большого числа наблюденій формулу скорости при движеніи воды въ нечистыхъ, съ большими сопротивленіями чугунныхъ трубопроводахъ и рекомендовалъ примѣненіе ея для вычисленія средней скорости въ дренажныхъ трубахъ.

Коэффиціенты, опредѣленные по формулѣ Франка:

$$c = \frac{1}{\sqrt{0,000495 + \frac{0,000652}{\sqrt{d}}}}$$

возрастаютъ подобно числамъ Винцента, но остаются всюду меньшими:

Діаметры отверстія трубъ: $d = 2,6 \quad 5,2 \quad 7,8 \quad 10,4 \quad 13,0 \quad 15,6$ ст.

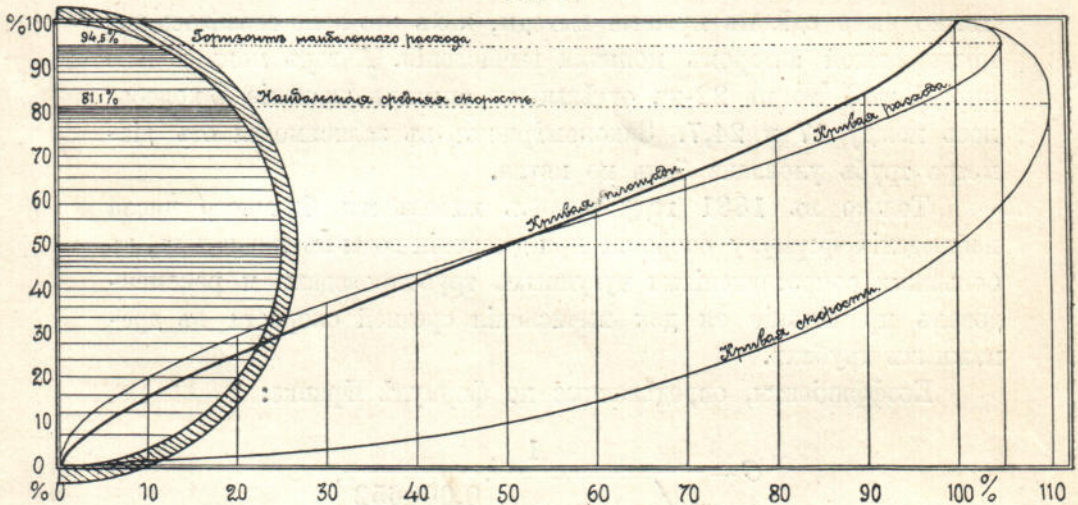
Коэффиціенты $\left\{ \begin{array}{l} \text{по Винценту } c = 17,0 \quad 19,1 \quad 20,4 \quad 21,2 \quad 21,8 \quad 22,2 \\ \text{по Франку } c = 14,8 \quad 17,3 \quad 18,8 \quad 19,0 \quad 20,8 \quad 21,6 \end{array} \right.$

Коэффиціенты Франка подходят къ истинѣ уже во всякомъ случаѣ гораздо ближе, чѣмъ коэф. Винцента, но и они еще слишкомъ велики, сравнительно съ дѣйствительно возникающими въ дренажныхъ линіяхъ обычными сопротивленіями.

Коэффиціенты, вычисленные для закрытыхъ и подверженныхъ внутреннему давленію трубопроводовъ, вообще не могутъ быть примѣняемы при расчетѣ дренажныхъ линій, ибо послѣднимъ, со-

образно их цѣли, должны быть придаваемы такіе размѣры, чтобы онѣ только въ очень рѣдкихъ случаяхъ работали полнымъ сѣченіемъ, а были бы обычно способны принимать въ себя еще воду. Пока имѣется этотъ случай, внутреннему давленію въ дренажной сѣти не будетъ мѣста и зеркало воды въ трубахъ устанавливается, какъ въ открытомъ каналѣ, въ зависимости отъ уклона дренажной линіи. Кромѣ того, вовсе нѣтъ надобности обращать вниманіе на то, чтобы поперечное сѣченіе было использовано полностью, ибо, какъ извѣстно, круглые замкнутые каналы проводятъ наибольшее количество воды не при совершенномъ заполненіи, а при высотѣ заполнения въ 81—94⁰/₁₀₀ отъ всей высоты канала (рис. 33).

Рис. 33.



При условіи разсматриванія линій дренъ, какъ открытыхъ каналовъ, для опредѣленія коэффициентовъ скорости имѣются въ распоряженіи двѣ весьма распространенныя и испытанныя формулы скоростей: новая формула Базена (1887 г.):

$$V = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{r}}} \cdot \sqrt{r \cdot \varphi} \dots \text{IV}$$

и сокращенная формула Куттера:

$$V = \frac{100 \cdot \sqrt{r}}{m + \sqrt{r}} \cdot \sqrt{r \cdot \varphi} \dots \text{V}$$

гдѣ V средняя скорости воды,

» r гидравлическій радіусъ $\left(\frac{\text{жив. сѣч. воды}}{\text{смочен. перим.}} = \frac{F}{P} \right)$,

» φ уклонъ,

γ и m коэффициенты шероховатости, истинную величину которыхъ для результата вычисленій установить весьма важно. Въ настоящемъ случаѣ предположены безукоризненный матеріалъ и тщательная укладка и потому принято въ формулѣ Базена $\gamma = 0,20$ и Куттера $m = 0,27$, что соотвѣтствуетъ шероховатости канала изъ отесанныхъ камней или хорошо пригнаннаго кирпича.

Вычисленныя на основаніи этихъ предположеній значенія скоростныхъ коэффициентовъ C , нанесены для лучшаго обозрѣнія вмѣстѣ съ коэффициентами Винцента и Франка на графикъ (рис. 34); такое сопоставленіе даетъ возможность тотчасъ видѣть, что значенія ихъ по Винценту слишкомъ велики, значенія по Франку также еще велики сравнительно съ цифрами Базена и Куттера.

Для ходовыхъ калибровъ трубъ Куттеровской скоростной коэффициентъ имѣетъ слѣдующія значенія:

при $d = 4; 5; 6,5; 8; 10; 13; 16$ сант.,
 $c = 13,5; 14,6; 16,1; 17,2; 18,5; 20,1; 21,3$ »

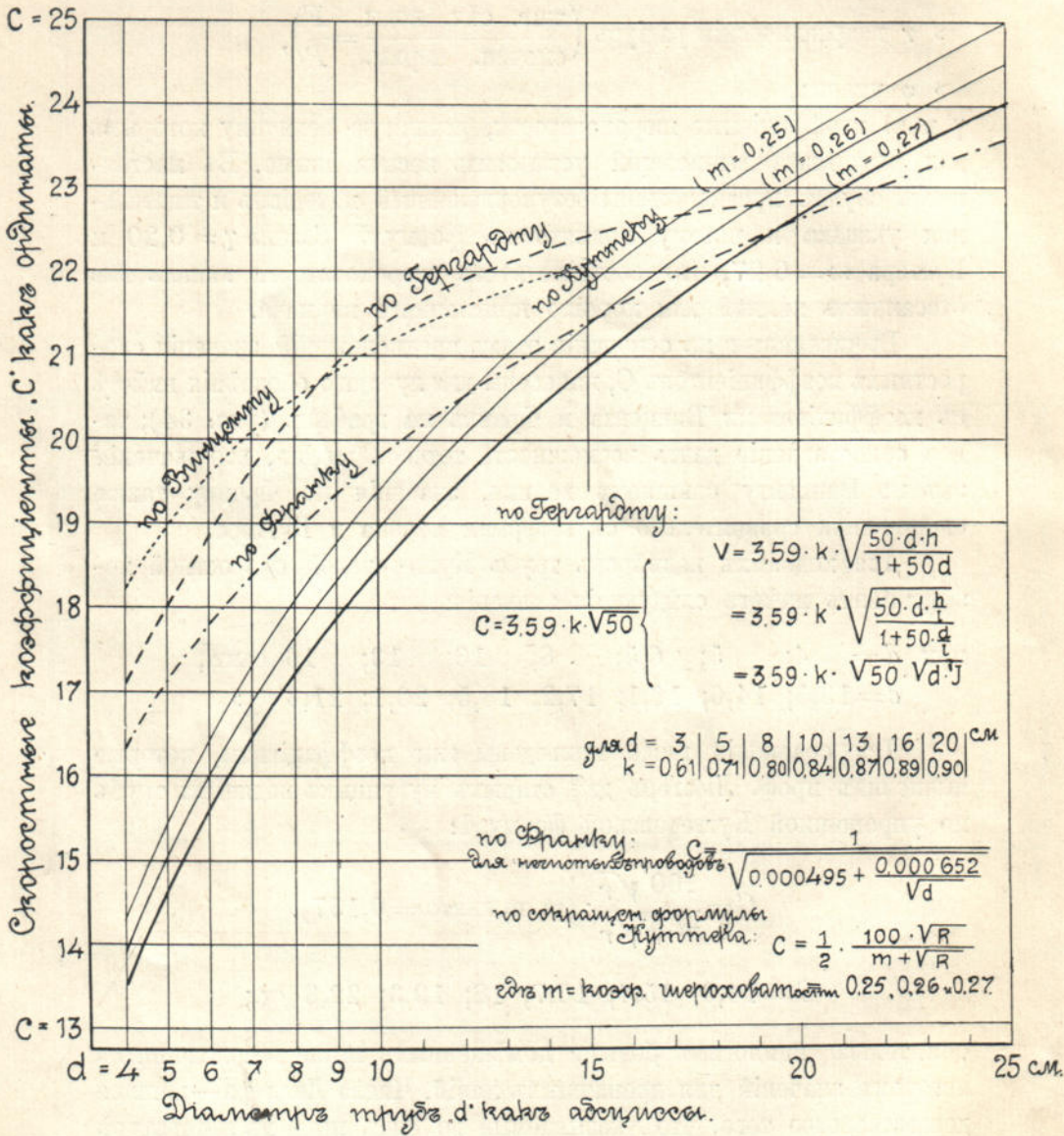
Для сравненія ниже приведены еще коэффициенты, которые вычислилъ проф. Люэгеръ для старыхъ чугунныхъ водяныхъ трубъ по упрощенной Куттеровской формулѣ:

$$C = \frac{100 \sqrt{r}}{m + \sqrt{r}}; (m \text{ принято} = 0,157).$$

$C = 14,3; 15,4; 16,7; 18; 19,3; 22,8$ ст.;

они только немногимъ больше помѣщенныхъ выше вычисленныхъ авторомъ значеній для дренажныхъ линій. Числа Люэгера— лишнее доказательство того, что указываемые до сихъ поръ въ литературѣ дренажные коэффициенты даютъ слишкомъ большую скорость и что приведенный выше авторомъ рядъ коэффициентовъ ближе подходит къ истинѣ. Безспорныя значенія могутъ быть получены только опытами на соотвѣтственно длинныхъ дренажныхъ линіяхъ изъ различнаго матеріала.

Рис. 34.



Наименьшие уклоны, наименьшая и наибольшая скорости.

Наименьший уклон, с которым может быть без риска для целей осушения проложена дренажная линия, определяется минимальной допускаемой в дренажной линии скоростью воды, которая необходимо должна быть таковой, чтобы попавшая во время

укладки дренъ и позднѣе черезъ стыки частицы ила и земли, а также и осаждающіяся въ дренажной водѣ при доступѣ воздуха соединенія желѣза и извести выносились бы изъ трубъ силою теченія.

Родъ и количество этихъ иловатыхъ частицъ измѣняется со свойствами почвы; съ другой стороны, проявляющаяся въ дренажной линіи скорость, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, зависитъ отъ качества трубъ и не мало также отъ выполненія работы. Родъ почвы, качество трубъ и выполненіе работы устанавливають, слѣдовательно, предѣлъ наименьшаго уклона, который въ отдѣльныхъ случаяхъ не можетъ быть перейденъ безъ опасности для пропускной способности и долговѣчности дренажной системы. По изслѣдованіямъ Дюбуа и другихъ лицъ, для вымыванія иловатыхъ частицъ достаточна средняя скорость $v = 0,15$ метра въ 1 секунду; Меллендорфъ на основаніи многократныхъ наблюденій полагалъ возможнымъ принимать эту скорость $v = 0,16$ метровъ, чтобы быть увѣреннымъ, что и всѣ мелкія песчанья частицы также будутъ унесены. Понятно, лучше добиться еще нѣсколько большей скорости ($v = 0,20$ м.).

Въ сыпучемъ пескѣ должна быть достигнута скорость по меньшей мѣрѣ въ 0,35 метровъ. Отдѣльно также стоитъ случай, когда въ нижній конецъ собирательной дренажной линіи вводится по какимъ-либо причинамъ грязная верховая вода. Въ такихъ случаяхъ, для предупрежденія закупориванія, въ городскихъ каналахъ вводится въ расчетъ обычно минимальная скорость 0,60 метровъ. По этимъ наименьшимъ скоростямъ вычисляются соответствующіе, теоретически еще допускаемые минимальные уклоны, которые приведены въ слѣдующую таблицу (слѣд. страница). Меньше, чѣмъ $0,1\%$ ($= 1 : 1000$), уклоны въ технической практикѣ дренажа трубами не допускаются, ибо они при существующихъ условіяхъ не могутъ быть проложены съ необходимою точностью. При длинныхъ дренажныхъ линіяхъ уже рѣдко употребляются уклоны менѣе $0,2\%$ ($= 1 : 500$), и предпочитаютъ при этихъ уклонахъ открытыя канавы. Изъ требованія, чтобы въ обычно дренируемыхъ почвахъ линіи трубъ наименьшаго діаметра (40 мм.) имѣли бы паденіе $0,31\%$ (см. таблицу), вытекаетъ предѣльный уклонъ 1 на 323; при такомъ уклонѣ дренируемой поверхности, на обычно связныхъ почвахъ поперечный дренажъ вообще не примѣнимъ и можетъ быть пригоденъ только дренажъ продольный. Гдѣ попадаются слои сыпучаго песка этотъ предѣлъ для трубъ въ 40 мм. діаметра будетъ уже при уклонѣ 1 : 60 (см. таблицу).

Теоретически допускаемые минимальные уклоны дренажных линий. ($v = c \cdot \sqrt{d} \cdot \varphi$, при чемъ для $d =$ отъ 40 до

$$200 \text{ мм.}, c = \frac{1}{2} \frac{100 \cdot \sqrt{r}}{m + \sqrt{r}}, (m = 0,27); \text{ при } d > 200 \text{ мм.}, c \text{ (по Франку)} = \frac{1}{\sqrt{0,000495 + \frac{0,000652}{\sqrt{d}}}}$$

Диаметръ трубъ въ мм.	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	125	150	175	175	225	250	
скоростной коэффиц. $c =$	13,5	14,1	14,6	15,1	15,6	16,1	16,4	16,8	17,2	17,9	18,5	19,8	20,9	21,8	22,6	23,1	23,6	
Допускаемый наименьшій уклонъ въ процентахъ.																		
1) Въ обыкновенныхъ связ- ныхъ почвахъ: при $v = 0,15$ <i>min</i>																		
метра	0,31	0,25	0,21	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,095	1,078	0,066	0,046	0,034	0,027	0,022	0,019	0,016	
лучше при $v = 0,20$ <i>min</i>	0,55	0,45	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,14	0,12	0,082	0,061	0,048	0,039	0,033	0,029	
2) Въ почвахъ съ песча- ными слоями: при $v = 0,35$ <i>min</i>																		
метр.	1,68	1,37	1,15	0,98	0,84	0,73	0,65	0,58	0,52	0,42	0,36	0,25	0,19	0,15	0,12	0,10	0,088	
3) Для дренажныхъ линий, въ кои попадаетъ грязная верховая вода: при $v = 0,60$ <i>min</i>																		
метр.	4,94	4,02	3,38	2,87	2,47	2,14	1,91	1,70	1,52	1,25	1,05	0,73	0,55	0,43	0,35	0,30	0,29	

По вычисленному такимъ образомъ наименьшему паденію, могутъ быть опредѣлены наибольшія протяженія осушительныхъ дренажныхъ линій для обычно употребляемыхъ размѣровъ трубъ въ 40—50 мм., если принять количество отводимой съ гектара воды въ 0,35, 0,70, 1,00 и 2,10 метра въ секунду.

Т А Б Л И Ц А

наибольшихъ длинъ осушительныхъ линій, вычисленная для наименьшаго теорет. допускаемаго уклона, при различныхъ количествахъ отводимой воды и при различныхъ разстояніяхъ между дренажными линіями.

Діам. трубъ мм.	Наименьшій уклонъ %	Наибольшая водопропускная способность дренажной линіи при данномъ минимальн. ук. въ секундо-литрахъ.	Осушаемая площадь при данномъ миним. уклонѣ и стокаѣ воды въ 0,35 литровъ съ гектара въ секунду въ гект.	При отводѣ воды съ 1 гект. въ сек. 0,35; 0,70; 1,00; 2,10 литровъ при разстояніи между линіями дренажъ				
				8	12	16	20	24 мет.
40 мм.	0,31 (<i>v</i> =0,15 м.) <i>min.</i>	0,10	{ 0,54 0,27 0,14 0,09	678	452	339	272	226
				339	226	170	136	113
	0,55 (<i>v</i> =0,20 м.) <i>min.</i>	0,25	{ 0,71 0,36 0,18 0,12	893	595	446	357	298
				446	298	223	179	149
	1,68 (<i>v</i> =0,35 м.) <i>min.</i>	0,44	{ 1,26 0,33 0,31 0,21	1571	1048	786	629	524
				786	524	393	314	262
0,21 (<i>r</i> =0,15 м.) <i>min.</i>	0,30	{ 0,86 0,43 0,21 0,14	1071	714	536	429	357	
			536	357	268	214	179	
0,38 (<i>v</i> =0,20 м.) <i>min.</i>	0,40	{ 1,14 0,57 0,29 0,19	1429	953	714	572	476	
			714	476	357	286	238	
1,15 (<i>v</i> =0,35 м.) <i>min.</i>	0,69	{ 1,97 0,99 0,49 0,33	2464	1643	1232	986	821	
			1232	821	616	493	411	
			616	411	308	246	205	
			411	274	205	164	137	

По практическимъ соображеніямъ длина осушительныхъ линій болѣе 200 метровъ избѣгается. Предыдущая таблица показываетъ, что во многихъ случаяхъ отводъ просачивающейся воды могъ бы быть достигнутъ трубами діаметра менѣе 4-хъ сантиметровъ. Но послѣ того, какъ достаточно показали опыты, что болѣе узкія трубы въ короткое время закупориваются, было бы теперь болъшой ошибкой примѣнять трубы меньшихъ размѣровъ.

Что касается до наибольшей допускаемой скорости въ дренажныхъ линіяхъ, то относительно ея не могутъ быть даны опредѣленныя цифры. Она опредѣляется въ отдѣльныхъ случаяхъ весьма различно, смотря по свойствамъ почвы, качеству трубъ и выполнению работы. При благоприятныхъ условіяхъ вполне допустима скорость въ 1 метръ и нѣсколько болѣе. Все же не слѣдуетъ безъ нужды подвергать линіи собирательныхъ дренажей опасности размыва, и на очень крутыхъ склонахъ лучше прокладывать ихъ вдоль ската ломаной линіей, вмѣсто того, чтобы проводить прямо по направленію наибольшаго паденія (рис. 35).

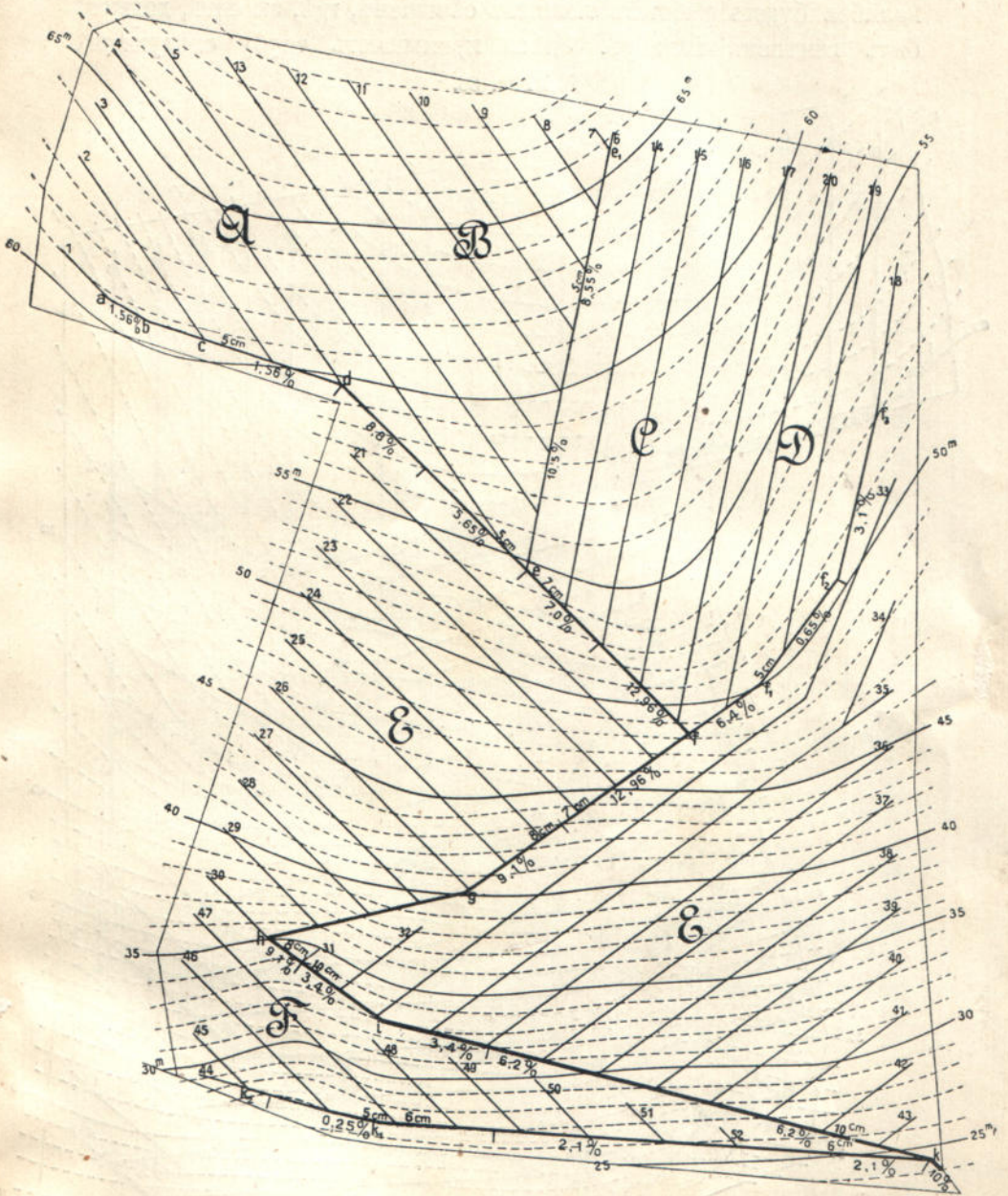
Зигзагообразный дренажъ (рис. 36); вслѣдствіе измѣненія направленій собирательныхъ линій подъ острыми углами и вслѣдствіе многочисленныхъ пересѣченій дренажъ, слѣдуетъ избѣгать.

При составленіи дренажнаго проекта, лучше всего для расчета размѣровъ трубъ пользоваться графиками, какъ они составлены Гергардомъ, Франкомъ, Кресникомъ, Мерломъ, Лево, Менсингомъ, Шевіоромъ и др. Авторъ также составилъ подобный графикъ въ двухъ видахъ (рис. 37 и 38), положивъ въ основаніе его вычисленное, теоретически допускаемое минимальное паденіе для двухъ различныхъ количествъ воды (0,7 и 1,0 секундолитровъ).

Графикъ 2 (рис. 38) составленъ такъ, что путемъ простого, производимаго циркулемъ параллельнаго перемѣщенія линіи гектаровъ, онъ можетъ быть примѣненъ для количествъ воды отъ 0,35 до 3,0 секундолитровъ; употребляемый для перемѣщенія масштабъ приведенъ у нижняго края таблицы.

По практическимъ соображеніямъ при расчетѣ дренажа трубами не рекомендуется исходить изъ осушаемыхъ площадей и рассчитывать по нимъ размѣры трубъ, ибо на большинствѣ заводовъ всѣхъ размѣровъ трубъ не имѣется. Гораздо удобнѣе исходить изъ имѣющихся на дренажныхъ заводахъ калибровъ и опредѣлять отсюда площади, съ которыхъ можно выводить воду въ соотвѣтствующій

Рис. 35.

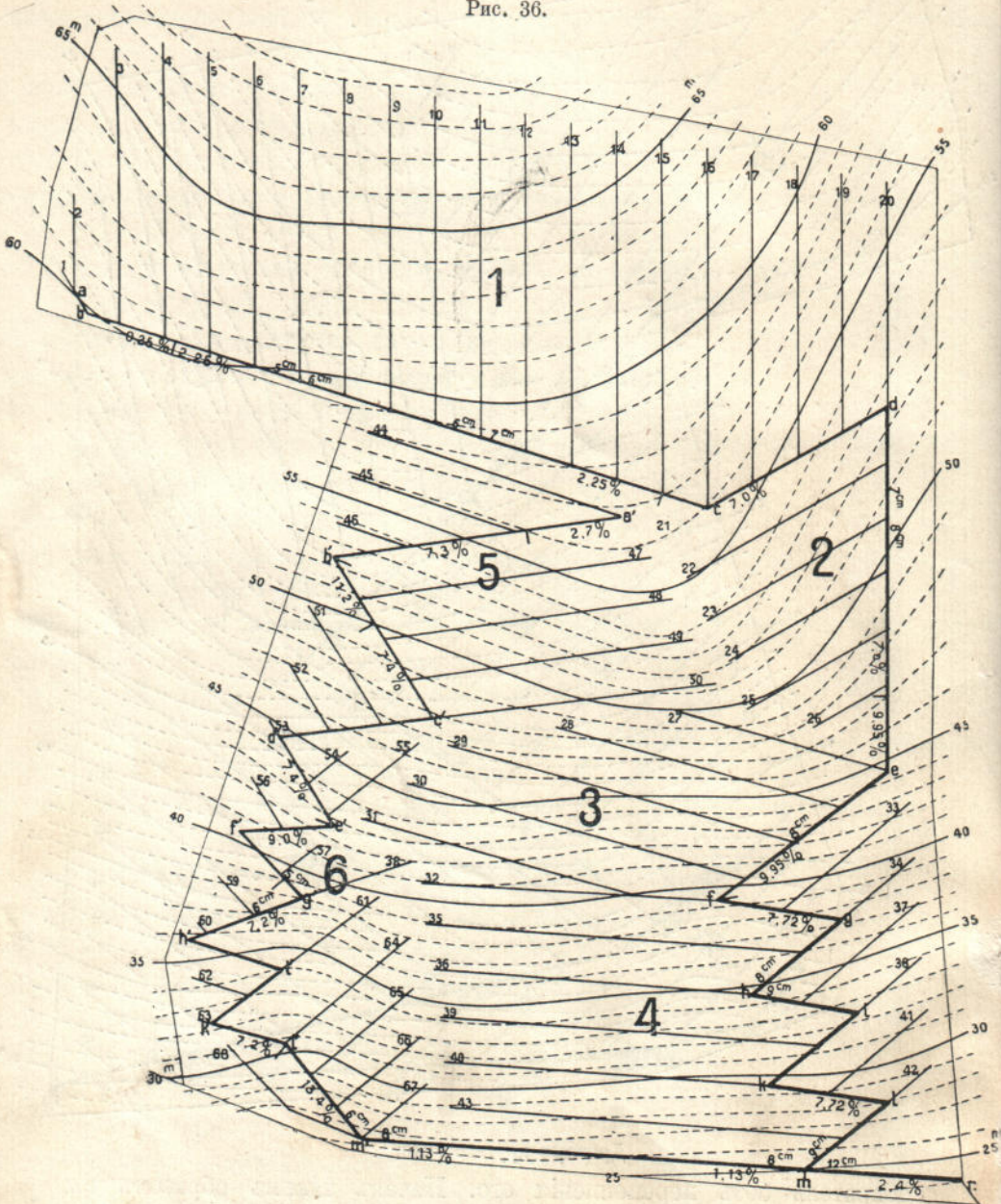


Дренаж крутого склона.

собираетелъ безъ переполненія его. Начавъ такимъ образомъ въ верхнемъ концѣ собираетеля съ ближайшаго большаго сѣченія осу-

шителя, опредѣляютъ мѣсто, гдѣ при наличномъ уклонѣ труба этого калибра будетъ работать полнымъ сѣченіемъ, гдѣ, значить, долженъ быть измѣненъ калибръ. Здѣсь примыкають трубу слѣдующаго

Рис. 36.



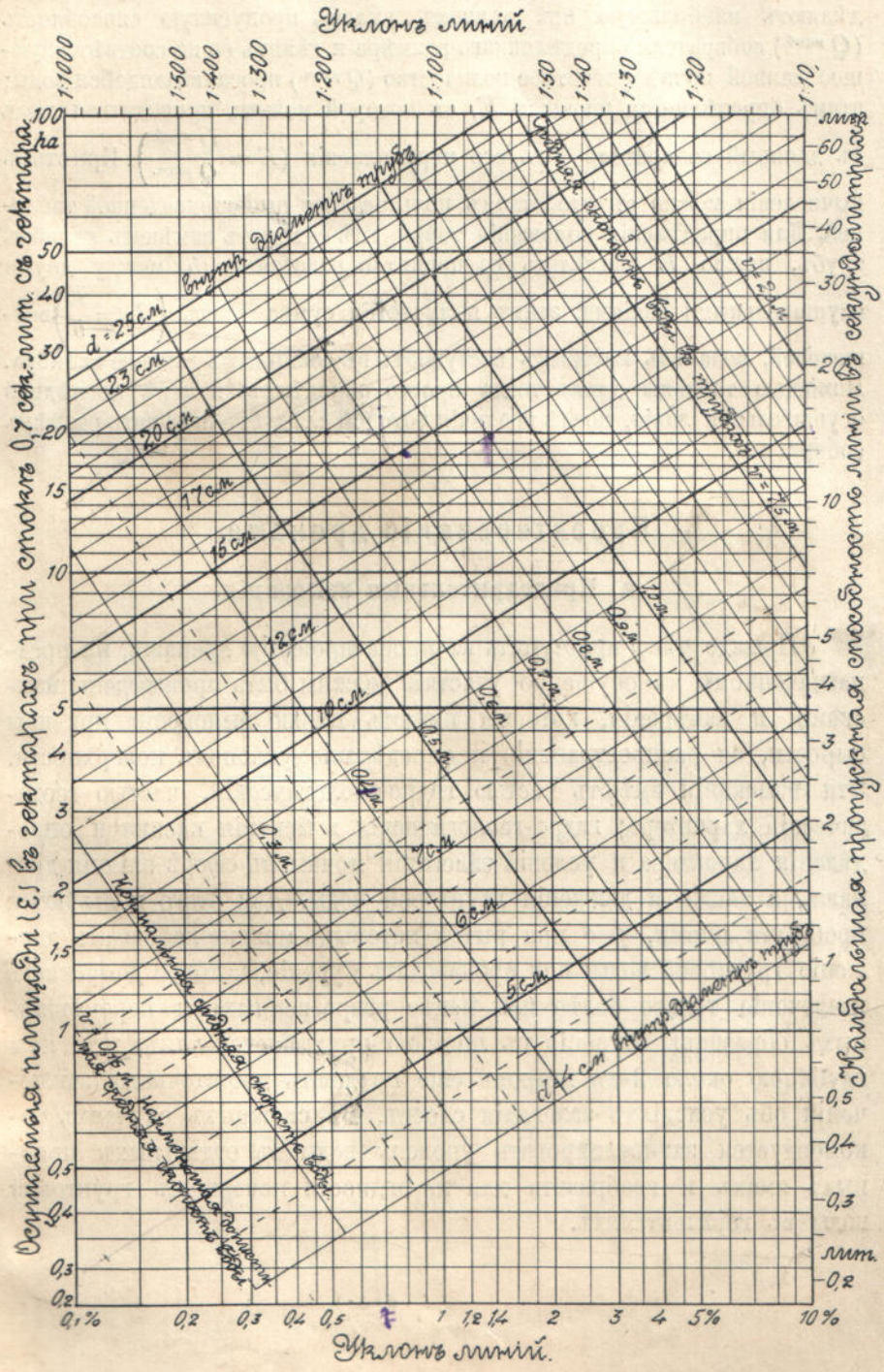
Дренажъ кругого склона.

Дис 37.

аффика (1) для определения диаметров труб для стока 0,7 мм.сек. воды

Формулы по которым построены графика:

$$\left. \begin{aligned} Q &= F \cdot v \\ v &= c \cdot \sqrt{d \cdot \varphi} \\ Q &= E \cdot 0,7 \end{aligned} \right\} \text{откуда } E = \frac{\pi}{0,7 \cdot 4} \cdot c \cdot \sqrt{d^3 \cdot \varphi}$$



большого размѣра и снова вычисляютъ мѣсто, гдѣ нужно употребить еще большее сѣченіе и т. д...

Расчетъ въ самомъ простомъ видѣ заключается въ томъ, что опредѣляютъ наибольшую при данномъ уклонѣ пропускную способность ($Q_{наиб.}$) собирателя опредѣленнаго размѣра и дѣлятъ ее на соответствующее данной почвѣ расчетное количество ($Q_{расч.}$) просачивающейся воды; этимъ опредѣляется площадь E , съ которой можетъ приводиться вода въ данный собиратель безъ его переполненія ($E = \frac{Q_{наиб.}}{Q_{расч.}}$). При этомъ вычисленіи можно съ удобствомъ пользоваться вышеприведенной таблицей. Для опредѣленія положенія точки, гдѣ слѣдуетъ измѣнить калибръ трубъ, нужно E раздѣлить на принятое разстояніе (b) между двумя осушительными линіями; этимъ получается сумма длинъ ($L = \frac{E}{b}$) осушителей, вода изъ которыхъ поступаетъ въ собиратель даннаго калибра. Помощью таблицы длинъ тогда просто опредѣлить номеръ послѣдней осушительной линіи, послѣ впаденія которой слѣдуетъ измѣнить размѣръ собирателя.

Проектированіе дренажа.

а) Предварительныя изысканія.

Прежде чѣмъ приступить къ проектированію дренажа, на предназначенномъ къ осушенію участкѣ должны быть произведены изысканія и измѣренія, которыя имѣютъ цѣлью выясненіе причины сырости, ея распространеніе и опредѣленіе уклоновъ поверхности. Эти изысканія имѣютъ частью гидро-геологическій, частью геодезическій характеръ; гидро-геологическія изысканія касаются опредѣленія характера и условій залеганія почвы въ сферѣ вліянія дренажа, а также и движенія грунтовой воды. Для этого пользуются пробными ямами, уже при рытвѣ которыхъ можно наблюдать движеніе грунтовой воды; или производятъ буреніе, которое допускаетъ извлеченіе только болѣе или менѣе разрозненныхъ и перемѣшанныхъ образцовъ. Буреніе съ пользою примѣняется тамъ, гдѣ ямы глубиною около 2-хъ метровъ еще не даютъ достаточнаго заключенія объ условіяхъ залеганія слоевъ. Въ сложныхъ случаяхъ рекомендуется занивелировать уровень воды въ отдѣльныхъ пробныхъ ямахъ и изобразить для наглядности поперность грунтовой воды въ горизонталяхъ.

Фиг. 38. Таблица (II) для определения диаметров дренажных труб при стоке 1,0 секундо-литра.

Средняя скорость в дренажных линиях.

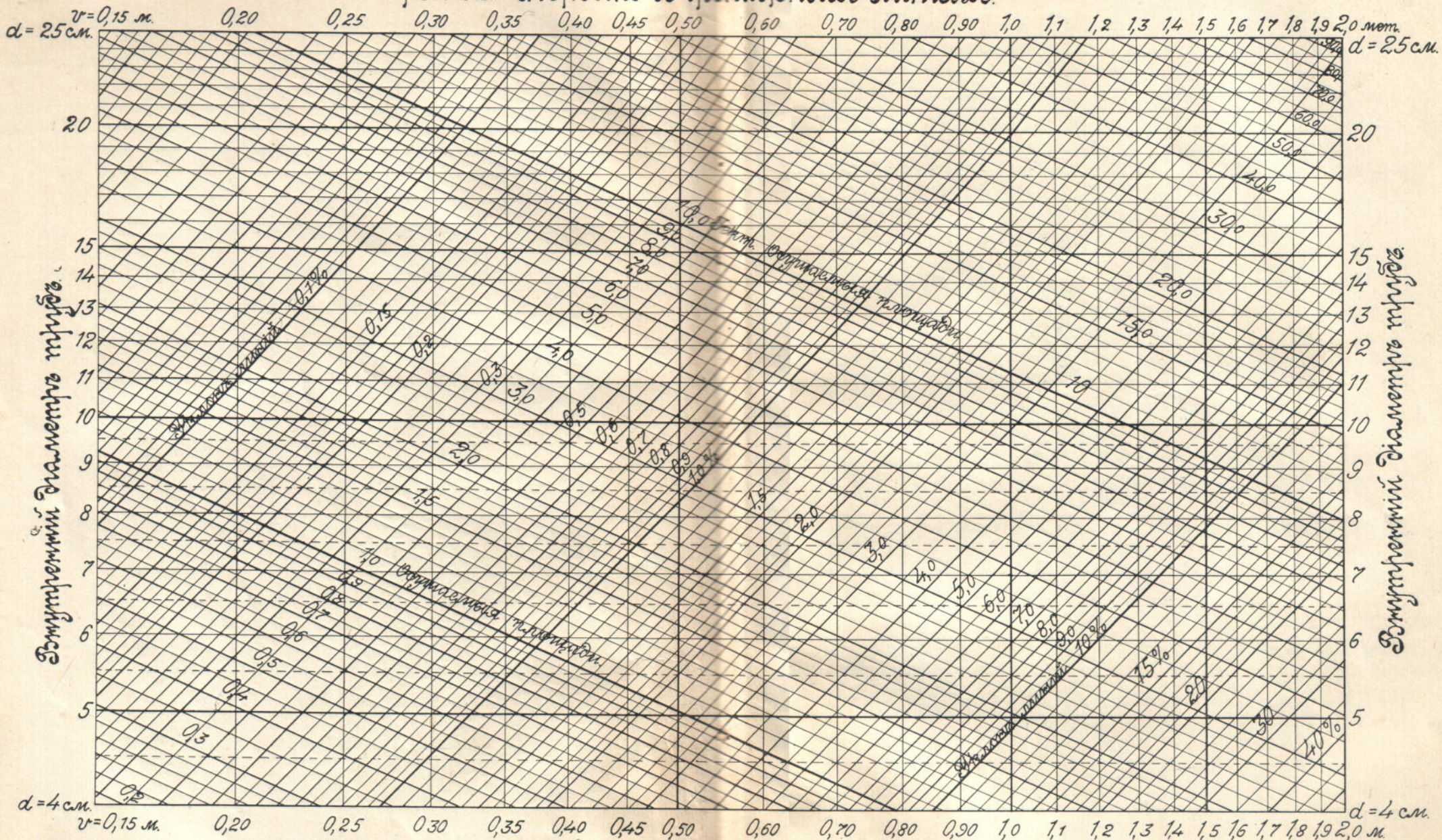
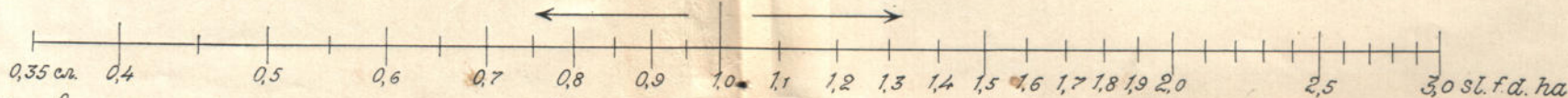


Таблица для передвижения линии гектаров при различных величинах стока (Q в сек.-литр.)



ПР. При величинах стока менее 1 с.-л. передвигать линию гектаров влево, - более 1 с.-л. - вправо.

Чтобы правильно взять лежащіяся въ основу расчета величины стока просачивающейяся воды, слѣдуетъ изучить характеръ выпаденія осадковъ въ данной мѣстности, особенно во время весенней обработки; придать также должное значеніе условіямъ сельскохозяйственнаго производства, ибо они тоже не мало вліяютъ на глубину дренъ и разстояніе между ними. Въ гидротехническомъ отношеніи слѣдуетъ особенно изслѣдовать существующіе протоки, въ смыслѣ имѣющагося въ распоряженіи уклона и возможности ихъ улучшенія прочисткою или спрямленіемъ; опредѣлить обычные и наивысшіе горизонты стоянія воды, ихъ время и продолжительность, чтобы имѣть возможность судить о временныхъ совершенныхъ или частичныхъ прекращеніяхъ дѣйствія дренажа; также слѣдуетъ удостовѣриться, не послѣдуетъ ли справедливыхъ возраженій противъ отвода воды на чужіе участки; гдѣ ожидаются большія количества дренажной воды, и помимо возраженій, слѣдуетъ особенно позаботиться о безвредномъ отводѣ ихъ или даже подумать объ использованіи ихъ въ цѣляхъ орошенія.

Насколько обширны должны быть въ отдѣльныхъ случаяхъ геодезическія работы зависитъ отъ точности существующихъ съемокъ страны. Если имѣются налицо кадастровыя съемки въ масштабѣ 1:2500, то горизонтальная съемка во многихъ случаяхъ можетъ быть избѣгнута. Если подобныхъ пособій нѣтъ или имѣются только въ небольшомъ масштабѣ, то слѣдуетъ представить мѣстоположеніе дренажа въ масштабѣ 1:1000 или, по крайней мѣрѣ, 1:2000. Весьма важна нивелировочная съемка съ цѣлью выраженія рельефа мѣстности въ горизонталяхъ, которыя даютъ наглядную картину уклоновъ, что и дѣлаетъ возможнымъ составленіе правильнаго проекта.

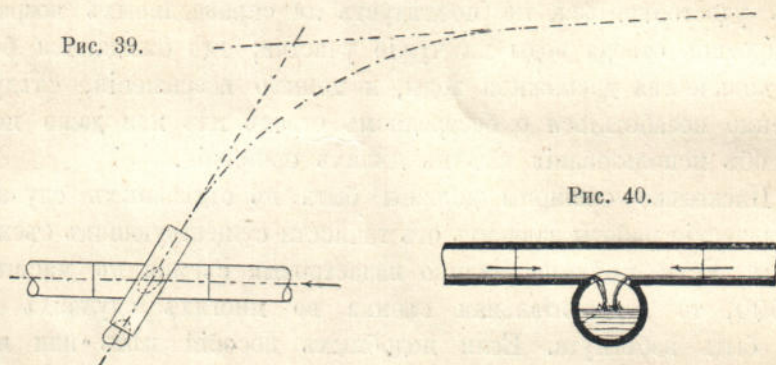
в) Составленіе проекта.

Основаніемъ проекта являются горизонталы, которыя наносятся на планѣ черезъ каждыя 0,20—1,0 метра, въ зависимости отъ фигуры и уклона земной поверхности. Для дополненія картины горизонталей полезно отмѣтить и водораздѣлы, ибо ими обуславливается группировка осушительныхъ дренажныхъ линій.

Затѣмъ, въ зависимости отъ условій стока устанавливается направленіе главныхъ собирателей и обозначаются группы осуши-

тельныхъ линій, при соблюденіи минимальнаго уклона, на разстояніи, обусловливаемомъ свойствами почвы. При этомъ почти безразлично, подходят ли осушительныя линіи къ собирателямъ подъ острымъ или тупымъ угломъ, ибо, если направленія осушительной и собирающей линій въ мѣстѣ ихъ соединенія не подходят другъ къ другу, то всегда можно помочь закругленіемъ дренажной канавы близь устья (рис. 39); если же для этого соединенія примѣняются вращающіеся фасоны дренъ (рис. 75 и 76), то направленіе теченій въ осушитель и собиратель вполне безразлично.

При питаніи собирателя съ обѣихъ сторонъ слѣдуетъ смотрѣть за тѣмъ, чтобы мѣста впаденія осушителей, ради облег-



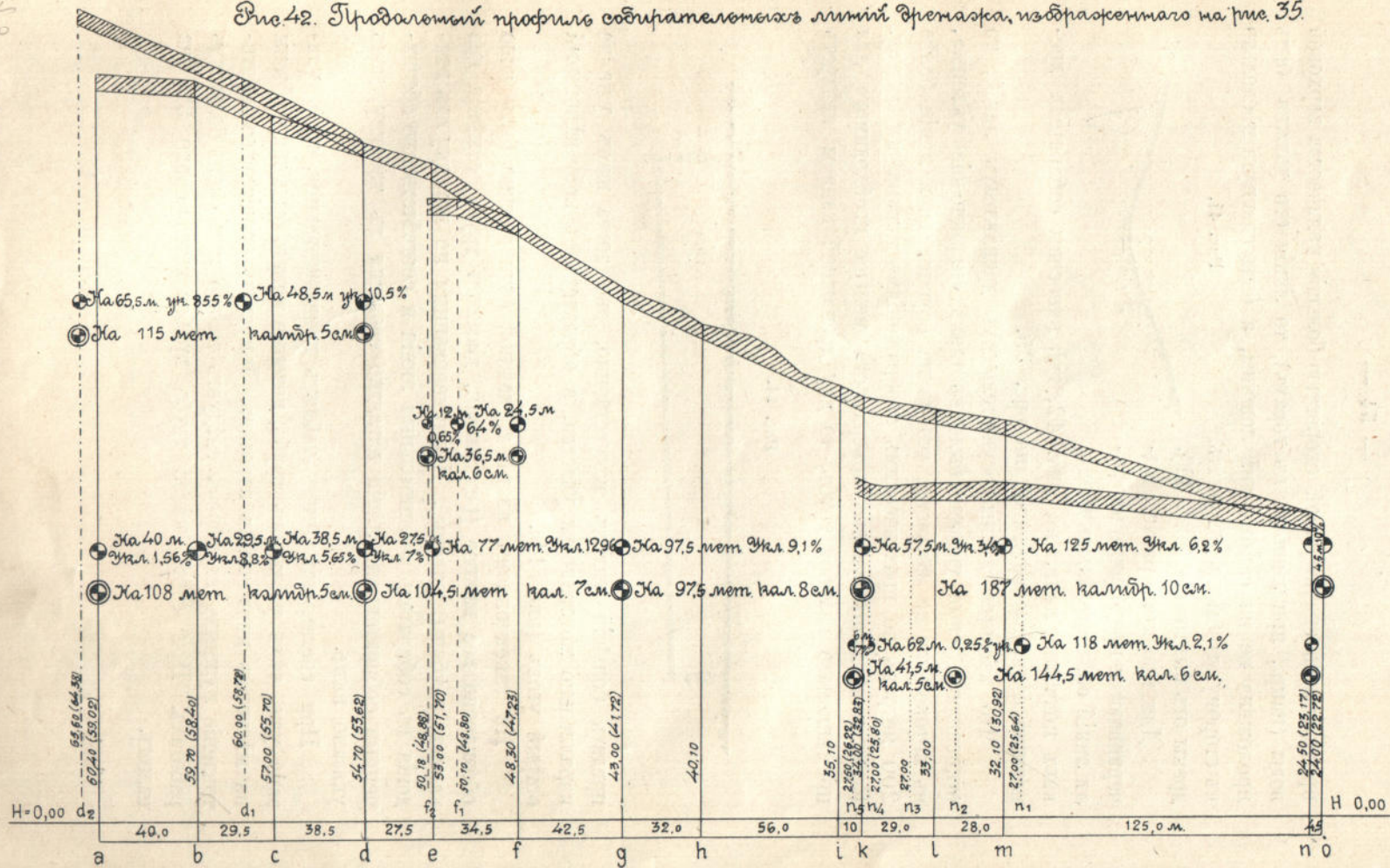
ченія приѣма воды, лежали бы другъ отъ друга на соответствующемъ разстояніи. Только при очень короткихъ осушителяхъ допустимо впускать ихъ въ собиратель съ обѣихъ сторонъ въ одномъ мѣстѣ (рис. 40).

При общемъ распредѣленіи собирательныхъ линій нѣтъ надобности руководиться второстепенными соображеніями, но все же, если окажется возможнымъ, направлять ихъ по полевымъ дорогамъ, главнымъ границамъ участка и т. д... Важнѣе, чтобы не было сдѣлано излишне большихъ системъ, ибо большіе калибры трубъ (начиная примѣрно съ 0,16 метра) обычно несоответственно дорожке мелкихъ; далѣе, слѣдуетъ озаботиться, чтобы собирательныя линіи, гдѣ возможно, были бы проектированы такъ, чтобы скорость воды противъ устьевъ была бы наибольшая, такъ какъ при такомъ условіи засореніе дренъ менѣе вѣроятно.

Если собиратель долженъ проводиться въ лоцинѣ, по которой

2 см - 4 см
1 см - 2 см

Рис. 42. Продолженный профиль собираемых линий дренажа, изображенного на рис. 35.



проходить со значительной скоростью большія количества верховой воды (напр., при ливняхъ въ горахъ), то линия его должна быть проложена не на самомъ днѣ лощины, а быть сдвинута нѣсколько въ сторону, чтобы предохранить дрены отъ вымыванія (рис. 41).

Рис. 41.

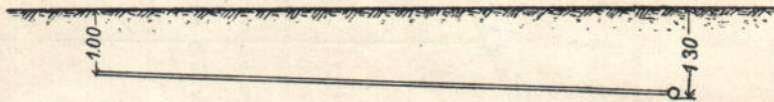


Для проекта и расчета вычерчиваются продольные профили линій собирательныхъ дренъ,

какъ показано напр. на рис. 42, гдѣ нанесены собиратели дренажной сѣти, изображенной на рис. 35.

Что касается длины осушительныхъ дренажныхъ линій, то относящееся сюда указано было въ главѣ «наименьше уклоны», въ которой также замѣчено, что длина осушительной линіи болѣе 200 метровъ по практическимъ соображеніямъ должна избѣгаться. Если наибольшій уклонъ поверхности меньше необходимаго для примѣняемаго калибра трубъ, то дну дренажной канавы слѣдуетъ

Рис. 44.

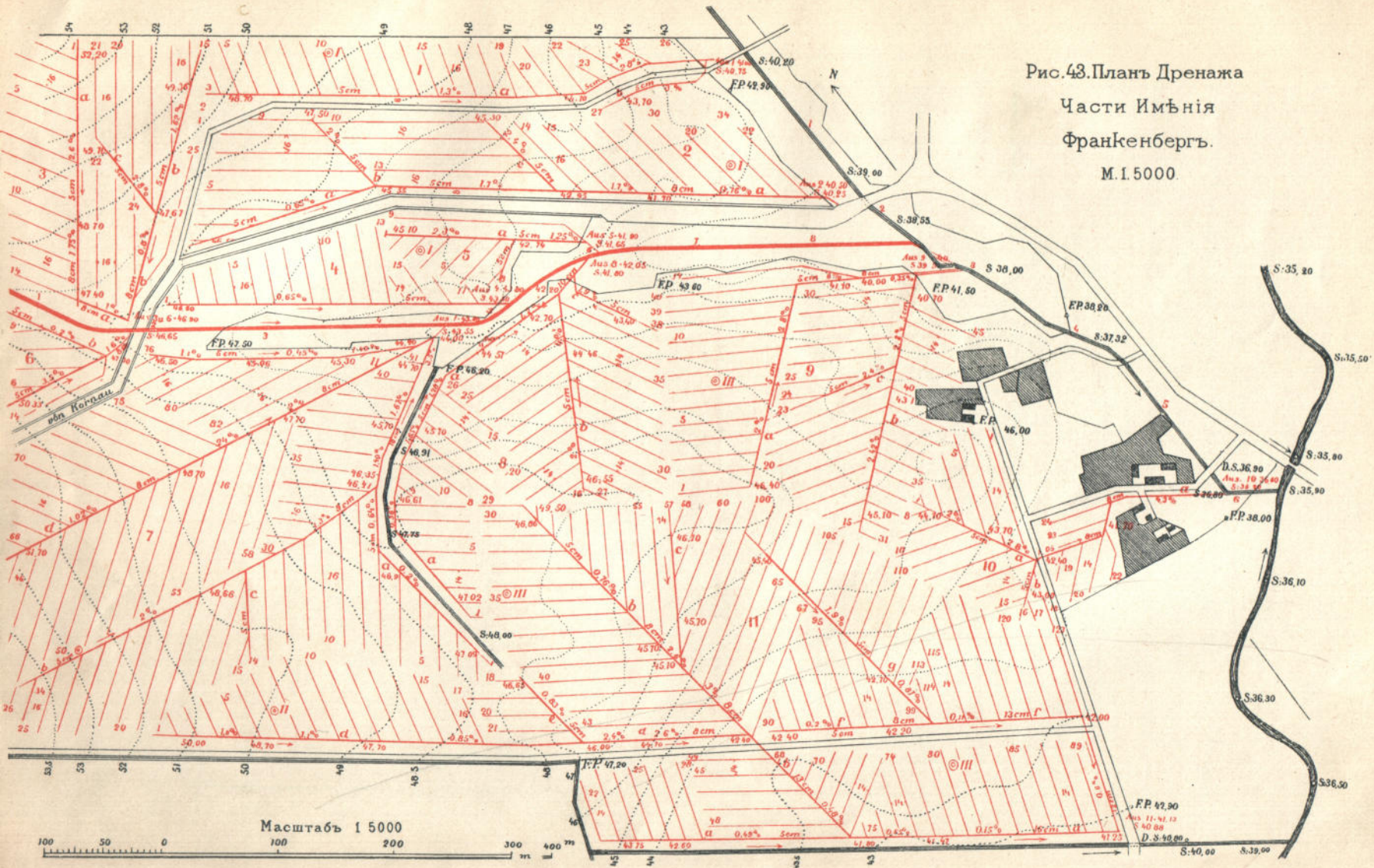


придать большій уклонъ искусственно, дно тогда идетъ уже не параллельно поверхности участка, а образуетъ съ ней нѣкоторый острый уголъ (рис. 44).

На законченномъ планѣ дренажной сѣти должно быть ясно обозначено все важное (родъ линій, діаметры трубъ, отмѣтки дна канавъ, глубины, уклоны). Пронумерованныя по порядку ихъ впаденія въ собиратель осушительныя линіи и соотвѣтственно обозначенныя собирательныя линіи наглядно сводятся въ таблицу, какъ указано ниже.

При составленіи этихъ таблицъ придерживаются, какъ указано уже, тѣхъ размѣровъ трубъ, которые могутъ быть приобрѣтены на мѣстныхъ кирпичныхъ заводахъ. Допускать специальное приготовленіе нужныхъ калибровъ слѣдуетъ только при очень большихъ работахъ. При счетѣ числа трубъ прибавляется около 5% на изломъ.

Рис. 43. Планъ Дренажа
 Части Имѣнія
 Франкенбергъ.
 М. 1 5000



Масштабъ 1 5000

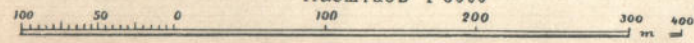


Таблица дренажныхъ линій

для подсчета общей длины осушителей и собирателей въ проектѣ, для опредѣленія калибра трубъ и для повѣрки правильности выбранныхъ диаметровъ при количествѣ просачивающейся воды въ 2,0 секундолитра съ гектара ¹⁾.

Обозначеніе системы.	Осушители			Собиратели							Наибольшая пропускная способность при стока воды въ 2 литр., выраженная въ гектарахъ.				
	№№	длина		Разстояніе.	Площадь осушаемая собирателемъ.	Наименованіе.	длина при слѣдующихъ диаметрахъ (см.)					Уклонъ дна въ ‰.	Средняя скорость воды $v = c/d \cdot \tau$.		
		въ отдаленности	въ суммѣ				5.	6.	7.	8.				9.	10 и болѣе
А.	1	51		12	гект.										
	2	64													
	3	89													
	4	111													
	$\frac{1}{2}$ ab	(20)	335	12	0,40	ab	39					1,56	0,41	0,40	
А. В.	$\frac{1}{2}$ bc	(16)	351	12	0,42	bc	32					8,80	0,97	0,85	
	5	168													
	$\frac{1}{2}$ cd	(19)		538	12	0,65	cd	38				5,65	0,78	0,76	
	6	7													
	7	11													
В. А+В. С.	8.	34													
	9	57													
	10	81													
	11	104													
	$\frac{1}{2}$ d ₂ d ₁	(34)	328	12	0,39	d ₂ d ₁	67					8,50	0,95	0,92	
В. А+В. С.	12	128													
	13	151													
	$\frac{1}{2}$ d ₁ d	(24)		631	12	0,76	d ₁ d	49				10,5	1,06	1,05	
	—	—	1169	12	1,40	de						7,0	1,15	2,20	
	14	131													
С. отъ А до С. D.	$\frac{1}{2}$ de	(14)	1314	12	1,58	de		27				7,0	1,15	2,20	
	15	139													
	16	147													
	17	155													
	$\frac{1}{2}$ ef.	(18)		604											
С. отъ А до С. D.	—	—	1773	12	2,13	ef	—	—	35	—	—	12,96	1,57	3,00	
	18	118													
	19	130													
	$\frac{1}{2}$ f ₂ f ₁	(6)	254	12	0,31	f ₂ f ₁	—	12	—	—	—	0,65	1,31	0,43	
	20	149													
D. отъ А до D.	$\frac{1}{2}$ f ₁ f	(12)		415	12	0,50	f ₁ f	—	23	—	—	6,40	0,80	0,80	
	—	—	2188	12	2,63	fg.	—	—	—	—	—	12,96	1,57	3,00	

¹⁾ Настоящая таблица соответствуетъ плану дренажа на р. 35, профилямъ собирателей на р. 42.

Исполнение дренажного проекта.

а) Проведение канавъ.

При разбивкѣ на мѣстѣ линій канавъ, переносятся съ плана сначала главные и второстепенные собиратели, отмѣчаются номерными кольями точки измѣненія направленій ихъ въ горизонтальныхъ и вертикальныхъ плоскостяхъ, и затѣмъ, если нужно, эти линіи проnivelлировываются. Изъ параллельныхъ осушительныхъ дренажныхъ линій проnivelлировываются только отдѣльные избранныя направленія. Гдѣ уклонъ сравнительно малъ, должны быть проnivelлированы всѣ осушительныя линіи, чтобы можно было сдѣлать попытки къ увеличенію уклона.

Колья имѣютъ указанные на планѣ номера; верхніе концы ихъ подводятся подъ одну линію, которая идетъ параллельно будущему дну канавы (рис. 45).

Между головками кольевъ протягивается затѣмъ шнуръ, отъ котораго могутъ отмѣряться глубины; шнуръ даетъ возможность

Рис. 45.



рабочему во всякое время провѣрить свою глубину копанія. Только на сильно покатыхъ поверхностяхъ можно обойтись безъ такой

проnivelлированной линіи, измѣряя глубины просто отъ верха канавы и опредѣляя равномерность уклона по характеру теченія воды. Если требуется придать минимальный уклонъ, то nivelлировка отдѣльныхъ осушительныхъ линій необходима.

Установленная направляющая линія должна оставаться безъ измѣненія въ продолженіе работы, что лучше всего достигается тѣмъ, что сбоку въ откосы канавы вгоняются маленькіе колья; на нихъ кладется поперекъ канавы шнуръ, отъ котораго во время работы могутъ отмѣряться глубины. Этотъ размѣръ глубины дается рабочему въ видѣ простого бруска и т. п.. Послѣ забиванія откосныхъ кольевъ основные колья вытаскиваются. Передъ тѣмъ, какъ продолжать копку канавы далѣе, необходимо разложить вдоль ея края трубы. Проведеніе канавъ должно быть начато только тогда, когда урегулированъ и обезпеченъ отводъ воды у устья главнаго собирателя.

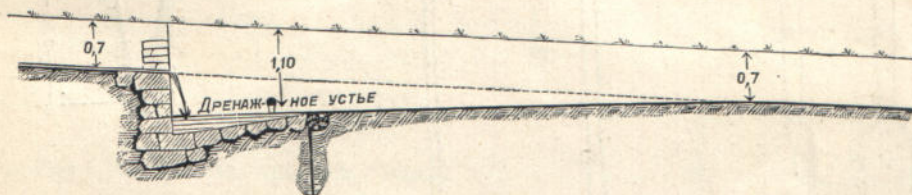
Если устье дренаж выходит въ канаву или ручей, уровень воды въ которыхъ, не смотря на хорошій уклонъ, стоитъ слишкомъ высоко, въ углубленіи же ихъ нѣтъ непосредственной надобности, или оно можетъ даже оказаться вреднымъ для культуры, то необходимый для собирателя спускъ воды можно создать тѣмъ, что на днѣ естественнаго протока у устья собирателя дѣлается перепадъ, какъ указано на рис. 46.

Въ зависимости отъ характера канавы или ручья и свойства грунта, этотъ перепадъ различно укрѣпляется: дернованіемъ, моченіемъ или каменнымъ сооруженіемъ (рис. 46).

Земляныя работы вообще слѣдуетъ начинать отъ мѣста существующаго стока, чтобы собирающаяся въ канавѣ во время работы вода могла безпрепятственно стекать.

При этомъ, въ цѣляхъ быстрой и дешевой работы, вообще слѣдуетъ стремиться дѣлать дренажныя канавы возможно узкими,

Рис. 46.



Уступъ въ водоотводной канавѣ для впуска дренажной линіи.

съ возможно крутыми откосами. По направленію канавы протягиваются въ разстояніи принятой ширины канавы (0,45—0,60 м.) два шнура и по нимъ удаляется пахотный слой или обрѣзается дернъ. Этотъ богатый питательными веществами матеріалъ кладется отдѣльно, чтобы при заполненіи канавы онъ снова могъ бы быть положенъ наверхъ.

Должна ли дальнѣйшая копка канавы производиться специальными дренажными лопатами (рис. 47) или можетъ производиться обычными инструментами—вполнѣ зависитъ отъ свойствъ грунта. Въ однородно связныхъ почвахъ, безъ камней, безъ корней и особенно безъ сыпучаго песка, канавы нормальной глубины (около 1,3 мет.) могутъ выводиться исключительно узкими лопатами. Если же дренируемая почва богата камнями, тверда и неоднородна, или богата корнями, какъ напр., нѣкоторыя болота, то должны быть употреблены въ помощь кирки и топоры, и дренажныя канавы уже

сверху должны закладываться настолько широкими (отъ 0,6 м.), чтобы рабочіе могли стоять и двигаться на днѣ ихъ.

Дно вырытыхъ дренажными лопатами канавъ должно послѣ выемки послѣдняго куска земли быть вообще уже правильнымъ, ибо въ узкихъ канавахъ (рис. 48) не могутъ быть производимы значительныя послѣдующія улучшенія. Можетъ быть произведено сверху только нѣкоторое выравниваніе и округленіе дна выпуклой лопатой (рис. 49) или т. н. гусиной шей (рис. 50).

На днѣ вырытыхъ обычнымъ путемъ канавъ слѣдуетъ для укладки трубъ вырѣзать выпуклой лопатой или «гусиной шей»

Рис. 47.

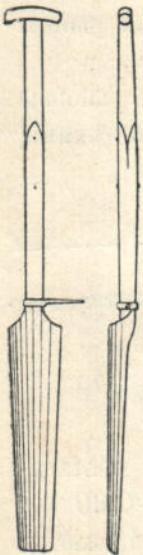


Рис. 49.

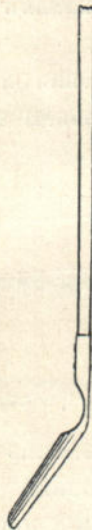


Рис. 50.



Рис. 48.

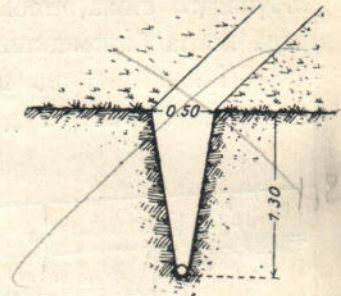
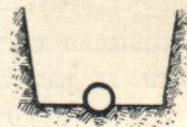
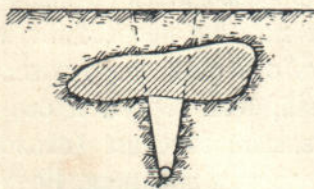


Рис. 51.



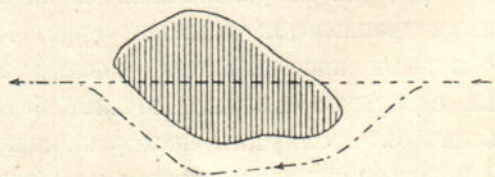
желобокъ (51). Особенно тщательно всегда надо сдѣлать, выравнять и укрѣпить дно канавы. Попадающіеся по линіи дрена большіе

Рис. 52.



Подкопъ подъ камень.

Рис. 53.



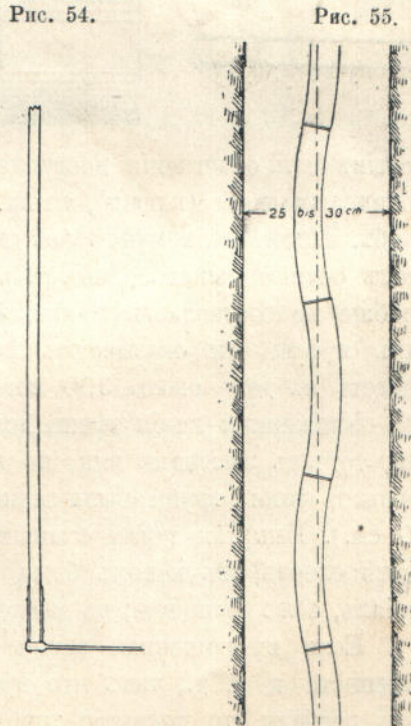
Обходъ камня.

камни, какъ это нерѣдко случается въ областяхъ моренъ, смотря по ихъ положенію, подкапываются (рис. 52) или обходятся (рис. 53).

Подкапываніе примѣнимо только тогда, когда имѣется полная увѣренность, что камень не опустится и не раздавитъ дренъ. Если имѣется опасность обваливанія нижней части канавы до окончанія работъ въ верхней части, то рекомендуется временно выложить ее трубами, чтобы въ случаѣ обвала стѣнокъ не былъ бы прегражденъ водѣ стокъ съ верхней части канавы. Время года, въ которое лучше всего исполнять дренажныя работы, не можетъ быть указано опредѣленно. Почвенныя, климатическія и хозяйственныя условія даютъ возможность выбирать время весьма различно. Гдѣ предвидятся неблагоприятныя почвенныя и водныя условія (напр., сыпучій песокъ съ сильными ключами), надо выбрать возможно сухое время; очень тяжелыя почвы лучше дренировать при нормальномъ содержаніи влаги въ нихъ. Примѣненіе машинъ для устройства канавъ приобретаетъ значеніе только на удобныхъ участкахъ и при большихъ работахъ.

В) Укладка трубъ.

Укладку трубъ, вслѣдствіе опасности обваловъ откосовъ канавъ, слѣдуетъ начинать возможно скорѣе послѣ выкопки канавы.



Трубы, разложенныя уже во время земляныхъ работъ вдоль краевъ канавы, укладываются на дно при помощи узкой кирки (рис. 54). Для наблюденія за укладкой дренъ долженъ стоять въ канавѣ рабочій только въ томъ случаѣ, если имѣютъ дѣло съ трудно выравниваемымъ сверху, каменистымъ дномъ, съ плохо сформированными трубами, съ легко обваливающимися откосами и т. д. Всегда надо заботиться, чтобы трубы получали правильное положеніе и хорошо примыкали бы другъ къ другу. Попадающіяся иногда между прочими хорошими трубами нѣсколько изогнутыхъ трубъ слѣдуетъ, во избѣжаніе закупориванія, укладывать такъ, чтобы изгибъ ихъ лежалъ не въ вертикальной плоскости, а въ плоскости дна (рис. 55).

Рис. 55.

Рис. 54.

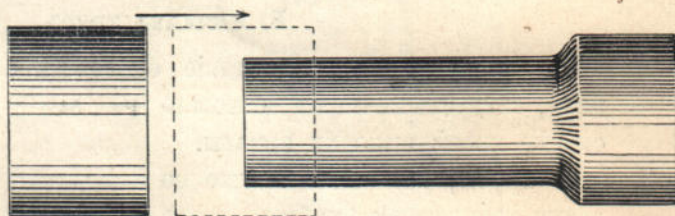
Въ трудныхъ случаяхъ можетъ находить примѣненіе кирка, изобрѣтенная Адамомъ, сущность которой заключается въ томъ, что сразу могутъ насаживаться и укладываться 6 трубъ. Кирка состоитъ изъ цилиндрическаго, длиною 2,2 м. ясеневаго стержня, діаметръ котораго нѣсколько менѣе діаметра насаживаемыхъ трубъ; стержень вставленъ въ гильзу согнутой рукоятки.

Укладку трубъ, во избѣжаніе засоренія и даже закупориванія дренажной линіи во время производства работы, слѣдуетъ начинать, гдѣ возможно, съ верхняго конца линіи. При этомъ начало верхней трубки закладывается камнемъ или кускомъ черепицы (но не глиной) (56), а каждая слѣдующая трубка просто прижимается киркой или рукой къ предыдущей. Если нѣкоторые пазы въ стыкахъ почему либо вышли большими, или должны были быть сдѣланы та-

Рис. 56.



Рис. 57.



ковыми для облегченія поступленія въ дренажную линію большихъ количествъ воды (ключи), то на нихъ кладутся подходящіе обломки трубъ. Примѣненіе муфтъ (57) при употребленіи достаточно большихъ осушительныхъ дренъ (4 или 5 сантим.) въ однородной почвѣ вообще не составляетъ необходимости; на ненадежныхъ же грунтахъ муфты эти оказываютъ хорошую услугу. Опытный рабочій кладетъ въ день около 300 погон. метровъ трубъ.

Уложенная линія дренъ должна быть, во избѣжаніе поврежденій, тотчасъ засыпана или, по крайней мѣрѣ, покрыта землей настолько, чтобы трубы были защищены отъ внѣшнихъ вліяній (20—30 см.). Вынутая земля сыпается обычно опять въ томъ же порядкѣ слоевъ, въ какомъ была выброшена. Только песчаный матеріалъ, если возможно, не долженъ быть насыпанъ прямо на трубы.

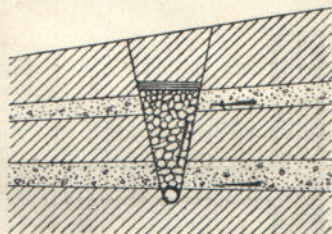
Если выброшенная земля смерзлась, сильно высохла, очень камениста и т. д., такъ что при засыпаніи ею трубки могли бы быть разбиты, то покрытие трубъ слѣдуетъ произвести срываніемъ нижней части стѣнокъ, а начинать засыпку землей сверху только

тогда, когда трубы будут достаточно защищены материаломъ, скрытымъ съ боковъ.

Примѣняемое въ нѣкоторыхъ мѣстахъ покрытие трубъ, передъ ихъ засыпкой, соломой, хворостомъ или дерномъ должно быть признано нежелательнымъ, ибо эти матеріалы, постепенно разлагаясь, вызываютъ образованіе вредныхъ пустотъ и закупориваніе дренъ. Насыпка на трубы щебня также, по меньшей мѣрѣ, излишня и чрезмѣрно удорожаетъ работу. Насыпка щебня полезна только въ одномъ случаѣ; именно, когда надъ дренами съ боковъ канавы выступаютъ водоносные слои, вода которыхъ должна быть также введена въ дренъ. Здѣсь въ обильное осадками время, при медленномъ просачиваніи подходящей со стороны воды, образовались бы на поверхности земли пучины, которыхъ никогда не должно быть на правильно дренажномъ полѣ. Чтобы устранить это, насыпается отъ трубъ до мѣста выступленія водоносныхъ слоевъ щебень или мелкіе камни

(рис. 58), при чемъ слѣдуетъ обращать вниманіе на каждую мельчайшую, показывающуюся въ стѣнкахъ канавы водоносную жилку и всякій водяной протокъ связывать щебеночною линіею съ линіею дренъ. Трамбованіе земли при обратной засыпкѣ канавъ обычно излишне, а самые нижніе слои, во избѣжаніе сдвига или разбиванія трубъ, вообще никогда не должны трамбоваться. Только на лугахъ и пастбищахъ верхній слой нѣсколько утрамбовывается для лучшаго выравниванія передъ укладкой дерна, и при этомъ обычно земля остается нѣсколько возвышающимся валомъ надъ поверхностью луга (рис. 59), чтобы получить послѣ

Рис. 58.

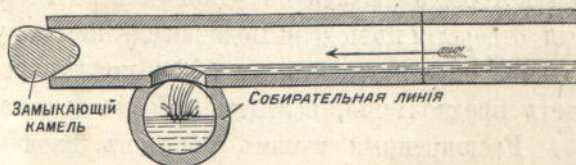


Впускъ водоноснаго слоя въ дренажную линію.

Рис. 59.



Рис. 60.



осадки ровную поверхность и тѣмъ избѣжать послѣдующей планировки. На пашнѣ эта предосторожность менѣе нужна.

Соединение осушительных дренажных линий с собирателями должно быть сделано по возможности такъ, чтобы вода из осушителя попадала въ собирательную линию сверху (рис. 60); при этомъ, конечно, теряется нѣкоторое полезное падение, за то однако меньше задерживается движение воды въ собиратель и не такъ легко могутъ попадать из собирателя въ дрены лягушки. Только тамъ, гдѣ слишкомъ малый уклонъ не допускаетъ этого рода впаденія, дрены вводятся въ собиратели сбоку. Чтобы ввести осушительную трубку, не слѣдуетъ просто пробивать въ боку собирателя дыры (рис. 61), а слѣдуетъ употреблять фасонныя дрены, которыя обезпечиваютъ хорошую укладку, устраняя втыканіе осушительной трубы въ собиратель.

Для этой цѣли примѣняютъ развѣтвленную трубу (рис. 62) или фасоны, изобрѣтенные Вейгманомъ и Водичкою. Они состоятъ

Рис. 61

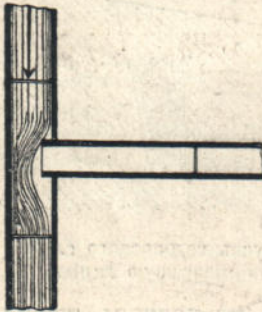
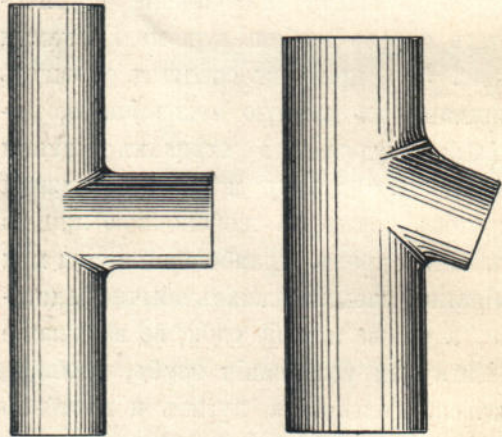


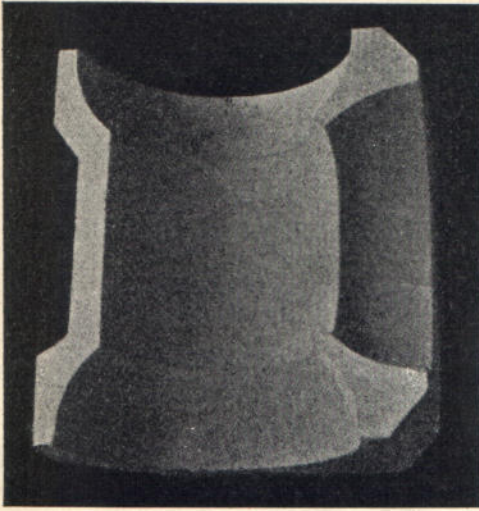
Рис. 62.



изъ двухъ накладываемыхъ другъ на друга искусственныхъ каменныхъ плитъ, между которыми образуются отходящія подъ прямымъ угломъ трубообразныя отверстія для прохода воды, продольныя оси которыхъ лежатъ въ одной плоскости (рис. 63 и 64). Входныя отверстія въ модели Водички сдѣланы конусообразными (рис. 64), а Вейгмана—шаровидными (63); послѣдняя конструкція заслуживаетъ предпочтенія, вслѣдствіе болѣе плотнаго смыканія трубъ.

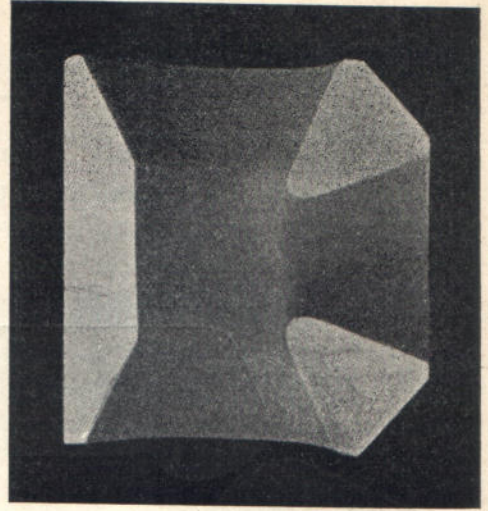
Расширенныя такимъ образомъ входныя отверстія фасонныхъ допускаютъ введеніе въ нихъ трубъ различнаго діаметра и такого направленія, которое сильно отклоняется отъ оси фасонной части (рис. 65). При большихъ дренажныхъ работахъ можно бы поре-

Рис. 63.



Фасонъ Вейгмана.

Рис. 64.



Фасонъ Водички.

Рис. 66.

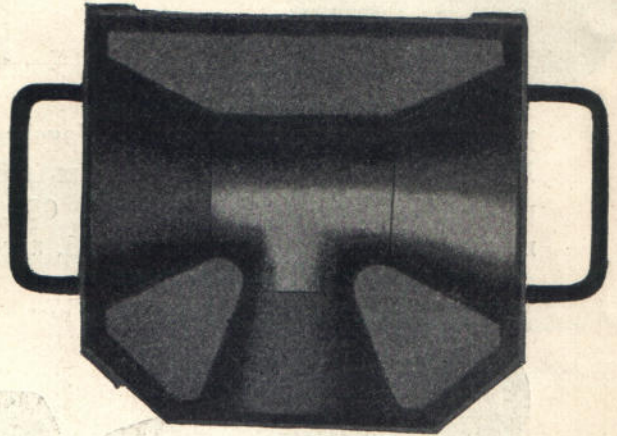


Рис. 67.

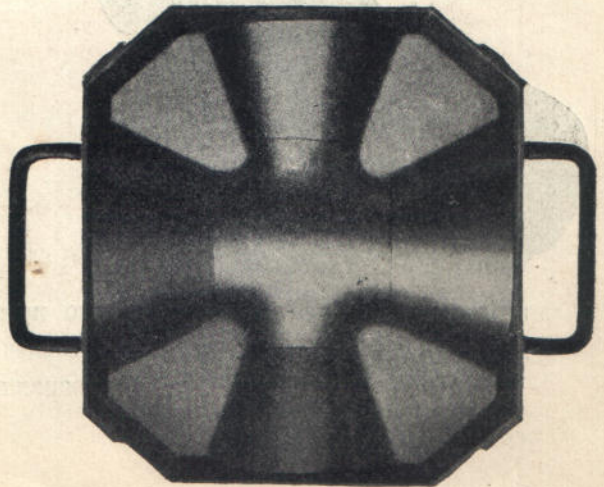
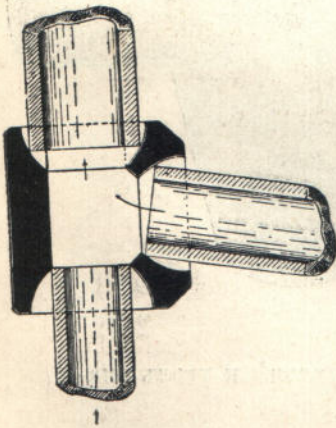
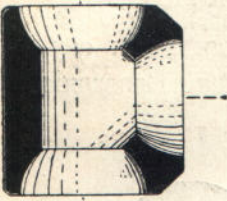


Рис. 65.



комендовать упомянутыя фасонныя части готовить на мѣстѣ работъ изъ бетона въ желѣзныхъ формахъ. Въ Баваріи фасоны Вейгмана готовятъ Акціонерное Общество соединенныхъ па-

Рис. 68.

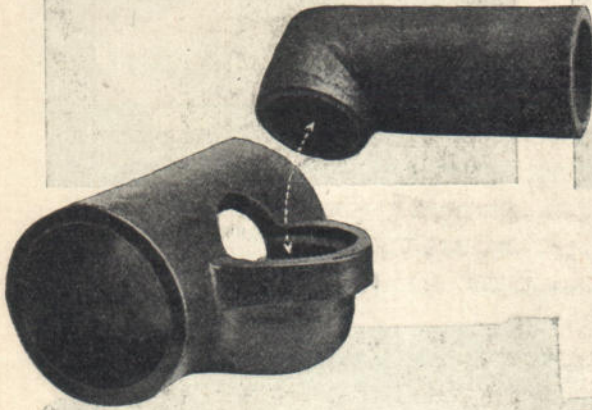
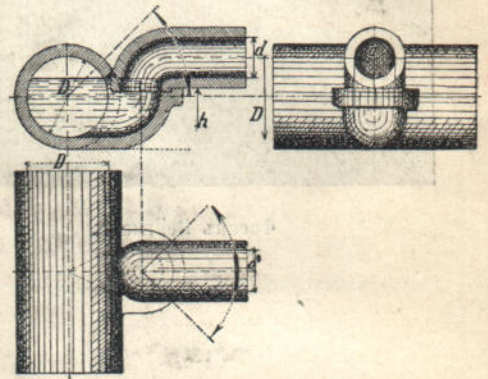


Рис. 69.



ровыхъ кирпичныхъ заводовъ въ Ingelstadt. Въ послѣднее время въ Швейцаріи и другихъ государствахъ приобрѣтенъ патентъ на такъ называемый замокъ Линерта (рис. 68 и 69) для соединенія осушительныхъ и собирательныхъ линій, который, несмотря на впаденіе

Рис. 70.

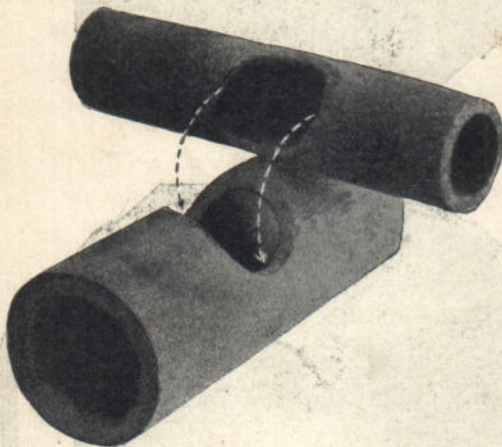
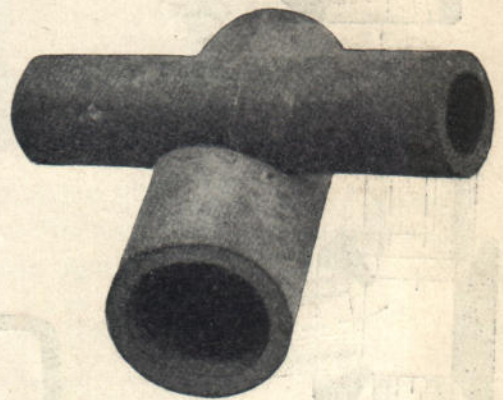


Рис. 71.



воды сверху, влечетъ очень малую потерю въ уклонѣ и уголъ впаденія осушителя также дѣлаетъ безразличнымъ.

При введеніи осушительной дренажной линіи сверху, собиратель

укладывается на толщину трубъ глубже, чѣмъ дно канавъ осушителей, а соединеніе обѣихъ линій достигается пока просто тѣмъ,

Рис. 72.

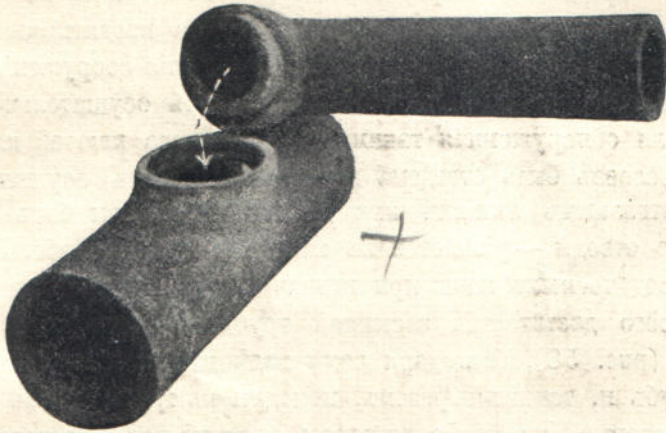
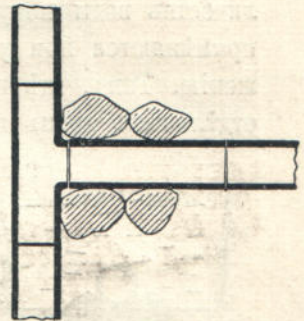
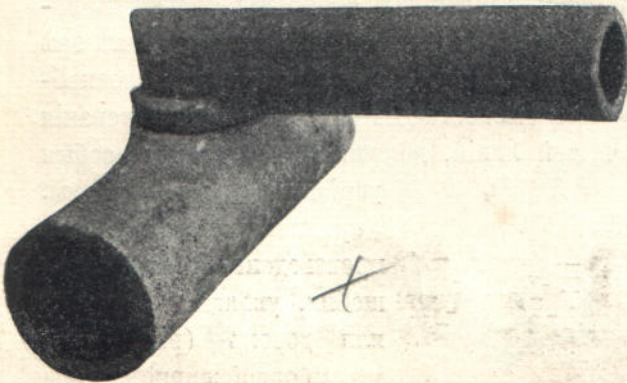


Рис. 73.

Рис. 74.



что въ соприкасающихся трубахъ пробиваются острымъ молоткомъ отверстія (рис. 70); трубки хорошо прилаживаются другъ къ другу (рис. 71), а конецъ осушителя закладывается камнемъ. Такъ какъ эти работы достаточно продолжительны и притомъ трубы нерѣдко разбиваются, то въ последнее время стали употребляться фасоны и для введенія воды сверху (рис. 72, 73), которые имѣютъ, кромѣ того, еще большое преимущество въ томъ, что при нихъ осушительная линія можетъ быть введена въ собиратель подъ любымъ угломъ. Въ случаѣ надобности они могутъ примѣняться и для введенія осушительныхъ линій сбоку (рис. 74).

с) Каптажъ ключей, укрѣпленія дна, защита пазовъ, собирающія и водопадныя шахты.

Если дренажемъ перерѣзаны водоносные слои, то слѣдуетъ озаботиться, чтобы притекающая вода могла входить въ дренажныя линіи достаточно быстро, безъ поврежденія сооруженія, и достигала бы выхода безъ ущерба для главной осушительной сѣти. Можетъ ли обнаруженная такимъ образомъ вода ключей или водоносныхъ слоевъ быть отведена по обыкновеннымъ осушительнымъ и собирательнымъ линіямъ или для этого должны быть сдѣланы отдѣльные отводы, — рѣшается въ каждомъ случаѣ особо. Перехватываніе водоносныхъ жилъ при незначительныхъ количествахъ воды проще всего достигается засыпкой трубъ хрящемъ или мелкимъ щебнемъ (рис. 58), благодаря чему водѣ дается возможность течь вдоль трубъ и, такимъ образомъ, попадать въ трубы черезъ большое число стыковъ. При болѣе сильномъ притокаѣ рекомендуется трубы продырявливать сверху (острымъ молоткомъ, сверломъ) и также засыпать хрящемъ. Для перехватыванія и собиранія большихъ количествъ воды могутъ быть устроены шахты въ томъ видѣ, какъ онѣ примѣняются при устройствѣ небольшихъ сооружений по водоснабженію. Тамъ, гдѣ вслѣдствіе зыбкости дна есть опасность опусканія отдѣльныхъ дренъ или частей линій, должны быть сдѣланы особыя

Рис. 75.



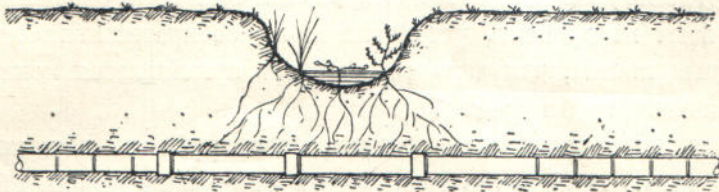
укрѣпленія дна канавы. Укрѣпленіе можетъ быть произведено наброской щебня, укладкой брусевъ или досокъ (рис. 75), утрамбовкой жирной глины и т. д., вообще матеріалами,

дѣйствіе коихъ состоитъ въ лучшемъ распредѣленіи нагрузки.

Недопустимо подкладываніе подъ трубы легко гнѣющихся матеріаловъ, какъ-то: соломы, дерна и т. д.; хорошо высушенные куски торфа для подкладыванія подъ дрены оказываются подходящимъ матеріаломъ, ибо высушенный торфъ, даже лежащій совсѣмъ въ водѣ, размягчается вновь только очень медленно. Особыя защиты пазовъ примѣняются на собирательныхъ линіяхъ въ томъ случаѣ, когда онѣ проводятся на небольшой глубинѣ подъ канавами и потоками или когда онѣ пересѣкаютъ на недостаточной глубинѣ до-

рогу. При этомъ, смотря по мѣстнымъ условіямъ, стыки окружаются муфтами и сплавиваются цементомъ или замазкой, особенно если слѣдуетъ опасаться большого приѣма воды или вращанія корней

Рис. 76.



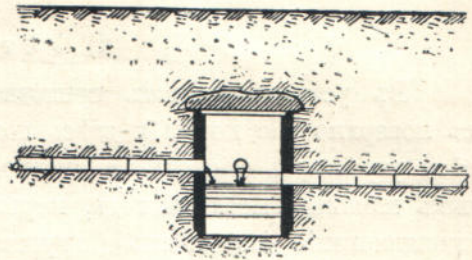
(рис. 76), или же на такихъ опасныхъ мѣстахъ кладутся гладко цементированныя или глазированные трубки съ муфтами на концахъ.

Собирающія шахты устраиваются тамъ, гдѣ соединяются нѣсколько большихъ собирательныхъ линий, вода изъ которыхъ должна затѣмъ быть отведена по особому цементному или скрѣпленному муфтами проводу въ протокъ.

Иногда онѣ устраиваются для наблюденія движенія воды въ мѣстахъ соединенія многихъ собирателей въ большихъ дренажныхъ системахъ. Въ простѣйшемъ случаѣ подобная собирающая шахта представляетъ укрѣпленную стоймя цементную трубу, которая, если нужно,

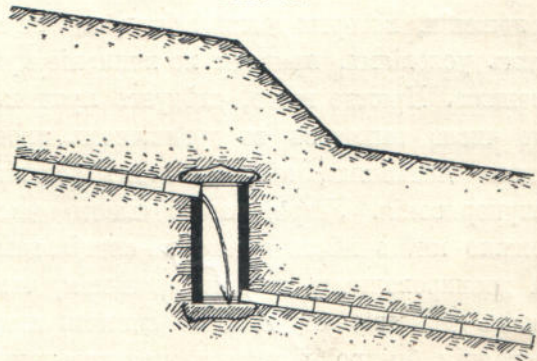
покоится на каменной плитѣ и таковой же покрывается (рис. 77). Въ большихъ сооруженіяхъ шахты должны дѣлаться изъ камней. По возможности, однако, слѣдуетъ избѣгать устройства подобныхъ шахтъ, ибо въ нихъ, вслѣдствіе внезапнаго расширенія поперечнаго сѣченія струи воды, нерѣдко отлагаются со временемъ осадки, которые при неаккуратной очисткѣ могутъ повести къ за-

Рис. 77.



Собирательная шахта.

Рис. 78.



Водопадная шахта.

перечнаго сѣченія струи воды, нерѣдко отлагаются со временемъ осадки, которые при неаккуратной очисткѣ могутъ повести къ за-

купориванію дренъ; кромѣ того, при устройствѣ шахтъ теряется часть полезнаго паденія дренажной линіи и увеличивается сопротивленіе стоку.

На участкахъ съ рѣзкими измѣненіями уклоновъ, напр., на водораздѣлахъ, должны, для предотвращенія слишкомъ большихъ скоростей воды въ дренахъ, устраиваться въ собирательныхъ линіяхъ водопадныя шахты, для чего обыкновенно примѣняются цементныя или каменныя трубы (рис. 78).

Заполненіе дренажныхъ канавъ, пока трубы не засыпаны на 15—20 сант., необходимо производить осторожно, чтобы сбрасываемымъ матеріаломъ не разбить или не сдвинуть ни одной трубы. При каменистой или замерзшей почвѣ матеріаль для засыпки слѣдуетъ срывать съ нижнихъ частей стѣнокъ канавы и только тогда, когда трубы будутъ достаточно прикрыты, можно заполненіе вести быстрѣе, при чемъ все время необходимо слѣдить, чтобы верхніе куски земли также опять остались на верху.

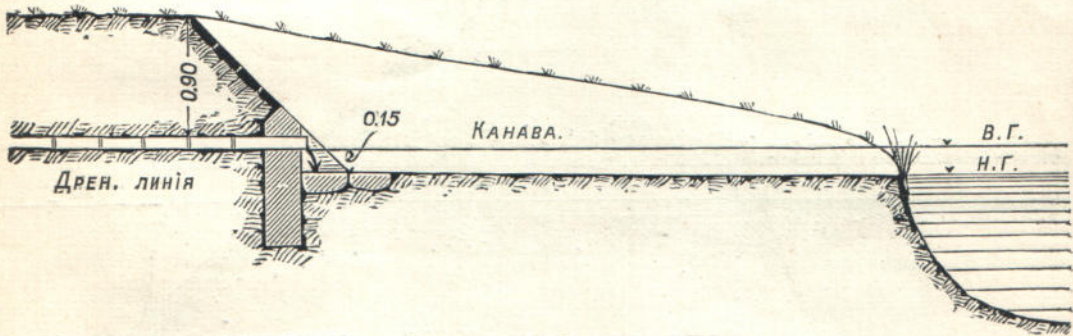
д) У с т ь я .

Въ устьяхъ дренажъ приходитъ въ непосредственную связь съ поверхностью почвы и здѣсь поэтому подземной осушительной сѣти угрожаютъ наибольшія опасности отъ различнаго рода внѣшнихъ вліяній: высокихъ водъ, мороза, обваловъ откосовъ протока, проникновенія животныхъ (лягушекъ, рыбъ, мышей), расширенія протока и т. д., и, наконецъ, отъ поврежденій пасущимися по сторонамъ животными. Изъ этого вытекаютъ различныя основныя положенія, которыя должны быть, смотря по мѣстнымъ господствующимъ условіямъ, приняты во вниманіе при конструированіи устьевъ дренажа. Прежде всего, слѣдуетъ принять за основное положеніе, что число выходовъ въ дренажномъ проектѣ надо назначать возможно меньшимъ, ибо при этомъ условіи уменьшается опасность закупориванія. Устройство большого числа выходныхъ отверстій должно имѣть мѣсто только въ спеціальныхъ случаяхъ, какъ, напр., на дренированныхъ поляхъ орошенія, чтобы легче было контролировать дѣйствіе отдѣльныхъ системъ или линій и чтобы быть въ состояніи быстро устранить происшедшую закупорку; затѣмъ, при осушеніи сползающихъ по склону участковъ, въ которыхъ линіи собирательныхъ дренъ могли бы быть сдвинуты или же совсѣмъ разорваны движеніемъ грунта и съ этимъ прекратили бы свое дѣй-

ствіе. Далѣе слѣдуетъ позаботиться о безпрепятственномъ и надежномъ отводѣ дренажной воды отъ устьевъ собирательныхъ линій. Выпускъ воды изъ дренъ производится или въ существующія канавы и протоки, которые для достиженія нужнаго пониженія уровня воды у устья дренъ должны быть предварительно расширены, углублены, спрямлены и т. д., или въ встрѣчныя канавы, которыя прокладываютъ въ томъ случаѣ, если уровень воды въ естественномъ протокѣ постоянно слишкомъ высокъ, въ каковомъ случаѣ выходъ дренажной сѣти долженъ быть перенесенъ внутрь участка (рис. 79).

Длина встрѣчныхъ канавъ зависитъ отъ высоты обычнаго стоянія воды въ протокѣ и отъ толщины защитнаго слоя почвы,

Рис. 79.



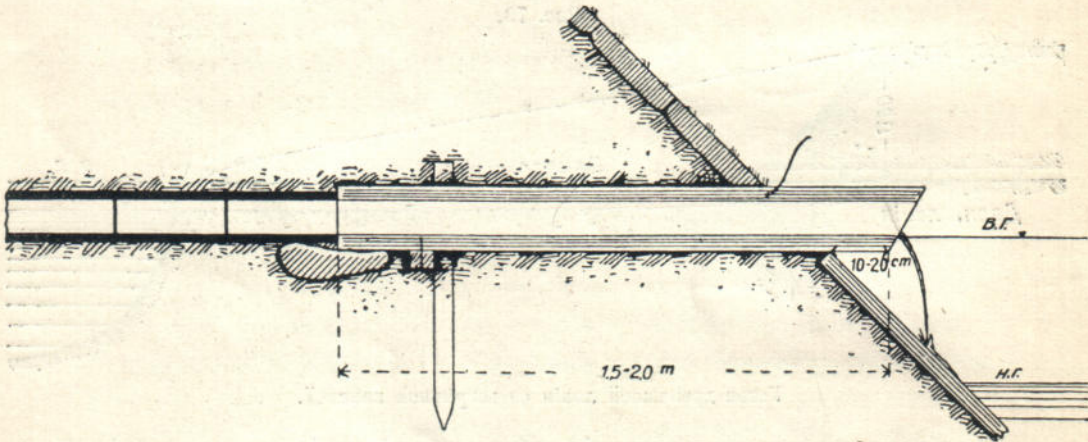
Устье дренажной линіи со встрѣчной канавой.

необходимаго для предохраненія собирательной линіи отъ замерзанія при ея устьѣ. Если въ нижней части собирательной линіи заложены бетонныя трубы, сплоченныя цементомъ, то прикрывающій слой земли можетъ быть принятъ меньшимъ, что допускаетъ и меньшую глубину встрѣчной канавы. Гдѣ вовсе нѣтъ достаточнаго стока изъ дренажной сѣти, а спускъ дренажной воды въ глубокіе слои земли невозможенъ, тамъ остается только сводить собирательныя дренажныя линіи въ достаточно большую шахту, изъ которой затѣмъ поднимать воду искусственно (вѣтрянымъ колесомъ, норіей, центробѣжнымъ насосомъ и пр.).

Отъ внѣшнихъ поврежденій лучше всего защищаетъ устья дренъ солидная, но мало замѣтная конструкція и, по возможности, скрытое положеніе устья, которое не привлекало бы любопытства человѣка. Если устье выходитъ въ быстро текущій потокъ, то ко-

нечную трубу не слѣдуетъ направлять противъ теченія. Для устья должно быть выбрано мѣсто, обезпеченное на продолжительное время отъ обвала берега и заноса. По возможности, устья дренажныхъ системъ должны быть заложены надъ извѣстнымъ высшимъ уровнемъ стоянія воды въ приемникѣ. Къ сожалѣнію, такіе благопріятные случаи рѣдко имѣютъ мѣсто, такъ что временный заходъ высокой воды протока въ собирательную линію обычно неизбеженъ, если не предупредить его устройствомъ автоматическаго плотно замыкающагося клапана; такое загражденіе всегда желательно въ водѣ, несущей взмученныя частицы земли. Въ затруднительныхъ случаяхъ можно найти выходъ еще въ томъ, что дренажную сѣть раз-

Рис. 80.



Деревянное устье.

дѣляютъ на два яруса, расположенные такъ, что ближайшая къ поверхности земли линія дренъ всегда остается выше горизонта воды въ протокѣ. Такое устройство имѣетъ преимущество еще въ томъ, что поврежденія нижняго выходнаго отверстія не нарушаютъ функционирования всей системы. Далѣе, конструкція устьевъ зависитъ еще отъ господствующаго уклона, отъ наличности матеріаловъ, отъ финансовой силы владѣльца и т. д..

Ни въ коемъ случаѣ недопустимо оставлять послѣднюю трубу собирательной линіи въ приемникѣ безъ всякаго укрѣпленія, ибо она слишкомъ коротка для того, чтобы сохранить на продолжительное время правильное положеніе. Слѣдуетъ всегда устраивать въ концѣ линіи собирающихъ дренъ конечную трубу длиною въ

1—2 метра изъ дерева (по возможности дуба), камня, цемента или желѣза, которая на большей части вдѣлывается въ землю и тѣмъ защищается отъ разрыва подъ вліяніемъ мороза, отъ вымыванія высокой водой и отъ насильственного вытаскиванія. Конструкція этихъ выводныхъ концовъ дренажныхъ линій должна быть долговѣчна, проста, солидна, легко транспортируема и дешева.

Сосновыя деревянныя коробки (рис. 80) при предохраненіи карболинеумомъ гниютъ черезъ 5—10 лѣтъ. Дубъ хотя прочнѣе, но и гораздо дороже. Поэтому, гдѣ возможно, слѣдуетъ прибѣгать къ каменнымъ, цементнымъ и желѣзнымъ трубамъ. Гдѣ грунтъ твердъ и внѣшнія вліянія

Рис. 81.



Устье изъ цементной трубы, защищенное камнемъ.

предполагаются незначительными, тамъ обыкновенно для предохраненія выводной трубы отъ перемѣщенія достаточно простого затрамбовыванія грунта вокругъ ея. Въ противномъ случаѣ слѣдуетъ озаботиться укрѣпленіемъ основанія и его обдѣлкой булыжникомъ, камнями или защитной стѣной (рис. 81—83). Въ зыбкихъ почвахъ полезно послѣднія трубы, ради прочности ихъ положенія, укладывать на доску; гдѣ существуетъ боязнь, что конечныя дрены могутъ быть вытаснены злонамѣренными людьми, полезно выбрать такую конструкцію, въ которой конецъ трубы совсѣмъ не былъ бы виденъ или былъ бы трудно доступенъ, какъ это изображено на рис. 84 въ дешевой конструкціи, часто примѣняемой авторомъ. Для предохраненія отъ вползанія животныхъ (лягушекъ, рыбъ) и зарастанія

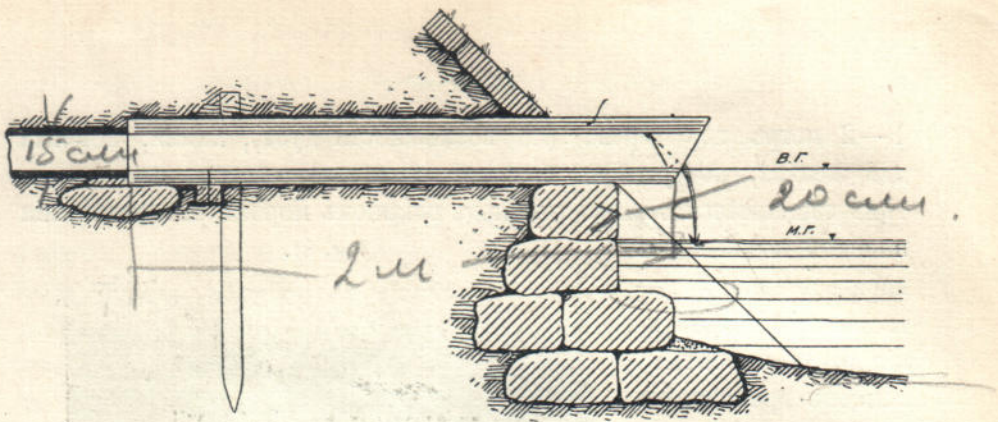


Рис. 82. Деревянное устье на каменном фундамѣнтѣ.

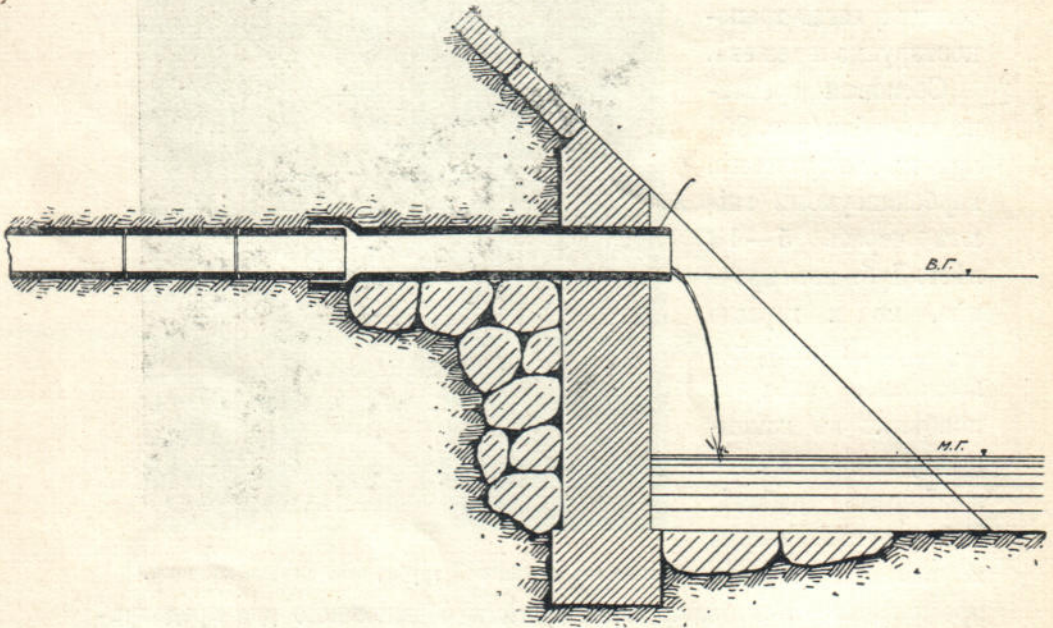


Рис. 83. Устье съ защитной стѣнкой.

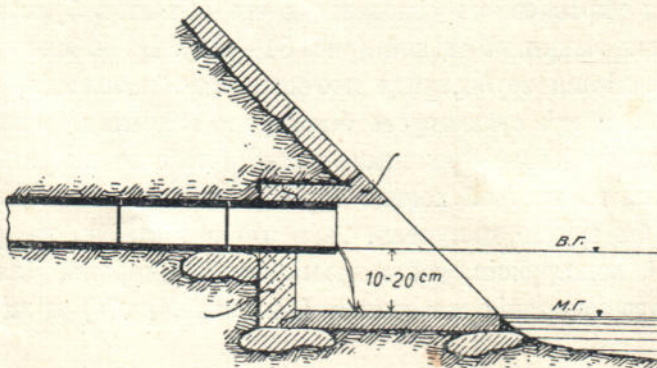
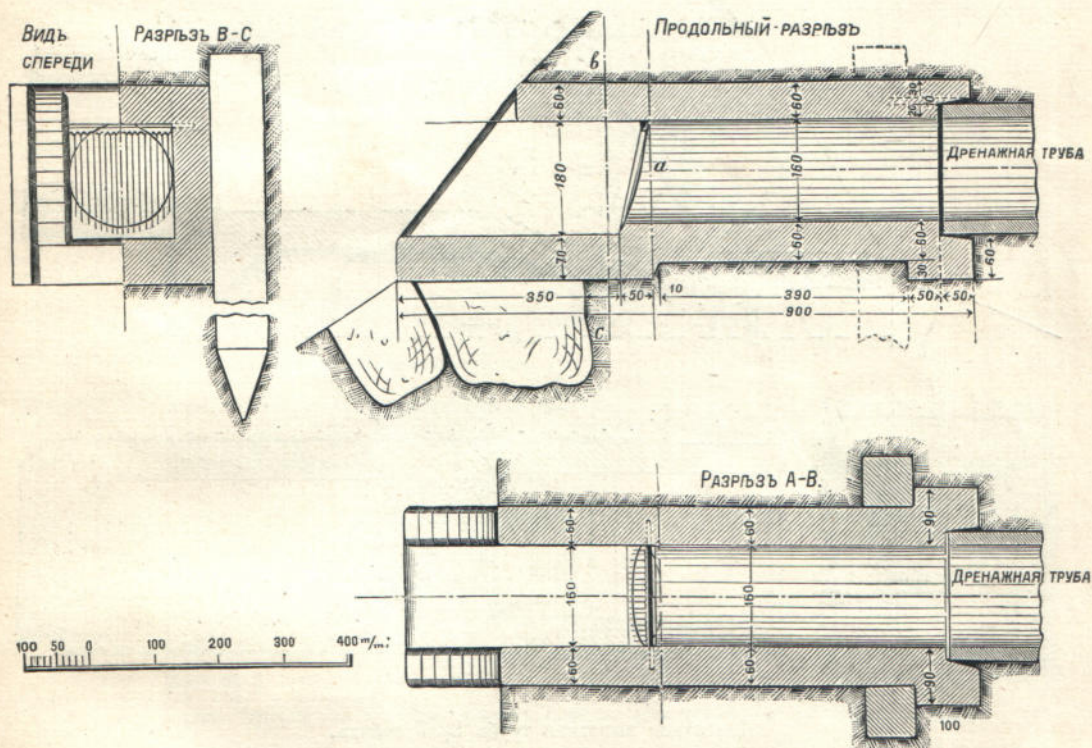


Рис. 84. Устье съ цементнымъ укрѣпленіемъ.

травую лучше всего устье располагать возможно выше. Если такое положение, вследствие недостаточности уклона, не может быть дано, то там, где есть опасность закупоривания собирательной линии от вползания животных, слѣдуетъ придѣлывать подвижную рѣшетку, какъ это, напр., имѣетъ мѣсто у сдѣланной изъ бетона конечной выводной трубы Бендера (рис. 85).

Придѣланная къ этой трубѣ рѣшетка сдѣлана изъ саблевидныхъ, крѣпкихъ, выгнуженныхъ мѣдныхъ прутьевъ, на которыхъ примывае-

Рис. 85.

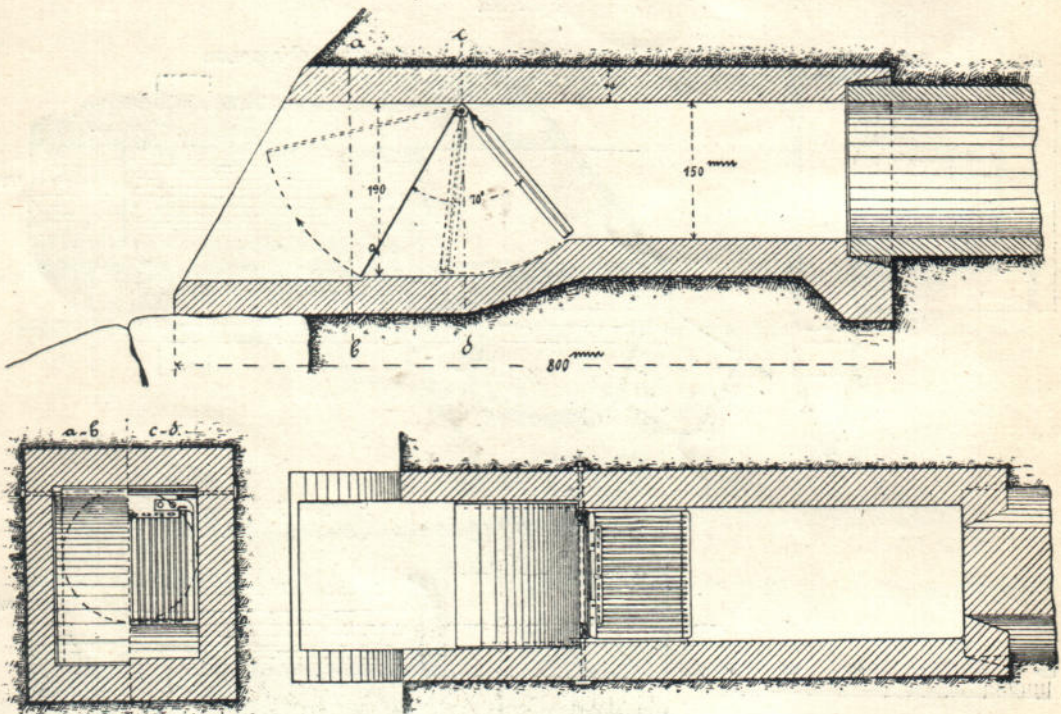


мая корневья волокна и т. п. предметы не такъ легко задерживаются. Два боковыхъ выступа на задней половинѣ трубы и вбитыя сваи (изъ желѣзо-бетона) предохраняютъ трубу отъ сдвига и вытаскиванія; труба имѣетъ 0,90 метра длины; въ нее упирается послѣдняя дренажная трубка, связываемая съ нею цементнымъ растворомъ.

Клапанные затворы устраиваются при устьяхъ собирательныхъ линий только тамъ, гдѣ дренажная съѣтъ по какимъ-либо причинамъ должна быть защищена отъ временнаго вторженія высокой воды

изъ протока. Клапаны и сконструированныя клапанообразно сѣтки должны быть всегда легко подвижными, чтобы они и при незначительныхъ количествахъ выходящей изъ собирателя воды поднимались свободно. Они не должны поэтому лежать слишкомъ косо и быть гдѣ-либо зацементированы. Кромѣ того, они по возможности должны быть помѣщены внутри выводной трубы, чтобы качаніе клапана не затруднялось разрастающимися травами и разными отложеніями у

Рис. 86.



Цементная выводная труба Брейтенбаха.

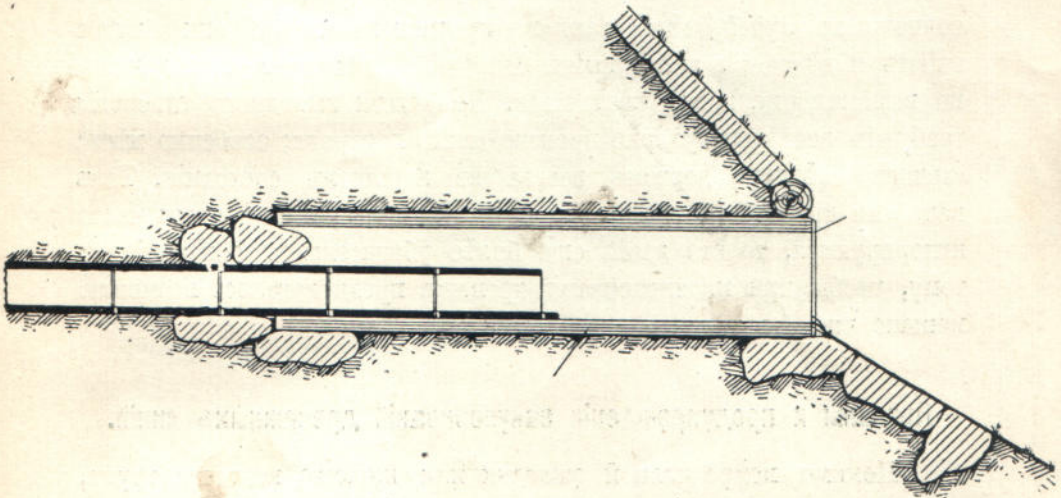
устья. Кромѣ того, закрытые клапаны лучше предохранены отъ зломѣренныхъ поврежденій.

На рис. 86 показана такая выводная труба изъ бетона съ расширеннымъ къ концу передъ сѣткой прямоугольнымъ сѣченіемъ; это расширеніе компенсируетъ вызываемое сѣткой суженіе полезнаго сѣченія. При нормальныхъ условіяхъ, какъ и въ конструкціи Бендера, вставляется только подвижная клапанная сѣтка.

Въ протокахъ съ сильно колеблющимся уровнемъ воды, гдѣ

существует опасность, что, при наполовину открытом клапанѣ и при небольшой скорости воды, лягушки и рыбы все же могут проникнуть въ трубу, устраивается соединеніе клапана и сѣтки въ видѣ рычага такъ, что они прочно связаны другъ съ другомъ подь угломъ въ 70° и легко подвижны (рис. 86 вверху). Какъ далеко ни откроется клапанъ, сѣтка все же постоянно замыкаетъ выходное отверстіе и не пропускаетъ животныхъ. Опасность заключается въ томъ, что животныя, попавъ между клапаномъ и сѣткой, могутъ вызвать иногда нарушеніе дѣйствія клапана. Клапанъ сдѣланъ изъ листового желѣза толщиной 1,5—2 мм., тогда какъ сѣтка состоитъ

Рис. 87.



Деревянная выводная труба съ неподвижной рѣшеткой.

изъ плоской желѣзной рамы, на которой натянуты прокаленные желѣзные проволоки (разстояніе между проволоками 8 мм.). Клапанъ и сѣтка оцинкованы. Длина выводной трубы, Брейтенбаха достигаетъ 80 см., нужное почему-либо удлиненіе можетъ быть легко сдѣлано придѣлкою цементной или гончарной трубы. Эти выводныя трубы выдѣлываютъ на цементной фабрикѣ В. Ziebold и Comp., A.-G. in Holzminden.

Неподвижная сѣтка и продырявленная жѣсть должны, по возможности, избѣгаться, ибо онѣ, вслѣдствіе примыванія волокнистыхъ веществъ и т. п., вызываютъ закупориваніе и подмываніе выводной трубы. Если безъ прочныхъ сѣтокъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ обойтись

нельзя, то дѣлають ихъ изъ оцинкованныхъ желѣзныхъ прутьевъ, разстояніе между которыми не должно превышать 5 мм., чтобы предотвратить заплзззаніе и молодыхъ лягушекъ. Чтобы имѣть всегда достаточно большое поперечное сѣченіе отверстія, выводная труба должна быть конструирована, какъ показано на рис. 87.

Рекомендуемое вставленіе въ нѣкоторыхъ мѣстахъ между двумя дренажными трубами передъ выводной трубой сѣтки должно быть совершенно оставлено, такъ какъ при этомъ закупориваніе обнаруживается слишкомъ поздно и для устраненія его необходимо производить раскопку трубъ.

Деревянные клапаны могутъ примѣняться у выводныхъ трубъ только тамъ, гдѣ они могутъ быть защищены отъ дѣйствія прямыхъ солнечныхъ лучей, такъ какъ въ противномъ случаѣ они быстро гніють и дѣлаются неплотными. Впрочемъ клапаны и сѣтки должны по возможности, вовсе избѣгаться. Всѣ части выходного отверстія требуютъ всегда регулярно производимаго контроля; особенно мѣста стоковъ слѣдуетъ держать всегда въ хорошемъ состояніи. Такъ какъ эти требованія въ сельскохозяйственной практикѣ очень часто игнорируются, то это даетъ еще болѣе убѣдительное основаніе къ тому, чтобы при проектированіи дренажа предполагалось возможно меньше число выходныхъ отверстій.

Причины и предупрежденіе закупориваній дренажныхъ линій.

Помимо неправильной укладки или плохого качества трубъ, причины закупориванія дренажныхъ линій могутъ быть весьма различны:

1) Главною причиною являются происходяція вслѣдствіе малаго уклона отложенія занесенныхъ черезъ пазы мелкихъ частицъ почвы (напр., сыпучій песокъ) и осаждающихся изъ воды минеральныхъ основаній (окись желѣза, углекислая известь).

2) Вростаніе корней глубоко укореняющихся культурныхъ и сорныхъ травъ, кустарниковъ и деревьевъ.

3) Разрастаніе водорослей въ трубахъ.

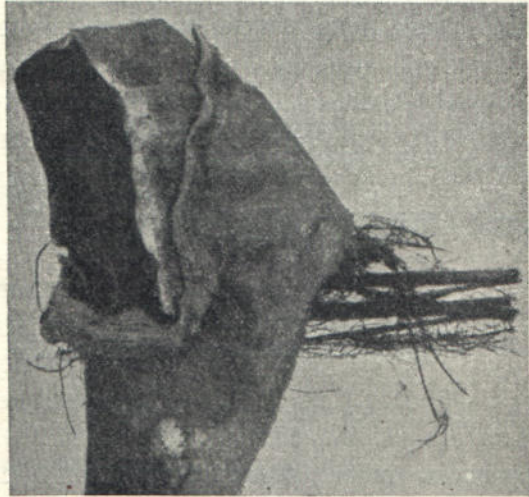
4) Вползаніе лягушекъ и рыбъ черезъ устья.

5) Попаданіе въ дренажныя линіи грязныхъ поверхностныхъ водъ.

Тамъ, гдѣ существуетъ повышенная опасность закупориванія,

осушители берутся діаметромъ въ 5 сантиметровъ (діаметры меньше 4 сант. вообще не употребляютъ) и линіямъ дается большій уклонъ. Въ почвахъ богатыхъ желѣзомъ и при незначительномъ уклонѣ поверхности замазываніе пазовъ или закупориваніе трубъ все же неизбѣжно (примѣнять фашины). Заплываніе въ трубы мелкихъ частицъ почвы черезъ пазы можетъ быть предупреждено накладываніемъ на стыки глины или торфа. При дренажѣ плавучихъ почвъ съ пользою кладутся на трубы кирпичи сухого торфа; удачный опытъ накладки на стыки торфа сдѣланъ на поляхъ орошенія города Дортмунда. Рекомендуемая для предупрежденія заплыванія дренажныя трубы съ коническими концами приносятъ мало пользы.

Рис. 88.



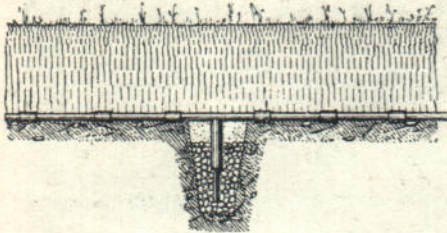
Проникновеніе корня дерева черезъ плохо защищенный цементомъ стыкъ внутрь собирательной дренажной линіи.

Чтобы предотвратить вращаніе корней, поля, засѣваемые глубоко укореняющимися растеніями, слѣдуетъ дренировать глубже и опасныя деревья и кустарники (напр., ива, тополь, береза, букъ) обходить на разстояніи 10—20 метровъ, смотря по величинѣ куста или дерева и мощности его корней. Глубоко укореняющіяся культурныя растенія не должны быть воздѣлываемы въ первый годъ выполненія дренажа; такими растеніями можно засѣвать поле только тогда, когда земля вновь уплотнится осадкой. Съ какою силою корни, особенно кустарниковъ и деревьевъ, могутъ проникать черезъ стыки въ дренажную линію, показываетъ примѣръ на рис. 88, гдѣ корень ивы пробилъ путь черезъ стыкъ, неаккуратно сплоченный цементомъ, и вызвалъ закупориваніе линіи.

Если цѣль дренажа требуетъ, чтобы осушительная линія проходила близъ деревьевъ, какъ, напр., при осушеніи засаженныхъ полей, питомниковъ, садовъ, парковъ и т. п., то для защиты линіи

отъ вращанія корней можетъ быть примѣненъ способъ, указанный французомъ Перролемъ, сущность котораго состоитъ въ томъ, что стыки трубъ плотно заключаются въ замазанный цементомъ муфты, а на соответствующихъ разстояніяхъ (напр., въ 5 метр.) отъ линіи вертикально отходятъ открытые внизу и обсыпанные щебнемъ отростки (рис. 89), черезъ которые вода проникаетъ въ дренажную линію, подчиняясь закону сообщающихся трубокъ; корни же деревьевъ туда пройти не могутъ, такъ какъ не находятъ въ чистомъ щебнѣ пищи и не могутъ расти вверхъ по отросткамъ линіи. Употребляемая при этомъ способѣ трубы должны выдѣлываться возможно длинными, чтобы получалось меньше задѣланныхъ стыковъ.

Рис. 89.



Дренажъ по Перролю.

Въ послѣднее время для предотвращенія вращанія корней растений сдѣланы удачные опыты погруженія концовъ трубъ (на 2—3 сант.) въ хорошій карболинеумъ. Насколько продолжительно его вліяніе еще не опредѣлено. Отъ вращанія корней предохраняетъ также обматываніе пазовъ кускомъ толя, шириною 10—15 сант., и обсыпка слоемъ каменноугольнаго шлака въ 20—30 см., но это значительно удорожаетъ устройство сѣти.

Для защиты дренажныхъ линій отъ вращанія корней пригоденъ еще способъ, указанный Водичкою. Трубы безъ муфтъ плотно прижимаются другъ къ другу, а на стыки налагается плотно кольцо асфальта слѣдующимъ образомъ: сначала стыки обвертываются полосой въ 6 см. ширины грубой ткани (юта); на нее тотчасъ накладывается расплавленная асфальтовая масса такимъ образомъ, чтобы образовалось плотное кольцо достаточной величины (отъ 3 до 4 мм. толщины при двукратномъ и отъ 4 до 5 мм. при трехкратномъ обмазываніи). Такое соединеніе трубъ производится, понятно, не въ дренажной канавѣ, а составляются длинные комплекты на поверхности и только связываніе другъ съ другомъ этихъ комплектовъ производится въ канавѣ.

Объ условіяхъ, благопріятствующихъ развитію въ дренажныхъ трубахъ водорослей не имѣется еще достовѣрныхъ наблюденій; настолько же мало извѣстно и объ надежныхъ средствахъ къ пред-

отращенію и прекращенію ихъ развитія. Въ почвахъ, содержащихъ желѣзо, появляется нитчатая водоросль *Crenothrix polyspora*— колодезная нить, желѣзная бактерія, которая развивается иногда настолько сильно, что можетъ повлечь закупориваніе трубъ. Жизнь этой бактеріи тѣсно связана съ выдѣленіемъ изъ почвенной воды желѣзной охры. Пока, какъ единственныя средства, которыя можно съ надеждою на успѣхъ употреблять при борьбѣ съ водорослями въ дренажныхъ сѣтяхъ, можно указать на выборъ большихъ калибровъ возможно гладкихъ трубъ и большой уклонъ линіи.

Отъ вползанія животныхъ наилучше защищаетъ высокое, со всѣхъ сторонъ свободное положеніе устья; гдѣ это недостижимо, а

Рис. 90.



опасность вползанія животныхъ существуетъ, должны устраиваться указанныя выше сѣтки и клапаны.

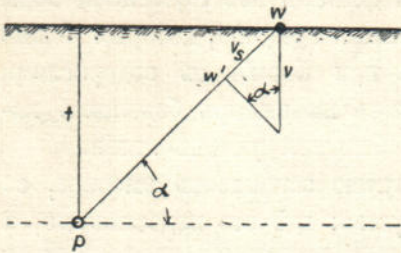
Чтобы избѣгнуть устройства канавы, употребленія лишнихъ трубъ или по другимъ соображеніямъ экономіи, нерѣдко къ дренажному технику предъявляется требованіе впустить и верховую воду непосредственно въ собирательную дренажную линію. При такой задачѣ слѣдуетъ остерегаться, какъ вызываемой этимъ опасности закупориванія, такъ и временнаго переполненія части линіи. Рискнуть на приводъ очищенной черезъ почвенный фильтръ поверхностной воды можно только въ томъ случаѣ, если поступающее количество воды незначительно, а пользующая часть линіи коротка и большого сѣченія (рис. 90).

Характерныя вліянія дренажа.

Вообразимъ въ тяжелой, но однородной, вполнѣ насыщенной почвѣ съ горизонтальной поверхностью на глубинѣ t (рис. 91) водоотводящую точку p , т.-е. мѣсто, съ котораго вода можетъ стекать безъ значительныхъ сопротивленій (точка на днѣ осушительной канавы, или стыкъ въ дренажной линіи); тогда лежащая на поверх-

ности почвы, не связанная капиллярно частица воды w в самом благоприятном случаѣ может двигаться по прямой линіи, соединяющей w съ p . Сила, которая вызываетъ это движеніе, понятно,

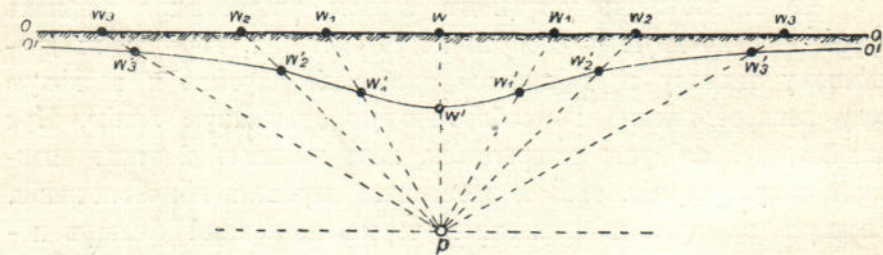
Рис. 91.



можетъ быть только силой тяжести и именно та слагающая ея, которая совпадаетъ съ направлениемъ $wр$. Скорость v_s , съ которою частица воды стремится въ этомъ направленіи къ точкѣ p , можетъ въ благоприятнѣйшемъ случаѣ = $v \cdot \sin \alpha$, гдѣ v скорость, проявляющаяся непосредственно надъ водо-

отводящей точкѣй p , и α —уголь, который образуетъ линія pw съ горизонтомъ. Такъ какъ v можетъ быть установлена опытомъ для каждаго рода почвы, то возможно также движеніе любой частицы воды къ водоотводящей точкѣ мысленно прослѣдить во времени, предполагая, что вертикальная скорость протеканія одинакова, что, при незначительности принимаемыхъ здѣсь въ соображеніе скоростей, достаточно близко къ дѣйствительности. Такъ, напр., частицы воды w_1, w_2, w_3 поверхности 0—0 (рис. 92) черезъ день будутъ

Рис. 92.



въ положеніи $w'_1 w'_2 w'_3$ линіи 0₁—0₁. Если предположить, что въ почвѣ, насыщенной до поверхности водой во всѣхъ своихъ порахъ, водоотводящее дѣйствіе точки p наступитъ внезапно, то доходившее первоначально до поверхности почвы зеркало воды мало по малу будетъ понижаться въ положеніе, указанное на чер. 25.

1-ое черезъ	1 день
2-ое »	2 ¹ / ₂ дня
3-е »	10 дней
4-ое »	20 дней
5-ое »	30 дней.

Дѣйствіе водоотводящаго пункта p распространяется въ однородной почвѣ во всѣ стороны равномерно, вплоть до горизонтальнаго направленія, въ которомъ $v = 0$.

Если представить значительное число такихъ водоотводящихъ точекъ по прямой линіи и на одинаковой глубинѣ, т.-е. дно открытой канавы или линію стыковъ дренажныхъ трубъ, то зеркало грунтовыхъ водъ приметъ надъ водоотводящей линіей лоткообразный видъ, приближаясь по сторонамъ близко къ поверхности почвы.

Понизиться до горизонта водоотводящей линіи уровень грунтовыхъ водъ, понятно, никогда не можетъ, такъ какъ боковыя слагающія скоростей будутъ, наконецъ, настолько малы, что живая сила движущейся грунтовой воды поглотится противодѣйствующими движенію силами и вода придетъ въ капиллярное состояніе. Между двумя приблизительно параллельно идущими линіями водоотводящихъ точекъ, т.-е. между двумя канавами или дренажными линіями, должна образоваться водораздѣльная линія, которая на горизонтальной или близкой къ таковой поверхности лежитъ въ срединѣ; на наклонныхъ поверхностяхъ эта линія придвинута ближе къ вышележащей канавѣ.

Впослѣдствіи, послѣ устройства дренажа постоянно наблюдаются временныя колебанія уровня грунтовой воды, приблизительно соответствующія количеству выпадающихъ осадковъ, при чемъ только въ очень рѣдкихъ случаяхъ уровень воды достигаетъ снова той высоты, на которой стоялъ раньше въ неосушенной почвѣ.

Дѣйствіе закрытаго дренажа можетъ распространяться преимущественно только на почвенную воду, такъ какъ подземныя линіи дренажъ не стоятъ въ непосредственной связи съ поверхностью, какъ это при открытыхъ канавахъ. Большія количества верховой воды не могутъ, особенно на малопроницаемыхъ почвахъ, отводиться дренажными трубами достаточно быстро, такъ какъ просачиваніе ихъ идетъ медленно. Гдѣ, слѣдовательно, вмѣстѣ съ почвенной водой должны отводиться и большія количества верховой воды, на ряду съ подземными стоками необходимы и открытыя канавы. Можно ли обойтись на дренированныхъ поляхъ безъ сточныхъ бороздъ, зависитъ цѣликомъ отъ мѣстныхъ климатическихъ и почвенныхъ условій. На участкахъ съ тяжелой почвою борозды должны быть и при дренажѣ, такъ какъ здѣсь верховая вода не можетъ такъ

быстро просачиваться, какъ того требуетъ сельскохозяйственная культура.

Вліяніе подземнаго дренажа на почву обнаруживается полнѣе и глубже, чѣмъ при обычномъ осушеніи канавами, ибо линіи дренажей могутъ и должны быть проложены глубже и чаще, чѣмъ открытыя каналы. Помимо наблюдаемаго разрыхленія дренированной почвы слѣдуетъ еще особо указать на вліяніе многочисленныхъ прорѣзовъ дренажными канавами. Въ многократно прорѣзанномъ дренажными линіями грунтѣ измѣненія объемовъ, происходящія подъ вліяніемъ сырости, мороза и сухости, дѣлаются гораздо большими, почему и самыя твердыя глинистыя почвы претерпѣваютъ постепенное разрыхленіе, а вслѣдствіе этого и лучшее провѣтриваніе. Такія почвы не только ранѣе просыхаютъ съ поверхности весною, но и прогреваются также скорѣе, чѣмъ не дренированныя, и корни культурныхъ растений безъ замедленія идутъ вглубь; это же должно имѣть слѣдствіемъ не только лучшее использованіе питательныхъ веществъ, но и надежную защиту отъ засухи. По даннымъ опыта, культурныя растения страдаютъ отъ засухи на дренированныхъ почвахъ меньше, чѣмъ на не дренированныхъ; это въ конечномъ итогѣ можетъ быть объяснено тѣмъ, что въ болѣе глубокихъ и потому болѣе холодныхъ слояхъ дренированной почвы, вслѣдствіе лучшаго провѣтриванія, совершаются процессы конденсаціи водяныхъ паровъ, которые даютъ столько влаги, что она можетъ быть воспринята тончайшими корневыми волосками. Во всякомъ случаѣ, дренированная глинистая почва въ сухое время не бываетъ на поверхности такъ тверда, какъ не дренированная, а потому она остается доступнѣе для атмосфернаго воздуха (воздушное удобреніе).

Только на слишкомъ мелко дренированныхъ поляхъ можно представить себѣ, въ годы бѣдные осадками, неблагоприятное дѣйствіе дренажа; именно, когда просачивающаяся здѣсь верховая вода можетъ перехватываться мелко лежащими дренажными линіями прежде, чѣмъ она достигаетъ болѣе глубокихъ слоевъ, а также еще потому, что въ верхнихъ, и безъ того болѣе теплыхъ слояхъ, ускоренное мелкимъ дренажемъ провѣтриваніе увеличиваетъ высыханіе почвы. Кромѣ того, культурныя растения на мелко дренированныхъ почвахъ укореняются менѣе глубоко, и потому должны страдать отъ засухи гораздо скорѣе, чѣмъ на глубоко дренированныхъ почвахъ.

Болотныя, глубоко укореняющіяся сорныя травы, какъ, напр., болотный хвощъ, послѣ дренажа пропадаютъ.

Какъ на вредное вліяніе дренажа, нерѣдко указывается на ускореніе стока воды, которое вызывается тѣмъ, что оставшаяся до дренажа на поверхности полей и мало-по-малу испаряющаяся вода, гораздо скорѣе просачивается черезъ почву и отводится дренажными линиями. На совсѣмъ горизонтальныхъ поляхъ, гдѣ стокъ по поверхности весьма недостаточенъ, и на участкахъ съ проницаемой почвой, которые страдаютъ отъ подпора воды, незначительное ускореніе круговорота воды путемъ дренажа не можетъ отрицаться, ибо вода, до того времени по большей части испарявшаяся, теперь можетъ просачиваться и имѣть нѣсколько ускоренный стокъ по линиямъ дренъ. Напротивъ, на не круто покатыхъ и сколько-нибудь тяжелыхъ поляхъ должно быть признано скорѣе замедляющее на стокъ воды вліяніе дренажа, такъ какъ послѣ дренированія въ землю просачивается всегда воды болѣе, чѣмъ до дренированія, и потому требуется больше времени для прохода ея черезъ почву до ближайшаго естественнаго протока, чѣмъ при стока по поверхности. Наконецъ, при большихъ уклонахъ участка, вода, стекающая по поверхности во время интенсивныхъ дождей, по большей части не попадаетъ въ дренажную сѣть. Такъ какъ дренируемые участки рѣдко лежатъ совершенно горизонтально и по большей части обладаютъ малою способностью быстро поглощать воду, то можно принять за правило, что значительно большая часть выполненныхъ подземныхъ дренажей способствуетъ скорѣе замедленію, а не ускоренію круговорота воды, что подтвердили и непосредственныя измѣренія.

Авторъ также имѣлъ случаи на произведенныхъ имъ культуръ-техническихъ опытахъ на Кор. Бав. опытн. по культ. болотъ станціи въ Бернау прослѣдить этотъ процессъ стока экспериментально и представленный на рис. 93 выводъ изъ данныхъ наблюдений ясно показываетъ, какъ можетъ растягивать дренажъ круговоротъ воды и въ достаточно проницаемыхъ болотныхъ почвахъ.

Устройствомъ большого числа сточныхъ канавъ такое вліяніе дренажа, безъ сомнѣнія, нѣсколько уменьшается или даже дѣлается противоположнымъ, почему и на этомъ основаніи слѣдуетъ обходиться возможно меньшимъ числомъ открытыхъ канавъ.

Съ другой стороны, слѣдуетъ указать на невѣрное предположеніе, что подземное осушеніе можетъ примѣняться какъ дѣйстви-

тельное средство къ существенному замедленію общаго стока воды во время обильныхъ осадковъ (такъ наз. защитный дренажъ), ибо на правильно дренированныхъ почвахъ просачиваніе идетъ слишкомъ медленно и на холмистыхъ мѣстахъ при значительныхъ осадкахъ гораздо большая часть осадковъ стекаетъ по поверхности.

Большаго вниманія заслуживаетъ вопросъ о вліяніи дренажа на выщелачиваніе питательныхъ веществъ изъ почвы, такъ какъ само собою понятно, что, вслѣдствіе ускореннаго дренажемъ движенія почвенной воды, будутъ вымываться съ дренажной водой и растворимыя частицы почвы и удобрения.

Буссенго изслѣдовалъ дренажную воду на содержаніе амміака, Баррель на содержаніе селитры. Фолькеру обязаны весьма основательныя изслѣдованія надъ составомъ дренажной воды. Дегеренъ производилъ на сельскохозяйств. опытн. станціи при Гриньонѣ опыты надъ вымываніемъ дренажной водой азота на проницаемыхъ почвахъ и сравнилъ составъ дренажныхъ водъ въ разныя времена года.

На извѣстной опытной фермѣ въ Ротамштедтѣ (тяжелая почва) производились, съ введеніемъ опытовъ просачиванія, химическія изслѣдованія воды, которыя показали, что изъ поглощаемыхъ питательныхъ веществъ вымывается калия, фосфорной к-ты и амміака только слѣды и что количество всѣхъ содержащихся въ дренажной водѣ питательныхъ веществъ, въ общемъ, въ очень рѣдкихъ случаяхъ составляетъ болѣе, чѣмъ $\frac{1}{1000}$ отъ вѣса воды Съ опытныхъ полей въ Ротамштедтѣ въ теченіе 23 лѣтъ вымыто дренажемъ связаннаго азота:

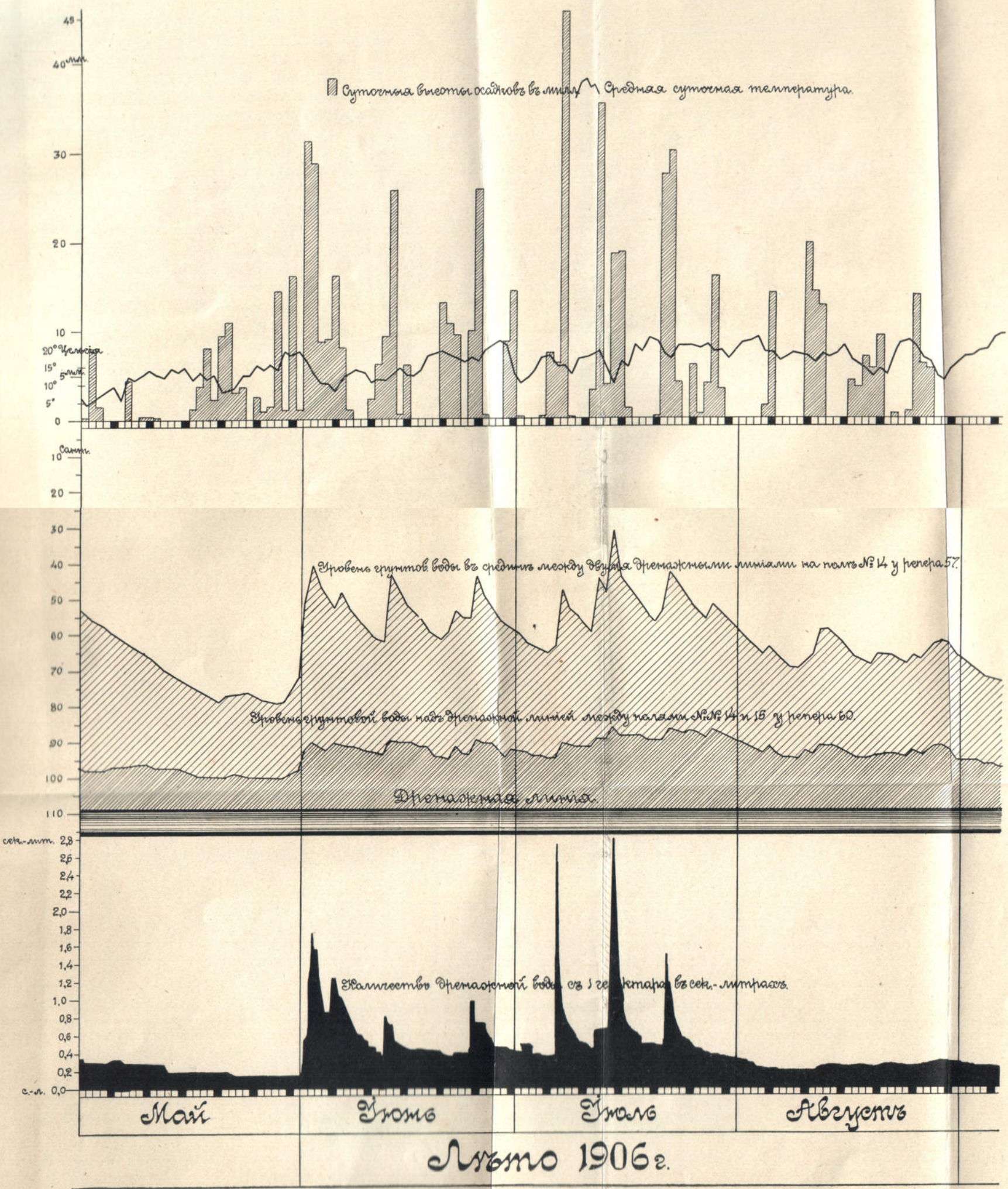
при глуб. дрен. въ 508 мм.,	при глуб. 1016 мм.,	при глуб. 1524 мм.,
11,5 ⁰ / ₀	6,0 ⁰ / ₀	5,3 ⁰ / ₀

отъ всего содержанія азота въ почвѣ; изъ этихъ цифръ снова обнаруживается преимущество болѣе глубокаго дренажа.

Въ послѣднее время Зеельгорстъ, Крейдтъ и Вильмсъ производятъ исчерпывающіе опыты надъ потерей азота въ теченіе 379 дней при дренажѣ на тяжелой почвѣ при Harste близъ Геттингена. На опыт. станціи въ Кронингенѣ также производятся съ 1901 г. анализы дренажной воды съ легкой почвы.

Всѣ эти изслѣдованія показали, что потеря амміака черезъ дренажныя воды сравнительно мала, въ противоположность потерѣ въ селитрѣ. Дренажная вода содержитъ почти столько же амміака,

Зависимость между осадками, стоянием грунтовой воды и стоком через дренажную трубу на полях №№ 13, 14 и 15
дренированного лесового луга королевства Баварского опытной станции по культуре балоты в Бергау с 1 мая по 6 сент. 1906 г.



Лето 1906 г.

сколько и дождевая вода; напротивъ, содержаніе селитры можетъ быть иногда очень значительнымъ. На тяжелыхъ почвахъ съ литромъ воды уносится въ среднемъ по Зеельгорсту 0,00387 гр. селитры, а на проницаемыхъ почвахъ (по Дегерену) эта потеря можетъ быть въ 60 разъ болѣе. При этомъ оказывается, что содержаніе селитры въ дренажной водѣ увеличивается при сильномъ стокѣ и что эта потеря больше съ незасѣянныхъ почвъ, чѣмъ съ почвъ, покрытыхъ живою растительностью. Въ опытахъ надъ просачиваніемъ при Ротамштедтѣ ежегодно терялось черезъ дренажную воду около 30 кгр. азота съ гектара.

Остальныя цѣнныя для растений питательныя вещества, кали и фосфорная к-та, находятся въ дренажной водѣ, подобно амміаку, въ очень малыхъ количествахъ. Напротивъ, известь, магній, сѣрная к-та, хлоръ и растворимыя кремневыя к-ты находятся въ дренажной водѣ въ большихъ количествахъ. Особенно велики потери углекислой извести тамъ, гдѣ произведено удобреніе амміачными солями. Соли калия, внесенныя какъ сульфаты и хлориды, также могутъ повысить потерю извести въ дренированной почвѣ.

Неизбѣжныя потери азота можно до нѣкоторой степени предотвратить примѣненіемъ подходящихъ удобреній (немного сульфатовъ и хлоридовъ) и правильнымъ выборомъ времени удобренія (повторное удобреніе), затѣмъ, по возможности, уничтоженіемъ пара, такъ какъ, по опытамъ, на пару вымываются большія количества азота, чѣмъ на непрерывно занимаемыхъ поляхъ. Соответствующая глубина заложения линій также предохраняетъ отъ большихъ потерь питательныхъ веществъ, ибо предполагается, что унесенныя изъ верхнихъ слоевъ питательныя вещества вновь удерживаются въ болѣе глубокихъ и бѣдныхъ слояхъ. Твердыя частицы почвы, вообще говоря, вовсе не должны вымываться или, по крайней мѣрѣ, въ незамѣтномъ количествѣ.

Во всякомъ случаѣ, потери въ питательныхъ веществахъ отъ могущаго быть выщелачиванія почвы малы сравнительно съ многочисленными благоприятными результатами, которыхъ можно съ увѣренностью ожидать отъ правильно проектированнаго и исполненнаго дренажа. Кромѣ того, еще нѣтъ научныхъ изслѣдованій относительно обогащенія азотомъ, которое претерпѣваетъ дренированная почва вслѣдствіе лучшаго ея провѣтриванія и увеличеннаго проникновенія дождевой воды, и возможно, что балансъ азота, въ

конечномъ результатѣ, на дренированныхъ почвахъ окажется болѣе благоприятнымъ, чѣмъ на недренированныхъ. Наконецъ, предусмотрительный хозяинъ можетъ парализовать эти потери тѣмъ, что попытается использовать дренажную воду для орошенія луговъ.

Стоимость, результаты и долговѣчность дренажа.

Стоимость дренажа трубами весьма различна въ зависимости отъ мѣстныхъ условий; она колеблется приблизительно отъ 70 до 400 марокъ¹⁾ на гектаръ²⁾ и слагается изъ:

- 1) стоимости проектированія, включая и всѣ изысканія,
- 2) покупной стоимости трубъ и провоза ихъ,
- 3) стоимости производства работъ собственно, которая, въ свою очередь, распадается на:
 - a) проведеніе канавъ,
 - b) сортировку, доставку и распредѣленіе трубъ на дренируемомъ полѣ,
 - c) укладку трубъ, каптажъ ключей въ случаѣ надобности, укрѣпленіе дна и защиту пазовъ,
 - d) засышку канавъ.
- 4) Изъ стоимости устройства стоковъ, включая и стоимость устьевъ трубъ,
- 5) изъ такъ наз. общихъ расходовъ на надзоръ, инструменты, погашеніе и т. д..

Расходы по проектированію въ послѣднее время часто принимаются на счетъ общественнаго фонда³⁾, такъ что они при расчетѣ стоимости дренажа могутъ быть вовсе откинута. Расходы на работы зависятъ прежде всего отъ способности и опытности рабочихъ, затѣмъ отъ дневной платы, свойствъ почвы и состоянія погоды. Копаніе канавъ, сортировка и распредѣленіе трубъ могутъ быть сданы съ подряда; также и заполненіе канавъ послѣ того, какъ трубы засыпаны уже на такую глубину, что дальнѣйшее засыпкою земли имъ не можетъ быть причинено вреда. Напротивъ, укладка трубъ должна производиться всегда за поденную плату, чтобы быть увѣреннымъ въ хорошей работѣ. Такъ называемые

1) Марка=47 коп.

2) Гектаръ=0,915 десятины.

3) Въ Баваріи.

общіе расходы различно высоки въ зависимости отъ организациі технической службы и стоимости погашенія. Общая стоимость проектированнаго дренажа можетъ быть точно вычислена только по чертежамъ.

Хотя дѣйствіе каждаго дренажа начинается уже съ устройства канавъ, но полное вліяніе его обнаруживается вообще позднѣе. На очень тяжелыхъ почвахъ оно можетъ заставить ждать себя годъ и болѣе, пока просачивающаяся вода не проложитъ себѣ достаточное количество путей къ дренажной линіи. Напротивъ, въ болѣе легкихъ почвахъ полное дѣйствіе наступаетъ часто уже черезъ нѣсколько недѣль. Вообще хозяйственные послѣдствія дренажа зависятъ, помимо технически правильно составленнаго проекта, еще и отъ различныхъ побочныхъ обстоятельствъ. Прежде всего, отъ качествъ и естественнаго плодородія почвы, болѣе отъ степени заболоченности, въ которой находился участокъ, и, наконецъ, отъ продолжительности службы дренажа. Хозяевами практиками весьма высоко цѣнятся вліяніе дренажа, выражающееся въ томъ, что дренированные участки могутъ весной обрабатываться гораздо ранѣе (на 14 и болѣе дней) и что обработка при этомъ производится гораздо легче.

Наконецъ, рѣшающее вліяніе на экономическій результатъ всякаго дренажа имѣетъ дальнѣйшая сельско-хозяйственная обработка дренированнаго участка. Не слѣдуетъ думать, что съ окончаніемъ собственно дренажныхъ работъ сдѣлано уже все, чтобы можно ожидать, безъ дальнѣйшаго, съ даннаго участка выспихъ урожаевъ. Съ устройствомъ дренажа слѣдуетъ ввести на поляхъ разумное углубленіе пахоты, а на лугахъ заботливый уходъ и рациональное удобреніе, при чемъ почвы, бывшія сильно заболоченными, особенно слѣдуетъ удобрять известью, чтобы возбудить и ускорить въ нихъ теченіе химическихъ процессовъ.

При такой обработкѣ осушеннаго участка дренажъ считается, на основаніи опыта, выгоднѣйшимъ улучшеніемъ земли. Эта рентабельность выражается не только въ гораздо большихъ валовыхъ выручкахъ, но и въ лучшемъ качествѣ и большей надежности урожаевъ, и въ уменьшеніи стоимости производства.

Тѣхнхъ произвелъ опросъ большого числа дренажныхъ товариществъ о достигнутомъ увеличеніи урожаевъ и получилъ при этомъ слѣдующія среднія цифры:

Растение	Среднее повышение урожая въ %.	
	Зерно.	Солома.
Пшеница.....	40	36
Рожь.....	41	35
Ячмень.....	64	57
Овесь.....	45	37
Сахарн. свекла.....	78	
Картофель.....	93	
Кр. клеверъ.....	29	
Травы.....	25	

Большую пользу разумной глубокой культуры на дренированных полях иллюстрирует нижеописываемый опытъ въ имѣніи Verpöde при Дюнкирхенѣ.

Равномѣрно удобрённое поле однородной почвы было раздѣлено на три равныя большія части, изъ которыхъ двѣ были осушены дренажемъ. Не дренированная и одна изъ дренированныхъ частей были всаханы обычнымъ образомъ, а на третьемъ участкѣ за обыкновеннымъ плугомъ былъ пущенъ еще почвоуглубитель. Всѣ три опыта сведены въ таблицу:

Участки.	Число сноповъ.		Вѣсъ зерна.	
		%	Килогр.	%
только всаханный.....	2086	100	1355	100
всах. и дренированный...	2224	106,6	1740	128,4
всах. дрениров. и съ измельченной подпочвой.....	2733	131,0	2197	162,1

При этомъ корни пшеницы на всаханномъ обычнымъ образомъ участкѣ проникли на глубину только 10 см., на дренированномъ на 15 см., а на участкѣ обработанномъ на 33 см. глубины.

Что рентабельность дренажа въ значительной степени зависитъ отъ свойствъ почвы, показываютъ слѣдующія полученныя въ доменѣ Sabbowitz (Данцигъ) опытыя цифры:

Свойства грунта.	Урожай на гектарѣ въ килогр.			
	Зерна.	Соломы.	Мякины.	Увеличеніе урожая въ ‰
1) Непроницаемая подпочва:				
участокъ дренажный.....	2928	4600	240	
„ не дренажный..	2176	4040	200	
избытокъ.....	752	560	40	34,4
2) Проницаемая подпочва:				
участокъ дренажный.....	2400	4240	220	
„ не дренажный..	1948	3680	180	
избытокъ.....	452	560	40	23,1
3) Проницаемая подпочва:				
участокъ дренажный.....	960	1520	80	
„ не дренажный..	200	1320	64	
избытокъ.....	60	200	16	10,4

Наконецъ, что касается продолжительности дѣйствія дренажа, то не представляется понятнымъ, почему бы дренажная сѣть при нормальныхъ условіяхъ не могла пережить нѣсколько поколѣній, если только были приняты всѣ требуемыя мѣстными условіями мѣры защиты и если всѣ устья главныхъ собирателей тщательно контролируются и стоки содержатся въ порядкѣ.

Литература.

Литература по подземному дренажу на русскомъ языкѣ крайне бѣдна. Отдѣльными книгами и брошюрами выходили:

Леклеркъ. Практическое руководство къ дренажу. Пер. съ французскаго Полле. 1860 г.

Гергардтъ. Дренажъ (сокращенный переводъ съ нѣмецкаго).

Винцентъ. Орошеніе и осушеніе полей и луговъ (переводное). 1910 г.

Поповъ. Курсъ сельскаго инженернаго искусства, часть I, Дренажъ. 1889 г.

Оттоковъ. Дренажъ, 1913 г.; оттискъ статей изъ Технической Энциклопедіи книгоиздательства «Просвѣщеніе».

Замѣтка о дренажѣ Жабенскаго луга Петровской Земледѣльческой Академіи. 1888 г.

Руководство для составленія и выполненія проектовъ дренажа. Изданіе Королевской Генеральной Комиссіи для Силезіи. Перевелъ съ нѣмецкаго инж. Тухолка. 1911 г.

Главы о дренажѣ содержатъ книги:

Энциклопедія русскаго сельскаго хозяйства. Изданіе *А. Девріена*. Справочная книга русскаго сельскаго хозяина. Подъ редакціей *Котельникова*. 1906 г.

Развитіе культуры болотъ за послѣднія 25 лѣтъ. Переводъ съ нѣмецкаго. 1910 г.

Сельскохозяйственная гидротехника. *Бюльскій*. 1911 г.

Руководство по культурѣ болотъ. *Беризъ*. Переводъ съ нѣмецкаго. 1911 г.

Сельскохозяйственная гидравлика. *Дительштедтъ*. 1904 г.

Осушеніе и культура моховыхъ и травянистыхъ болотъ. *Остафьевъ*. 1902 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	<i>Стр.</i>
Отъ переводчика	3
Историческій обзоръ	5
Устройство подземнаго стока воды	6
а) Сохраненіемъ свободной земляной полости	6
б) Укладкой специальныхъ водопроводящихъ матеріаловъ	9
Приготовленіе дренажныхъ трубъ	14
Системы дренажа	15
Глубина заложенія дренажной линіи	21
Разстояніе между дренажными линіями	23
Размѣры дренъ	30
Наименьшіе уклоны, наименьшія и наибольшія скорости	42
Проектированіе дренажа	50
Исполненіе дренажнаго проекта	56
а) Проведеніе канавъ	56
б) Укладка трубъ	56
в) Каптажъ ключей, укрѣпленіе дна, защита пазовъ, водопад- ныя шахты	66
г) Устья	68
Причины и предупрежденіе закупориваній дренажныхъ линій	76
Характерныя вліянія дренажа	79
Стоимость, результаты и долговѣчность дренажа	86

Handwritten text, possibly a signature or date, located in the upper right quadrant of the page.

Handwritten text, possibly a date or initials, located in the lower left quadrant of the page.

Handwritten text, possibly a date or initials, located at the bottom left corner of the page.

