

628.2
D-96

ТЕХНИКА ОЧИСТКИ
КЛОАЧНЫХЪ И СТОЧНЫХЪ ВОДЪ
ПРОМЫШЛЕННЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ
ИРРИГАЦІЕЙ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УГОДІЙ
И ФИЛЬТРАЦІЕЙ ЧЕРЕЗЪ ПОЧВУ.

ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВЪ, ГОРОДСКИХЪ ПРАВЛЕНІЙ И ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХЪ ИНСПЕКЦІЙ

СОСТАВИЛЪ ПРОФЕССОРЪ Ф. В. ДЮНКЕЛЬБЕРГЪ,
директоръ Академіи Поппельсдорфъ-Боннъ.

Переводъ сочиненія „Die Technik der Reinigung städtischer und industrieller
Abwasser durch Berieselung und Filtration von Prof. Dr. F. W. Dünkelberg“
Инженера С. Т. Слабошевича,

подъ редакціею Инженера Л. Я. БЕРШАДСНАГО,
редактора-издателя технического журнала „Практикъ-Монтеръ“.

Съ 12 чертежами.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе К. Л. РИЦКЕРА

Невскій проспектъ, д. № 14.

1903.

Изданія К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ.

Невскій проспектъ, № 14.

Современное оборудованіе машиностроительныхъ заводовъ и желѣзнодорожныхъ мастерскихъ. На основаніи личнаго осмотра 125 заграничныхъ заводовъ и мастерскихъ. Сост. проф. В. С. Киаббе. 2-е перераб. и значит. дополнен. изданіе. Съ 217 политипаж. въ текстѣ и отдѣл. атласомъ изъ 45 табл. 1900, ц. 12 руб.

Машины-орудія для холодной обработки металловъ. Систематическій обзоръ отдѣльныхъ составныхъ механизмовъ и цѣлыхъ конструцій металло-обдѣлочныхъ станковъ нормальнаго обихода проф. В. С. Киаббе. Съ 370 рис. 1902, ц. 6 р.

Фреза и ея роль въ современномъ машиностроеніи. По личнымъ наблюденіямъ и изслѣдованіямъ сост. проф. В. Киаббе. Съ 152 рисун. въ текстѣ и 18 табл. чертеж. 1892, ц. 6 р.

Приспособленія для подъема воды. Составилъ инженеръ путей сообщенія М. Рытель. Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Двигатели малой силы для промышленности и сельскаго хозяйства

(пар. для ц. 2 маш. прог. Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.)

Паровыя котла и котлы для машин. Практ. руковод. Съ 95 рис. 1894,

и котлами и котлами. Согласно военнымъ войскамъ.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

Съ 114-ю чертежами. 1900, ц. 2 р. 50 к.

У 628.2
Д-96

ТЕХНИКА ОЧИСТКИ

КЛОАЧНЫХЪ И СТОЧНЫХЪ ВОДЪ

ПРОМЫШЛЕННЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ

ИРРИГАЦІЕЙ ЗЕМЕЛЬНЫХЪ УГОДІЙ

И ФИЛЬТРАЦІЕЙ ЧЕРЕЗЪ ПОЧВУ.

ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВЪ, ГОРОДСКИХЪ ПРАВЛЕНІЙ И ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХЪ ИНСПЕКЦІЙ

СОСТАВИЛЪ ПРОФЕССОРЪ Ф. В. ДЮНКЕЛЬБЕРГЪ,

директоръ Академіи Полицейсдорфъ-Боннъ.

4380-5

проверено
1906 г.

Переводъ сочиненія „Die Technik der Reinigung städtischer und industrieller Abwasser durch Berieselung und Filtration von Prof. Dr. F. W. Dünkelberg“

Инженера С. Т. Слабошевича,

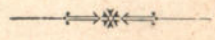
подъ редакцію Инженера Л. Я. БЕРШАДСНАГО,

редактора-издателя технического журнала „Практикъ-Монтеръ“.

473

сва

Съ 12 чертенеми.



0

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе К. Л. РИЦКЕРА

Невскій проспектъ, д. № 14.

1903.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 19 Января, 1903 г.

Предисловіе.

Очищеніе сточныхъ (клоачныхъ) водъ ирригаціей земельныхъ угодій въ широкихъ размѣрахъ впервые примѣнено было въ Англіи послѣ предварительно произведеннаго ряда опытовъ. Авторъ еще въ 1869 г. изучалъ этотъ вопросъ въ Англіи и пришелъ къ убѣжденію, что этотъ способъ очистки сточныхъ водъ могъ бы быть примѣненъ и въ Германіи, и что для этой цѣли легко можно было бы извѣстнымъ путемъ приспособить сточныя каналы.

Составленный имъ по этому поводу докладъ имѣлъ своимъ послѣдствіемъ то обстоятельство, что магистратъ г. Берлина въ началѣ 70 годовъ поручилъ автору устроить при Крейцбергѣ опытное ирригаціонное поле.

Прекрасные результаты этого опытнаго поля орошенія вызвали вслѣдъ за собою устройство канализаціи города Берлина и примѣненіе въ данномъ случаѣ для очистки сточныхъ водъ ирригаціи земельныхъ угодій.

Авторъ не принималъ участія при устройствѣ полей орошенія въ г. Берлинѣ; при примѣненіи сихъ послѣднихъ въ данномъ случаѣ строитель больше обращалъ вниманіе на водостоки и насосныя станціи, чѣмъ на современныя культурно-техническія требованія.

Въ другихъ городахъ устройствомъ для очистки сточныхъ водъ ирригаціей слѣдовали образцу Берлинскаго; такъ же, какъ въ Берлинѣ, въ этихъ устрой-

ствахъ замѣчается стремленіе къ уменьшенію площадей полей орошенія съ цѣлью уменьшенія основныхъ расходовъ по устройству ирригаціи, не смотря на то, что именно величина и свойства земельныхъ угодій имѣютъ въ данномъ случаѣ одно изъ существеннѣйшихъ значеній, въ особенности если имѣть въ виду, что очищать сточныя воды приходится и зимою.

Правительство, имѣя въ виду санитарныя требованія, которыя должны быть предъявлены къ крупно населеннымъ центрамъ, владѣющимъ для *спуска* своихъ сточныхъ водъ небольшими водоемами, должно встрѣтить сочувственно идею очистки воды ирригаціей земельныхъ угодій, такъ какъ опыты, произведенные надъ очисткой этихъ водъ механическимъ и химическимъ путемъ, не привели къ требуемымъ гигиеной результатамъ.

Но какъ разъ возлѣ крупно населенныхъ центровъ не всегда имѣется достаточная площадь (и въ надлежащемъ мѣстѣ) для ирригаціонныхъ цѣлей. Городскимъ муниципалитетамъ и правительству должно быть желательно ознакомиться съ данными, указывающими, какъ болѣе простымъ и испытаннымъ способомъ и въ семъ послѣднемъ случаѣ можетъ быть достигнута очистка клоачныхъ (и вообще сточныхъ) водъ.

Въ данномъ случаѣ слѣдуетъ прибѣгнуть къ подсобному средству ирригаціи земельныхъ угодій. Мы говоримъ о фильтраціи сточныхъ водъ черезъ землю. Этотъ послѣдній способъ представляетъ собою вообще наилучшій способъ очистки сточныхъ водъ: въ случаѣ, когда не располагаютъ достаточнымъ, значительнымъ пространствомъ для орошенія, тогда для цѣлей лучшей очистки водъ можно, прибѣгая къ фильтраціи ихъ черезъ почву, ограничиваться наименьшими, извѣстными предѣлами ирригаціонныхъ земельныхъ угодій.

Этотъ способъ очистки сточныхъ водъ еще очень мало примѣняется въ Германіи, особенно при очисткѣ сточныхъ водъ сахарныхъ и т. п. заводовъ; въ Америкѣ эта система очистки достаточно испытана; полу-

ченныя практическіе результаты слѣдуетъ считать вполне удовлетворительными. При своемъ близкомъ знакомствѣ съ вопросами объ очисткѣ сточныхъ водъ ирригаціей земельныхъ угодій авторъ имѣлъ также возможность сдѣлать изысканія по очисткѣ воды фильтраціей ея черезъ землю (благодаря содѣйствію городского инженера Цвейгерта, Эссенъ, осенью 1898 — 99 г.) Несмотря на незначительность и неполноту установки въ послѣднемъ случаѣ, она все таки ясно указала, что фильтраціей сточныхъ водъ можно вполне достигнуть результатовъ наиболѣе желательныхъ съ санитарной точки зрѣнія.

Введение.

1. Причины загрязненія городовъ.

Городскія нечистоты, встрѣчающіяся въ трехъ видахъ — газообразномъ, жидкомъ и твердомъ, заражаютъ собою воздухъ, воду и почву; удаленіе ихъ, съ цѣлью оздоровленія городовъ, тѣмъ важнѣе и труднѣе, чѣмъ больше городъ и чѣмъ онъ гуще населенъ.

Главные виды нечистотъ:

1. Твердыя и жидкія выдѣленія человѣка и животныхъ.
2. Домашніе, промышленные и фабричныя отбросы.
3. Грязь съ улицъ.
4. Кухонныя и разныя промывныя, фабричныя и дождевыя воды.

Эти отбросы частью органическаго, частью неорганическаго происхожденія или смѣси ихъ обоихъ.

Органическіе отбросы распадаются тѣмъ легче и скорѣе въ вредные газы и затѣмъ въ переходныя газообразныя формы, при содѣйствіи микробовъ, броженія и гніенія, чѣмъ больше въ нихъ содержаніе азота и чѣмъ труднѣе притокъ къ нимъ кислорода. Чѣмъ дольше азотистыя вещества хранятся около жилищъ и чѣмъ полнѣе ихъ разложеніе, тѣмъ опаснѣе вдыхаемый воздухъ съ его вредными газами, тѣмъ болѣе отравлены грунтовая вода и родники, тѣмъ болѣе почва представляетъ собою удобный очагъ для распространенія міазмовъ и болѣзней.

Система выгребовъ, при которой экскременты хранятся въ теченіе долгаго времени (при періодической очисткѣ вывозомъ) опасна въ санитарномъ отношеніи и должна быть оставлена, какъ распространяющая при разложеніи опасные газы и растворы, какъ заражающая водоемы и распространяющая на широкіе округи болѣзни и смерть; это, несомнѣнно, доказано въ послѣднее время распространеніемъ холернаго яда при содѣйствіи рѣкъ.

§ 2. Развитіе газовъ изъ экскрементовъ выяснено изслѣдованіями д-ра Эрисмана, въ Мюнхенѣ.

Согласно его опытамъ, 100 к. ст. мочи и 33 до 36 gr. человѣческаго кала въ присутствіи воздуха въ теченіе 6 недѣль, въ 24 часа, въ среднемъ даютъ:

Углекислоты	0,0836 gr.
Амміака NH_3	0,0153 gr.
Сѣрнистаго водорода изъ свѣжихъ и 2 дневныхъ экскрементовъ	0,00025 gr.
Воючія органическія вещества, каковы жирныя кислоты, углеводороды и т. д.	0,0564 gr.

Всего 0,15515 gr.

Поглощеніе изъ воздуха кислорода составляетъ 0,1039 gr.

При смѣшиваніи тѣхъ же количествъ выдѣленій съ сухой просѣянной садовой землей Эрисманъ нашелъ:

Увеличеніе CO_2	9 ⁰ / ₀ .
Уменьшеніе NH_3	84,5 ⁰ / ₀ .
Уменьшеніе углеводорода	70,3 ⁰ / ₀ .
Уменьшеніе сѣрнистаго водор.	100,0 ⁰ / ₀ .
Увеличеніе поглощенія O	16,9 ⁰ / ₀ .

Изъ чего слѣдуетъ, что земля уменьшаетъ въ значительной мѣрѣ развитіе вредныхъ газовъ.

2. Средства для устраненія (нечистотъ).

а) Вывозка.

§ 3. Непрерывная отвозка свѣжихъ отдѣленій на поля и перемѣшиваніе ихъ съ землею было бы суще-

ственнымъ улучшеніемъ; но вывозка эта слишкомъ дорого обходится въ городахъ съ большимъ числомъ жителей; она не выгодна и для сельскихъ общинъ, ибо послѣднія могутъ располагать для этой цѣли своимъ живымъ инвентаремъ только урывками, а въ жаркое время скопленные отбросы разлагались бы очень быстро, и это вредило бы здоровью.

Кромѣ того этого рода очистка не покрывалась бы доходностью ея въ тѣмъ большей степени, чѣмъ обширнѣе и населеннѣе пунктъ: трудность вывозки возрастаетъ пропорціонально квадрату числа жителей; трудность и стоимость вывозки для $\frac{1}{2}$ милліоннаго города въ 25 разъ больше таковой для 100 тыс. города.

б) Канализація.

§ 4. Если вопросъ объ очисткѣ отбросовъ большихъ городовъ вывозкой не можетъ быть правильно рѣшенъ и съ гигиенической точки зрѣнія, то еще менѣе его возможно рѣшить удовлетворительно, касаясь вопроса объ очисткѣ вредныхъ жидкостей, которыя скопляются непрерывно въ городахъ и которыя должны быть также удаляемы въ видахъ гигиены.

Достигается это обыкновенно или открытыми или закрытыми каналами, которыя сводятся къ какому либо низкому пункту.

Чѣмъ бѣднѣе городъ водою и чѣмъ, значитъ, грязнѣе и гуще будутъ воды, тѣмъ значительнѣе будетъ отложеніе разложившихся нечистотъ въ сточныхъ желобахъ и каналахъ и, такимъ образомъ, болѣе будетъ имѣть мѣста порча воздуха и почвенныхъ источниковъ воды. Нечистоты изъ города, попадающія въ открытые каналы, заражаютъ послѣдніе и могутъ быть тѣмъ менѣе терпимы санитарною инспекціей, чѣмъ меньше ручей или рѣка, протекающая черезъ городъ, и чѣмъ многочисленнѣе сточные желоба и каналы.

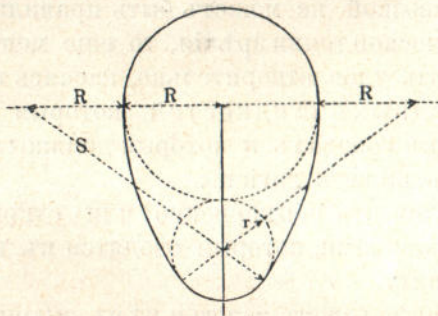
Слѣдуетъ замѣтить, что проточная вода является прекраснымъ средствомъ для перемѣщенія нечистотъ, которыя въ то же время въ ней частью растворяются,

частью остаются въ суспендированномъ видѣ. Для этого только необходимы достаточно значительныя массы воды и надлежащее устройство самыхъ каналовъ, въ которыхъ не должно оставаться отложеній; эти остатки должны быть промываемы и непрерывно уносимы промывными водами.

а) Постройка каналовъ.

Первоначально строили каналы съ плоскимъ дномъ; въ сухое и жаркое время года въ нихъ образовывались осадки, которые не могли быть отмыты даже при большихъ количествахъ воды; это вызвало необходимость механической очистки этого осадка; работа нездоровая и дорого стоящая. Для устранения этого начали строить яйцевидные каналы. Омываемая поверх-

Фиг. 1.



ность и треніе, благодаря кривой формѣ канала, значительно уменьшены и струя жидкости болѣе концентрирована.

Фиг. 2.



Стѣны такихъ каналовъ строятся изъ жженого кирпича на цементѣ, а подошва изъ глазурированного полаго кирпича, который можетъ въ то же

время служить и для дренажа почвы. Меньшіе каналы съ діаметромъ 0,20 до 0,40 и 0,63 м. могутъ быть построены изъ хорошо обожженныхъ глазурированныхъ трубъ.

Чтобы на время усилить паденіе, а также увеличить массу протекающихъ водъ, устраиваютъ (Spülthü-
gen) — особые краны, для промывки, которые, будучи почти обыкновенно закрыты, только время отъ времени открываются, при этомъ получается быстрая струя воды, которая и уноситъ отложившіяся нечистоты.

3. Очистка канализаціонныхъ водъ.

§ 7. Канализаціонная вода въ городахъ заключаетъ обыкновенно не только человѣческіе отбросы, но также многія другія нечистоты, неудаленные вывозкою, растворимыя и уносимыя водою.

Въ Цюрихѣ твердыя нечистоты собираются въ бочки, а моча съ остальными нечистотами и дождевыми водами попадаетъ въ каналы.

Въ Парижѣ человѣческія нечистоты частью вывозятся, а частью уносятся водою каналовъ.

Англійскія изслѣдованія показали, что канализаціонныя воды городовъ, въ которыя не попадаютъ человѣческіе экскременты, мало различаются въ чистотѣ (въ отношеніи 12 : 10); и что въ водоотводахъ (стокахъ), куда попадаютъ только грязныя воды, вода являлась одинаково зараженной.

Отсюда слѣдуетъ, что и при тщательной отвозкѣ человѣческихъ отбросовъ не такъ значительны потери (въ орг. вещ.) для сельскаго хозяйства отъ веществъ, уносимыхъ промывными дождевыми и снѣговыми водами, и что съ другой стороны тѣ каналы удовлетворяли бы насущнымъ требованіямъ дѣла, которые уносили бы на поля ежедневно опредѣленные порціи нечистотъ, которыя такимъ образомъ служили бы для цѣлей культуры полей.

Для большихъ городовъ съ канализаціей, которые по близости не могутъ найти достаточно полей для орошенія, какъ напр., Берлинъ, или—затрудняются кому отдать эти поля въ аренду, какъ въ Данцигѣ и Бреславлѣ, по необходимости прибѣгаютъ къ химическому способу очистки канализаціонныхъ водъ.

Простѣйшимъ средствомъ является прибавленіе ѣдкой извести или квасцовъ; эти послѣдніе осаждаютъ большую часть органическихъ веществъ, а затѣмъ послѣднія превращаются въ компосты; компосты эти не берутся охотно земледѣльцами, ибо унаваживающая ихъ способность невелика.

Всѣ средства для приготовленія компостовъ изъ нечистотъ оказались дорогими и мало производительными, при чемъ вода, даже при медленномъ разложеніи и отложеніи орг. веществъ, заражается; осадокъ или илъ удаляется съ значительными расходами.

§ 8. Другой способъ заключается въ томъ, чтобы канализаціонныя воды разжижить и отвести ихъ въ публичныя воды. На первый взглядъ этотъ способъ простъ и удобенъ, но такія воды уносятъ вредныя вещества сосѣдямъ, и примѣнимъ тогда, когда канализаціонныя воды попадаютъ въ большія и быстротекущія естественныя воды.

Напримѣръ, для Парижа этотъ способъ не имѣетъ удобныхъ условій. Р. Сена съ окрестностями заражена стоками изъ главнаго канала у Клиши. Надлежащія изслѣдованія показали, что количество попадающихъ нечистотъ должно быть пропорціонально количеству кислорода, заключающагося въ водѣ; если же количество послѣдняго уменьшается, то количество органическихъ веществъ броженіемъ, гніеніемъ, тлѣніемъ, соотвѣствующимъ образомъ, увеличится. Это опредѣляется содержаніемъ азота и его превращеніемъ въ NH_3 и NHO_3 .

Вода Сены содержитъ на 1 кубическій метръ:

	Органическ. (гр.) азотн. веществъ.	Кислорода к. сг.
Верхняя часть канала у Клиши.	0,85	5,34
Нижняя.	1,50	4,60
» » Departam. canal St.-Denis	7,27	1,02
При Maison Lafitte	0,79	3,74
» Poissy	0,45	6,12
» Meulan	0,40	8,17

Газы, развивающіеся отъ разложенія органическихъ веществъ въ зараженной Сепъ между Клиши и о-вомъ С-Дени, заключаютъ:

$\text{CH}_4 = 72,88\%$ болотный газъ.

$\text{CO}_2 = 12,30\%$.

$\text{CO} = 2,54\%$.

$\text{SO}_2 = 6,7\%$.

Различ. друг. = $4,58\%$.

а) Дѣйствіе кислорода.

Продукты неполнаго окисленія уменьшаются пропорціонально притоку O , что замѣчается особенно при орошеніи рыхлыхъ, насыщенныхъ воздухомъ почвъ, на которыя канализаціонныя воды попадаютъ въ перемежку. При этомъ вода обогащается кислородомъ (Клиши: при прохожденіи H_2O въ 2м. — вода вмѣсто 2см. получаетъ 7—8 см. O)

Вмѣстѣ съ симъ идетъ превращеніе азотистыхъ веществъ въ неорганическія: въ NH_3 и HNO_3 .

Эти азотистыя вещества, при достаточномъ ихъ разрѣженіи въ водѣ, совершенно безвредны для здоровья.

в) Диффузія газовъ.

Различные газы, получаемые при разложеніи нечистотъ, распространяются равномѣрно въ воздухъ, независимо отъ своего удѣльнаго вѣса. Этимъ обезпечивается вентиляція каналовъ, выгребовъ и т. п., ибо отдѣльные газы выводятся выше крыши домовъ, диффундируютъ въ воздухъ и, разбавленные въ большихъ массахъ воздуха, дѣлаются безвредными для здоровья.

с) Поглощеніе газовъ водою.

Количество газовъ, поглощаемыхъ водою, зависитъ отъ рода ихъ, t и давленія воздуха.

Количество растворенныхъ газовъ увеличивается пропорціонально давленію и уменьшается съ повыше-ніемъ температуры.

По Бунзену, 1 куб. м. или 1000 литровъ чистой воды поглощаетъ:

	+4°С. литр.	+20°С. ит.	
N	18	14	Изъ этого слѣдуетъ, что водою поглощается большая часть вредныхъ газовъ.
H	19	19	
O	37	28	
Воздуха	22,4	17	Поглощеніе смѣсей газовъ зависитъ не только отъ отдѣльных ихъ коэффициентовъ поглощенія, но еще отъ взаимнаго соотношенія смѣшиваемыхъ газовъ.
CO ₂	1512,6	901	
CO	29,8	23	
Болот. газа	49,9	34,9	
SO ₂	4044	2905	
NH ₃	941900	654000.	

Атмосферный воздухъ имѣется въ чистомъ полѣ для канализ. водъ въ избыткѣ и, слѣд., воздухъ и вода могутъ непрерывно смѣшиваться, при чемъ растворяется болѣе O, чѣмъ N; такимъ образомъ, въ водѣ находится O въ относительно большей пропорціи, чѣмъ въ воздухѣ, что и дѣйствуетъ весьма благотворно на окислительные процессы въ водѣ.

Чѣмъ большія относительныя массы воды въ каналѣ по отношенію къ смѣси поглощенныхъ газовъ, тѣмъ менѣе представляется опасность выдѣленія послѣднихъ въ окружающій воздухъ.

Такимъ образомъ, наука и практика указываютъ, что смѣшеніе и возможное разбавленіе нечистотъ и газовъ, содержащихся въ канализаціонной водѣ, наиболѣе существенно и наиболѣе отвѣчаетъ требованіямъ гигиены.

4. Самоочищеніе рѣкъ.

§12. Если отведеніе канализаціонныхъ водъ въ рѣки вредитъ, какъ общее средство, земледѣлію, то, съ другой стороны, проф. Петенкоферъ показали (для Мюн-

хена), что всё канализационныя воды этого города остаются безъ вліянія на чистоту рѣки Исара, и что на короткомъ уже разстояніи отъ города сказывается естественная самоочищающая способность рѣки.

Этотъ процессъ ведется вегитирующими въ канализационныхъ водахъ и рѣкахъ альгами и бактеріями, которыя живутъ за счетъ распада нечистотъ; онѣ размножаются въ громадныхъ количествахъ тамъ, гдѣ сливаются въ рѣки канализационныя воды, но ихъ количество значительно падаетъ, по мѣрѣ разбавленія и самоочищенія рѣки. Stutzer и Knoblauch прослѣдили тотъ же процессъ на Рейнѣ, ниже Бонна и Кельна, а докторъ Schenk указалъ, что число зеленыхъ альгъ въ Рейнѣ тѣмъ меньше, чѣмъ разложеніе идетъ быстрѣе, если даже имѣется притокъ органическихъ веществъ.

Напротивъ того, онъ нашель безчисленное количество индивидуумовъ, невидимыхъ для невооруженнаго глаза, безхлорофильныхъ бактерій, какъ свободно плавающія клѣтки тамъ, гдѣ вода была болѣе всего загрязнена; эти бактеріи тоже участвуютъ въ самоочищеніи рѣкъ. Зародыши этихъ бактерій тоже плаваютъ въ водѣ и въ воздухѣ и размножаются по мѣрѣ увеличенія количества органической пищи и исчезаютъ столь же быстро, когда ее недостаетъ, и опять возвращаются къ зародышамъ; Штуцеръ это и доказалъ многочисленными опытами въ различныхъ мѣстахъ Рейна.

Но не вездѣ одинаково очищаются воды рѣки, подобно Изару и Рейну.

Въ большинствѣ случаевъ слѣдуетъ прибѣгать къ вспомогательной предварительной очисткѣ грязныхъ водъ при помощи оросительныхъ полей, а также фильтраціи ихъ черезъ почву.

§ 13. Шрассбургеръ говоритъ о безхлорофильныхъ бактеріяхъ, какъ выродившихся альгахъ, которыя стоятъ на наинизшей ступени растительной жизни; таковая еще живетъ тамъ, гдѣ вышеорганизованное хлорофильное растеніе не могло бы произрастать. Круглыя и

овальные бактеріи называются микрококками, (въ видѣ палочки — бациллы, искривленныя — спириллами).

Всѣ онѣ размножаются дѣленіемъ, а также образованіемъ споръ внутри клѣтокъ. Онѣ находятся въ пищѣ, питьѣ, жилищахъ, платьѣ, человѣкѣ и животныхъ, онѣ погружены въ нихъ, воздухъ ими наполненъ; также — вода и почва.

Навозные дворы, хлѣвы и экскременты — ихъ главное мѣсто рожденіе, ибо всякое разложеніе органическихъ веществъ въ почвѣ и воздухѣ зависитъ существенно отъ этихъ бактерій. Что онѣ также играютъ главную роль при орошеніи канализаціонными водами, это не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, при чемъ здѣсь слѣдуетъ войти ближе въ ихъ условія жизни и ихъ дѣйствія. Многія бактеріи требуютъ для своего нормальнаго развитія пищевыхъ веществъ съ щелочною или нейтральною реакціей; только немногія культивируются на кислотной почвѣ; далѣе для ихъ существованія необходима температура не болѣе 45° С.

Бактеріи эти суть возбудители броженія; онѣ вызываютъ быстрое и интенсивное гніеніе органическихъ веществъ; яйцевидныя тѣла разлагаютъ на дурно пахучія вещества; онѣ содѣйствуютъ образованію NH_3 , NH_4O_3 , SO_2 , SH_2 , CO_2 и т. д. при окислительныхъ и восстановительныхъ процессахъ въ неорганическихъ средахъ. Извѣстны между прочимъ желѣзная бактерія которая для своей жизнедѣятельности нуждается въ углекислой окиси желѣза, которая образуетъ „Орштейнъ“ — вредную подпочву.

Дальше — сѣрная бактерія — которая разлагаетъ вредную SO_2 (сѣрнистая кислота), отлагаетъ въ клѣткахъ S, а послѣ окисляетъ ее въ сѣрную кислоту.

Но развитіе бактерій имѣетъ естественную границу; повидимому собственные продукты обмѣна веществъ ограничиваютъ, а послѣ и прекращаютъ дальнѣйшее развитіе ихъ. Даже тлѣнію органическихъ веществъ способствуютъ бактеріи. Оно происходитъ безъ вони при достаточномъ притокѣ O.

Тлѣнію растительныхъ веществъ, бѣдныхъ азотомъ, особенно древесной клѣтчатки, и образованію гуминовыхъ веществъ безъ доступа воздуха подъ вліяніемъ болотнаго газа, какъ оказывается, содѣйствуютъ неизвѣстныя бактеріи.

§ 14. Liebig приписывалъ причины этихъ разложеній чисто химическимъ процессамъ; мы однако знаемъ, что этому процессу жизни содѣйствуютъ безчисленные зародыши (которыхъ содержится въ 1 гр. почвы 800.000—900.000), число которыхъ сильно уменьшается съ углубленіемъ, что впрочемъ зависитъ отъ рода почвы, присутствія или недостатка въ ней органическихъ веществъ.

Изученіе почвы вступило въ новую фазу (можно назвать біологическую).

Уже различаютъ 40—50 родовъ бактерій между безчисленными другими, культивирующимися на разныхъ нечистотахъ, въ почвѣ, водѣ и воздухѣ и сожителями съ человѣкомъ и животными.

Между прочимъ упоминаемъ о земляной бактеріи (*B. mucoides*), которая по Маршалю переводитъ при 20—30° С. бѣлковыя вещества и амиды въ NH_3 съ значительнымъ участіемъ O и соотвѣтствующимъ развитіемъ CO_2 .

И та же бацилла, которая выступаетъ при разложеніи бѣлковъ окислителемъ, по Маршалю, въ почвѣ превращаетъ нитраты при помощи процесса раскисленія въ NH_3 и такимъ образомъ является завѣсою, мѣшающею утратѣ нитритовъ и нитратовъ.

Также точно Schlössing и Münz объясняютъ дѣйствіе азотистой и азотной кислоты содѣйствіемъ особенныхъ микробовъ, которые были изолированы и культивированы Виноградскимъ. Такимъ же образомъ образованіе луковицъ (клубней) на корняхъ мотыльковыхъ растений и переходъ свободнаго изъ воздуха азота въ растеніе происходитъ съ помощію бактерій, а на этомъ поконится возможность обзелененія

полей горошкомъ, лупинами, сераделлами и прививка почвъ одного рода бактеріи съ другой почвы.

5. Поглощательная способность почвы.

Поглощательная способность почвой солей, газовъ и газовыхъ смѣсей есть величина переменная.

По Либигу, для различныхъ почвъ на 1 куб. ст. она выразится цифрами 5520, 3900 и 2600 mgr. или столько же миллионныхъ NH_3 ; при насыщеніи ими одного гектара поля при 10 ст. глубины получается столько же килограммовъ NH_3 . Поглощательная способность Боргаузенской глины 2600 kg. амміака, для фосфорнокислаго горькозема — 2565, для ѣдкаго кали—2366, для фосфорной кислоты кальція — 1098 кил. на гектаръ и при 10 ст. глубины.

Boussignault нашель воздухъ пахотной земли въ 400 разъ богаче CO_2 , чѣмъ обыкновенный воздухъ.

Почва относится, внѣ всякаго сомнѣнія, также по отношенію къ SN_2 , CO , CH_4 , находящихся въ канализац. водахъ. Это слѣдуетъ не только изъ опытовъ Эрисмана, но также изъ практики, ибо запахъ перенесенныхъ на поля экскрементовъ весьма скоро исчезаетъ, если только ихъ смѣшать съ пахатною землею.

Этимъ свойствомъ пользуются при примѣненіи земли къ землянымъ клозетамъ.

Бываютъ при этомъ не малая потери азотистыхъ веществъ, ибо почва не поглощаетъ азотистыхъ и азотныхъ веществъ. И поэтому они осаждаются въ низшихъ слояхъ почвы, которые, такимъ образомъ, отчасти теряются для растений, если этому не посодѣйствуютъ бактеріи.

Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ замѣтить, что нѣкоторыя бактеріи разлагають связанный азотъ и освобождаютъ его въ воздухъ, чѣмъ вредятъ удобренію.

Столь же мало, какъ нитриты и нитраты, поглощаетъ почва и хлористыя соединенія канализаціонныхъ водъ, которыя попадаютъ подъ почву и примѣшиваются къ грунтовымъ водамъ и никогда не могутъ служить мѣ-

риломъ очистки канализационныхъ водъ, какъ это хотѣли дѣлать изслѣдователи грунтовыхъ водъ, руководясь содержаніемъ въ нихъ хлористыхъ соединеній.

Поглощающая способность почвы въ верхнихъ и нижнихъ слояхъ зависитъ также отъ большей или меньшей смачиваемости и фильтрующей ея способности, которая болѣе имѣетъ мѣсто въ тонкомъ пескѣ, такъ какъ онъ пористъ, и не можетъ быть при глинѣ.

Бактеріи проникаютъ внизъ на глубину не болѣе $\frac{3}{4}$ —1 метра; воды, проникающія ниже этой глубины, носятъ названіе мертвыхъ, въ отличіе отъ поверхностныхъ, гдѣ органич. вещества разрушаются бактеріями.

6. Заключение.

§ 16. Приведенныя здѣсь естественныя, такъ сказать, законныя основанія, на которыхъ зиждется канализація городовъ, собраніе и удаленіе канализационныхъ водъ такъ же, какъ очистка и обогащеніе полей почвенной фильтраціей и орошеніемъ, приводятъ къ заключенію, что другія системы практически менѣе удобны, а вывозка ведетъ къ увеличенію смертности въ городахъ.

Вентиляція домовъ и каналовъ, смѣшеніе человѣческихъ отбросовъ съ водою, распредѣленіе ея тонкими слоями на поляхъ имѣютъ цѣлью разбавить вредныя органическія вещества, чтобы сдѣлать ихъ безвредными; а во вторыхъ, при помощи O теплоты, а также при помощи бактерій—органич. вещества превратить въ неорганическія и приготовить ихъ вновь къ воспріятію растеніями.

§ 17. Необходимо приспособить оросительную систему, согласную съ вышеупомянутыми механическими, химическими и біологическими процессами, если желаемъ имѣть быстро и хорошо дѣйствующую систему, при чемъ надо особенно заботиться о доступѣ воздуха, теплоты и кислорода, отъ которыхъ зависитъ развитіе и дѣйствіе бактерій.

Всему этому мѣшаютъ обыкновенно техническія ошибки, какъ это случилось въ берлинскихъ ороси-

тельныхъ поляхъ, гдѣ, вопреки вышеуказаннымъ законамъ, сдѣлали притокъ канализаціонныхъ водъ непрерывнымъ, не давая въ почву достаточнаго доступа воздуха и мѣшая произрастанію травъ, а также вредя работѣ бактерій.

Такою же ошибкою надо считать устройство прудовъ съ наполненіемъ до 1 м. глубины съ отложеніемъ грязи въ теченіе зимы и механическою ихъ затѣмъ очисткою.

Въ глубокихъ слояхъ воды нѣтъ доступа атмосф. воздуха, а съ нимъ устраняется полезное дѣйствіе большинства бактерій. Всѣ усилія гигиениста должны быть обращены на то, чтобы облегчить свободное соприкосновеніе воды съ кислородомъ и облегчить работу бактерій при разложеніи нечистотъ посредствомъ орошенія и фильтраціи.

§ 18. Къ такимъ дѣйствительнымъ средствамъ принадлежитъ свободное движеніе тонкихъ слоевъ воды на поляхъ между травами, въ видѣ каскадовъ, (5—6⁰/₁₀); причѣмъ вода только касается верхнихъ слоевъ, гдѣ заключаются бактеріи.

Для полной очистки канализаціонныхъ водъ необходимо повторно пользоваться ими, переводя воду каскадомъ при 4—5⁰/₁₀ паденія.

Канализаціонная вода, которою воспользовались повторно нѣсколько разъ, должна быть приводима и отводима искусственно, и, наконецъ, при возможно большей скорости проводима черезъ голышъ и малыя запруды и въ тонкихъ слояхъ, подвергая ее дѣйствію солнца и воздуха.

Эти тонкости оросительной техники большею частью неизвѣстны инженерамъ, ибо они не соображаются съ требованіями культуры растений, т. е., могущественнымъ вспомогательнымъ средствомъ для очистки почвы отъ вредныхъ продуктовъ разложенія; необходимо имѣть въ виду всегда эту разлагающую силу корней соотвѣтственной растительности, всегда сопровождающую орошеніе канализаціонными водами и—чтобы эти поверхности всегда были приспособлены къ ихъ назначенію.

7. Нѣкоторыя данныя практики.

§ 19. Круговоротъ веществъ при очисткѣ городовъ служитъ одинаково цѣлямъ гигиены, а также обработкѣ полей и сельскому хозяйству, но, конечно, при надлежащемъ уходѣ и присмотрѣ.

Канализаціонныя воды представляютъ значительную удобрительную стоимость при извѣстной концентрации ихъ.

Грязныя городскія воды примѣнялись къ орошенію съ большимъ или меньшимъ успѣхомъ; также точно и сточныя воды, напр., сахарныхъ и крахмальныхъ заводовъ, примѣнялись съ тою же цѣлью и очищались.

Prof Dr. Märker въ Halle приводитъ, въ Zeitschrift Centrallvereins Сакс. провинцій, результаты изслѣдованныхъ сточныхъ водъ крахмального завода.

Согласно этому, куб. метръ воды въ грам. заключ.:

	перв. орош.	второе ор.	первоначально.
кали	41,20	8,18	55,00
фосф. кисл.	слѣды	слѣды	5,50
N	4,06	9,10	12,06
NH ₃ . . .	—	—	—
NOH ₃ . . .	с	л	ѣ д ы.

При этомъ фосф. кислота вполне, кали сильно, а азотъ при первомъ разѣ сильно поглощаются, при второмъ поглощ. способность почвы уменьшилась.

Сборы (жатва) были великолѣпны; до орошенія 2400 кило, при орошеніи 4000 кило сѣна съ одного гектара; въ ближайшемъ будущемъ она можетъ дойти до 5000 кило. Сѣно было превосходнаго качества.

Тотъ же авторъ даетъ на 1 гектаръ протеина:

первоначал.	при орош.	въ будущемъ
10 ⁰ / ₀ —240 к.	14 ⁰ / ₀ —560 к.	14 ⁰ / ₀ —700 к.

Гектаръ доставляетъ удобоваримыхъ бѣлковъ:

первонач.	при орош.	въ будущ.
120 кил.	392 к.	490 к.
	болѣе 272 „	370 „
стоим.	130 мар.	177 мар.

Орошеніе распространялось на $7\frac{1}{2}$ гектаровъ.

Увеличеніе доходности отъ орошенія нынѣ 979,20 мр. (увеличеніе удобоваримаго бѣлка), въ будущемъ 1332 марки.

Приведенный примѣръ орошенія показываетъ, какъ должно пользоваться канализац. водой для орошенія, вмѣсто того, чтобы спускать ее бесполезно въ рѣки.

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ.

Общія положенія.

1. Составъ канализаціонныхъ водъ.

§ 20. Составъ и количество ихъ измѣняются:

а) по тому, часть ли или все количество человѣческихъ отбросовъ попадаетъ въ каналы;

б) отъ количества и свойства промывныхъ и дождевыхъ водъ мѣстности;

в) отъ количества и свойствъ отбросовъ изъ скотобоенъ, мастерскихъ и фабрикъ (заводовъ).

г) отъ геологической формаціи почвы, отъ матеріала на полы и мощенія улицъ, въ зависимости отъ того, попадутъ ли илъ и песокъ въ каналы.

е) отъ климатическихъ условій (выпаданіе дождя или снѣга), а также отъ временъ дня и года.

а) Составъ фекальныхъ массъ.

§ 21. Основаніемъ къ этимъ заключеніямъ служатъ изслѣдованія Prof. d-r'a W. Gintl'a, въ Прагѣ, который, при методѣ Liegnur'a, практикуемой при тамошнихъ казармахъ, констатировалъ слѣдующія колебанія (отъ 1870—1872 г.) въ количествѣ экскрементовъ:

Содержаніе воды	89,75	95,24 ⁰ / ₀
„ азота	0,80	0,60
„ фосф. кисл	0,20	0,30
„ Кали	0,10	0,20
„ Натра	0,30	0,50

при чемъ оказалось, что времена года не оказываютъ замѣтнаго вліянія. Среднія цифры.

Воды	92,500 ⁰ / ₀
Азота	0,771 ⁰ / ₀
Фосф. кисл.	0,270 ⁰ / ₀
Кали	0,144 ⁰ / ₀
Натра	0,396
Общ. золы.	1,624

При сравнительно однообразномъ питаніи, для большинства взрослыхъ людей эти числа даютъ въ среднемъ почти тождественные результаты.

Prof. Wolff считаетъ стоим. 100 кило экскрементовъ.

Азотн. вещ.	1,20 мар. за Kilo	0,93 мар.
Фосф. кисл.	0,40 " " "	0,11 "
Кали	0,30 " " "	0,04 "

Итого 1,08 мар.

b) Количество отдѣлений.

§ 22. Gintl принимаетъ суточное количество мочи для взрослого отъ 1000 — 2000 гр., а для фекалій (кала) — 120—180 гр.

Среднее отдѣленіе мочи 1500 гр., изъ которыхъ $\frac{2}{3}$ или 1000 гр. попадаетъ въ каналы; кала 150 гр; въ годъ для взрослого человѣка:

Мочи	365,00 kilo
Кала	54,75 "

Вмѣстѣ 419,75 килограм.

или, округляя—420 килогр., что, по Гинтлю, даетъ воды 92,5⁰/₀ или 388,5 килогр. и твердыхъ частей только 31,5 килогр.

Въ 420 кил., по методѣ Liernur'a, экскрем.

Азотист. вещ. 3,238 кил. по 1,20 мар. — 3 мар.	86 пф.
Фосф. кисл. . 1,134 " " 0,40 " —	45 "
Кали 0,605 " " 0,30 " —	18 "

Итого. 4,977 килогр. — 4 мар. 52 пф.

По Heiden'у, въ среднемъ 1 куб. метръ мочи вѣситъ 1019 килогр., кала 647 кил.; на голову въ годъ при 420 килогрм.

Мочи	0,358 куб. метр.
Кала	0,085 „ „

Итого 0,443 куб. метр.

По Gintl'у, въ средн. 0,41 куб. м. воды и 0,033 куб. м. тверд. вещ.

§ 23. По другимъ среднимъ анализамъ приходится:

	Въ 1000 вѣс. част.	Въ мочѣ.	Въ калѣ.
Азотист. вещ.	10,0		8,24
Фосф. кисл.	1,5		10,15
Кали	1,9		4,80

Такимъ образомъ, находится:

	Азот.	Фосф. к.	Кали.
въ 365,25 кил. мочи	3,652	0,547	0,694
„ 54,75 „ кала	0,451	0,555	0,263

въ 420,00 кил. экскрем. 4,103 к. 1,102 к. 0,957 к.

Въ дѣйствительности, эти вѣса, а именно для азотистыхъ веществъ, вслѣдствіе разложенія экскрементовъ, показаны слишкомъ высокими, какъ уже показываютъ цифры Gintl'a.

Здѣсь, однако, надо указать; что изъ мочи большая часть азотист. веществъ, а изъ кала—кали попадаютъ большей частью въ отводный каналъ, и что канализаціей доставляется значительно большая часть для удобренія, чѣмъ вывозкою.

Гражд. инж. Pütsch указалъ, что при вывозной системѣ среднимъ числомъ на челов. отвозится до 300 килогр. твердыхъ и жидкихъ выдѣлений, составляющихъ 87⁰/₀ воды и 13⁰/₀ тверд. концентриров. веществъ.

При заводской ихъ обработкѣ получается въ удобреніи 18⁰/₀ воды, 5⁰/₀ азот. вещ., 3⁰/₀ фосф. кисл. и 2,5⁰/₀ кали или 10,5⁰/₀ цѣнныхъ веществъ (100 кил. имѣютъ рыночную цѣну въ 12 марокъ).

с) Промывныя и дождевыя воды.

Снабженіе городовъ водою колеблется въ значительныхъ предѣлахъ: богатое снабженіе водою является существеннымъ условіемъ при подлежащей канализаціи.

Считается достаточнымъ и нормальнымъ на человѣка въ сутки 5 куб. футъ; вѣрнѣе, это число колеблется отъ 0,135 до 0,155 куб. метр. или 135 — 155 литровъ.

Во многихъ городахъ континента количество воды для домашняго употребленія меньше этого количества и принято, напр., Нобrecht'омъ для Фридрихштадта, въ Берлинѣ, въ 4,1 куб. ф. или $126^{3/4}$ литра въ сутки на человѣка. Въ такихъ случаяхъ, для достаточнаго промыванія канала необходимо временное введеніе побочныхъ водъ, съ улицъ, а также промывныя (сточныя) воды; кромѣ того необходимо устройство особыхъ промывныхъ крановъ. Для этой цѣли примѣняютъ также дождевыя воды (осадки), количество которыхъ опредѣляется помощью продолжительныхъ наблюденій по времени и мѣсту, но не съ тѣмъ, чтобы рассчитать по этому количеству воды профили каналовъ, а, пользуясь ими, открываютъ шлюзы отъ домашнихъ нечистотъ, которыя и уносятся дождевыми водами.

Разсчетъ дождевыхъ водъ на человѣка въ городахъ не даетъ никакихъ полезныхъ, болѣе или менѣе годныхъ для пользованія, среднихъ цифръ, ибо густота населенія значительно различается въ городахъ.

Въ Данцигѣ на 242,93 га, съ ежегодною высотой столба дождевой воды около 0,5 м. (1.214,650 куб. метр.) — 80517 жителей. Дождевой воды, вслѣдствіе этого, на чел. въ годъ 15 куб. метр.

По Вирхову, приходится въ Фридрихштадтѣ, въ Берлинѣ, на 1 жителя среднимъ числомъ 38,5 кв. метр. и для 158,56 дождливыхъ дней, съ высотой 263,174 парижскихъ линій, = 0,593 м., объемъ воды на человѣка 22,8 кубич. метра.

Испаряются дождевыя и промывныя воды въ незначительномъ количествѣ; онѣ или проникають въ почву, или текутъ открыто.

Въ Берлинѣ принимается, что только $\frac{1}{3}$ дождевыхъ водъ попадаетъ въ каналы, тогда какъ въ Парижѣ (въ 1868 г., при недостаточной промывкѣ каналовъ) вливалось по главному каналу въ Клиши въ Сену до $\frac{2}{3}$ дождевыхъ и другихъ водъ.

Независимо отъ мѣстныхъ различій въ количествѣ выпадающаго дождя въ обоихъ городахъ очевидно, что въ Берлинѣ почва пропускаетъ больше воды, чѣмъ въ Парижѣ.

d) Количество канализационныхъ водъ.

При ежедневномъ расходѣ воды на 1 чел. въ 140 литр. въ годъ на человѣка:

въ круглыхъ числахъ 50 куб. метр.

выпад. дождя . . . 18 " "

воды 68 куб. метр.

Количество фекальныхъ массъ, опредѣлено выше въ 0,443 куб. м.; изъ чего видно, что попереч. размѣры каналовъ зависятъ больше отъ количества расходуемой воды и дождевыхъ осадковъ, а не отъ фекальныхъ массъ.

Если считать $\frac{1}{3}$ объема на испареніе и прониканіе въ грунтъ, и что $\frac{2}{3}$ попадаетъ въ каналы, надо считать на каналы въ круглыхъ цифрахъ на человѣка 45 куб. м. Эту цифру увеличивають до 50 куб. м., вслѣдствіе попаданія въ каналы почвенной воды, фекальныхъ массъ, нечистотъ съ улицъ и дворовъ, а также фабрикъ и заводовъ.

§ 26. Согласно § 22, въ годъ на 1 челов. твердыхъ фекалій составятъ 0,033 куб. м. Считая, что попадаетъ еще до 0,017 куб. м. нечистотъ, получимъ въ общемъ 0,050 куб. м. твердыхъ веществъ въ годъ на че-

ловѣка, которыя уносятся и растворяются въ каналахъ.
Соотношеніе объемовъ:

$$0,05 : 50 = 1 : 1000.$$

Соотношеніе вѣсовъ составитъ, принимая во вниманіе уд. вѣсъ канализ. водъ (1000,5 кил. на 1 куб. м.) и если учесть постороннія нечистоты изъ фекалій, по § 22,
 $31,5 : (50000 - 388,5) = 31,5 : 49611,5 = 1 : 1574.$

Эти данныя только приблизительныя. Тѣмъ не менѣе слѣдуетъ замѣтить, что мѣстныя измѣненія въ количествахъ и составѣ жителей незначительно все таки вліяютъ на увеличеніе или уменьшеніе этихъ данныхъ.

α) Количество канализационныхъ водъ въ Лондонѣ, Данцигѣ и Цюрихѣ.

§ 27. При значительномъ количествѣ потребляемой воды въ англійскихъ городахъ и при влажномъ климатѣ расходъ воды въ каналахъ значительно больше, чѣмъ это указано выше. Гофманъ даетъ для Лондона до 100 куб. м. въ годъ на человѣка.

Dr. Lissauer рассчитываетъ для Данцига ежедневно количество откачиваемой канализацион. воды 20131 куб. м., при чемъ попадаетъ въ каналы $\frac{3}{4}$ промывной и $\frac{1}{4}$ дождевой воды.

Въ Данцигѣ насчитывается 80,517 жит.; на человѣка въ день 0,25 куб. м. (250 литр.), или въ годъ 91,25 куб. м., что подходит къ цифрѣ Лондона.

Вычитая количество промывной воды изъ водостоконъ, приходится въ годъ на человѣка (въ день 187,5 литра)—68 куб. м.

Brükli для Цюриха, куда попадаютъ только жидкія нечистоты, но не калъ, даетъ, что на 60000 жителей получается ежедневно сильно загрязненныхъ водъ 24000 куб. м., или ежедневно на человѣка 400 литр., а въ годъ 146 куб. м., что объясняется весьма сильной промывкой каналовъ.

Такимъ образомъ мы видѣли, каковы бываютъ значительныя разницы въ количествахъ и объемахъ воды.

Ближайшимъ образомъ это касается самыхъ каналовъ, т. е. ихъ поперечныхъ разрѣзовъ, а потомъ уже и устройства оросительныхъ полей съ приспособленіями.

β) Проектъ для Фридрихштадта въ Берлинѣ.

§ 28. Вышеприведенныя среднія цифры не даютъ никакихъ указаній о колебніи канализаціонныхъ водъ, и о вліяніи количества дождевой воды, вотъ почему расчеты Нобrecht'a весьма поучительны. Они относятся именно къ среднимъ даннымъ расхода канализаціонной воды:

При высотѣ дождевой воды въ парижскихъ лин.	Сколько дней.	Ежедневно.	Въ секунду.
		Въ куб. метр.	
Безъ дождя (0)	206,23	13.910	0,161
Парижск. лин. 1	87,44	17.961	0,208
„ „ 2	27,90	22.032	0,255
„ „ 3	17,40	26.096	0,302
„ „ 4	10,13	30.133	0,349
„ „ 5	5,50	34.214	0,396
„ „ 6	3,13	38.361	0,444
„ „ 7	1,30	42.422	0,491
„ „ 8	1,00	46.483	0,538
„ „ 9	0,45	50.457	0,584
„ „ 10	0,54	54.604	0,632
„ „ 10,34	3,95	55.987	0,648

Отсюда слѣдуетъ:

Общій расходъ . . . 6.515.959 куб. метр. въ годъ.
 Средній ежедн. . . . 17,852 „ „ (подходящ.
 дожд. 1 лин. париж.)
 Средній въ годъ на чел. 59,236 „ „ (скругляя
 60 куб. метр.).
 Средній въ день „ „ 0,162 „ „ (164 литра
 при 1 париж. лин.).

Высчитанныя среднія количества канализаціонной воды въ сутки и секунду, т. е. 17.961 куб. м. и 0,208 куб. м., служили основаніемъ для расчета ирригаціонныхъ полей въ Осдорфѣ.

γ) Парижскіе опыты.

§ 29. Инж. Mille изучилъ основательно колебаніе количествъ канализаціонной воды въ главномъ каналѣ у Клиши. Произведены были 3000 наблюденій въ 1868 году.

За время изслѣдованія съ 9 ч. утра увеличивался стокъ и достигалъ maximum'a къ 11 час.; въ 9 час. наступалъ minim., который продолжался ночью.

По днямъ—maxim. при сильныхъ дождяхъ 26 мая, когда выпало дождя 10,95 мм., а въ секунду 6,210 куб. м., а 18 сентября достигло $h = 16,95$ мм. и 6,189 куб. м., а minim. при сухой погодѣ достигалъ въ секунду 1,22, 0,95 и даже 0,7 куб. м.

Помѣсячно — maxim. приходится на апрѣль, май, іюнь; а minim. въ январѣ, іюль и августѣ.

Мѣсячное сред. колич. въ куб. метрахъ:

1.	Для дневныхъ водъ на 7800 га повер.	114726	куб. м.
2.	„ ежеднев. потребленія.	213689	„ „
3.	„ обоихъ случаевъ	328415	„ „
4.	„ стока въ каналѣ	190905	„ „

Разница между 3 и 4 = 137,510 „ „
или среднимъ числомъ въ 1 секунду 0,58 куб. м. отъ общаго колич. въ параграфѣ 3.

Въ 1868 году попало въ Сену до 70 милліоновъ куб. м. грязныхъ водъ. Отсюда понятна причина загрязненія рѣки Сены.

е) Анализъ канализаціонныхъ водъ.

Опредѣленныя данныя о составѣ канализаціонныхъ водъ даютъ химическіе анализы, хотя составъ ихъ и подвергается значительнымъ колебаніямъ, благодаря измѣненіямъ въ расходахъ потребительныхъ и дождевыхъ водъ. Поэтому весьма трудно установить среднія нормы.

Парижскія канализаціонныя воды подвергнуты такимъ точнымъ анализамъ, что эти данныя могутъ служить исходными пунктами для анализа сточныхъ водъ въ другихъ случаяхъ, особенно если примемъ во вниманіе, что концентрація парижскихъ водъ значительнѣе таковой, напр., англійскихъ городовъ, гдѣ часть фекалій вывозится; кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что значительная часть уличной пыли и нечистотъ попадаютъ въ каналы.

§ 31. Согласно анализамъ, произвед. инж. Léon Dugand Clay въ лаборат. Ecole des ponts et chaussées въ 1867—68 г. въ кубич. метрѣ канал. водъ:

		Взвѣш. кил.	Раствор. кил.	Вмѣстѣ килограм.
Органическихъ .	{ Азотистыхъ вещ.	0,016	0,021	0,037
	{ Другихъ	0,489	0,240	0,729
Минеральныхъ .	{ Фосфорной кис. .	0,015	—	0,015
	{ Кали	—	0,030	0,030
	{ Остальныхъ . . .	1,299	0,686	1,985
Итого		1,819	0,977	2,796

Въ куб. метрѣ канализ. водъ имѣется до 3 килограм. постороннихъ веществъ, изъ которыхъ 2 кило суспендированныхъ частей 1 килогр. въ растворѣ; что составляетъ.

Содержаніе азотист. веществъ 37 милліон. (т. е. 1 gr. на 1 куб. м. или 1 milligr. на 1 литръ).

Фосфорн. кисл. 15

Кали 30

Считая по § 22 стоимость этихъ вещ. для удобренія по 5,94 пфен. на 1 куб. метрѣ, — то 70 милліон.

куб. метровъ 1868 г. составятъ 4 мил. марокъ, уносимыхъ р. Сеною въ море.

Данцигскія воды, почти прозрачныя, содержатъ при удѣльномъ вѣсѣ 1000,5 при 15° С. по Helm'у на куб. метръ въ килограммахъ:

На 1 куб. метръ.	Вѣвш.	Раствор.	Вмѣстъ килограм.
Неорганическихъ веществъ	0,226	0,489	0,715
Амміака	—	0,0646	0,0646
Органическихъ веществъ	0,356	0,194	0,550
Итого	0,582	0,7476	1,3296

Анализъ:

	Въ миллионныхъ доляхъ.		
Кремнезема	128,0	18,0	146,0
Известковой земли	27,4	110,9	138,3
Магнезін	0,95	14,1	15,05
Кали	—	44,4	44,4
Натра	—	87,7	87,7
Сѣрной кислоты	—	23,7	23,7
Сі	—	69,7	69,7
Окси Fe и глинозема	29,8	44,8	74,6
Фосфорной кислоты	17,22	2,62	19,84

Азотистыхъ веществъ въ органич. видѣ 11,6 мил.

Амміака 53,3 „

Вмѣстъ 64,9 мил.

Замѣчательно, что Helm не нашелъ ни нитритовъ, ни нитратовъ, что объясняется сильнымъ промываніемъ и быстротою стеканія водъ.

f) Слѣдствія изъ анализовъ.

Въ 1-куб. м. канализац. водъ въ тверд. видѣ въ килограмм.

	Пар.	Данц.	Пар.	Данц.	Пар.	Данц.
Суспендированныхъ . . .	1,314	0,226	0,505	0,356	1,819	0,582
Растворенныхъ	0,716	0,5536	0,261	0,194	0,977	0,7476
Вмѣстѣ	2,03	0,7796	0,766	0,550	2,796	1,3296
	Неорганич.		Орган. вещ.		Въ суммѣ.	

Соотношеніе тверд. вещ. къ жидкости:

Парижъ . . . 1 : 356,6. Въ одномъ преобл. суспен. ч.
 Данцигъ . . . 1 : 751,1. Въ другомъ растворен. ч.,
 что легко объясняется введеніемъ въ Парижѣ въ каналы глинистой уличной грязи и болѣе слабымъ промываніемъ въ Данцигѣ, а также не одинаковымъ относит. количествомъ органическихъ и неорганич. веществъ въ обоихъ городахъ. Отложеніе взвѣшенныхъ частей для Парижа въ $3\frac{1}{8}$ раза больше для ирригаціи полей, чѣмъ для Данцига. Отсюда слѣдуетъ, что парижскія воды значительно производительнѣе, ибо растворенныя вещества по столько только полезны для растеній, по скольку они поглощаются почвою.

Суспендированныя вещества отлагаются на поверхности полей, а также въ промежуткахъ въ порахъ почвы; онѣ подвергаются постепенному разложенію вывѣтриваніемъ, дѣйствіемъ корней растеній и бактеріями, при чемъ этотъ благопріятный процессъ происходитъ

тѣмъ лучше, чѣмъ кан. вода содержитъ болѣе органическихъ веществъ, какъ это имѣетъ мѣсто для парижскихъ водъ.

Дезинфицированіе и очистка канализационныхъ водъ основываются на удаленіи и окисленіи вредныхъ органическихъ веществъ и гнилостныхъ газовъ, которые согласно § 15 при тонкомъ ихъ распредѣленіи на оросительныхъ поляхъ, въ соприкосновеніи съ почвою и воздухомъ превращаются въ неорганическія и безвредныя вещества.

2. Строеііе почвы оросительныхъ полей.

§ 34. Очистка отводимыхъ канализ. водъ отъ взвѣшенныхъ частей идетъ тѣмъ быстрѣе при орошеніи, чѣмъ почва болѣе проницаема и чѣмъ поэтому больше ея фильтрующая способность, которая позволяетъ опусканію въ подпочву значительныхъ водяныхъ массъ и отдѣленію плавающихъ нечистотъ, какъ это бываетъ въ глубокихъ песчаныхъ почвахъ, какъ, напр., въ Genevellers, въ Парижѣ. При такой почвѣ фильтруется ежегодно на 1ha отъ 50.000 до 100.000 куб. м. канализационныхъ водъ и очищается отъ нечистотъ; ежегодныя отложенія не достигаютъ толщины 1mm., при чемъ отлагаются до 50% силикатовъ.

При обработкѣ этотъ слой перемѣшивается съ вспашкой и доставляетъ превосходныя жатвы, устраняетъ отбросы и способствуетъ повышенію мѣстности.

- а) Продолжительность прониканія и поглощательная способность почвы.

§ 35. Въ массѣ (гдѣ глина распредѣляется въ почвѣ), имѣющей плотное сложеніе, сильно убываетъ при орошеніи фильтрационная способность ея.

При этомъ усиливается поглощающая сила почвы для солей и газовъ и увеличивается время, необходимое для фильтраціи.

Эти соотношенія изучены на почвѣ Данцига D-g. Lissauer'омъ.

Онъ нашель для Данцигскихъ дюнь въ ихъ естественномъ отложеніи:

1. Что фильтраціонная способность зависитъ только отъ степени моментальнаго насыщенія ихъ водою;

2. Что 1000 кубическихъ м. песку при чистой водѣ заключали:

	куб. м.	Соотнош.
Первоначально (свѣжій) песокъ.	312,50	10,00
Послѣ годичнаго орошенія	363,75	11,64
„ „ 2 лѣтъ	367,50	11,76
„ „ 3	417,50	13,36
„ „ 4	422,50	13,52

Такимъ образомъ, способность насыщенія свѣжаго песка дюнь орошеніемъ канализационными водами по поверхности въ верхнемъ слоѣ въ 20 ст. для кажд. 1000 кубическихъ метровъ увеличивается почти на 100 кубическихъ метровъ, а абсолют. вѣсъ кубическаго метра уменьшается въ отношеніи 1687, 5: 1367, 5 т. е., уменьшается на 320 гр., что объясняется вдавливаніемъ мягкаго вещества между тяжелымъ.

3. Что песокъ и садовая земля въ то же время испаряютъ много воды.

4. Что взвѣшенные вещества остаются при протеканіи между зернами песка, и что въ песокѣ затягиваются поры грязно-бурой массою.

5. Поглощательная способность почвы распространяется не только на амміакъ, но и на мочу и что это зависитъ отъ непостоянныхъ факторовъ: удѣльнаго вѣса жидкостей и свойствъ почвы.

6. Мочеобразная жидкость, составленная искусственно, изъ 6 ч. мочи, 2 ч. хлористаго кал., 6 фосфорно кисл. натра и 200 ч. дист. воды, дала коэфф. поглощенія

	отношеніе	
свѣжій песокъ	3,50	10,0 (Коэфф. этотъ въ
въ 1 годъ орошенія	4,25	12,1 теченіе 4 лѣтъ
„ 2 „ „	6,50	18,5 болѣе чѣмъ уд-
„ 3 „ „	7,75	22,1 воился.)
„ 4 „ „	7,50	21,4

7. Что фосфорная кислота, большею частью, поглощается; меньше всего поглощается хлоръ, и потому Cl, содержащійся въ грунтовыхъ водахъ, не указываетъ на степень очистки канализационныхъ водъ при орошеніи; въ Данцигѣ канализ. воды, прошедшія песокъ, обогащались даже Cl, что объясняется сосѣдствомъ моря.

8. Подъ вліяніемъ растительности, въ 1000 куб. сантим. въ песчаной почвѣ, орошаемой въ теченіе 3 л.:

	поглощено.	отношеніе.
При необсѣянной почвѣ	4,476	= 10,000
при посѣян. горохомъ	4,950	= 11,058
” ” брюквой	5,226	= 11,675
” ” Raugras	5,954	= 13,302

такъ что травы дали наилучшій результатъ.

Эти прекрасныя изслѣдованія устанавливаютъ весьма ясно культурное значеніе орошенія, какую роль играютъ взвѣшенныя и растворенныя части канализационныхъ водъ.

Песокъ дѣлается болѣе вязкимъ при орошеніи благодаря растворимымъ и суспендированнымъ частямъ экскрементовъ людей.

b) Соображенія санитарнаго порядка.

Степень очистки, которой подвергаются канализационныя воды при фильтраціи черезъ землю, основательно изучены д-мъ Frankland'омъ, при чемъ онъ воды заставилъ фильтроваться въ теченіе 14 дней черезъ слой песку и мѣла, толщиною 4,57 м., что составило въ день 38,28 литровъ на 1 куб. м. земли.

Примѣненная здѣсь лондонская канализационная вода содержала на 100000 частей:

	До фильтр.	Послѣ фильтр.
Растворим. веществъ	64,500	96,100
Органическихъ углеродн. вещ.	4,385	0,541
” азотист. ”	2,484	0,080
Амміака	5,557	0,010

Азот. вещ. въ водѣ	{ нитритовъ и нитратовъ .	—	3,733
Химически связ. азотист. вещ.		7,060	3,821
Итого		83,977	98,205

Отсюда слѣдуетъ, что растворимыя вещества промываніемъ земли увеличиваются на $\frac{1}{3}$, вредныя въ санитарномъ отношеніи углеродист. вещества, азотистыя и амміакъ значительно уменьшаются, при чемъ послѣднія вещества, превращенныя въ безвредныя нитриты и нитраты, могутъ быть выпущены безъ всякаго вреда въ водные потоки.

Напротивъ того, очистка была бы неполною, если бы количество канализаціонныхъ водъ было двойное.

Отсюда также слѣдуетъ, что процессъ очистки воды, какой имѣеть мѣсто при орошеніи полей, вполне достаточенъ; первымъ условіемъ успѣха является безпрепятственный доступъ воздуха въ поры почвы. При обремененіи фільтраціи въ 21,4 литра на 1 куб. м. въ 14 дней, половина углеродистыхъ и азотистыхъ вещ. и около $\frac{4}{5}$ амміака находились въ проточной водѣ.

§ 37. Такіе же опыты произвелъ Frankland надъ естественными почвами, при толщинѣ слоя 1,52 м.; воды были очищены въ 24 часа:

1. Черезъ весьма пористый гравій Beddington'a, который служитъ для орошенія въ течение почти 5 лѣтъ канализаціонными водами по 45 литровъ на 1 куб. м. земли.

2. Черезъ легкій свѣтло-красный песокъ и вывѣтренный песчаникъ въ Hambrook'ѣ—26 литр. на 1 куб. м.

3. Черезъ почву оросительной фермы въ Barking'ѣ по 22,6 литра на 1 куб. м; послѣдняя обнаружила большую поглощательную способность и восприняла большое количество питательныхъ веществъ для растений. Послѣ 12 недѣльной непрерывной фільтраціи, составныя части фильтра увеличивались, а отсюда слѣдуетъ, что фільтрація и поглощеніе для различ-

ныхъ родовъ почвъ находятся въ обратно пропорціональномъ отношеніи (§ 35).

4. Черезъ легкую, желто-коричневую глину изъ мергельнаго камня нижней Юры у Dursley (при зимней температурѣ, безъ дѣйствія свѣта) въ теченіе 3 мѣсяц., и при 58,8 литрахъ на 1 куб. м.; отводныя воды были, безъ всякаго уменьшенія проицанія или закурки почвы, блестящи, безъ запаха и почти безцвѣтны.

Изъ опытовъ Frankland'a слѣдуетъ, что очищающая способность почвы зависитъ болѣе отъ ея физическаго строенія, пористости и тонкости частицъ оной, чѣмъ отъ химическаго состава почвы.

§ 38. По даннымъ Frankland'a при прохожденіи черезъ слой, толщиною 1 m на гектаръ не дренир. поля:

22	26	33	45	58	литр. на 1 куб. м.
220	260	330	450	580	куб. м. канализ. воды.

Ежедневно фильтруется и очищается, при высотѣ стоячей воды въ

2,2	2,6	3,3	4,5	5,8	сантим.
0,0025 0,0030 0,0038 0,0052 0,0067					}
кубическіе метры.					

Если по Nobrecht'у Фридриштадтъ Берлина (110.000 жителей) доставляетъ въ бездождный день 0,161 куб. м. канализаціонной воды въ секунду, то достаточно при сдѣланныхъ предположеніяхъ,

70	53	42	31	24	га чтобы въ круглыхъ числахъ съ
1571	2075	2619	3548	4600	жителей

очистить совершенно отводныя воды на 1 га.

Въ дѣйствительности достаточно значительно меньшей поверхности, ибо въ полѣ при Osdorf'ѣ, куда накачивается канализаціонная вода выше грунтовыхъ водъ, лежитъ проницаемый слой почвы.

Напротивъ того, отнесясь съ осторожностью къ дождевымъ осадкамъ и предполагая, что таковыя возможно распределить равномерно на весь годъ,

по Nachbrecht'у въ среднемъ придется 0,208 куб. м. въ 1 секунду или 17971,27 куб. м. въ часъ.

Согласно вышепринятымъ цифрамъ:

83,2	69,3	54,7	40	31	га	— необходимо для
1322	1587	2011	2750	3248	чел.	и на 1 га
80300	94900	120450	164250	2117000	куб. м.	канализ. воды

въ годъ можетъ быть фильтровано и очищено; но при этомъ нельзя было бы рассчитывать на правильное пользованіе ими для сельскохозяйственныхъ цѣлей.

Предыдущіе опыты даютъ максимальныя цифры (въ санитарномъ отношеніи и въ отношеніи изслѣдуемыхъ почвъ), которыми можно воспользоваться и въ другихъ случаяхъ.

с) Сельскохозяйственныя соображенія.

§ 39. Въ противоположность къ требованіямъ гигиены, которая можетъ довольствоваться наименьшею поверхностью почвы, при наилучшемъ очищеніи канализ. воды, сельское хозяйство должно стремиться заполучить значительное количество удобрительнаго матеріала, несомаго канализационной водой, распределить его на возможно большое количество поля и въ наиболѣе продолжительное время и накопившимся растительнымъ матеріаломъ сдѣлать поле наиболѣе доходнымъ. Эта хозяйственная точка зрѣнія важна очень и въ гигиеническомъ отношеніи, такъ какъ растенія своими листьями и корнями оздоравливаютъ воздухъ, очищая вспаханную землю отъ газовъ, развивающихся при тлѣніи и гніеніи.

На ряду съ удобрительнымъ дѣйствіемъ канализационныхъ водъ, на произрастаніе растеній имѣетъ особенное вліяніе увлажненіе оныхъ.

α) Потребность въ водѣ при культурѣ растеній.

§ 40. Потребность въ водѣ, при совмѣстномъ произрастаніи растеній, въ зависимости отъ индивидуальной потребности корней въ влагѣ и въ зависимости отъ

физическихъ свойствъ почвы достигаетъ во время произрастанія растенийъ значительныхъ цифръ.

Изъ обсъживаемыхъ растенийъ на оросительныхъ поляхъ требуется наименьшее количество влаги для хлѣбныхъ злаковъ.

И все таки, какъ показали пр. Hellrigel, для ячменя при песчанной почвѣ Марки недостаточно дождевой воды въ теченіе 12 недѣль произрастанія, но что онъ требуетъ еще дополнительно 10,5 сантим. высоты воды на 1 га или по объему 1050 куб. метровъ. Это количество должно считать наименьшимъ для цѣлей хозяйственныхъ и наибольшимъ для гигиеническихъ.

Трудность и даже невозможность удѣлить 1050 куб. м. во время произрастанія злаковъ на 1 га и, въ зависимости отъ недостатка дождевой воды должно дополнить орошеніемъ, что и приведетъ къ извѣстной растратѣ воды съ одной стороны и къ извѣстной тратѣ удобрения съ другой.

β) Обработка хлѣбныхъ злаковъ.

§ 41. Согласно указан. проф. Hoberlandt'a испареніе воды при помощи растенийъ съ поверхности 1 га въ 90 дней для:

Лѣтней ржи . . .	834890	килогр.
„ пшеницы	1179920	„
Лѣтняго ячменя .	1230710	„
„ овса . . .	2277760	„

что отвѣчаетъ высотѣ столба воды:

въ 8,35 11,80—12,37 и 22,7 сантим.

которую можно получить орошеніемъ, принимая во вниманіе количество дождевой воды.

Овесъ требуетъ больше всего воды; это растеніе, менѣе всего чувствительное къ сухости или влажности воздуха, обладаетъ въ то же время крѣпкими корнями и стеблями, а также массируетъ наибольшее количество азотист. веществъ въ зернѣ. Вслѣдствіе всего этого овесъ наиболѣе пригоденъ для полей орошенія.

Однако примѣненіе и пользованіе канализац. водою для выращиванія хлѣбныхъ злаковъ, особенно ржи, можетъ быть только ограниченное, ибо послѣдняя легко стелется и выдерживаетъ только два орошенія при началѣ произрастанія и мало пригодна для пропуска значительныхъ массъ воды даже при легкопроницаемыхъ почвахъ.

Жидкое удобреніе должно предварительно до воздѣлыванія растений (хлѣбныхъ злаковъ) слѣдовать на обрабатываемое поле, и тогда только можно ожидать необыкновенныхъ и максимальныхъ жатвъ.

Напротивъ того, легче и лучше можно устраиваться съ орошеніемъ въ рядахъ, посѣянныхъ рѣпой и лошадинымъ бобомъ (съ окучиваніемъ), при чемъ ихъ получается съ гектара до 40 ha.

γ) Воздѣлываніе кормовыхъ растений.

§ 42. Кормовой маисъ, посѣянный въ гребенку, годится въ данномъ случаѣ, вслѣдствіе хорошаго разрастанія корней, которые всасываютъ хорошо удобреніе канализаціон. водъ и усиливаютъ очищающую способность почвы. Однако предполагаемые хорошіе урожаи трудно достигаются, хотя все таки въ Данцигѣ получили урожаи съ гектара въ 132¹/₄ тоннъ (въ 1000 кило). При соотвѣтственномъ климатѣ возможно воздѣлывать при орошеніи гигантскую капусту, которою можно пользоваться для корма зимою.

δ) Воздѣлываніе корнеплодовъ.

Всѣ эти и послѣдующія растения, вслѣдствіе сильнаго развитія листвы, наряду съ удобреніемъ требуютъ громаднаго количества воды и пригодны при усиленномъ орошеніи и тѣмъ лучше, чѣмъ ихъ стебель и корни болѣе углубляются въ почву.

Если воздѣлывать сахарную, земляную рѣпу, tur-
nips, пастернакъ и т. п. подъ гребенку, то промежу-

точные углубления могут быть орошаемы в течение всего периода произрастания.

Оказалось, что сахарная рѣпа (свекла), воздѣлываемая при помощи канализационныхъ водъ на Берлинскихъ оросительныхъ поляхъ, бѣдна содержаніемъ сахара и богата протеиновыми веществами и водою. Поэтому она является превосходнымъ кормовымъ средствомъ и представляетъ малую цѣнность для заводовъ (свеклосахарныхъ).

	Кормов. свекла.		Сахарная рѣпа (свекла).		
	Берл. полей, орошаем. по Миллер.	по Дитриху и Кенигу.	Берлинъ Müller.	Среднее по Дитриху и Кёнигу.	
Воды	88,36	86,64	83,76	82,25	При обыкновенн. культуръ max. выходъ сахарной свеклы съ 1 га 59 ¹ / ₄ —63 ² / ₃ ц/тонны; Warwik даетъ при канализационной водѣ: 211 тоннъ кормовой свеклы; при наилуч. Саксонской культурѣ 102 ¹ / ₄ — 104 ¹ / ₅ тонны.
Азотистыхъ	1,64	1,19	2,13	0,98	
Безазотистыхъ	9,13	11,20	12,87	15,91	
Сахару	—	—	8,20	(12—15)	
Золы	8,87	0,97	1,24	0,86	
Въ ней щелоч. сол.	0,47	—	81,3	—	
Земл. солей	15,3	—	18,7	—	

ε) Воздѣлываніе травъ и клевера.

Между кормовыми и зерновыми травами болѣе всего пригоденъ для орошенія канализацион. водою итальянскій Raygras (*Lolium italicum*), вслѣдствіе быстраго роста и возможности до 8 разъ жатвы вѣ періодъ произрастанія (сезонъ). Его нужно сѣять черезъ 2 года вѣ третій; 40—60 килограм. сѣмянъ на 1 га.

Норе даетъ свѣдѣнія, заимствованныя на фермѣ Lodgefarm, у Лондона, что при трудно проницаемой почвѣ, при потребленіи до 600 куб. м. на гектаръ вѣ 20—25 дней, ростъ травъ достигъ высоты вѣ 0,45—0,50 м., вѣсомъ до 450 кило на гектаръ на каждый санти-

метръ роста или на 1 ha въ 24 часа до 1000 кило травы.

Chalmers Mortan а за нимъ Ronna даютъ съ той же фермы въ 1867 г. жатвы итальянскаго райграса въ 150 m.tonnes на 1 ha при расходѣ канализацион. воды 13000 куб. м. Это составляетъ сѣна 37,5 — 45 тоннъ (25—30⁰/₀ H₂O). Послѣ сбора райграса поле годно подъ рожь или пшеницу безъ всякаго удобренія.

Норе собиралъ съ оросит. поля Romford среднимъ числомъ 156²/₃ тоннъ съ 1 ha, въ отдѣльныхъ случаяхъ 194⁴/₃ тонны, а Warwick въ 1874 г. 117,5 тоннъ, тогда какъ лучшіе европ. луга въ Ломбардіи даютъ только до 80 тоннъ.

§ 45. Франкландъ изслѣдовалъ степень очистки канализацион. водъ на фермѣ Logefarm при орошеніи райграса на песчаной проницаемой почвѣ, дѣйствующей подобно дренажу. Въ 100000 частяхъ ея 23 Іюня 1869 г. содержалось:

	1.	2.	3.
I. Растворимыхъ веществъ	65,300	74,300	79,500
Органич. углеродист. вещ.	2,596	2,028	0,887
„ азотистыхъ „	1,715	1,285	0,236
Амміака	4,000	2,437	0,425
Нитритовъ и нитратовъ	—	0,693	2,535
Химически связ. азот. вещ.	—	—	—
Сумма	5,059	3,985	3,121
II. Взвѣшенныхъ вещ. неорг.	18,480	3,06	слѣды.
Органич. вещ.	27,800	3,40	„
Итого.	46,280	6,46	слѣды.

1. Нечистыя канализ. воды.
2. По прохожд. по полю 45,7—54,8 м. шир.
3. Стокъ изъ дренажныхъ трубъ.

Анализъ показываетъ, что отводныя воды, въ санитарномъ отношеніи, достигаютъ большой чистоты, что все взвѣшенные части задерживаются почвою, растворенныя азотистыя вещества на ¹/₈, а амміакъ ¹/₁₀ умень-

шаются, хотя другія растворимыя части промываніемъ почвы увеличиваются.

Въ сельско-хозяйственномъ отношеніи приходится въ данномъ случаѣ считаться съ потерей растворимыхъ солей и т. п., потери, которыхъ нельзя избѣжать при орошеніи проницаемыхъ родовъ почвы, будь тутъ примѣнены воды ручья или канализаціонныя.

Множество родовъ краснаго клевера, англійскаго и италіанскаго райграса, тимофеевки и т. п., при 2-хъ лѣтней культурѣ, даютъ до 2—3 жатвъ и все таки не такія обильныя, какъ италіанскій райграссъ, и треба въ то же время меньше канализаціонныхъ водъ.

Кормовое поле можетъ служить и больше, будучи обсеиваемо смѣсью: ложнымъ клеверомъ и травами, что болѣе удобно при болѣе плотныхъ почвахъ, — и можетъ служить въ то же время хорошимъ лугомъ для рогатаго скота.

При пользованіи полями орошенія подъ луга, кромѣ зимы, нельзя разсчитывать на постоянное, непрерывное примѣненіе канализаціон. воды. Здѣсь возможно только орошеніе перерывами въ самомъ широкомъ смыслѣ слова, а отъ этого зависитъ и выборъ подходящей культуры.

с) Воздѣлываніе овощей.

§ 46. Пользованіе большими массами канализаціонной воды, для огородовъ обусловливается не только воздѣлываніемъ овощей, требующихъ большаго количества удобренія и увлаженія, но также устройствомъ грядъ съ промежуточными углубленіями и ровниками, по которымъ протекаетъ канализаціонная вода, не загрязняя и не орошая самыхъ растений.

При многихъ работахъ, которыя производятся при воздѣлываніи огородовъ, орошеніе полей подъ послѣдніе болѣе ограничено, чѣмъ для сельскаго хозяйства, но все таки они очень удобны для употребленія большихъ массъ канализаціонныхъ водъ. Непрерывно продолжающаяся обработка и надзоръ за огородной

землей, смѣна культуръ, частое перекапываніе, смѣна грядъ на рвы и обратно, такъ же, какъ и частая поливка огородныхъ растеній, весьма способствуютъ примѣненію значительныхъ массъ воды и ихъ очисткѣ.

Поэтому воздѣлываніе садовыхъ и огородныхъ растеній для цѣлей гигиены представляетъ весьма цѣнную культуру, съ которою не можетъ сравниться культура сельско-хозяйственныхъ растеній, требующихъ значительно меньшаго количества воды въ періодъ произрастанія.

Къ этому присоединяется значительная цѣнность садовыхъ (огородныхъ) продуктовъ, которые годны не только къ продажѣ на мѣстѣ, но могутъ быть высылаемы и далѣе; выгодны для полей, сданныхъ въ аренду и огородникамъ тоже даютъ значительный доходъ.

Почти всѣ роды наиболѣе нѣжной зелени, каковы: салатъ, цвѣтная капуста, артишоки, козелецъ и даже земляника, произрастаютъ на оросительныхъ поляхъ съ рѣдкою красотою и обиліемъ, при чемъ они ничего не теряютъ ни въ смыслѣ вкуса, ни естественнаго аромата. Поля орошенія совершенно безопасны отъ нашествія вредныхъ насѣкомыхъ, столь опасныхъ для овощей на плотныхъ грунтахъ и въ сухое время года.

Цвѣточное производство также процвѣтаетъ на оросительныхъ поляхъ, при чемъ цвѣты достигаютъ такого удивительнаго колорита, какого нельзя достигнуть при другихъ родахъ культуръ

η) Воздѣлываніе фруктовыхъ растеній.

§ 47. Можетъ производиться садовниками не только въ малыхъ количествахъ, но также въ сельскомъ хозяйствѣ и въ обширныхъ размѣрахъ. Прежде всего это фруктовые растенія въ видѣ кустовъ, насажденіе ядренныхъ растеній на кордонахъ (по границѣ участковъ малорослыя и шпалерныя деревья); къ послѣднимъ можно примѣнять прямыя высокія фруктовые деревья, которыми можно обсаживать не только дороги, но и поля, луга и сливняки.

η) Воздѣлываніе фруктовыхъ деревьевъ.

Широкоразвѣтвленная масса корней, какъ у фруктовыхъ растений различнаго рода, выдерживаетъ во всякое время года богатое орошеніе канализационными водами и одаряетъ послѣднія богатыми сборами, которые немислимы и невозможны при обыкновенной культурѣ и обыкновенномъ бѣдномъ удобреніи.

Канализационная вода дѣлаетъ возможность воспитанія сильныхъ и здоровыхъ деревьевъ, которыя легче переживаютъ неблагопріятное время цвѣтенія и даютъ ежегодно прекрасные фрукты и наилучшаго колорит. цвѣта, ибо нѣтъ недостатка въ питаніи корней; даже въ глубокихъ слояхъ почвы имѣется большой запасъ удобренія для стволовъ и корней, а также нѣтъ недостатка въ растворенныхъ веществахъ въ жаркое время года; при подобной культурѣ никогда не бываетъ остановки въ развитіи плодовъ и листьевъ и нечего опасаться нападенія насѣкомыхъ. Нужно только выбирать деревья не особенно быстро растущія и подрѣзывать ихъ умѣренно; нельзя ихъ подрѣзывать столь-же низко, какъ при обыкновенныхъ культурахъ.

Слѣдуетъ еще упомянуть о заведеніи и орошеніи заборовъ изъ тутовыхъ деревьевъ, при чемъ получается здоровая листва для кормленія шелковичныхъ червей, какъ это указываютъ примѣры у японцевъ.

θ) Культура луговъ.

§ 48. Травяныя поверхности съ постояннымъ рыльцемъ (а не дважды переломленнымъ) являются наилучшими при орошеніи канализационными водами и допустимы при зимнемъ орошеніи, ибо они представляютъ единственное практически-примѣнимое средство даже при морозахъ приводить канализационныя воды въ соприкосновеніе съ корнями растений и, слѣдовательно, пользоваться и очищать эти воды при температурѣ ниже 0°С и таковыя поверхности орошать въ теченіе цѣлыхъ недѣль еще до наступающаго таянія.

При этомъ не исключается перенасыщеніе поля удобрительными веществами, что неизбежно при продолжительныхъ морозахъ; за то дѣлается и невозможнымъ перерывъ орошенія безъ вреда для травяного слоя.

Невозможно избѣжать образованія льда на орошаемыхъ поверхностяхъ въ болѣе холодномъ климатѣ, но это не вредитъ дерну, если только подъ льдомъ непрерывно протекаетъ вода, и дѣлаются невозможными твердыя отложенія на растеніяхъ; если орошеніе начато до замерзанія почвы и до потери фильтрующей способности оной, то очищающая способность ея не теряется, ибо температура канализаціонныхъ водъ не опускается никогда ниже $+4^{\circ}\text{C}$, а для Данцига при выходѣ на поля $+10^{\circ}\text{C}$ (9 февраля 1874 г.); такимъ образомъ ни вода, ни почва не охлаждается ниже 0° . Ледяная кора очень дурной проводникъ тепла, охраняетъ также отъ механическаго вреда, отъ замерзанія растенія и отъ излученія тепла, которое растеніе поглотило въ теплое время года.

Также точно ледяная кора не можетъ помѣшать очисткѣ канализаціонныхъ водъ вслѣдствіе недостатка кислорода, ибо въ незамерзшей подпочвѣ циркулируетъ достаточное количество воздуха.

Вслѣдствіе вышесказаннаго, имѣются на лицо подъ ледяной корою всѣ жизненныя условія для произрастанія растеній: тепло, влага, кислородъ, CO_2 , соли; не можетъ быть сомнѣній въ продолженіи существованія послѣднихъ, въ воспріятіи резервовъ питательныхъ веществъ, въ образованіи клѣточекъ въ корняхъ, въ расположеніи къ прозябанію и образованію стволонъ, если даже это и не видно по надземнымъ органамъ, но проявляется роскошнымъ почкованіемъ верхушекъ травъ весною.

Это вездѣ замѣтно, гдѣ на лугахъ, подъ ледяною корою, циркулируетъ вода; ибо, пока окружающіе луга еще сѣры и голы весною, около подобныхъ луговъ уже являются оазисы прекрасной и нѣжной зелени.

Тотъ-же процессъ происходитъ, только съ еще большимъ успѣхомъ, на лугахъ богатыхъ удобреніями канализационныхъ водъ, если только имѣть предосторожность при началѣ сезона не прерывать орошенія въ холодныя ночи, ибо рѣзкая переменна температуры вреднѣе продолжительной, но ровной, если даже низкая температура дѣйствуетъ на нѣжные ростки травъ.

D-r Lissauer даетъ эти свѣдѣнія съ 1740 г., гдѣ въ недостаточно канализ. городѣ Bunzlau два арендатора Jungfer и Pezold спускали канализационныя воды всю зиму на луга (въ теченіе 25 лѣтъ), и удостовѣряетъ, что хотя трава видимо не росла за это время, но никогда не замерзала и при сильнѣйшихъ холодахъ, трава еще росла послѣ послѣдней жатвы въ ноябрѣ: въ противномъ случаѣ загниваютъ корни. Также точно они удостовѣряютъ значительные сборы не только травы, но и фруктовъ.

Паровое поле.

§ 49. Тамъ, гдѣ нѣтъ луговъ, зимнее орошеніе можетъ происходить на пахатномъ полѣ и тогда пользуются очищающей способностью почвы безъ единовременнаго насажденія растений.

Таковыя поля были предварительно подъ хлѣбами или кормовыми травами, и нѣтъ надобности опасаться переорошенія при нарастаніи травы до вспашки по лугамъ, ибо замкнутыя поверхности облегчаютъ широкое и быстрое распространеніе большихъ массъ воды.

Если-же борозда неровная какъ въ картофельномъ или корнеплодномъ полѣ или въ невоздѣланномъ полѣ, то, особенно при песчаной почвѣ, желательное распространеніе воды затрудняется и возможно при извѣстныхъ обстоятельствахъ унесеніе песка.

Обсѣиваніе такихъ почвъ травами и образованіе травянистаго дерна очень затруднительно и тѣмъ менѣе достовѣрно, чѣмъ меньше ея плодородность.

Поэтому можно посовѣтовать въ такихъ случаяхъ

сбѣять соотвѣтственныя растенія: на тощемъ пескѣ: полевой шпергель (*Spergula arvensis*) въ смѣси съ овечьей травой (*Schafschwingel* = *Poa ovina*), и чтобы доставить субстратъ, связывающій почвы, и приспособить ее къ лучшему удобренію и обсѣянію ея затѣмъ лучшими травами. Эта первоначальная растительность служить, въ общемъ, для сцѣпленія и улучшения почвы какъ въ въ видахъ гигиеническихъ, такъ и въ видахъ сельско хозяйственныхъ, дѣлая производительными почвы которыя раньше были безусловно бесплодны.

3. Удобреніе съ помощью канализаціонныхъ водъ.

§ 50. При большомъ разнообразіи въ составѣ канализаціонныхъ водъ весьма трудно и даже невозможно установить нормы удобренія и установить минимальное количество воды, какое необходимо для непрерывнаго поддержанія плодородія орошаемыхъ полей.

а) Среднія оцѣнки (числа).

Разсчитываютъ по среднимъ числамъ изъ анализовъ Парижскихъ и Данцигскихъ (т. е. относительно концентрированныхъ и разбавленныхъ) водъ; по § 33 имѣемъ твердыхъ веществъ въ килограммахъ на 1 куб. метръ:

	Неорганич.	Органич.	Вмѣстѣ
Взвѣшенныхъ	0,7700	0,4305	1,2005
Растворенныхъ	0,6348	0,2275	0,8625
Итого . .	1,4048	0,6580	2,0628

Здѣсь же въ 1 килограммѣ содержится:

	Взвѣш.	Раствор.	Вмѣстѣ
Азот. вещества			
Парижъ	0,016	0,021	0,037
Данцигъ	0,016	0,0533	0,0649

Фосфорн. кисл.			
Парижъ	0,015	—	0,015
Данцигъ	0,01984	(0,00262)	0,01984
Кали	Парижъ	—	0,030
	Данцигъ	—	0,0444

Отсюда высчитываются среднія числа:

	Взвѣш.	Раствор.	Вмѣстѣ
Азотист. вещ.	0,0138	0,03715	0,05095
Фосфорн. кис.	0,01742	(0,00262)	0,01742
Кали	—	0,0372	0,0372

б) Отношеніе фосфор. кислоты къ азотист. вещ.

§ 51. Образование бѣлковъ въ растеніяхъ изъ азотистыхъ веществъ удобренія стоитъ въ тѣсной связи съ количествомъ фосфорной кислоты, такъ какъ образование оныхъ немыслимо безъ содѣйствія кислоты.

Согласно среднимъ числамъ соотношеніе фосфорной кислоты къ азотистымъ веществамъ въ сухомъ остаткѣ канализаціонной воды = 0,01742 : 0,05095 или = 1 : 2,9.

Въ сухихъ растеніяхъ по Dahlen'у (которыя богаче азотомъ, чѣмъ другія сельско хозяйственные растенія) это отношеніе = 1 : 3,9.

Такимъ образомъ, нѣтъ недостатка фосфорн. кисл. въ канализаціонной водѣ, но даже избытокъ оной; напротивъ того количество азотистыхъ веществъ уменьшается при орошеніи, ибо нельзя избѣжать ихъ потери при очисткѣ канализаціонныхъ водъ переводомъ ихъ изъ вредныхъ органическихъ веществъ въ амміакъ и легко растворимые нитриты и нитраты, которые, какъ извѣстно, не поглощаются почвою, а уходятъ въ подпочву, какъ это доказано изслѣдованіями Franklanda (въ § 36 и § 45).

Поэтому при другихъ растеніяхъ, въ которыхъ соотношеніе фосфорной кислоты и азотистыхъ веществъ менѣе благоприятно, можетъ оказаться необходимымъ добавлять къ канализаціоннымъ водамъ фосфатовъ. Воспріятіе растеніями этихъ веществъ зависитъ

не только отъ количества предлагаемаго удобренія, но еще отъ рода растворимости этихъ веществъ, организациі корней и разнообразія ихъ произрастанія, которое въ свою очередь въ общемъ регулируется поглощательною способностью растворовъ солей, содержаніемъ влаги и воздуха, а также количествомъ получаемаго тепла.

Фосфорная кислота канализационныхъ водъ во всякомъ случаѣ болѣе связана, чѣмъ азотист. вещества, причемъ труднѣе растворима и въ общей массѣ; притекая богаче къ корнямъ растений, она способствуетъ болѣе усиленному усвоенію азотистыхъ веществъ и увеличиваетъ образованіе бѣлковъ въ растеніяхъ, орошаемыхъ канализационной водой, какъ это показалъ Märker аналитически (§ 19).

Но этимъ не исключается употребленіе фосфоритовъ (каинита) наряду съ канализационной водой.

с) Удобреніе и вода.

§ 52. По § 50 въ 1000 куб. м. канализационной воды, при высотѣ столба воды 0,1m. на гектарь, имѣется твердыхъ веществъ въ килограммахъ:

	Неорганич.	Орган.	Вмѣстѣ
Взвѣшен.	1404,8	658	2062,8
Въ нихъ: Аз. в.	13,8	37,15	50,9
Фосф. кислота	17,42	—	17,42.
Кали	—	37,20	37,20.

Согласно проф. Neubauer'a въ на половину покрашенномъ навозѣ хлѣвовъ (въ процентахъ):

Неорг. вещ.	7,49	Въ нихъ Азот. в.	0,354
Органич.	12,17	Фосф. к.	0,197
Вмѣстѣ	19,66	Кали —	0,375

Трехгодичное средняго состава хлѣвное навозное удобреніе въ 30,000 кило на 1ha содержитъ: Неорганич. 2247, органич. вещ. 3651 и вмѣстѣ 5898 кило. Въ нихъ: азот. вещ. 106,2, фосф. к. 59,1, кали 112,5 кило.

при этихъ количествахъ, чтобы навозъ замѣстить канализационной водой, необходимо на 1га:

1) въ отнош. (въ соотвѣт.) неорган. вещ.	1627 куб. м.
2) " " " органич. вещ.	5548 " "
3) " " " азотист. вещ.	2084 " "
4) " " " фосфор. кисл.	3392 " "
5) кали " " "	3024 " "

Если принять (округленное) количество фосфорной кислоты въ 3400 куб. м. канализационной воды, что соотвѣтствуетъ 0,34m высоты столба воды, то это составило бы тройное удобреніе навозомъ, такъ какъ послѣднее соотвѣтствовало бы годовому эквиваленту удобренія въ 1133 куб. м. канализационной воды или количеству воды, согласно профессора Hellriegel'a (§ 40), какое представляетъ дополнительное количество дождевой воды, достаточное на 100 дней произрастанія въ Маркѣ для полученія жатвы ячменя.

d) Опытныя предложенія.

§53. Согласно опытовъ Lengerka, которые онъ произвелъ надъ проницаемой почвой сточными водами крахмального завода—достаточно ежедневно на 1га 112 куб. м. воды, чтобы при 6% паденія поддерживать влажность почвы въ достаточной мѣрѣ; а при болѣе сильномъ притокѣ, когда сообщалось почвѣ 122—135 литровъ на 1 кв. м, необходимо было на 1га для перваго насыщенія 1218—3147 куб. м.

Изъ этого слѣдуетъ, что, если это насыщеніе производится канализационными водами, на проницаемой почвѣ, въ количествѣ 3147 куб. м. или, согласно эквиваленту фосфорной кислоты, по § 52, 3392 куб. м., то это соотвѣтствуетъ трехъ-годичному удобренію навозомъ.

Если однако произрастаніе травъ требуетъ ежедневнаго увлажненія и если это доставляется богатыми удобреніемъ канализационными водами, то, повидимому, это сведется въ сельско-хозяйственномъ отношеніи къ

перегрузкѣ удобреніемъ, если бы опытъ не показалъ, что полученіе максимальныхъ жатвъ итальянскаго райс-граса (§ 44) требуетъ значительно большихъ количествъ удобренія, какія практикою примѣняются при обыкновенномъ навозномъ удобреніи.

е) Плодосмѣна (Смѣна культуры растений).

§ 54. Смѣна культуръ, какой слѣдуютъ италіанскіе сельскіе хозяева (Lodi) при орошеніи полей, въ этомъ отношеніи представляетъ большой интересъ: въ первомъ году воздѣлываютъ сильно удобряемый мансъ, во 2-мъ пшеницу, затѣмъ обсеиваютъ травами, орошая 3 года, въ 6-й годъ сеется ленъ, послѣ котораго въ томъ же году еще снимаютъ два раза траву.

Если бы это оказалось невозможнымъ по климатическимъ условіямъ въ сѣв. Германіи, то въ южной Германіи снимались бы только 2 жатвы, и отсюда слѣдуетъ, что не трудно идти по тому же пути, какъ въ Италіи, причемъ полю даютъ видъ грядъ, чтобы можно было орошать подходящія культуры. Въ 6-мъ году можно также снять овесъ, который на оросительныхъ поляхъ даетъ значительный доходъ, а если бы былъ посеянъ райс-грасъ въ пшеницѣ, который только двулѣтнее растеніе, то въ 5 и въ 6-мъ году можно собирать два послѣдовательные (жатвы) сбора овса или же въ 6-мъ году, съ отличнымъ успѣхомъ, получить сборы свекловицы или зелени, а въ зимнее время между сборами сильно удобрять канализационными водами.

При этомъ не лишни большія постоянныя пространства луговъ.

Опытному земледѣльцу, и только таковой здѣсь компетентенъ, очень легко слѣдовать соответственнымъ смѣнамъ согласно климату и другимъ условіямъ.

f) Примѣненіе канализационныхъ водъ въ Англии.

§ 55. Такъ какъ въ § 36 и 37 показано, что санитарныя условія могутъ быть соблюдены при еще боль-

шихъ количествахъ канализаціонной воды, чѣмъ это требуетъ только удобреніе полей для сельско-хозяйственныхъ надобностей, то чтобы конечныя цѣли могли быть одновременно удовлетворены, необходимо было бы для практики въ Германіи принять въ соображеніе англійскіе опыты, если даже по мѣстнымъ условіямъ пришлось бы измѣнить нѣкоторыя принятія нормы.

Vürkli представилъ данныя, что, въ сухое время года и при наибольшемъ тогда расходѣ воды въ Англійи, канализаціонныя воды, получаемыя съ 1000 жителей, недостаточны для поверхности въ 4 — 5 — 7га.

Если количество канализ. воды на человѣка принять въ 50 куб. м. въ годъ, то соотвѣт. количество на гектаръ будетъ 12500—10000 и даже 7143 куб. м. При затруднительности достать около большихъ городовъ достаточную поверхность, для полей орошенія на 1000 жителей для канализ. водъ, при тяжелыхъ и легкихъ грунтахъ, надо ограничиваться 4га, а для глинистыхъ до 5га, что соотвѣт. столбу воды въ 1,25 и 1,00м.

Норе разсчитываетъ при благопріятныхъ условіяхъ для сельскаго хозяйства на 1000 жителей необходимо отъ 10—20 га. Это при 50 куб. м. канализ. воды на челов., что составляетъ въ годъ 5000—2500 куб. м. канализ. воды и высоту столба воды 0,5 — 0,5м на гектаръ. Однако при песчаныхъ почвахъ недостаточно такое количество воды; оно достаточно при вязкой почвѣ. И все же во многихъ случаяхъ при большихъ городахъ невозможно достать и такого количества поверхности полей орошенія.

§ 56. При поляхъ орошенія у Данцига и Берлина обращено особое вниманіе на фильтрацію канализаціонной воды, которая здѣсь облегчается песчаною подпочвою; гдѣ подпочва глинистая или мергельная, тамъ устроенъ систематическій дренажъ.

При этомъ при естественной или искусственной фильтраціи нужно по возможности воспользоваться отцѣженными органическими и неорганическими азотистыми веществами, но съ технической точки зрѣнія

не слѣдуетъ для этой цѣли устраивать на поляхъ горизонтальныя, окруженныя валами стоячія воды, въ которыхъ по необходимости произрастаютъ травы и на которыхъ невозможно произрастаніе травы, какъ на настоящихъ лугахъ.

Если по ту сторону Альпъ умѣстны луга для очистки и канализаціонныхъ водъ и особенно въ зимнее время, то такіе же луга въ зап. Германіи тоже удобопримѣнимы, даже если случатся морозы и выпадетъ снѣгъ на оросительные луга.

Только не надо прерывать орошеніе, пока тепло не вскрыетъ образовавшуюся на лугахъ ледяную кору, и должно покрыть главный проводъ воды, чтобы поддержать притокъ канализац. воды возможно дольше. Оказывается возможнымъ зимнее орошеніе и въ Вост. Германіи, если луга достаточно обширны, какъ въ Бунцлау (Силезія), для правильнаго помѣщенія и направленія канализаціонныхъ водъ.

4. Произрастаніе на оросительныхъ поляхъ.

§ 57. При большихъ морфологическихъ и біологическихъ различіяхъ растущихъ на полѣ смѣняющихся культурныхъ растений, обработанное поле орошенія представляетъ и помимо всего сказаннаго совершенно другія особенности, чѣмъ постоянныя луга.

При смѣняющейся культурѣ растений нечего опасаться ни перегрузки удобреніемъ, ни вредными органическими питательными веществами. Несомнѣнно высокое значеніе растительнаго царства для очистки воздуха и воды, производящейся помощью корней и листьевъ, состоящее между прочимъ въ разложеніи CO_2 и обогащеніи воздуха надъ полями орошенія кислородомъ, который съ своей стороны способствуетъ окисленію распадающихся удобрительныхъ веществъ.

Наряду съ гигиеническимъ дѣйствіемъ, поля орошенія имѣютъ также значеніе собственно для сельскаго народнаго хозяйства: утилизируются отбросы и нечи-

стоты городовъ, бывшія потерянными въ теченіе столѣтій, и, сообразно почвѣ и климату, имѣется возможность получать максимальные сборы.

Если, тѣмъ не менѣе, нѣкоторыя поля орошенія канализованныхъ городовъ не даютъ въ достаточности ожидаемыхъ результатовъ въ первыя десятилѣтія, то это слѣдуетъ приписать неправильному устройству самой системы орошенія и неискусному хозяйству. Нужно поручать устройство канализаціи въ связи съ полями орошенія не архитекторамъ, а агрономамъ, ибо оросительное хозяйство есть не строительная, а культурно-техническая операція.

Къ сожалѣнію, муниципалитетомъ городовъ эта истина часто не принимается своевременно въ соображеніе.

ВТОРОЕ ОТДѢЛЕНІЕ.

Прикладная часть.

§ 58. Техническія мѣры для санитарной очистки каналиаціонныхъ водъ и использованія ихъ въ сельско-хозяйственномъ отношеніи должны строго соответствовать положеніямъ, изложеннымъ авторомъ въ „Wiesenbau“ (воздѣлываніе луговъ), въ особенности если эти оборудованія должны были предназначены къ тому, чтобы единовременно достигнуть обѣихъ цѣлей.

Если желаютъ дѣйствовать правильно и навѣрняка, надо избѣгать всякихъ ошибокъ, всякихъ мудрствованій и блужданій къ чему либо новому и, какъ кажется, лучшему хотя и не испытаному еще; подобныя шатанія, къ сожалѣнію, вели, ко вреду (финанс.) городовъ, а также ко вреду самага дѣла.

Нельзя не совѣтовать настоятельно, въ интересахъ самага дѣла, принимать въ соображеніе мѣры, вышеуказанныя для воздѣлыванія луговъ, для чего, конечно, необходимы познанія въ культурѣ (растеній). Предположивъ это, очистка и пользованіе сточными водами орошеніемъ весьма просто, если какъ мы уже указали къ этому приходитъ въ помощь техническое знаніе и техническое знакомство съ особенностями предмета.

ГЛАВА I.

Выборъ полей орошенія.

§ 59. Если при безконечномъ разнообразіи въ положеніи мѣстности городовъ и ихъ окрестностей нельзя дать опредѣленныхъ исходныхъ пунктовъ для всякаго отдѣльнаго случая, то все же слѣдуетъ рекомендовать только въ исключительномъ случаѣ искать полей орошенія въ значительномъ удаленіи отъ городовъ, ибо при правильномъ устройствѣ и пользованіи ими нечего опасаться ни мнимаго зараженія воздуха, ни грунтовыхъ водъ, если только пропускной слой находится на достаточной глубинѣ и на соответственномъ грунтѣ, а также если приняты надлежащія мѣры для проведенія водъ и орошенія ими.

Желательно, конечно, имѣть поле орошенія ниже города, чтобы канализаціонныя воды проводить самотекомъ или откачиваніемъ, но при наименьшихъ расходахъ: чѣмъ дальше лежитъ оросительное поле отъ устья канала и чѣмъ выше уровень, тѣмъ больше расходы на проложеніе водопроводной трубы и тѣмъ больше стоитъ содержаніе насосной станціи. Почти для всѣхъ городовъ, расположенныхъ у рѣкъ, расходы эти могутъ быть сильно уменьшены, когда оросительное поле лежитъ внизу по теченію по одной или другой сторонѣ, вмѣсто того, чтобы располагаться подъ прямымъ угломъ къ рѣчной долиинѣ и съ прохожденіемъ параллельныхъ оной высотъ ¹⁾.

¹⁾ Ошибка для Берлина. Вмѣсто Шпандау вода проведена въ Osdorf.

Чѣмъ длиннѣе закрытый проводъ, тѣмъ болѣе возрастаетъ треніе, а это вмѣстѣ съ значительною высотой, на которую требуется поднять воду, дѣлаетъ необходимымъ большія затраты на машины, на уголь и ремонтъ; эти расходы въ теченіе года достигаютъ значительныхъ суммъ.

Задача агронома заключается въ томъ, чтобы избѣжать всякихъ ненужныхъ затратъ ради будущей доходности, которой можетъ и не быть, если приходится, напримѣръ, много оплачивать за выкачиваніе водъ; при разумномъ устройствѣ во многихъ случаяхъ эта доходность является вполне возможной.

2. Распредѣленіе канализаціонной воды.

Свободно плывущія (самотекомъ) или выкачиваемыя канализаціонныя воды могутъ быть проведены или открыто въ проводахъ или закрыто въ трубахъ черезъ возвышенія или подъ землю къ особымъ полевымъ распредѣлителямъ.

Послѣдняя (закрытая система) примѣнена въ Осдорфѣ въ Берлинѣ, а первая (открытая) въ Gennevilliers (Парижѣ), здѣсь эта система примѣнена цѣлесообразно; главные проводы изъ сжанаго кирпича на цементѣ были расположены на земляныхъ основаніяхъ и господствуютъ достаточно надъ оросительными полями.

Въ Берлинѣ система устроена по образцу Keunedy, которая, какъ весьма дорого стоящая и непрактичная для воздѣлыванія, теперь совершенно оставлена. Наблюденіе надъ расходомъ воды въ этой системѣ невозможно.

Все недостатки этой системы устранены въ простой и болѣе дешевой открытой системѣ въ Парижѣ, которая начинается тамъ, гдѣ кончается труба нассса. Устье таковой лежитъ на доминирующемъ пунктѣ надъ всеѣмъ комплексомъ орошенія и отсюда уже канализаціонная вода распредѣляется радіально въ рационально устроенную соразмѣренную систему рововъ

или каменныхъ (кирпич.) каналовъ, которые открываютъ постолько, поскольку это нужно для притекающей массы воды. Этимъ способомъ получаютъ возможность регулировать и на протяженіи небольшихъ участковъ количество воды, согласно поперечному сѣченію рвовъ, паденію или возвышенію уровня и имѣютъ возможность разсчитать высоту стоянія воды, что при устройствѣ въ Осдорфѣ совершенно невозможно.

Если необходимо провести воду открытымъ проводомъ въ углубленія и на возвышенія мѣстности, то эта работа можетъ быть произведена значительно дешевле, чѣмъ съ помощію трубъ, и представляетъ собою превосходное средство, благодаря переливанію воды по нѣкоторой кривой, къ лучшему очищенію воды (въ санитарномъ отношеніи); при главномъ каналѣ, идущемъ по вершинѣ и спускающемся по склонамъ, при пористомъ грунтѣ и кислородѣ воздуха, можетъ быть пропущено значительное количество воды.

Также эта система представляетъ меньше опасности противъ замерзанія даже большихъ массъ воды въ главныхъ открытыхъ проводахъ, чѣмъ малой массы воды въ закрытыхъ трубахъ, которая потомъ идетъ такимъ образомъ по тѣснымъ протокамъ. Для открытыхъ проводовъ, при условіи покрытія оныхъ легкими слоями соломы и хвороста, возможно орошеніе полей тонкими слоями и зимою.

3. Роды культуръ.

При орошеніи канализаціонной водою мы находимся въ положеніи достойномъ зависти, такъ какъ можемъ установить по произволу соотношеніе между хлѣбными полями, лугами и садами; для этого необходимо, прежде всего потрудиться надъ тѣмъ, чтобы на зимнее время имѣть достаточное количество поверхности луга, чтобы поддержать непрерывность орошенія даже подъ ледяною корою и достигнуть этимъ санитарной очистки воды: при орошеніи чистаго необработаннаго поля,

отпадаетъ содѣйствіе растеній, между тѣмъ какъ на лугахъ хотя и въ меньшей степени, это содѣйствіе имѣетъ мѣсто и зимою.

На пашняхъ въ данномъ случаѣ приходится остановиться по стольку, по сколько ими можно пользоваться для плодовъ грядовой культуры, которая въ періодъ роста можетъ быть повторно орошаема. Напротивъ того, поверхности, которыя обсеиваются въ перемежку съ плодами, хлѣбомъ, имѣютъ малое значеніе для примѣненія большихъ массъ канализаціонной воды, которыя даютъ пищу растеніямъ, пищу, накопившуюся еще съ прежнихъ орошеній и дѣлають въ общемъ возможнымъ непрерывное орошеніе.

Гораздо болѣе значенія имѣютъ поля подь сады, въ которыхъ однако расположены луга, на которые съ успѣхомъ изливаются свѣжія, обремененныя осадками воды. Есть возможность повторнаго использованія ея на другихъ культурахъ.

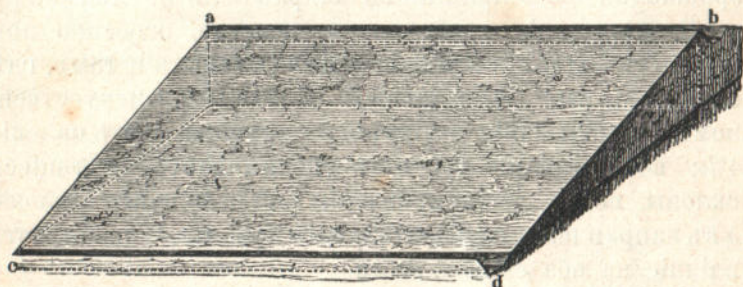
Повторная обработка почвы, проложеніе трубъ между грядами въ разстояніи 1 м., окапываніе растеній и постоянный надзоръ садовника за орошеніемъ обезпечивають, безъ вреда для соображеній санитарныхъ и техническихъ, продолжительность использованія поверхности садовъ (огородовъ), если величина таковыхъ соотвѣтствуетъ количеству канализаціонныхъ водъ, о чемъ можно судить для каждаго отдѣльнаго случая только на основаніи опыты. Чаше всего поля орошенія страдаютъ тѣмъ недостаткомъ что ихъ примѣняютъ подь пахотныя поля, а не постоянныя луга; по сію сторону Альпъ при постоянномъ пользованіи пахотными полями, можно пользоваться непрерывно канализаціонными водами только въ періодъ произрастанія растеній.

Напротивъ того постоянныя травянистыя поля требуютъ болѣе влажной почвы, могутъ быть при частой косебѣ обновляемы, и даже зимою безъ вреда могутъ быть орошаемы; и такимъ образомъ очищаютъ большія массы воды, если луга устроены технически правильно.

§ 62. Тутъ какъ разъ умѣстно войти въ частности: чѣмъ больше и богаче удобреніемъ вода, примѣняемая къ лугамъ, тѣмъ важнѣе вышесказаннымъ поверхностямъ давать уклоны въ 4—5⁰/₀.

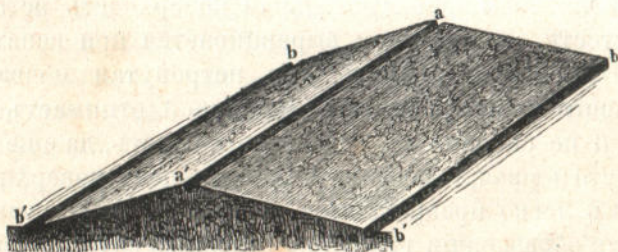
Если лугъ расположенъ съ уклономъ по одну сторону, то онъ представляетъ форму односкатной крыши, и его односторонній уклонъ означается склономъ (ф. 3).

Фиг. 3.



Напротивъ того, если лугъ имѣетъ видъ плоскогорья, то называется хребтовымъ, и тогда онъ имѣетъ склоны въ двѣ противоположныя стороны, а по вершинѣ идетъ общій проводъ (ф. 4).

Фиг. 4.



Подобное сочетаніе представляется въ натурѣ рѣдко на равнинѣ и должно быть устраиваемо искусственно; въ гористой мѣстности такое положеніе бываетъ и естественно, легко снабжается рвами и можетъ быть дешевле въ эксплуатаціи.

При хребтовомъ устройствѣ проводъ дѣлается по линіи *aa* всегда горизонтально, тогда какъ боковые отводы слѣдуютъ естественному уклону поверхности, ибо возвышеніе расположено большею частью въ направленіи главнаго уклона поверхности. Отсюда слѣдуетъ, что оба склона представляютъ какъ-бы винтовья поверхности, ибо хребетъ представляетъ горизонталь, а внизу у скатовъ наклонныя линіи, такимъ образомъ орошаемая вода приметъ направленіе по діагонали.

Воздѣльваніе хребтомъ приложимо, особенно при богатыхъ содерж. канализаціонныхъ водахъ и тамъ, гдѣ склоны имѣютъ естественное паденіе; при искусственномъ воздѣльваніи требуется по меньшей мѣрѣ паденіе 4⁰/₀; воздѣльваніе хребтовъ увеличиваетъ имѣющіеся склоны, но не въ направленіи естественнаго склона, а въ направленіи горизонтальнаго провода, и оказываетъ вліяніе на оба ската хребта.

Это увеличеніе паденія зависитъ отъ расположенія провода и отъ величины обоихъ скатовъ хребта.

При примѣненіи канализаціонныхъ водъ слѣдовало бы избѣгать образованія узкихъ хребтовъ постояннымъ перекапываніемъ скатовъ; напротивъ слѣдуетъ выбирать большіе хребтовые скаты, шириною въ 25—30 метровъ (фиг. 5) и дѣлать въ направленіи провода искусственныя возвышенія. Остальная поверхность остается въ естеств. положеніи и выравнивается при вспахиваніи. Это можно сдѣлать, ибо нетронутая почва, по сравненію съ искусственно вскопанной, отнимаетъ мало воды и не склонна къ образованію болотъ, да еще и потому, что первая, даже при меньшемъ паденіи поверхности, не такъ легко превращается въ болото (размягчается).

Для образованія гребня по серединѣ служитъ земля, взятая изъ широкихъ отводныхъ рвовъ, какъ это представлено на ф. 5.

Если общая ширина хребта (считая отъ середины до середины отводныхъ рвовъ) не достигаетъ 30 м., то длина ея зависитъ отъ формы луга и если, вслѣдствіе недостатка земли, невозможно горизонтальное проведе-

ніе рвовъ, то скатамъ придають форму этажей и такое устройство носитъ названіе этажнаго хребта.

§ 63. Положимъ, что на ф. 5 будутъ обозначены середины рвовъ *ete* съ разстояніемъ между осями рвовъ 30 м. Пусть подошва обоихъ крайнихъ стоковъ будетъ въ 1 м. и ниже горизонта 0,5 м., то поперечная профиль стока при тройномъ заложеніи будетъ $\frac{(4+1)}{2} \times 0,5 = 1,25$ кв. м. Такъ какъ употребляется только половина добытой земли при устройствѣ хребтового гребня, а другая половина относится уже къ сосѣднимъ хребтамъ справа и слѣва, то при *l* потребляется объемъ площади трапеціи до 1,4 кв. м., а лишняя земля можетъ пойти на откосы, какъ указано пунктиромъ при *ii*. Такимъ образомъ, ширина хребта *ii* можетъ быть увеличена съ 4 до 6 м.; по 2 м. приходится на подошву и заложеніе откоса рва, а подь траву остается до 10 м. ширины поверхности.



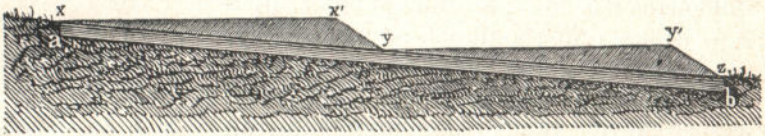
Если же рвы при *ee* будутъ шириною 0,75 м., а каждая оросительная канава 0,15 м. шир., малая перемычка между рвомъ и канавою 0,50 м., то разстояніе отъ *x'* до *x* = $15 - (1,25 + 2) = 11,097$ м. или, округляя, 12 м.

При ширинѣ 12 м. и 3% паденія, достаточно возвышеніе канавы $\frac{12,3}{100} = 36$ см. Такъ какъ изъ земли, получаемой изъ рвовъ, можетъ быть устроена перемычка высотой, по меньшей мѣрѣ, въ 50 см., то изъ этого слѣдуетъ, что, при 3% паденіи скаты канавы (*Rinnenkante*) лежатъ на $50 - 36 = 14$ см. глубже и, слѣдовательно, могутъ быть наполнены изъ транспортируемыхъ рвовъ.

Во всякомъ случаѣ невозможно при первоначальномъ устройствѣ отъ x до x' сдѣлать равномерно-уклоненную поверхность.

Въ продольной профили этажнаго хребта— x уз представляет собою (фиг. 6) естественную поверхность луга,

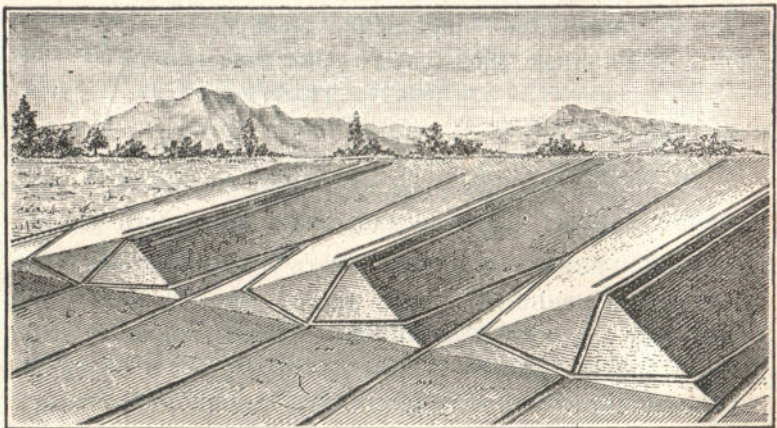
Фиг. 6.



xx' горизонтальную часть вершины хребта, которая, при x совпадаетъ съ поверхностью (луга); $x'y'$ —первая отлогость этажа, $y'y'$ —II этажъ; $y'z'$ —его отлогость; ab —подошва спусковой канавы.

Продольная профиль указываетъ на различную высоту устройства перемычекъ въ отдѣльныхъ этажахъ. Такъ какъ сточная канава на всемъ протяженіи даетъ одинаковое количество земли, то очевидно, что большую часть земли придется переваливать къ x' и y' , а у x и y перевалки не будетъ. Когда начнетъ не хватать земли у x' и y' , то тутъ и начинается второй этажъ.

Фиг. 7.

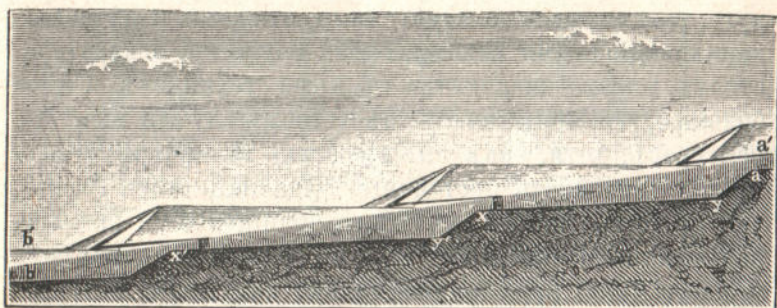


Нѣтъ конечно надобности въ томъ, чтобы всѣ этажи были одинаковой длины.

Чтобы возможно было примѣненіе водъ съ высшаго этажа на низшія, рекомендуется устройство т. наз. боковыхъ канавъ (фиг. 7).

§ 64. Это повторное пользованіе можетъ быть облегчено; оно находится въ связи съ добываніемъ земли изъ сточныхъ рововъ, если подошвѣ послѣднихъ дать профиль этажную (фиг. 8).

Фиг. 8.

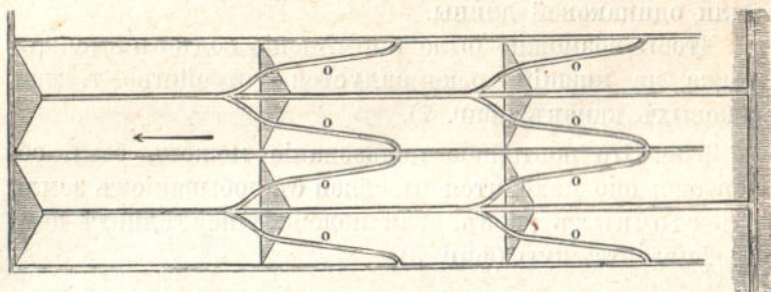


Пусть ab будетъ подошва канавы, $a - a'$ $b - b'$ — края отводной канавы; при ступенчатомъ днѣ, очевидно, выигрывается излишекъ вынутой земли $y - y'$ и $y' - y''$, о боковыя крытыя канавы (фиг. 9).

При такомъ устройствѣ дѣлается возможнымъ довольно значительная добыча земли; при болѣе значительномъ возвышеніи хребтовъ лучше выравнять хребтовые поверхности или же удлинить этажи, и это достигается безъ значительныхъ добавочныхъ расходовъ.

Устройство этажныхъ хребтовъ авторъ испыталъ въ большихъ размѣрахъ; они обезпечиваютъ примѣненіе и очистку канализаціонныхъ водъ круглый годъ, сильно фильтруя, если дренажи заложены отъ средней линіи въ разстояніи 8 м. по всей длинѣ хребта и съ соответственнымъ углубленіемъ, при чемъ даже зимою могутъ быть введены громадныя массы воды, очищены и вновь выпущены въ (общественныя воды) рѣки.

Фиг. 9.



Къ сожалѣнiю мало еще устраиваютъ постоянные луга, расположенные хребтовыми этажами и питаемые канализационными водами, — что служитъ доказательствомъ малаго знакомства съ ними техниковъ. Самое большое, что примѣняютъ, въ данномъ случаѣ 2-хъ лѣтъ райсграссъ, хотя, какъ выше указано авторомъ, гораздо лучше устраивать постоянные луга изъ смѣси травъ.

До сихъ поръ, въ дѣлѣ очищенiя и пользованiя канализационными водами городовъ, упускаютъ это изъ виду; принимаютъ только полумѣры, которыя, въ извѣстныхъ случаяхъ, могутъ лишь оправдываться.

4. Пути.

§ 65. Большая ошибка, если при устройствѣ оросительныхъ полей не приняты въ соображенiе для отдѣльныхъ культуръ главные и полевые пути (дороги).

При лугахъ можно еще безъ нихъ обойтись или ограничиться крайнимъ минимумомъ. При пашняхъ, напротивъ, необходимы полевые дороги по границамъ полевыхъ участковъ (Schläge), а при интенсивномъ хозяйствѣ, какое представляетъ поле орошенiя, крайне необходимо, чтобы самые участки не были бы чрезмѣрно велики.

Для огородовъ необходимы дороги между отдѣльными участками, такъ чтобы ихъ можно было объѣхать; ибо вывозка массы воздѣланныхъ овощей представляетъ вещь, дорого стоящую.

Поле подъ дорогами можетъ быть хорошо использовано подъ травы и сдѣлано доходнымъ. Поэтому необходимо озаботиться, чтобы травянистые пути были отъ времени до времени удобряемы и орошаемы канализационною водою, тогда какъ главные садовые пути должны быть защищены отъ наводненія рвами, параллельными дорогѣ.

Изъ этого слѣдуетъ, что вмѣстѣ съ оросительною сѣтью, необходимо просортировать и сѣть дорогъ, во избѣжаніе впослѣдствіи излишней перевалки земли и связанныхъ съ этимъ лишнихъ расходовъ.

5. Сѣть рвовъ.

§ 66. Расположеніе и исполненіе послѣдней должно исходить изъ того соображенія, чтобы одною и тою же массою воды воспользоваться столь часто, по скольку это возможно, частью потому, чтобы обезпечить очистку оныхъ, а частью воспользоваться удобрительною ея способностью, и вмѣстѣ съ тѣмъ такъ, чтобы воду съ верхнихъ этажей переводить на нисшіе. Эти мѣры примѣнимы наиболѣе при глинистой почвѣ, но не при песчаной.

На песчаной почвѣ осадки, заключающіеся въ канализационной водѣ, заполняютъ поры между песчинками, уплотняя почву, такъ что вода не такъ скоро опускается и м. б. распредѣлена на бѣльшую поверхность поля, чѣмъ при началѣ орошенія, и съ теченіемъ времени возможно повторное пользованіе водою. Поэтому полезно своевременно замѣтить этотъ моментъ.

Впрочемъ возможно проводить рвы согласно нормамъ, изложеннымъ авторомъ въ его соч. „Wiesenbau“ (воздѣльваніе луговъ) съ тѣмъ соображеніемъ, чтобы устроить, согласно обстоятельствамъ (наклонное) по склонамъ или хребтовое воздѣльваніе.

При незначительномъ главномъ уклонѣ особенное значеніе имѣеть хребтовое этажное устройство при орошеніи канализационными водами.

За исключеніемъ постоянныхъ луговъ и огородовъ, поля должны быть такъ расположены, а также на нихъ главные рвы проведены такимъ образомъ, чтобы не представлялись препятствія плугу и боронѣ, такъ чтобы сберечь трудъ и увеличить доходность при высокои удобрительной силѣ канализ. воды.

Наконецъ нужно предостеречь противъ большихъ перевалокъ земли и планировокъ и связанныхъ съ ними затратъ капитала, какъ это легко планируется и проводится техниками безъ достаточныхъ культурно-техническихъ познаній,—причемъ не пользуются полною очищающею способностію полей, и ошибки эти явно понижаютъ доходность (ренту) съ этихъ полей.

6. Организація орошенія.

§ 67. Устройство и веденіе такого хозяйства требуетъ опытнаго хозяина, и въ тоже время, въ достаточной степени, техника, чтобы онъ могъ въ нужное время и на соотвѣтственное мѣсто распредѣлить воду и поддерживать культуры на соотвѣтственныхъ поверхностяхъ и готовить ихъ всегда къ періодическому принятію воды.

Поэтому надо считать большимъ недоразумѣніемъ довѣрить первому попавшемуся управляющему дѣла сельско-хозяйств. и технического характера или даже его подчинить строителю, если даже послѣдній ознакомился съ этимъ дѣломъ при канализаціи городовъ. Ему можно поручить только управленіе насосной станціей; слѣдовало бы ограничить его служебный кругъ только доставкой канализаціонной воды на поля; причемъ замѣтимъ, что необходимо телефонное сообщеніе станціи съ управляющимъ имѣніемъ, чтобы можно было своевременно извѣстить о порчѣ или о нежеланіи имѣть притокъ большихъ массъ воды, напр., во время дождей.

Въ общемъ было бы наиболѣе просто и выгодно, если-бы все продукты съ оросительнаго поля поступали прямо въ продажу, для чего наилучшимъ рынкомъ

служили бы прилежащій городъ и окружающая мѣстность. При этомъ упрощается контроль, обзаведеніе скотомъ является не нужнымъ, а также отпадаютъ посредствующие продукты (навозъ, мясо, молоко etc.) и уменьшается рискъ предпріятія.

Предназначенные участки для пастбищъ могутъ быть арендованы другимъ владѣльцемъ, а также для рабочего скота.

Необходимо при этомъ сохранять равновѣсіе между производствомъ корма для скота, зеленью и хлѣбами, а также торговыми и техническими растеніями. Можно при этомъ легко ориентироваться и слѣдовать за перемѣннымъ требованіемъ рынка, такъ какъ оросительная ферма освобождена отъ различнаго рода удобреній, какъ то имѣетъ мѣсто при другихъ родахъ хозяйства и является такимъ образомъ, какъ бы представительницей наиболѣе свободного интенсивнаго хозяйства.

Что при этомъ возможна, вмѣстѣ съ большею доходностью, большая очистительная способность поверхности, когда устройство и веденіе этого дѣла возьметъ въ свои руки искусный техникъ, не подлежить сомнѣнію.

ГЛАВА II.

Новѣйшія усовершенствованія способовъ очистки воды.

§ 68. Въ 1876 году на четвертомъ сѣздѣ германскаго общества охраненія народнаго здравія въ Дюссельдорфѣ авторъ подробно изложилъ свою теорію, а также и привелъ различныя данныя, касающіяся устройства городскихъ ирригаціонныхъ полей. Докладъ этотъ имѣлъ своимъ основаніемъ опыты, произведенные имъ по желанію высшаго начальства въ Крейцбургѣ, около Берлина. На сѣздѣ авторъ встрѣтилъ не мало возраженій и даже недовѣрія.

Въ дополненіе къ этому въ 1898 году, въ Кёльнѣ, на 25-омъ сѣздѣ германскаго общества охраненія народнаго здравія, былъ снова разсмотрѣнъ вопросъ «о содержаніи и устройствѣ городскихъ стоковъ». На этотъ разъ референтами были проф. докторъ Дунбаръ изъ Гамбурга и гражданскій инженеръ Альфредъ Рехлингъ изъ Leicester'a. Описание устройства системы, предложенной обоими докладчиками, было принято безъ всякихъ возраженій. Первый отмѣчаетъ слѣдующее:

„Гигіеническія требованія, предъявляемыя къ подобной, совершенной очисткѣ сточныхъ водъ, не могутъ быть въ настоящее время точно опредѣлены и исполнены. Больше всего зависятъ они отъ мѣстныхъ условій, въ особенности же отъ густоты населенія и условій водоснабженія мѣстности, въ которой предполагается

устройство ирригаціи, а также и отъ того, въ какой степени предполагается разбавлять и разжижать сточныя воды и отъ быстроты теченія ихъ“.

«При тщательно произведенной ирригаціи городскихъ сточныхъ водъ онѣ достигаютъ достаточно очистки и обезвреживанія, удовлетворяющей самымъ высокимъ требованіямъ, предъявляемымъ гигиеной.

При нѣкоторыхъ обстоятельствахъ подобная ирригація представляетъ, хотя и весьма рѣдко (?), нѣкоторыя выгоды въ чисто хозяйственномъ отношеніи. Последнее не можетъ быть, впрочемъ, вездѣ выполнимо.

Примѣняя способъ фильтрованія сточной воды, достигаютъ большей экономіи въ площади, занимаемой всей очистительной системой, такъ какъ пространство земли, необходимое для расположенія фильтровъ, будетъ занимать гораздо меньше мѣста, чѣмъ поле для орошенія. При нѣкоторыхъ обстоятельствахъ фильтрованіе сквозь почву можетъ служить весьма цѣннымъ дополненіемъ ирригаціоннаго поля. Кромѣ механическихъ способовъ, насколько они извѣстны на практикѣ, достойно замѣчанія и то, что осажденіе сточныхъ водъ производится и бозъ дополнительнаго фильтрованія, въ присутствіи растворимыхъ органическихъ соединений (!). Подобнымъ устройствомъ очистки, примѣняемымъ въ настоящее время, не достигается надежнаго обезвреживанія болѣзненныхъ зародышей. Послѣ же почти совершеннаго очищенія сточныхъ водъ различными химическими веществами, образуются обыкновенно дополнительные осадки ¹⁾.

¹⁾ Точно такіе же опыты были произведены и въ Сѣверной Америкѣ. Въ официальныхъ отчетахъ объ нихъ мы находимъ слѣдующее: «Ничто не можетъ оправдать довѣріе въ безвредность химически обработанныхъ городскихъ сточныхъ водъ, а также и въ разбавленіе ихъ водой. Къ тому же подобный способъ и значительно дороже устройства фильтраціи».

Но всетаки, несмотря на это, многія общины возвращаются къ этому, неудовлетворительному въ гигиеническомъ отношеніи, средству, которое можетъ только быть принято совершенными профанами и невждами за надлежащее рѣшеніе вопроса и которое совершенно не удовлетворяетъ никакимъ научно-техническимъ требованіямъ, предъявляемымъ къ нему.

Инженеръ Рёхлингъ закончилъ такъ: „Очищеніе сточныхъ водъ проведеніемъ ихъ по ирригаціоннымъ полямъ имѣетъ неоспоримое преимущество передъ всѣми другими способами при условіяхъ правильной, методичной эксплуатаціи и при наличности хорошо обученнаго персонала. Последнее возможно даже несмотря на то, что свойства почвы не были особенно благопріятны и планировка мѣстности не была произведена достаточно правильно. Такое устройство не только уменьшаетъ число (вредныхъ) зародышей и уничтожаетъ ихъ почти вполнѣ, но также заставляетъ отдѣляться нерастворимыя органическія части и разбиваться на самыя мелкія частицы. Здѣсь происходитъ, въ полномъ смыслѣ этого слова, естественное самоочищеніе сточныхъ водъ.

Затѣмъ онъ продолжаетъ: „Наиболѣе важнымъ условіемъ для болѣе правильнаго и цѣлесообразнаго функционированія всей установки является присутствіе хорошо обученнаго личнаго состава, строго систематичное ея устройство и тщательное наблюденіе за ея дѣйствіемъ.

§ 69. И въ самомъ дѣлѣ это такъ! Если желаютъ примѣнить для очищенія сточныхъ водъ способъ ирригаціи почвы, фильтрованіе, или же соотвѣтствующее соединеніе между собою обѣихъ системъ, то при рѣшеніи вопроса о томъ, какую изъ этихъ системъ лучше всего будетъ примѣнить въ данномъ случаѣ, надо сперва обратить вниманіе на аграрно-техническую, а затѣмъ уже на строительную сторону дѣла.—Очевидно, что въ большихъ густо населенныхъ общинахъ бываетъ иногда невозможнымъ достать необходимые участки земли для устройства полей съ цѣлью очищенія сточныхъ водъ. Такъ и было въ рейнско-вестфальскихъ провинціяхъ, гдѣ тѣже самыя результаты были достигнуты устройствомъ фильтрованія черезъ почву. Последнее требуетъ, сравнительно, небольшой площади земли, а также удешевляетъ всю систему, какъ объ этомъ, впрочемъ, было уже указано профессоромъ Дунбаромъ.

Необходимо упомянуть, что подобное устройство является далеко не новостью. Оно было уже давно применяемо въ Саксоніи для очищенія выпускныхъ водъ сахарнаго завода.—Кромѣ того, были также устроены городскія оросительныя поля, покрытыя сѣтью дренажа; послѣднее было въ большинствѣ случаевъ устроено не достаточно систематично и цѣлесообразно, т. к. во многихъ городахъ количество сточной воды настолько значительно, что обыкновенный дренажъ уже не удовлетворяетъ своему назначенію.

Въ виду того, что вопросъ о дренированіи почвы и ирригаціи такъ мало еще разработанъ, авторъ съ большимъ удовольствіемъ согласился на производство опытовъ въ этомъ направленіи, предложенныхъ ему оберъ-бургомистромъ Цвейгертомъ въ Эссенѣ осенью въ 1899 году.

Отведенный для этихъ опытовъ участокъ городской земли по свойству грунта соотвѣтствовалъ вполнѣ этимъ цѣлямъ и былъ расположенъ въ недалекомъ разстояніи отъ устьевъ главнаго сточнаго канала, находящихся на глубинѣ 11-ти метровъ. По своимъ же топографическимъ условіямъ участокъ не находился въ благопріятныхъ отношеніяхъ для производства опытовъ, т. к. паденіе его склона было отъ 4 до 6%. Естественная же фильтрація требуетъ горизонтальныхъ поверхностей. Для улучшенія свойствъ участка въ этомъ отношеніи производитель опытовъ былъ вынужденъ провести дренажъ на глубинѣ 5 метровъ, чтобы этимъ самымъ болѣе обезпечить пропускную способность почвы для столь значительныхъ количествъ воды.

§ 70. По составу своему почва принадлежитъ къ мѣловой породѣ и состоитъ изъ тончайшаго кремнезема, безъ всякаго почти содержанія глины и извести, но зато съ богатымъ содержаніемъ желѣза. Послѣднее видно ясно по очень красному цвѣту обожженныхъ кирпичей, приготовленныхъ изъ этой глины. При обильномъ смачиваніи верхній слой почвы образовалъ плотную кору; расположенные ниже слои имѣютъ многочисленныя

отверстія, образуемая дождевыми червями, а потому и слои эти оказываются достаточно благоприятными для всасыванія воды.

Но зато, благодаря чрезвычайно тонкимъ и небольшимъ размѣрамъ своихъ составныхъ частицъ, грунтъ обладалъ чрезвычайною проницаемостью; пробное наводненіе, произведенное посредствомъ горизонтальныхъ канавокъ, сильнымъ напоромъ воды, дало весьма неудовлетворительные результаты. Водяной потокъ образовалъ глубокія рытвины и вымоины, вслѣдствіе чего правильное распредѣленіе и истеченіе воды по дренажнымъ канавкамъ было невозможно. Въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ мѣстахъ вода проходила быстро черезъ рыхлый грунтъ по всей площади, а поэтому и достигала слишкомъ скоро дренажныхъ трубъ и не могла быть достаточно очищена.

Образованіе новаго слоя по всей площади участка засѣваніемъ травы улучшило бѣ значительно дѣла; это достигалось-бы только въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Всѣ эти обстоятельства вызвали здѣсь устройство добавочныхъ горизонтальныхъ бассейновъ, для фильтрованія воды. Хотя вслѣдствіе устройства насыпей и выемокъ, необходимыхъ здѣсь, оказалось, что дренажныя трубы, расположенныя на склонахъ, лежали теперь уже не на одинаковой глубинѣ, то и полезная длина ихъ укоротилась еще болѣе. Распредѣленіе воды по этимъ бассейнамъ производилось горизонтально расположенными узкими деревянными желобами.

Всасывающая сила накачиваемой воды въ дренажъ была несоотвѣтствующая и настолько велика, что припуждены были уменьшить ее насколько возможно, расположеніемъ вдоль всего дренажа ряда доменныхъ шлаковъ. Для правильнаго и болѣе полнаго очищенія сточныхъ водъ необходимо достаточно продолжительное соприкосновеніе ихъ съ составными частями почвы.

§ 71. Эти фильтры, числомъ четыре, расположенные послѣдовательно на понижающемся склонѣ, были слѣдующихъ размѣровъ:

I. 826 кв. метровъ; 68 м. длины и ширины 16-ти м. по срединѣ, по сторонамъ же всего 6-ти метр. (по пути слѣдованія дренажа). При нормальномъ же устройствѣ долженъ быть какъ разъ противоположный случай.

II. 1005 кв. м.; 62 м. длины при 16-ти м-ой ширинѣ. Въ этомъ бассейнѣ необходимо было болѣе пологое расположеніе, что измѣнило-бъ значительно всасывающую способность дренажа.

III. 667 кв. м., длиною въ 78 м., шириною по срединѣ всего только 7,5 м.—Наихудшее расположеніе фильтра.

IV. 368 кв. м., 53 м. длины и 6 м. ширины въ срединѣ. Эта площадь была расположена на самомъ крутомъ склонѣ, а поэтому и пришлось произвести значительныя выемки и насыпи, отчего, конечно, и фильтрованіе было далеко не удовлетворительное, а потому и результаты опытовъ съ этимъ послѣднимъ фильтромъ не были почти совершенно приняты во вниманіе.

Подъемъ сточныхъ водъ на высоту всего 11-ти метровъ производился (вслѣдствіе неудачнаго опыта городской канализаціонной комиссіи) центробѣжнымъ насосомъ; приводимымъ въ дѣйствіе сильнымъ локомотивомъ и накачивавшимъ воду по слишкомъ узкому деревянному желобу, расположенному на высокихъ подмосткахъ. Вода, поднимаемая такимъ способомъ, не достигала фильтра 1, а потому и было необходимо, по предложенію автора, переменить эту систему, что, въ свою очередь, вызвало значительное увеличеніе дополнительныхъ расходовъ. Измѣреніе накачиваемой воды производилось достаточно примитивнымъ способомъ. Приспособленіе это состояло изъ ящика съ водоемомъ, вставленнымъ въ желобъ, количество воды въ которомъ опредѣлялось по водомѣрному стеклу.

Согласно произведенныхъ опытовъ оказалось: не слѣдуетъ накачивать воду по 50 литровъ въ секунду, какъ то дѣлали раньше, а доставлять по 37, 42 и 43 литрамъ, въ одно же время не болѣе 44,4 литровъ (?) Если меньшія

поверхности фильтровъ были бы въ состояніи, безъ значительнаго обремененія, принимать въ продолженіе 24-хъ часовъ по 10,000 кубич. литровъ на площади одного гектара, то вода, доставляемая на каждый отдѣльный участокъ, должна была бы течь всего лишь въ продолженіе нѣсколькихъ минутъ и согласно слѣдующей таблички:

I	II	III	IV
11.4	13.9	9.2	5.1=39.6 минутъ.

Въ виду же новизны и несовершенства данной установки, время подачи воды было уменьшено на: 10, 12, 6 и 2 минуты, всего же на 30 минутъ. Уменьшеніе было наибольшее для послѣдняго участка, т. к. конструкція его была совершенно неудовлетворительная и количество сточной воды, протекающей въ теченіе 5 часовъ, должно было быть доставляемо на бассейны въ 2¹/₂ часа.

§ 72. По официальнымъ свѣдѣніямъ извѣстно, что вода, протекающая ежедневно въ продолженіе 5 часовъ, накачивалась въ 120 минутъ; въ 150-же минутъ—трехдневное количество воды и, въ исключительномъ случаѣ, въ 168 минутъ то количество воды, которое поступало въ теченіе 7-ми часовой работы въ день.

Вообще, количество воды, подаваемое въ теченіе 5 часовъ, было 300 куб. метровъ; четырехъ дней—365 к. м. на 28 аровъ, въ послѣднемъ фильтрѣ; слѣдовательно, по 60 куб. м. въ часъ и по 214 к. м. (въ круглыхъ цифрахъ) на гектаръ, значить въ 24 часа имѣемъ 5136 к. м.

Но на самомъ дѣлѣ въ продолженіе пяти часового теченія воды накачиваніе происходило только около получаса; откуда ясно, что количество воды, покрывающее фильтръ, будетъ, въ круглыхъ цифрахъ, около 10000 к. м. въ 24 часа на одинъ гектаръ. Послѣднее обстоятельство еще болѣе подтверждаетъ правильность приведеннаго выше уплотненія грунта доменными шлаками, вслѣдствіе слишкомъ большой его проводимости. Послѣднее обстоятельство является прямо противополо-

ложнымъ смыслу всей установки, но здѣсь, къ несчастію, его нельзя было избѣгнуть.

Опытной канализаціонной комиссіей все же было найдено исполненіе этой установки неудовлетворительнымъ. Пожалуй, что при болѣе тщательномъ и обдуманномъ производствѣ изложенныхъ опытовъ можно было бы достигнуть лучшихъ результатовъ. Ко всему этому необходимо еще добавить, что даже хорошо исполненный фильтръ, поверхностью въ одинъ гектаръ, не въ состояніи будетъ очистить 10000 к. м. сточной воды въ любой промежутокъ времени. Поэтому бассейны должны наполняться періодически и работать не болѣе 24-хъ часовъ кряду.

Авторъ пришелъ къ заключенію, что для такой почвы, какъ въ Эссенѣ, послѣ cadaго наполненія фильтра, необходимъ 48-ми часовой промежутокъ до слѣдующаго наполненія. Въ этотъ періодъ времени дренажъ долженъ успѣть отвести всю воду и этимъ самымъ возстановить поглотительную способность почвы. Кромѣ того дренажныя трубы, которыя въ это время бездѣйствуютъ, должны обогрѣвать находящимся въ нихъ воздухомъ выше лежащіе слои земли. Воздухъ вполне проникаетъ въ почву и служитъ также для окисленія и дезинфецированія отлагающихся въ землѣ органическихъ веществъ. Этотъ химико-гигіенический процессъ происходитъ въ теченіе 48-ми часового промежутка времени.

На самомъ же дѣлѣ этотъ промежутокъ времени, самъ по себѣ необходимый также и для просыханія почвы, былъ доведенъ лишь только до 19 часовъ. Почему-то послѣдній фактъ совершенно отвергается комиссіей, и поэтому и остальные свидѣтельства и показанія ея являются, въ каждомъ случаѣ, односторонними и бездоказательными.

§ 73. На основаніи всѣхъ этихъ опытовъ видно, что при нормальной установкѣ, для очищенія 30,000 к. м. воды, которое доставляетъ Эссенъ въ одинъ день, достаточно имѣть фильтръ величиною въ 3 га., для 24

часового дѣйствія, въ томъ только случаѣ, когда имѣются еще запасныя площади величиною въ 6—7 кв., и фильтры отдыхаютъ въ продолженіе 48 часовъ ¹⁾.

Несмотря на это, коммиссія все же находитъ, 10 га. недостаточнымъ для Эссена и требуетъ 28 га. Кромѣ того, коммиссія предусматриваетъ въ томъ случаѣ, если вычисления ея вѣрны (что на самомъ дѣлѣ далеко не такъ), необходимость добавить въ будущемъ участки въ 400—500 га., что, по ея мнѣнію, составило бы экономію въ нѣсколько милліоновъ.

Далѣе, коммиссія утверждаетъ, что на поверхности фильтра образуется слой грязи (?), которая препятствуетъ свободному прониканію воды и, кромѣ того, грозитъ образованіемъ болота. Поэтому, необходимо перекапывать время отъ времени всю землю бассейна. Утвержденіе это совершенно неправильно.

Опредѣлено было только на самомъ дѣлѣ, что эссенская вода содержитъ въ себѣ кромѣ нерастворимыхъ органическихъ и неорганическихъ веществъ, которыя находятся въ изобиліи вообще во всѣхъ сточныхъ водахъ; еще и достаточное количество мелкой угольной пыли. Присутствіе послѣдней есть слѣдствіе омыванія водою угля и угольныхъ залежей (но никакъ не отъ увлеченныхъ водой частицъ глины). Осажденіе угольныхъ частицъ на поверхности фильтра обнаружено было благодаря ихъ черной окраскѣ и является совершенно безвреднымъ и естественнымъ процессомъ. Периодическое перекапываніе земли въ фильтрахъ безусловно полезно, но не въ видахъ уничтоженія болота, а для того, чтобы возобновить однообразный составъ почвы и улучшить ея дезинфицирующія свойства.

¹⁾ Площадь земли въ 10 га., годная для устройства фильтра, примыкаетъ непосредственно къ чертѣ города. Расходы, вызванные этимъ, а также и устройствомъ всей установки, являются незначительными въ сравненіи съ оборудованіемъ уголья съ полями орошенія. Такое мнѣніе, расположенное въ 19 километровъ, требовало бы расходовъ въ нѣсколько милліоновъ, которые возросли бы еще при необходимомъ усовершенствованіи и расширеніи его по системѣ Роте-Рёкнера.

Перекапываніе или вспахиваніе почвы давно уже практикуется на ирригаціонныхъ угодьяхъ. Если же для неопытнаго аграрнаго техника и ускользають эти тонкости гигиеническаго состоянія земли, то и нельзя ему ставить этого въ упрекъ.

Окончательно вопросъ объ очищеніи городскихъ канализаціонныхъ водъ не разрѣшенъ еще до сихъ поръ вполне удовлетворительно строительными техниками, а потому и стоитъ еще все на мертвой точкѣ, и требованія общинами различныхъ санитарныхъ и гигиеническихъ средствъ не могутъ быть надлежащимъ образомъ удовлетворены, а поэтому и ограничиваются только устройствомъ ирригаціонныхъ полей и бассейновъ, освобождающихъ воду только отъ самыхъ крупныхъ примѣсей.

§ 74. Совершенно иначе поставлено дѣло въ Сѣверной Америкѣ ¹⁾, о чемъ извѣстно намъ изъ подробнаго отчета инженера Ропша изъ Парижа, всѣ поучительныя детали котораго не могутъ быть здѣсь приведены. Упомянемъ только объ окончательныхъ выводахъ отчета опытовъ, произведенныхъ обществомъ охраненія народнаго здравія въ Массачусетцѣ при Лаврентинъ въ 1889 до 1898 года, выясняющихъ практическое примѣненіе теоретическихъ выводовъ фильтрованія воды.

«1. Ни однимъ изъ описанныхъ выше приспособленій не достигается надлежащая и абсолютная очистка воды.

2. Оросительныя системы и способъ фильтрованія при рациональномъ ихъ примѣненіи достигаютъ почти цѣли своего назначенія, но всетаки не могутъ сдѣлать сточную воду годной для общественнаго употребленія и освободить ее совершенно отъ органическихъ веществъ и бактерій.

3. Способъ проведенія воды по каналамъ, примѣненный въ американскихъ опытахъ, не представляетъ ничего новаго и неизвѣстнаго для Англии и Германіи.

¹⁾ За сообщеніе этихъ свѣдѣній авторъ горячо благодаритъ проф. д-ра Людека, доцента аграрной техники сельско-хозяйскаго института при университетѣ въ Бреслау, который такъ любезно прислалъ ему эти подробности.

4. Опыты, произведенные при Лаврентіи надъ непосредственной очисткой воды, представляютъ наибольшій интересъ, хотя здѣсь (въ противоположность Европѣ) больше всего было обращено вниманія на гигиеническія условія и сельско-хозяйственную сторону дѣла. Сточныя воды очищались на уменьшенныхъ пространствахъ, но съ весьма благопріятной почвой, съ примѣненіемъ предварительнаго освѣтленія водъ или безъ такового, посредствомъ наводненія полей. Этимъ самымъ и вопросъ очищенія воды ушелъ впередъ въ Соединенныхъ Штатахъ гораздо дальше, чѣмъ у насъ.

Вѣроятно, продолжаетъ Роппа, и большіе европейскіе города достигли бы болѣе удовлетворительныхъ результатовъ въ гигиеническомъ и другихъ отношеніяхъ при устройствѣ болѣе рациональнаго фильтрованія воды на меньшихъ дренажныхъ поверхностяхъ, чѣмъ наводненіе огромныхъ земляныхъ пространствъ, которыя никогда не могутъ быть обработаны въ невыгоднѣйшемъ экономическомъ отношеніи (?).

5. Химическая очистка, которая не уничтожаетъ собою присутствія механической, составляетъ весьма дорогое средство, доставляющее еще кромѣ того и различные вредные продукты. Полнѣйшее уничтоженіе послѣднихъ можетъ произойти только при очень большой длинѣ дренажа или же вблизи морей, озеръ и большихъ рѣкъ. Филтрація, связанная еще съ ирригаціонной системой, увеличиваетъ и безъ того большую стоимость всей установки.

Въ послѣднемъ своемъ заключеніи Роппа зашелъ слишкомъ далеко. Если этимъ самымъ онъ произноситъ окончательный приговоръ свой надъ всѣми ирригаціонными системами вообще, то это можетъ быть правильнымъ лишь въ томъ случаѣ, когда установки произведены скверно, и все устройство полно различныхъ ошибокъ, въ которыхъ, впрочемъ, какъ здѣсь, такъ и тамъ, нѣтъ недостатка.

§ 75. Объ неудовлетворительномъ и небольшомъ Эссенскомъ опытѣ городской химикъ, д-ръ Кирхнеръ, говоритъ слѣдующее:

«Въ защиту очистки сточныхъ водъ свидѣтельствуеъ то, что количество окисловъ и амміачныхъ солей въ очищенной водѣ гораздо менѣе, чѣмъ въ неочищенной. Кромѣ того и то, что очищенная вода не имѣетъ въ себѣ уже никакихъ признаковъ сѣроводорода. Но полнѣйшаго удаленія бактерій не достигаютъ всетаки и здѣсь, но зато освѣтленная вода даетъ, какъ и при химической очисткѣ, при выпариваніи и прокаливаніи, гораздо большій остатокъ, чѣмъ въ водѣ неочищенной. Происходитъ это вслѣдствіе того, что вода, проходя черезъ почву, при фильтрованіи растворяетъ различныя соли, въ ней заключающіяся; послѣднее узнается также по болѣе богатому процентному содержанию хлора. Фильтръ начинаетъ работать болѣе или менѣе удовлетворительно, спустя нѣкоторое время. Надо замѣтить еще и то, что участокъ земли, на которомъ были расположены фильтры, служилъ раньше для садоводства, а потому, конечно, и почва была значительно истощена. Для образованія горизонтальной поверхности необходимо было снять въ нѣкоторыхъ мѣстахъ слой земли въ 1.10 до 1.20 метра, чѣмъ впрочемъ значительно ухудшили степень правильного фильтрованія». Замѣчаніе химика, что освѣтленная вода содержитъ болѣе нерастворимыхъ веществъ, чѣмъ неосвѣтленная и потому должна быть тщательно изслѣдована при всякомъ новомъ оборудованіи и устройствѣ фильтраціи, будетъ теперь совершенно понятнымъ изъ всего вышесказаннаго, а также и изъ того, что слой земли, расположенный подъ дренажемъ, бываетъ не вездѣ ровный и поглощаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ слишкомъ быстро сточную воду. Послѣдній недостатокъ устраняется отчасти прибавленіемъ извѣстнаго количества доменныхъ шлаковъ. 1) Нельзя, конечно, умолчать

1) Здѣсь будетъ опять уместно привести нѣкоторыя данныя объ опытахъ въ Америкѣ.

о томъ, что при первоначальныхъ опытахъ въ Эссенѣ было доставлено на 100 % больше воды, чѣмъ могла вмѣщать неизмѣренная еще тогда поверхность филь-

Химикъ Лаврентія (Массечусетъ) изслѣдовалъ вначалѣ обыкновенную воду, а затѣмъ и воду городскихъ стоковъ, для того чтобы опредѣлить, какія именно вещества необходимо будетъ придать послѣдней для образованія нитратовъ (солей азотной кислоты) и нитритовъ (соли азотистой кислоты) и различныхъ азотистыхъ соединений, въ присутствіе кислорода, сырости, щелочныхъ основаній и извѣстной температуры фильтровъ. Главнѣйшими требованіями для подобныхъ образованій будутъ кислородъ и время. Въ самомъ дѣлѣ, неполную или недостаточную очистку воды, послѣ продолжительной службы фильтра, можно приписать недостатку кислорода въ порахъ послѣдняго. Быстрое же приникновеніе воды черезъ почву въ значительной степени уменьшаетъ степень ея окисленія. Температура имѣетъ второстепенное значеніе, хотя образованіе селитры идетъ всего энергичнѣе между 15° и 20° С. При большой или меньшей температурѣ организмы почти совершенно перестаютъ развиваться.

а) Естественныя, натуральныя воды. Въ 80 порціяхъ воды, взятыхъ въ Массачусетъ американцами съ Іюня до Сентября 1888 года, а также и другими европейскими учеными (Адамецъ Вортингтонъ, Виноградскій), были найдены нитрифицирующія бактеріи, преобразующія амміакъ въ азотную кислоту, когда вода имѣетъ должное содержаніе свободнаго амміака, получаемаго изъ бѣлковыхъ веществъ; органическій ферментъ находится въ достаточно большомъ количествѣ для того, чтобы окислить небольшое количество азота и преобразовать въ нитраты и нитриты свободный амміакъ, содержащійся въ бактеріяхъ.

Дальнѣйшіе опыты показали, что быстрое образованіе азотистыхъ солей связано всегда съ уменьшеніемъ количества бактерій, хотя большое количество нитратовъ содержать въ себѣ тѣмъ меньшее число бактерій, чѣмъ полнѣе идетъ образованіе азотистыхъ солей.

Такимъ же образомъ различные растворы бактерій начинаютъ образованіе азотистыхъ солей или селитръ по прошествіи 10—14 дней, т. е. тогда, когда число бактерій начинаетъ уменьшаться. Такъ, напр., въ водѣ, взятой изъ озера и заключавшей въ одномъ куб. сантиметрѣ 376,2000 бактерій, началось образованіе селитръ лишь только на 10-ый день, когда количество бактерій уменьшилось до 19200; самое же энергичное образованіе солей наступило при 9454-хъ бактеріяхъ. Американскіе ученые пришли къ заключенію, что достаточно присутствія безконечно малаго количества (не поддающагося даже аналитическому опредѣленію) органическихъ, угольныхъ и азотистыхъ веществъ въ этихъ водахъ, для того, чтобы кормить и воспитывать плѣнья колоній бактерій.

тровъ. Емкость же послѣднихъ соотвѣтствовала 30000 куб. м. при наполненіи въ 24-е часа одного гектара. Кромѣ того же, слишкомъ сильнымъ напоромъ воды были увлекаемы частицы грунта, окрашивающія воду въ желтоватый цвѣтъ. При всемъ этомъ, какъ показали послѣдующія раскопки дренажей, въ трубахъ

в) Относительно очищенія сточныхъ водъ опыты въ Лаврентіи утверждаютъ, что въ первыя недѣли работы фильтра пропущенная черезъ него вода заключаетъ въ себѣ гораздо меньше азотныхъ веществъ, чѣмъ въ слѣдующее время, а также и то, что въ февраль мѣсяцъ и весною количества солей больше, чѣмъ въ другое время года. Въ концѣ четвертаго года службы фильтра количество азотныхъ веществъ, освѣщенныхъ на немъ, доходитъ едва до 13⁰/₀.

Нитрификація воды продолжается и при избыткѣ щелочей, но все же идетъ успѣшнѣе при недостаткѣ послѣднихъ; достаточное же количество нитритовъ образуется въ очищенной водѣ, при наличности амміака. (Послѣднему обстоятельству способствуетъ присутствіе на фильтрѣ окиси кальція, которая совершенно отсутствовала въ Эссенѣ). Морская соль почти совершенно прекращаетъ образованіе селитръ.

Въ заключеніе проф. Зедвигъ утверждаетъ, что нитрификація распадается на два періода и характеризуется присутствіемъ различныхъ организмовъ. Одинъ изъ нихъ превращаетъ амміакъ въ нитриты, другіе же—въ высшіе нитраты, отчего и образуются нитриты азотистой и азотной кислотъ.

Также весьма многочисленны были произведенныя въ Лаврентіи опыты относительно фильтрованія черезъ кремнеземъ различные пески и искусственныя земли. Эти искусственныя фильтры углублялись въ землю отъ 12 до 18 метровъ, что оказалось не совсемъ правильнымъ. Во всякомъ случаѣ степень очищенія воды, произведеннаго подобнымъ способомъ, была очень удовлетворительна. Здѣсь было бы излишнимъ разсматривать всѣ свойства и качества искусственныхъ фильтровъ, которыя, конечно, ни въ какихъ отношеніяхъ, не могутъ быть сравниваемы съ натуральными.

Опусканіе фильтровъ на извѣстную глубину было ошибочно еще и потому, что лишило ихъ дѣйствія свѣта и лученспусканія. По той же самой причинѣ нельзя сочувствовать способу обнесенія фильтра высокимъ валомъ или дамбой. Совершенно достаточнымъ является, въ этомъ случаѣ устройство небольшого валика, сантиметровъ 10 высотой.

Опыты въ Лаврентіи не имѣли цѣлью очищать очень большія количества воды въ опредѣленное время, но разсматривали только продолжительность и степень фильтраціи, а также и гигиеническіе результаты, которые достигались всеми этими приспособленіями.

не было обнаружено ни малѣйшихъ слѣдовъ воды ¹⁾; само собою разумѣется, что привсякомъ другомъ грунтѣ, болѣе плотномъ чѣмъ въ Эссенѣ, послѣдняго случая можно не опасаться. Это можно бы достигнуть и при менѣе плотномъ грунтѣ, если бы дренажныя трубы были уложены въ мелкій песокъ, который въ сильной степени увеличиваетъ треніе и заставляётъ этимъ самымъ осаждаться частицы земли между слоями тонкаго песку.

Въ виду большого разнообразія качествъ и свойствъ грунта, въ нѣсколькихъ мѣстахъ всей площади, предназначенной для устройства фильтра, должны быть произведены тщательныя развѣдки и изслѣдованія. Затѣмъ уже надо устроить пробный участокъ, не болѣе одного га величиною и расположить его такимъ образомъ, чтобы впослѣдствіи онъ составилъ бы часть всей установки уже и для большаго количества водъ, какъ, напримѣръ, въ Эссенѣ ²⁾.

¹⁾ Насколько, вообще, еще мало извѣстно что либо о дренажахъ и пропускной способности почвы въ различныхъ аграрно-техническихъ кружкахъ, ясно видно изъ вопроса одного изъ строителей, который, видя, какъ вода быстро уходитъ въ землю съ поверхности фильтра, спросилъ: «а куда именно дѣвается вода?» т. е. онъ даже не зналъ о присутствіи дренажа подъ фильтромъ. При подобныхъ взглядахъ и знаніяхъ, конечно, не можетъ быть и рѣчи о производствѣ какихъ либо рациональныхъ опытовъ.

²⁾ Эссенская сточная вода только частью очищалась прибавленіемъ известки по системѣ Роте-Рокиера, которая не соответствовала количеству воды, а потому и должна была—быть расширена, что требовало со своей стороны расхода въ 300.000 марокъ. Все-таки и этимъ не достигалась окончательная очистка воды отъ осѣдающихъ въ ней различныхъ калийныхъ грязей, которыя старались сбывать соседнимъ сельскимъ хозяевамъ. Послѣдніе не особенно долюбиваютъ подобныя даровыя приношенія, т. к. отбросы эти не заключаютъ въ себѣ, въ особенности въ присутствіе квасцовъ, какихъ либо веществъ, удобряющихъ почву. Чтобы очищать избытокъ сточной воды, смѣшанной уже съ осветленной, устраивали, по Роте, коксовый фильтръ. Воду проводили въ прудъ, для того чтобы увеличить давленіе, производимое ею на вертикальную стѣнку фильтра. Въ этомъ случаѣ съ гигиенической точки зрѣнія была произведена еще большая ошибка: увлекаемая водою частицы грязи и ила осаждалась на дно пруда, гдѣ подвергались гниенію, при недостаточномъ количествѣ воздуха, и образовывали болотный газъ. Послѣдній, заста-

ГЛАВА III.

Нормальное устройство фильтраціи.

§ 77. Необходимѣйшія условія:

1. Горизонтальность близъ лежащаго поля, высота положенія его надъ рѣкою для того, чтобы возможно было имѣть достаточный стокъ по соотвѣтв. устроенному дренажу.

2. Почва, годная для равномерной и глубокой фильтраціи.

3. Сообразно мѣстнымъ условіямъ и количеству водъ, что собою обнимаетъ:

а) равномерное проведеніе самотекомъ притекающей или накачиваемыхъ сточныхъ водъ;

влялъ всплывать на поверхность пруда гниющіе остатки и заражать окрестности опасными газами и испареніями. Кромѣ того, коксовый фильтръ, задержавъ находящіеся въ водѣ нерастворимыя вещества, такъ сильно загрязнился, что обновленіе его въ каждые $1\frac{1}{2}$ мѣсяца стало необходимымъ. Удаляя загрязненные коксовые остатки фильтра, выкачивали со дна пруда и илъ, который сваливали на ближайшія городскія поля. Последнее требуетъ ежегоднаго расхода въ 11000 марокъ. Въмѣсто всего этого было бы гораздо рациональнѣе потратить единовременно 4000—5000 марокъ на устройство ирригаціонныхъ полей, отвѣчающихъ всѣмъ современнымъ требованіямъ гигиены.—Подобныя ошибки и заблужденія стоятъ иногда отдѣльнымъ общинамъ нѣсколькихъ сотъ тысячъ, и всетаки въ концѣ концовъ не удовлетворяютъ обыкновенно всѣмъ необходимымъ требованіямъ.

- в) сообразно мѣстности правильное расположение и распланирование фильтрующихъ бассейновъ;
- с) правильно выбранный продольный дренажъ, особенно точно исполненный;
- д) послѣдовательность работъ.

§ 78.

1. Поверхность полей

Должна соответствовать количеству сточныхъ водъ въ предположеніи, что фильтрующие участки мѣняются каждые 24 часа и оставляются для просушки втеченіе 2—3 дней. При меньшихъ оборудованіяхъ, при суточномъ расходѣ на 1 га поверхности 10,000 куб. м., фильтрующие участки рекомендуются въ 2500 кв. м. ($\frac{1}{4}$ га) пов. Согласно формѣ участка бассейны могутъ расположиться или 4 рядомъ у общаго главнаго провода, или по 2, одни за другими въ направленіи дренажа, чтобы можно было проще и дешевле отвести воду.

а) наиболѣе выгодною формою отдѣльныхъ фильтровъ является прямоугольникъ, длина котораго вдвое болѣе ширины, ибо черезъ это число дренъ (стволовъ) ограничивается, но зато увеличивается число соединеній (Stossfugen) въ направленіи спускаемой воды.

Уменьшенная ширина облегчаетъ частное проведеніе воды и одинаковое распредѣленіе въ скрещенныхъ канавахъ.

Подходящая прямоугольная форма фильтра будетъ при ширинѣ 37 м и длинѣ 68 м съ поверхностью 2516 кв. м.

б) желателенъ небольшой уклонъ мѣстности въ направленіи длины фильтра и всасывающихъ дренъ; при плоск. мѣстности приходится устраивать искусственное паденіе, что весьма затруднительно.

Напротивъ, большое паденіе нежелательно, ибо тогда для устройства фильтр. участковъ требуются большія земляныя работы.

с) полезно, если фильтр. участки расположены вблизи проточной воды и расположены на такой высотѣ, чтобы очищенная вода стекала самотекомъ, тогда въ сырое время года нечего опасаться скопленія на участкѣ воды.

Если фильтр. участки удалены отъ подходящаго стока и если потребуется каналъ или сѣтъ трубъ, то уклонъ участковъ долженъ быть настолько достаточнымъ, чтобы дрены расположить на глубинѣ 1,2 м и чтобы при этомъ все таки былъ обезпеченъ постоянный стокъ.

Все эти предварительныя условія, а также мѣстныя и культура въ окрестностяхъ городовъ ограничиваютъ выборъ подходящихъ участковъ земли, но не по величинѣ, какъ это бываетъ при большихъ оросительныхъ поляхъ. Если только таковыя возможно найти достаточнаго протяженія въ значительномъ удаленіи, то для фильтраціонныхъ участковъ можно остановиться на значительно ближе расположенныхъ, особенно, если сточныя воды города требуютъ и безъ того нѣсколько метровъ, чтобы получить требуемое паденіе для цѣлей дальнѣйшаго подъема или очистки этихъ водъ.

§ 79.

2. Составъ или свойство почвы

Фильтраціоннаго участка является рѣшающимъ факторомъ для удачи фильтраціи. Подлежать исключенію тяжелыя, содержащія глину почвы, ибо даже взрытая глинистая почва дренажныхъ рвовъ затрудняетъ прониканіе въ нихъ воды; культурная техника нашла средство и эти неудобства сдѣлать безвредными, хотя съ повышеніемъ затратъ, — перекрытіемъ ихъ слоями песку.

Для земляныхъ фильтровъ пригодны почвы: аллювиальная съ подпочвою изъ песка, также различныя супесковыя почвы, и, наконецъ, песчаная. Во всѣхъ случаяхъ необходимо, чтобы на глубинѣ до 1,5 м не встрѣчался водонепроницаемый глинистый слой. Топкій песокъ почти столь же непроницаемъ, какъ глина.

Демовіальная почва особенно пригодна для фильтрацій; тонкость зерна, глубина однообразнаго отложенія, малое содержаніе извести и легкость обработки—весьма цѣнныя качества, которыя предрекаютъ полную удачу. Тоже можно сказать относительно песчаного и илистаго мергеля, но глинистый мергель долженъ быть исключенъ.

Въ третичныхъ слояхъ тоже встрѣчаются плодучіе грунты, хотя рѣже. Третичная известковая почва Парижскаго бассейна очищаетъ воду отличнѣйшимъ образомъ, такъ что она вытекаетъ кристаллически чистою и годною для питья.

Собственно мѣловыя почвы, напр., въ Шампани, весьма полезны при фильтраціи, вслѣдствіе тонкости волоснаго ихъ строенія; также годны известковыя почвы, безъ глины; онѣ дезинфецируютъ сточныя воды; точно также благоприятно вліяютъ на фильтрацію и земли съ содержаніемъ желѣза.

Безчисленныя смѣшанныя почвы сѣрой ваки, различныя песчаники, гнейсъ, слюда, шиферъ, а также известняки могутъ быть полезны для фильтраціи. Отсюда слѣдуетъ, что фильтраціонныя почвы можно найти въ различныхъ формаціяхъ, причемъ опытный изслѣдователь почвы можетъ обслѣдовать фильтрующую способность почвы буреніемъ на глубину до 2 м и анализомъ этого слоя выяснитъ требуемое.

Особенно важно здѣсь опредѣленіе зернистости и естественной смачиваемости, а также изслѣдованія надъ опусканіемъ воды въ трубкахъ, наполненныхъ изслѣдуемыми землями. Для характеристики почвы известково-демовіальной профессоръ Luedeeke-Breslau представилъ, какъ ниже указано, данныя (для рейнск.

пров. и Вестфалии) и это может служить образцом для других подобных случаев.

Опыты изслѣдуемыхъ почвъ относительно фильтраціи простираются:

1. На выясненіе тонкости почвы и анализа ила.

Для почвъ у Эссена послѣдній показалъ:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
mm	2—1	1—0,5	0,5—0,2	0,2—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01
Proc.	0,5	0,4	0,5	1,9	14,6	53,6	27,4

Отсюда слѣдуетъ, что наиболѣе мелкозернистая почва представляетъ большую фильтрующую способность, какъ указано въ V, VI и VII опытѣ.

2. Далѣе важно содержаніе глины, которой заключалось въ данномъ случаѣ 3,1%, ибо при большемъ содержаніи фильтрація затрудняется.

3. Имѣетъ большое значеніе схватывающая способность почвы къ водѣ (смачиваемость), по Hilgard'у: она колеблется между 45,2—19,2% объема и, слѣдовательно, представляетъ достаточную пористость, а при фильтраціи съ перерывами удерживаетъ мало воды и можетъ принимать воду вновь.

4. Потеря при накаливаніи 5,16%. D-r Luedeeke говоритъ объ этой почвѣ, какъ весьма пригодной для фильтраціи, находитъ недостаточнымъ содержаніе извести, имѣющей большое значеніе для очистки и развитія бактерій, что можетъ впрочемъ быть легко восполнено малыми добавленіями извести.

§ 80. 3. Планъ постройки нормальнаго устройства фильтра

Основанъ на предварительномъ и подробномъ нивелированіи поверхности, причемъ за 0 (ноль) принимается высшая точка стоянія воды въ сточномъ каналѣ, а всѣ высоты фильтрующей поверхности выразятся положительными числами. Вторымъ важнымъ

пунктомъ будетъ суточное количество сточныхъ водъ, при этомъ должно принять въ соображеніе среднюю высоту столба дождевой воды данной мѣстности.

По § 29, какъ извѣстно, количество это мѣняется по-суточно днемъ и ночью, а также по временамъ года, при чемъ мѣрою служить сырое время года. Необыкновенныхъ ливней можно не принимать въ соображеніе, ибо обыкновенно имѣются запасныя фильтраціонныя поверхности; болѣе разбавленныя воды подъ большимъ давленіемъ фильтруются скорѣе и освобождаются отъ взвѣшенныхъ частей и даже при временно пониженныхъ качествахъ не вредятъ общественнымъ водамъ.

Третьимъ достойнымъ вниманія пунктомъ является выясненіе степени загрязненія сточныхъ водъ и черезъ это ихъ зловредность.

Тутъ, справедливо замѣчаетъ Инженеръ Röchli'ng, количество и составъ сточныхъ водъ непостоянные факторы и подвергаются многократному и многообразному измѣненію; только измѣняемость ихъ и является постоянной.

По англійскимъ изысканіямъ на очистку не имѣетъ особаго вліянія даже попаданіе человѣческихъ эксcrementовъ.

Правительственныя запрещенія въ этомъ отношеніи ничѣмъ не оправдываются, если только обезпечена соотвѣтственною доставкою воды промывка отхожихъ мѣсть и каналовъ.

Концентрированныя воды не полезны ни для полей орошенія, ни для фильтраціи, такъ какъ затрудняется равномерное ихъ распредѣленіе. Если даже сточныя воды должны быть накачиваемы, то все же необходимо ихъ разжижать такъ, чтобы въ нихъ нельзя было различать загрязняющія вещества. Какъ только вода успокоится на полѣ, сейчасъ выдѣляются нерастворимыя вещества въ дезинфецирующую почву, и сточная вода естественно очищается.

§ 81. а) Проведеніе сточныхъ водъ

Должно идти не скачками, а равномернo, чтобы фильтрующіе участки не были перегружены.

Это обезпечивается равномернымъ паденіемъ подошвы открытыхъ каналовъ съ гладкими стѣнками, а также закрытыми проводами, которые легче очищаются.

Въ послѣднемъ случаѣ предпочитается паденіе въ $\frac{1}{1000}$.

Непосредственно передъ вышележащимъ фильтромъ участкомъ должно быть приспособленіе, регулирующее переменный притокъ воды. Для этого можетъ служить нѣчто въ родѣ водослива, какъ это примѣняется въ безчисленныхъ случаяхъ въ Ломбардіи для водъ, продаваемыхъ для цѣлей орошенія; ихъ устройство и пользованіе ими установлено закономъ.

§ 82. б) Планировка фильтраціонныхъ участковъ

Должна производиться такимъ образомъ, чтобы верхняя земля на глубину канавы была отброшена на мѣсто перевалки, а затѣмъ выровненное дно было вновь покрыто верхнею землею. Трамбованіе земли исключается, при чемъ нельзя помѣшать на первое время фильтраціи неравномерной осадкѣ. При болѣе сильныхъ насыпкахъ эти неровности можно уравнивать. Требуется довольно продолжительное время, чтобы при помощи фильтраціонной воды получилось равномерное отложеніе и неизмѣнное состояніе почвы.

Грубая планировка, какая бываетъ при устройствѣ плотинъ и дорогъ, исключается; слѣдуетъ сдѣлать предварительные точные расчеты перевалки туда и назадъ, какъ это показалъ въ своей книгѣ *Lehrbuch des Erdbaues* 2 изд., Von 1895—Dr. Giesobr, хотя слѣдуетъ при этомъ выбирать мѣсто такимъ образомъ, чтобы не требовалось большихъ выемокъ.

Послѣ планировки можно перейти къ выполненію дренажа, съ тѣмъ однако, чтобы всѣ дрены отъ начала до конца были расположены въ точности на одина-

ковой глубинѣ подѣ горизонтальной поверхностью фильтра, чтобы онѣ могли равномерно работать, что при полевыхъ дренажахъ не всегда имѣетъ мѣсто.

§ 83. с) Дренировка фильтраціонныхъ участковъ.

Если не обратить вниманія на составъ почвы, опусканіе сточной воды въ дрены тѣмъ легче, чѣмъ менѣе взаимное удаленіе дренажной (трубы) тяги при нормальной глубинѣ ея 1,10—1,20 м. Не надо ихъ прокладывать ближе 4 м.

Въ Эссенѣ онѣ были проложены на разстояніи 5 м, при чемъ получились удовлетворительные результаты.

Если принять за норму удаленіе въ 4 м, то при ширинѣ фильтра въ 37 м (25000 кв. м.), прійдется проложить 9 дренъ по длинѣ бассейна (68 м. длины), причемъ двѣ крайнія дрены будутъ лежать въ 2 м отъ границы.

При данныхъ, что при 1 куб. м. на 1 кв. м. поверхности фильтра, приходится отъ 2500 куб. м. на каждую изъ 9 дренъ въ сутки (24 ч.)—277,778 куб. м., въ среднемъ въ часъ 11574 литра и въ секунду 3,215 литровъ.

Если начало дренажныхъ трубъ лежитъ на глубинѣ 1,10 м. подѣ горизонтальною поверхностью фильтра, а устье на глубинѣ 1,20 м, то приходится паденія въ 10 ст. на 65 м. длины дрены, такъ какъ трубы сводятся въ 3 м отъ границы въ собирательную дрену.

Такимъ образомъ паденіе дренажныхъ рвовъ 1,538 : 1000.

Было бы однако ошибочно въ общеупотребительныя формулы вводить только паденіе подошвы 0,10 м для опредѣленія діаметра трубъ: ибо фильтрація работаетъ при значительно большихъ количествахъ воды и требуетъ необыкновенно широкихъ трубъ.

При фильтраціи трубы находятся подѣ постояннымъ напоромъ воды болѣе, чѣмъ въ 1 м. высоты и если

при треніи воды во вскопанной землѣ дренажныхъ тягъ уменьшается скорость послѣдней, то давленіе это все таки вліяетъ на прониканіе водъ и ускоряетъ прониканіе водъ и большихъ массъ воды, а это какъ бы дополняетъ малое паденіе у подошвы.

Сила всасыванія наполненныхъ дренажныхъ трубъ технически мало извѣстна, однако при эссенскихъ опытахъ, несмотря на мелкозернистость почвы, она обнаружилась уменьшеніемъ при втрамбованіи шлаковъ и такимъ образомъ фильтрація была искусственно ограничена.

При нормальномъ устройствѣ нѣтъ надобности допускать это искусственное уменьшеніе, но всетаки слѣдуетъ наблюдать, чтобы не брать слишкомъ большихъ трубъ, чтобы онѣ были постоянно наполнены и обладали максимальнымъ всасываніемъ.

§ 84. Для приблизительнаго расчета скорости воды проф. Gieseles даетъ формулу: $v = 24 \sqrt{d J}$ гдѣ J = относит. паденіе = 0,007; получаемое d = діаметр. трубы = 0,08 м при $v = 24 \sqrt{0,08 \times 0,007} = 24 \times 0,0236 = 0,56784 \text{ м} = 0,568 \text{ м}$.

Площадь сѣченія такой трубы = 0,005024 кв. м.; въ 1 секунду пропускаетъ 2,854 литровъ; отводъ воды 3,215 литровъ въ секунду, недостаетъ 0,361 литра, чѣмъ обезпечив. постепенное наполненіе трубъ.

Собирательная дрена должна отвести воды $3,215 \times 9 = 28,935$ литра въ секунду и сообразно этому первая всасывающая дрена, которой діаметръ устья 8 см., могла бы быть устроена конической въ 4:4 м.

Вслѣдствіе давленія столба воды не совѣтуется собирательную трубу устраивать изъ отдѣльныхъ короткихъ дренажныхъ трубъ и соединять ихъ съ устьемъ всасывающихъ трубъ подобно полевымъ дренажамъ, но примѣняются большія трубы, отлитыя изъ чугуна или изъ цемента, соединенныя муфтами, которыми дается отъ 4:4 м, т. е. требуемое паденіе.

Такъ какъ всѣ всасывающія дрена находятся на томъ же уровнѣ на 1,20 м глубины отъ гориз. поверх. фильтра, послѣднія трубы должны имѣть ту же высоту

и такъ какъ къ нимъ примыкаетъ собирательная дрена, то послѣдняя получаетъ паденіе вслѣдствіе возрастающаго діаметра. Въ началѣ достаточно $d = 8$ см при первой дренѣ, далѣе діаметръ долженъ возрасти къ 9-ой дренѣ, гдѣ должно въ секунду проходить 29 литровъ. Вслѣдствіе этого верхняя часть собирательной трубы горизонтальна, а нижняя наклонна; вслѣдствіе этого ложе трубы получаетъ нѣкоторое паденіе.

При началѣ при діаметрѣ 0,08 м собир. труба пропуск. 3,215 литр., а при концѣ 29 литровъ; діаметръ въ концѣ опредѣляется опытомъ.

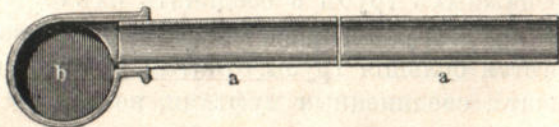
§ 85. По таблицамъ Dünkelberg'a для дренажныхъ трубъ въ 30 см при паденіи 1:1000—проходитъ 29,953 литр. въ 1 секунду.

Отсюда слѣдуетъ, что средняя линія собирательной трубы съ $30 - 8 = 22$ см на длину рва въ 34 м имѣетъ паденіе въ 6,47 : 100 м. При уклонѣ въ 6 : 1000 трубы діаметромъ 21 см проводятъ около 29,671 литр. а паденіе собирательной дрены = $21 - 8 = 13$ см или 3,8 : 10.0 При паденіи 4 : 1000 и при діамтр. 21 см дрены пропускаютъ 24,230 литр. въ 1 секунду.

Принимая во вниманіе, что собирательная дрена должна быть всегда наполненной, достаточно собир. трубъ дать при устьѣ въ свѣту 21—22 см.

Соединеніе всасывающей трубы *aa* съ собирательной *b* происходитъ при помощи отростка. Вовсе нѣтъ надобности, чтобы это соединеніе и муфты собиратель-

Фиг. 10.

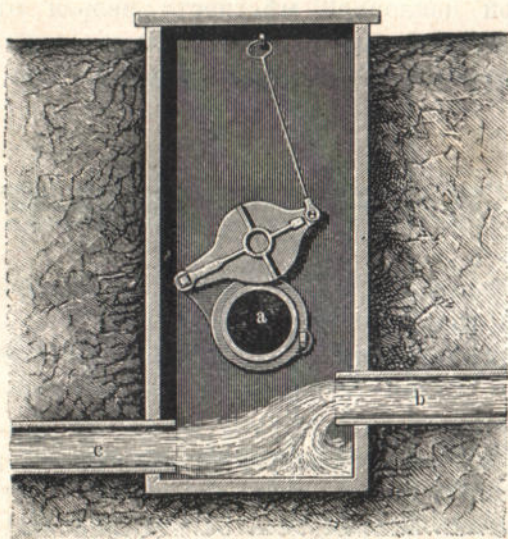


ной трубы были водонепроницаемы; достаточно свободно обернуть концы трубъ пеньковымъ жгутомъ, чтобы затруднить прониканіе частицъ земли, въ то время

какъ чистая вода будетъ просачиваться каплями. Такъ какъ нѣтъ возможности вполне избѣжать проникновенія частицъ земли въ трубы, то эти отложенія въ нихъ устраняются промывкой трубъ.

Это происходитъ тогда, когда конецъ собирательной трубы помѣщается въ желѣзный колодець, гдѣ къ устью трубы придѣлана то запирающая, то отпирающая задвижка, которая клинообразною поверхностью дѣлаетъ возможнымъ плотное запиранье, какъ указано на ф. 11.

Фиг. 11.



Это устройство представляетъ ту выгоду, что задвижка запирается при началѣ фильтраціи, пока сточная вода не напитаетъ до того сухую почву, чѣмъ вызывается равномерное смачиваніе, при которомъ даже малыя частицы земли остаются неподвижными. Какъ только задвижка открывается, то надземный

прудъ опорожняется съ большою скоростью, и образуется какъ бы насосный аппаратъ, который способствуетъ затѣмъ фильтраціи съ большою силою.

Каждый фильтръ отдѣляется отъ нижележащаго бетонною стѣною съ горизонтальнымъ хребтомъ, который опускается въ почву на 1 м и къ которому примыкаетъ вышеупомянутая шахта (колодець) у устья собирательной трубы.

Высота этой стѣны зависитъ отъ уровня фильтра и превышаетъ послѣдній (уровень) на 10 см.

Если фильтръ переполняется, наприм., ночью, то излишекъ сточной или дождевой воды стекаетъ равномерными слоями черезъ верхъ стѣны въ нижележащій бассейнъ; при наклонной мѣстности нельзя этого избѣжать, и наиболѣе предпочтительно, если отдѣльные фильтрующие участки расположены ниже этажами.

d) Расположеніе фильтрующихъ участковъ.

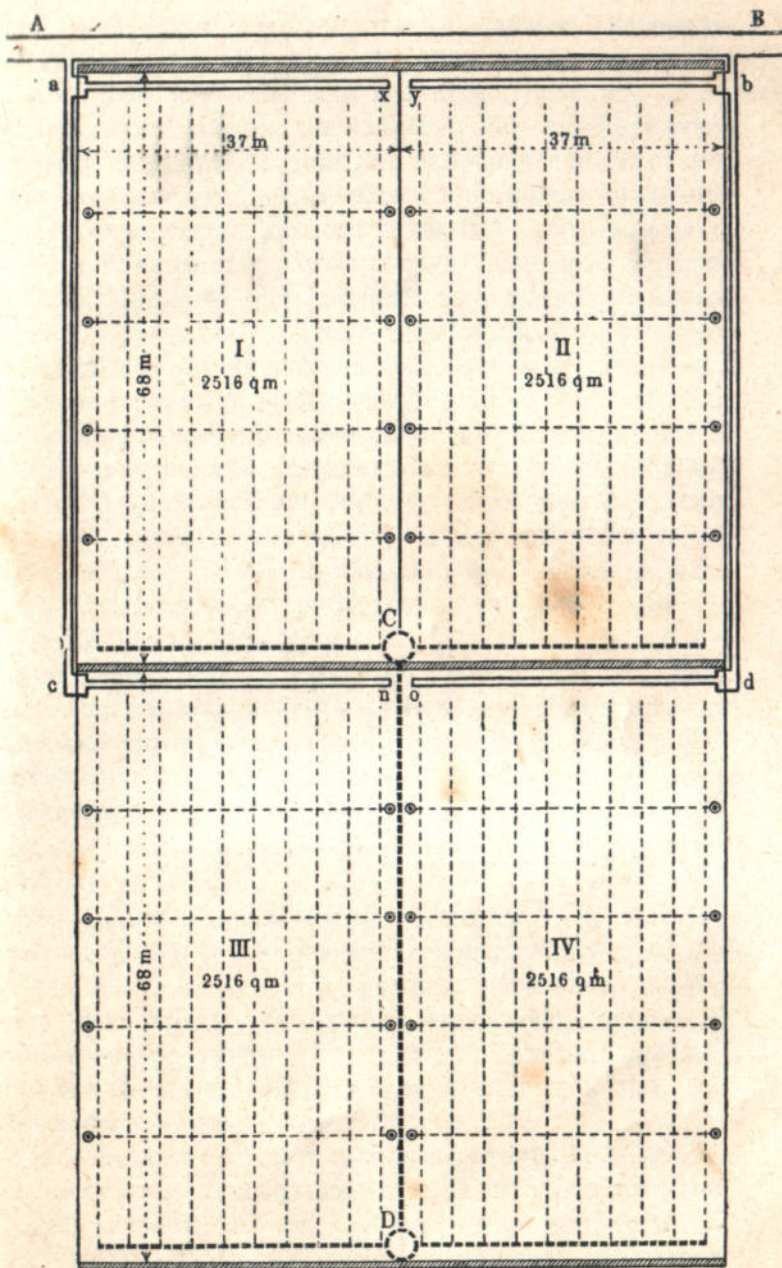
§ 86. Рекомендуются мѣстность фильтрующую раздѣлить на участки величиною въ 1 га.

Въ послѣдующемъ планѣ (расположенія) ф. 12 АВ указываетъ общій (главный) проводъ сточной воды, который подаетъ на 1 га. 1000 куб. м. въ 24 ч. или въ 1 сек. 0,102 куб. м. (102 литра) и положеніе котораго должно доминировать надъ всѣми фильтрами По таблицамъ Kutter'a каналъ АВ пропускаетъ 106 литровъ въ 1 секунду, при полуторномъ заложении при треніи = 0,030 м, при паденіи 0,4 : 1000 при шир. подошвы 0,60 и глубинѣ 0,4 м.

Если каналъ исполненъ въ каменной кладкѣ или въ бетонѣ, то размѣры измѣняются; треніе измѣняется въ 0,025, и является возможнымъ заботливое содержаніе его въ чистотѣ при болѣе значительной глубинѣ воды.

Изъ провода при А и В отвѣтвляются въ $\frac{2}{3}$ открытыя изъ цемента трубы, которыя впадаютъ въ цементные ящики а, b, с и d, изъ которыхъ вода подь давле-

Фиг. 12.



ніемъ идетъ въ горизонтальныя каналы, которыхъ нижніе края лежатъ горизонтально, а вода распределяется прямо по земляному фильтру.

Для регулированія вытекающей изъ ящиковъ воды служатъ водосливы, которые по надобности могутъ быть повышены или понижены, такъ что возможно опытнымъ путемъ опредѣлить притокъ воды изъ 4-хъ ящиковъ.

Распредѣляющія каналы суть плоскія коробки (Schale) шириною при началѣ 0,75 м, а въ концѣ 0,50 м; постоянный притокъ изъ ящиковъ обезпечивается ихъ доминирующимъ положеніемъ.

Чтобы помѣшать осадкѣ подъ каналы устраивается каменный фундаментъ на твердомъ не взрытомъ грунтѣ.

Открытая канава должна половину воды, приводимой къ АВ, отвести къ фильтру, а остальное количество отъ 10000 см³. должно идти на дальнѣйшіе фильтры; рядомъ съ 1га находящемся въ работѣ, надо имѣть 2га резервныхъ фильтровъ, для того, чтобы мѣнять ихъ каждые три дня.

Очищенная вода изъ всасыв. и собирательной дрены попадаетъ въ колодцы С и D изъ глиняныхъ или цементныхъ трубъ, а затѣмъ въ отводный каналъ или общественныя воды.

Участокъ I и II доставляетъ въ 24 ч. въ колодець С 5000 м³ или въ секунду 57 литровъ, которая отводится къ D.

Объ собирательныя дрены, имѣющія у устья 21 см., лежатъ подъ поверхностью фильтра на глубинѣ 1,20 м. + 0,21. м. = 1,41 м. и не должны образовать возвышенія надъ этимъ горизонтомъ. Этого можно избѣжать, если отводныя трубы CD съ ихъ верхними частями расположить на глубинѣ 1,45 м. и если ихъ діаметръ достоточно великъ.

По даннымъ „Hütte“, закрытая труба $d = 35$ см. при $V = 0,60$ м. проводитъ воды 57,787 литр. въ 1 сек.

Для скорости 0,6 м. достаточно паденіе 0,50 м., такъ что конецъ (устье) трубы у D будетъ на глубинѣ 1,45 + 0,50 м. = 1,95 м. ниже поверхности фильтра.

Изъ этой высоты расположенія отводныхъ трубъ слѣдуетъ, что при горизонтальныхъ участкахъ, слѣдующихъ одинъ за другимъ, нельзя располагать болѣе, чѣмъ 2 ряда фильтрующихъ бассейновъ, ибо водостоки будутъ слишкомъ глубоко расположены, и труднѣе достигнуть предѣла отвода воды.

Гораздо благоприятнѣе тотъ случай, когда уклонъ мѣстности имѣетъ вышесказанную величину и когда фильтрующіе бассейны расположены на соответствующихъ уступахъ, что позволяетъ уменьшить глубину колодцевъ, которые должны нѣсколько возвыситься надъ фильтрами, чтобы въ нихъ не попадала загрязненная вода. Самыя шахты цилиндрической формы будутъ прилегать къ окружающимъ стѣнамъ фильтрующихъ бассейновъ и построены изъ бетона, получаютъ внутри подъемный приборъ и чугунную крышку.

Поперекъ расположены *воздушныя дрены* непосредственно надъ всасывающими дренами; концы ихъ выходятъ къ краямъ фильтра и выведены вверхъ и окружены малыми валиками, чтобы въ нихъ не попадала вода. Онѣ назначены для проведенія кислорода воздуха, облегчающаго окисленіе органическихъ веществъ, когда фильтръ стоитъ безъ воды. Такимъ образомъ фильтръ устраивается въ общемъ просто и удобно, и не требуетъ особо дорогого ремонта.

е) Послѣдовательность работъ.

§ 87. Если извѣстный участокъ по условіямъ высоты положенія и свойства почвы раздѣленъ на фильтрующіе бассейны, какъ было указано и на основаніи нивелировки установлены возведеніе бетонныхъ стѣнъ и отводныхъ колодцевъ, то тогда приступаютъ къ горизонтальной планировкѣ и уже послѣ этого къ выполненію дренажа.

Прежде всего укладываютъ собирательныя дрены и затѣмъ соединяющіяся съ ними всасывающія дрены.

При маломъ взаимномъ удаленіи послѣднихъ въ 4 м. отрываютъ рвы послѣдовательно одинъ за другимъ, иначе было бы затруднительно выбрасывать землю.

Подшвы рововъ при началѣ и концѣ опредѣляются нивелировкой, при чемъ тщательно выравниваются всѣ неровности до паденія въ 0,10 м. при проложеніи трубъ. Если всасыв. трубы должны быть уложены въ мелкій песокъ, то, чтобы воспрепятствовать прониканію тончайшихъ частицъ земли, нужно рвы въ песчаномъ ложѣ устраивать глубже. При общей длинѣ всасывающей дрены въ 65 м. размѣры ихъ мѣняются 5 разъ, на каждыхъ 13 м. длины. Для правильной установки всасывающаго дренажа необходимо установить подходящія трубы, которыя должны имѣть послѣ обжига надлежащія размѣры въ свѣту; всѣ трубы меньшаго размѣра и погнутыя—отбрасываются. Послѣ укладки всасывающаго дренажа, прокладываются поперекъ надъ нимъ въ разстояніи 16 м. между трубами воздушныя дрены, выведенныя нѣсколько выше поверхности фильтра для безопасности отъ загрязненія. Устья ихъ могутъ быть закрыты опрокинутыми цвѣточными горшками. При притокѣ воды онѣ облегчаютъ удаленіе воздуха изъ почвы, ея смачиваніе и фильтрацію, а при осушкѣ фильтра способствуютъ прониканію О воздуха, необходимаго для окисленія органическихъ веществъ и въ тоже время осушкѣ фальтра. Если даже воздушныя трубы наполнятся водою, то онѣ легко опорожняются всасывающими ниже лежащими дренами, а затѣмъ способствуютъ сильному всасыванію воздуха.

Послѣ установки всасывающаго дренажа, какъ описано выше, онѣ соединяются съ собирательными и послѣднія сводятся въ колодцы.

Нельзя этой работы предоставить подрядчику, а требуется возложить отвѣтственность за точность укладки на надзирающаго за работами. Только при этихъ условіяхъ можно рассчитывать на продолжительное и правильное дѣйствіе фильтра. Въ концѣ установки является устройство главнаго прохода воды, распредѣ-

лительныхъ ящиковъ, проложеніе цементныхъ канавъ, изъ которыхъ начинается фильтрація.

Невозможно при значительныхъ насыпяхъ и выемкахъ избѣжать неравномѣрной осадки, что надо имѣть въ виду.

Опыты въ Эссенѣ показали, что при мелкозернистой почвѣ и во взрытой землѣ дренажныхъ рововъ сточныя воды даютъ быструю осадку.

Для каковой цѣли оставляютъ надъ дренами землю въ видѣ свода, чтобы заставить воду проходить по обѣ стороны и опускаться медленнѣе къ дренамъ. При этомъ площадь выглядит слегка волнообразной, вода распредѣляется равномѣрнѣе, подвергается дольше очищающему дѣйствию почвы и существенно не вліяетъ на всасываніе (въ 1 сутки) въ размѣрѣ 10000 куб. м. на 1га.

Изъ всего предыдущаго слѣдуетъ, что такой порядокъ въ исполненіи простъ и не дорогъ, и требуетъ тщательнаго исполненія, чтобы обезпечить продолжительность дѣйствія и удешевить содержаніе.

4. Присмотръ и пользованіе устройствомъ.

Первый впускъ сточныхъ водъ въ фильтрующіе бассейны долженъ быть медленный и періодическій: должно впускать столько воды, сколько требуется для увлаженія почвы. Это должно происходить единовременно на I и II рядомъ лежащихъ бассейнахъ. Послѣ постепеннаго увлаженія въ надлежащихъ колодцахъ должны быть открыты вентили (тогда, когда кончится насыщеніе почвы и наполненіе дренъ), что легко видѣть по поверхности фильтра,—послѣ чего подземный колодезь быстро опорожняется.

Послѣ этого точно такимъ же образомъ наводняютъ бассейны III и IV, послѣ чего фильтрація переходитъ опять на уч. I и II, а затѣмъ на III и IV. Такимъ-то

родомъ поступаютъ, если періодически покоющійся фильтръ вводятъ въ дѣло черезъ 48 часовъ.

Даже при тщательномъ выравниваніи земли неизбежна неравномѣрная осадка фильтра-участка, что при болѣе продолжительномъ увлажненіи и большихъ рвахъ еще болѣе замѣтно. Осѣвшія мѣста отмѣчаются, и во время бездѣйствія участковъ ихъ подсыпаютъ запасною землею съ резервовъ или съ дороги въ 4—5 м., окружающей каждый гектаръ и которая можетъ быть распределена тачками по катальнымъ доскамъ.

Всякое отклоненіе отъ горизонтальной плоскости имѣетъ послѣдствіемъ неравномѣрное распределеніе воды и обремененіе отдѣльныхъ линій дренъ, что нарушаетъ и мѣшаетъ нормальной фильтраціи. Проходитъ нѣсколько дней, пока на 1ha будетъ правильно фильтроваться 10000 cbm. Само собою разумѣется, что послѣ смачиванія, необходимо держать *запоры* колодцевъ открытыми. Послѣ этого участокъ долженъ содержаться безъ полива, а за симъ фильтрація производится на 2 и 3 гектарѣ.

Разгруженные фильтры должны періодически осушаться, чтобы въ поры проникали O и тепло, способствующіе полезной работѣ бактерій въ верхнихъ слояхъ почвы, чтобы поддерживать разложеніе отложенныхъ органическихъ веществъ и ихъ дезинфекцію. Окончаніе фильтраціи и обводненіе лучше всего производить раннимъ утромъ или въ сумеркахъ.

Естественнымъ послѣдствіемъ фильтраціи большихъ массъ сточныхъ водъ является отложеніе взвѣшенныхъ органическихъ и неорганическихъ веществъ. Можно опасаться ослабленія дѣйствія фильтра, что зависитъ отъ рода загрязненія сточной воды, особенно глинистыхъ въ ней частей; песчанистыя части уличной грязи совершенно для фильтраціи безвредны.

Изъ предыдущихъ анализовъ сточныхъ водъ не замѣчено вредныхъ примѣсей въ сточныхъ городскихъ водахъ, а тамъ, гдѣ это было бы замѣчено, необходимо

для устраненія ихъ воды эти вводить предварительно въ плоскіе бассейны до фильтраціи.

Нормальныя отложенія будутъ въ данномъ случаѣ менѣ вредными, ибо остаются на мѣстѣ; предвидится, что всякій фильтръ отъ времени будетъ перекапываться, чтобы перемѣщать осадки съ ниже лежащихъ слоевъ, а также взрыть верхній слой. Если бы было замѣчено съ году на годъ уменьшеніе пропускной способности фильтра съ 10000 куб. м. на 9000, потомъ на 8000, то это легко уравнивать увеличеніемъ фильтра и все же по сравненію съ полями орошенія они будутъ представлять извѣстный максимумъ выгодъ.

Естественно, что постоянныя отложенія неорганическихъ веществъ уменьшаютъ значенія фильтра, что только замѣтно въ большіе промежутки времени. Этому можно помочь снятіемъ верхняго слоя почвы, ибо онъ представляетъ весьма цѣнное удобреніе и можетъ быть использованъ въ окрестностяхъ городовъ.

§. 88. Серіозенъ упрекъ, что де не можетъ быть допущено пользованіе фильтрами для сельско-хозяйственнаго или огороднаго назначенія, ибо таковой остается свободнымъ только короткое время.

Этому можно однако помочь увеличеніемъ поверхности фильтра, такъ чтобы 2ha во все время произрастанія сдѣлать доходными подъ зелень, ибо подобный оборотъ требуетъ незначительнаго увеличенія поверхности фильтровъ и при значительномъ очистительномъ дѣйствіи приноситъ нѣкоторый процентъ на затраченный капиталъ.

При періодическомъ пользованіи культурами лѣтней зелени, исполинскаго маиса, овса, исключая всѣ растенія съ глубокими корнями, могущими засорить дрены, таковыя фильтраціонныя поля будутъ требоваться, и хорошо за нихъ будутъ оплачиваться, ибо они при незначительныхъ затратахъ даютъ необыкновенные сборы (жатвы).

Къ присмотру надъ устройствомъ фильтровъ относится также контроль надъ количествомъ воды, которая проводится на земляной фильтръ и его отдѣленія, чтобы

таковые не были перегружены и чтобы своевременно перевести воду на другой фильтр. Къ насосу придѣляется счетчикъ, показывающій $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ гектолитра. Надзиратель надъ фильтрами долженъ быть въ телефонномъ сообщеніи съ машинистомъ.

Напротивъ, если сточная вода достигаетъ фильтровъ самотекомъ, то измѣрительный приборъ устраивается на главномъ проводѣ. Необходимо вести реестръ состоянію воды, чтобы знать, когда увеличить или уменьшить поверхность фильтра.

Такимъ образомъ правильное функціонированіе фильтра зависитъ отъ вниманія, усердія и добросовѣстности надзирателя. Необходимо, чтобы надзиратели жили на фильтраціонномъ полѣ для наблюденія за нимъ во всякое время дня и ночи, а постороннимъ ходъ воспрещать.

§ 89. Слѣдуетъ разъяснить еще вліяніе зимнихъ холодовъ и выпадающаго снѣга на дѣйствіе фильтра и устранить предразсудокъ, какъ будто бы послѣдніе вредны. При поляхъ орошенія и постоянныхъ лугахъ, какъ извѣстно, холода не составляютъ серіознаго препятствія; надо не проглядѣть, что t^0 канализаціонныхъ водъ значительно выше t^0 воздуха, особенно, если въ фабричныя воды попадаетъ вода изъ паровыхъ машинъ.

О фильтраціи тоже имѣются свѣдѣнія изъ Сѣв. Америки, гдѣ имѣются фильтры для большихъ и малыхъ городовъ. Согласно Ronna въ Атл. Сити темпер. въ 1893 г. колебалась въ январѣ отъ 7 до 12° Ц. (ниже нуля) и мѣсяць этотъ оказался наиболѣе благопріятнымъ для фильтраціи.

Опытный надзиратель въ большіе холода долженъ выпускать воду на фильтры, увеличивая ихъ сильно въ исключительныхъ случаяхъ во избѣжаніе сильнаго охлажденія воды.

Не надо допускать на фильтрахъ накопленіе снѣга толстыми слоями, растопля таковой своевременнымъ выпускомъ воды на фильтръ. Легкое выпаданіе снѣга напротивъ благопріятно при холодахъ, такъ какъ при

ихъ продолжительности снѣгъ, способствуетъ предохраненію фильтра отъ промерзанія.

Въ 3. Германіи нельзя всего этого опасаться и фильтраціонныя работы здѣсь не нарушаются, коль скоро имѣются свѣдущіе рабочіе. Это тѣмъ легче достижимо, чѣмъ проще самое устройство, чѣмъ менѣе искусственно и сложно приведеніе и отводъ воды, чѣмъ благопріятнѣе расположеніе пользуемыхъ участковъ и профилей поверхностей его.

Гдѣ нѣтъ этихъ благопріятныхъ обстоятельствъ, необходимо устраивать смѣшанную систему полей орошенія и фильтраціи, при чемъ для орошенія назначаются болѣе наклонныя, а для фильтраціи болѣе горизонтальныя участки. Гдѣ по необходимости преобладаетъ оросительное поле, требуется большая удобная площадь и остается преимущество фильтровать воду на сравнительно незначительной поверхности.

Отсюда слѣдуетъ правило, выбирать поле такъ, чтобы оба поля—оросительное и фильтрующее почти не отличались по величинѣ, если они должны замѣнять одно другое.

При этихъ условіяхъ хорошо, если вода сначала попадаетъ на фильтръ и оставляетъ тамъ взвѣшенные вещества ускореннымъ образомъ, если даже фильтруется менѣе совершенно, затѣмъ опускается и еще служитъ затѣмъ для орошенія полей и уже здѣсь подвергается окончательной очисткѣ.

Можно предложить и обратное распредѣленіе полей и также обезпечить весьма благопріятные результаты. Это уже дѣло техника, составляющаго планъ и исполняющаго проэктъ, все сообразить такъ, чтобы при наиболѣе простомъ устройствѣ и наименьшихъ затратахъ придти къ наилучшему результату. Но это тѣмъ труднѣе исполнимо, чѣмъ больше перевалка земли; а это приводитъ къ тому соображенію, что нужно умѣть выбрать хорошо мѣстность, а за симъ ее хорошо использовать и тогда уже составить соотвѣтственный планъ постройки согласно конфигураціи мѣстности.

5. Основанія для расчета стоимости устройства.

а) Приобрѣтеніе полей (для фильтраціи).

§ 90. Цѣны ихъ смотря по мѣстности весьма различны, чтобы можно было дать какія-либо нормы, и нельзя сказать, чтобы эта сумма особенно отягчала все предпріятіе, какъ это имѣетъ мѣсто въ оросительныхъ поляхъ.

Гораздо важнѣе цѣны поля для цѣлей фильтраціи свойства почвы и положеніе онаго по отношенію къ городу, а также положеніе устьевъ каналовъ относительно послѣдняго, или особенныя свойства почвы, способствующія нормальной очисткѣ сточныхъ водъ и ея способность къ принятію большихъ массъ воды.

Въ этомъ вся сущность вопроса при выборѣ поля (подъ фильтры) и тутъ не имѣетъ большого значенія то, насколько удалено поле и стоимость его.

Однако нельзя заходить въ стоимости фильтрац. полей слишкомъ далеко, ибо рядомъ съ фильтраціей существуютъ поля орошенія, дающія хорошіе результаты въ смыслѣ очистки сточныхъ водъ, при чемъ всѣ другіе механическіе и химическіе методы (хуже вышеупомянутыхъ) не могутъ быть принимаемы въ соображеніе, какъ слишкомъ отягчающіе городскія правленія и несовершенныя въ гигиеническомъ отношеніи.

Относительно величины полей для оросительныхъ цѣлей можетъ служить примѣромъ Берлинъ. Въ среднемъ потребовалось на 1000 чел. ежедневно 3,728 га оросительнаго поля, а на человекъ въ день приходится по 100 литровъ сточныхъ водъ. Отсюда слѣдуетъ, что на 3,728 га попадаетъ 100000 литровъ (100 куб.м.) или на 1 га = 26824 литра (26,824 куб. м.); тогда какъ нормальной фильтраціей по даннымъ имѣемъ на 1 га 10000 куб. м. въ день (на 1 □ м. — 1 куб. м. = 1000 литр.) или на 1 га = 10000000 литр. въ 24 часа.

Такимъ образомъ, въ Берлинѣ на 1 га оросительнаго поля ежедневно приходится 268 челов.; въ Эссенѣ на 140.000 челов. (потребовалось бы на поля орошенія 500 га), требуется подъ фильтры только 3—4 га и запасныхъ 10 га—въ 24 часа.

Изъ этого сопоставленія стоимости орошенія канализационными водами городовъ, а также ихъ очистки становится яснымъ отягченіе общества и городскихъ управленій ненужными расходами. Поэтому нечего удивляться, что есть стремленіе оставить поля орошенія; всѣ современныя стремленія техники обращены на устройство и улучшение приспособленій, на ускореніе очистки и содержаніе чистоты общественныхъ водъ.

Пробуютъ въ Берлинѣ и другихъ мѣстахъ дренаваньемъ оросительныхъ полей соединить оба метода, но это не достигаетъ цѣли и требуетъ всетаки большихъ поверхностей.

Вмѣсто того, чтобы остановиться на постоянныхъ лугахъ орошенія на сильно наклонной мѣстности, напрасно утруждаютъ себя приспособленіемъ полей орошенія подъ пашни и огороды, причемъ верхній (бантерыльный) слой при перепашкѣ погружается внизъ и смѣшивается съ сырымъ грунтомъ, понижающимъ вслѣдствіе этого удобрительную силу сточныхъ водъ и культивированіе растеній.

Устройство бассейновъ стоячей воды съ дренами въ разстояніи отъ 8—10 м.—не достигаетъ цѣли: они и не фильтры или слабые фильтры безъ надлежащей осушки и провѣтриванія почвы; они и не луга.

Общее заключеніе таково: надо приспособлять все устройство сообразно конфигураціи мѣстности и другимъ обстоятельствамъ. Пользоваться устройствомъ фильтровъ, гдѣ условія почвы, присутствіе склоновъ и подходящихъ площадокъ съ наименьшимъ количествомъ выемокъ и насыпей, — способствуетъ этому, не пренебрегая также сочетаньемъ обѣихъ системъ (орошенія и фильтраціи) при подходящихъ обстоятельствахъ.

в) Определеіе количества канализаціонныхъ водъ.

§ 91. Существуютъ общеупотребительныя опытыя данныя, какъ указано выше, для Берлина и другихъ большихъ городовъ, которые своими водопроводами и канализаціей сплавляютъ всѣ нечистоты. Нужно замѣтить относительно Берлина, что не всѣ фабричныя воды попадаютъ въ каналы, но часть ихъ спускается въ естественныя водныя бассейны. Въ промышленныхъ центрахъ, какъ въ Эссенѣ, гдѣ спускаются воды цеховъ, угольно промывныя, конденсаціонныя отъ машинъ, было бы неумѣстнымъ запрещеніе ограничивать спусканіе водъ, тѣмъ болѣе, что ежедневная потребность не превосходитъ 30000 м³.

Устройство нормальныхъ фильтровъ сдѣлало бы излишнимъ запрещеніе спуска воды; ибо фильтры могутъ отлично обработать (очистить) промышленныя воды отъ угольныхъ примѣсей, а накачиваніе и проведеніе воды по трубамъ на далекія оросит. поля было бы затруднительнымъ для промышленниковъ и вредно для полей орошенія.

Необходимо до устройства фильтровъ опредѣлить количество сточныхъ водъ, принимая во вниманіе примѣрное увеличеніе населенія города, что всегда сводится къ незначительному количеству гектаровъ.

Напротивъ, при устройствѣ отдаленныхъ оросительныхъ полей, уже ради устройства паровыхъ машинъ и насосовъ, приходится уменьшать количества сточныхъ водъ. Малые промышленныя центры, ради гигиеническихъ цѣлей, легко могутъ очищать свои воды при помощи фильтраціи и за симъ вливать ихъ въ общественныя воды.

Перевозка земли для фильтровыхъ участковъ и оросительныхъ полей зависитъ отъ положенія мѣстности поля, такъ что даже самыя общія опредѣленія стоимости невозможны. Расходы могутъ быть уменьшены соотвѣтственнымъ выборомъ участка и надлежащими техническими устройствами.

§ 92.

с) Дренажъ

Фильтрующихъ поверхностей значительно дороже, чѣмъ обработка пахотныхъ полей. Если обработка полей для сельскохозяйственныхъ надобностей стоитъ 200—300 марокъ на 1 ha, то первая, сообразно (стоимости) мѣстныхъ цѣнъ поденной платы, дренажныхъ трубъ, перевозки, надзора, и т. д. составятъ 800—1000 марокъ на 1 ha добавочнаго расхода, такъ какъ необходимо снабдить участокъ особенной конструкціи собирательными дренами, вентилями, точными земляными работами, тщательнымъ надзоромъ.

Вентили (Hütte), которыхъ нужно на 1 ha 4 штуки, стоятъ, при вѣсѣ въ 30 килограммъ—20 марокъ для одной трубы $d=20$ см; для $d=25$ см. — 26,30 марокъ при вѣсѣ 50 килограммъ. Въ Эссенѣ рабочая плата позднею осенью 3,50 мар., а старшій рабочій получаетъ 5 марокъ.

Согласно плана въ § 86, нужно при площади 2516 кв. м. $65 \times 4 = 260$ пог. метровъ всасывающихъ дренай, а для 1 ha 1040 пог. метровъ.

Для земляныхъ работъ (рвовъ), вслѣдствіе точности работъ и высокой поденной платы, требуется (на 1 пог. м. 25—30 пф.) 342 марки. На трубы (длин. 31 м) съ поломкой 3800 шт. Требуется таковыхъ 5 калибровъ отъ 4-см. до 8-см. Тысяча безъ перевозки обходится въ 50 марокъ или все количество въ 190 марокъ. Правильное проложеніе трубъ требуютъ надзирателя (десятника). Проложеніе трубъ въ сыпучемъ пескѣ и ихъ доставка на мѣсто требуетъ особыхъ расходовъ.

Сюда же относится отрывка рвовъ для собирательныхъ дренай $4 \times 36 = 144$ пог. м. Цѣна ихъ и трубы—см. ниже. Пог. метръ рва 50 пф. — на его отрывку и обратную засыпку. Слѣдуетъ ввести зем. работу отрывомъ на соединительныя трубы СД, на колодцы, 4 ящика abcd и для открытыхъ канавъ. Всѣ эти расходы должны быть утроены, считая резервные фильтры.

d) Постройки изъ бетона.

§ 93. Сюда входятъ въ соображеніе и принимается въ расчетъ.

1. Раздѣляющія стѣнки фильтрующихъ бассейновъ, которыхъ на гектаръ нужно 2×148 м. или при высотѣ 0,30 м толщины и 1 м высоты—требуется 44,4 куб. м.: куб. м. бетона, смотря по мѣстнымъ обстоятельствамъ, стоитъ 20—25 марокъ за 1 куб. м.

2. Два цилиндрическихъ колодца (спусковыя шахты) —С и Д на планѣ—которые примыкаютъ къ раздѣлительнымъ стѣнкамъ, требуютъ при діам. 0,70 м и стоим. на метр. высоты 11,50 мар., причеиъ учитывается на пріемъ трубъ 0,30 м.

3. Горизонтальныя распределит. каналы въ видѣ чаши (Schalenform), длиною въ 36 м на $\frac{1}{4}$ гектара, а 4 каналы 144 м. Этому отвѣчаетъ такая форма, которая приводитъ воду кратчайшимъ путемъ.

Если сдѣлать это въ цементъ, то все удорожается устройствомъ необходимыхъ шаблоновъ, такъ что, кажется, лучше это устраивать изъ кирпича и оштукатурить цементомъ.

Если начальная ихъ ширина 0,6 до 0,7 м, то оканчиваются всѣ шириною 0,4—0,5 м, средняя толщины 0,15 м, а ихъ питаніе производится подъ давленіемъ. Колодцы изъ бетона $abcd$ (распределит. ящики) $0,5 \times 0,5$ м, 0,5 м въ свѣту, высотой 1 м, при толщинѣ стѣнокъ 0,30 м. Стоимость ящика 10 марокъ. Въ ящикѣ продѣлывается одно отверстіе для притока и два для стока въ сторону распределительныхъ канавъ и для питанія нижележащаго этажа.

Въ эти отверстія вставляются прямоугольныя желѣзные рамы, для регулированія притока и стока (различною высотой порога.)

Соединеніе ящиковъ а съ с и b съ d:

5. Круговые притоки изъ бетона, которые должны проводить въ секунду 3,215 литровъ.

Закрытыя трубы $d=0,35$ м доставляютъ при скорости 0,05 м въ 1“—4,811 литровъ и стоятъ 4 марки за пог. метр; требуется ихъ $2 \times 68 = 136$ м.

Съ главнымъ проводомъ а и в соединяются такими же притоками и должны проводить $2 \times 3,215 = 6,430$ литровъ въ 1“, для чего достаточно $d=42,50$ см., что при $v=0,05$ м составляетъ 7,093 литра.

5. Соединеніе колодцевъ С и Д закрытою трубою 68 м длиною, какъ расчитано выше въ свѣту 0,35 м и стоимостью 4 марки за 1 пог. м., а въ общемъ 272 марки. Такого же діаметра требуется труба для стока изъ колодца D; длина различная, смотря по мѣстности.

7. цементныя трубы для собирательныхъ трубъ, какъ онѣ ни цѣлесообразны, могутъ быть рекомендованы, въ виду дороговизны формъ, только при значительномъ ихъ количествѣ. Для меньшихъ устройствъ лучше примѣнить трубы немного большаго діаметра. Для первыхъ 8 м — цем. трубы 10 ст стоятъ за 1 м. — 1,05 мар.

или 8	,	8,40 мар.
Слѣд. 15 м. метровъ по	1,45 мар.	23,20 —
— 8 метр. 20 см. по	1,95 мар.	15 60 —
— 4 метр. 22 см. по	2 мар.	8,00 —
		<hr/>
		36 метр. — 55-20 мар.

Кромѣ того необходимы съ 4 до 4 м длины подпоры въ 10, ст. въ свѣту, въ общемъ 9 штукъ (указаны на ф. 10), куда входятъ всасывающія трубы въ 8 ст. діаметромъ.

по 2 марки или	18 мар.
а вмѣстѣ	73,20 мар.

Къ этимъ цементнымъ трубамъ присоединяется желѣзная съ золотниковымъ вентиляемъ (Schiberventil) и входящая въ трубу, соединяющуюся съ спусковымъ колодцемъ, которая стоитъ 20 марокъ. Вслѣд. этого возрастаетъ стоимость собирательныхъ дренъ до 93 мар., а на 1 га—372 марокъ, безъ вспомогат. работъ.

8. Спусквые колодцы С и Д, въ которые входят собиратели при глубинѣ около 2 м и 0,70 діам., съ стѣнками толщ. 0,40 м — стоятъ на 1 пог. м. 11,50 мар.

Установка колодцевъ и ящиковъ и прокладка трубъ, независимо отъ вышеуказанныхъ цѣнъ бетонныхъ работъ, введенныхъ въ поденную плату, требуютъ сверхъ того 70—80 пфен. за часъ работы.

Вслѣдствіе этого на 1 га фильтровъ за бетонныя раб. получается расходъ въ 3000 марокъ (безъ доставки).

Собственно дренажъ (изготовленіе в са сы ва ю щ а го дренажа), такъ какъ собирательныя канализаціонныя трубы были разчитаны выше, обходится на 1 гектаръ фильтрующей поверхности въ 700 до 900 мар. въ зависимости отъ величины поденной рабочей платы, такъ какъ сдѣльной платы нельзя въ данномъ случаѣ совѣтовать.

Если на планированіе и надзоръ положимъ въ общемъ 1000 мар., то 1 гектаръ фильтрующей поверхности, считая уже и стоимость земли, (для очистки 100000 куб. м. въ 24 часа) обойдется круглымъ числомъ въ 6000 мар.; а такъ какъ кромѣ того необходимо еще имѣть 2 гектара запасной площади, то весь затрачиваемый капиталъ составитъ 18000 мар., сумма, которую слѣдуетъ считать очень незначительной по сравненію со стоимостью устройства полей орошенія, ихъ оборудованія, хозяйственныхъ построекъ и инвентаря.

Въ то время какъ завѣдываніе полями орошенія представляетъ дѣло трудное и дорого стоящее, фильтрующія поверхности требуютъ лишь обыкновеннаго надзора и присмотра.

ГЛАВА IV.

§ 94. Очистка заводскихъ сточныхъ водъ.

Очистка заводскихъ сточныхъ водъ до вступленія ихъ въ общественныя воды имѣеть очень важное значеніе для извѣстныхъ заводовъ. Очистка ихъ составляетъ предметъ постоянныхъ заботъ администраціи, для предупрежденія тѣхъ убытковъ, которые причиняютъ неочищенныя сточныя воды постороннимъ лицамъ и даютъ этимъ послѣднимъ поводъ къ возбужденію долго продолжающихся и дорого стоящихъ процессовъ.

Авторъ уже много лѣтъ тому назадъ, по порученію главнаго горнаго Управленія въ Боннѣ, имѣлъ случай подробно заниматься обезвреживаніемъ кислыхъ рудничныхъ водъ въ области Ленне и Руры, которыя, между прочимъ, вредили какъ урожаю луговъ, такъ и разведенію рыбы въ садкахъ; сравнительно простыми средствами удалось достигнуть благопріятныхъ результатовъ.

Въ первомъ случаѣ вопросъ шелъ о большихъ количествахъ рудничныхъ водъ, которыя представляли изъ себя богатый растворъ желѣзнаго купороса и сильно вредили урожаю большихъ луговыхъ пространствъ. Хотя потерпѣвшіе получили отъ рудниковъ значительную сумму въ видѣ вознагражденія, но тѣмъ не менѣе это послѣднее не могло вознаградить всѣхъ прямыхъ и косвенныхъ потерь, понесенныхъ сельскими хозяевами.

Правда, начальникъ горной полиціи предписалъ, чтобы непрерывно днемъ и ночью къ стекающимъ рудничнымъ водамъ прибавлялась гашеная известь, но эта мѣра не достигала желаемой цѣли; жандармы, строго контролировавшіе, помощью реактивовъ, составъ воды, находили въ ней постоянно вредныя вещества, ускользнувшія отъ дѣйствія извести, что влекло за собой тюремное заключеніе для занимавшихся этимъ дѣломъ рабочихъ, которые были, такимъ образомъ, невинной жертвой распоряженій, хотя и правильныхъ въ сущности, но не вполне достигавшихъ своей цѣли.

Непрерывное прибавленіе къ водѣ крупныхъ кусковъ гашеной извести могло быть тѣмъ менѣе достаточнымъ средствомъ, что желѣзный купоросъ способствовалъ образованію труднѣе растворимой въ водѣ гипсовой оболочки вокругъ кусковъ извести и тѣмъ ослаблялъ дѣйствіе послѣдней, такъ что, несмотря на щедрое расходованіе гашеной извести, невозможно было достигнуть разложенія и обезвреженія всего количества раствора желѣзнаго купороса.

Необходимо было поэтому предварительно тщательно развести гашеную известь въ особо-подведенной чистой ключевой водѣ, или, иначе говоря, приготовить сначала известковое молоко, для того чтобы послѣднее, непрерывно притекая къ водѣ, тщательно смѣшивалось съ ней, образовало съ сѣрной кислотой гипсъ и такимъ образомъ способствовало окисленію все еще вреднаго желѣзнаго купороса и переходу его въ безвредный гидратъ окиси желѣза.

При этомъ необходимо было еще, чтобы насыщенный известковымъ молокомъ сточныя воды непрерывно смѣшивались съ атмосфернымъ воздухомъ и его кислородомъ; для достиженія этого примѣнено было весьма простое средство, а именно: въ идущемъ съ сильнымъ уклономъ сточномъ каналѣ устроенъ былъ рядъ небольшихъ каскадовъ изъ свободно наложенныхъ пористыхъ известняковъ, которые замедляли те-

ченіе воды, разбивали ее на много струй и такимъ образомъ способствовали насыщенію ея кислородомъ, и настолько совершенной очисткѣ, что при переходѣ воды въ протекавшій по долину ручей даже самыми сильными реактивами нельзя было уловить въ ней присутствія ни сѣрной кислоты, ни желѣзнаго купорося ¹⁾.

Во второмъ случаѣ для требовавшейся очистки рудничныхъ водъ вопросъ былъ не такъ простъ, такъ какъ сточный каналъ въ Ленне былъ слишкомъ короткій, и устройство преградъ было невозможно, а вмѣстѣ съ тѣмъ въ интересахъ рыбоводства слѣдовало не допускать загрязненія рѣки ѣдкой известью. Съ этой цѣлью устроенъ былъ бассейнъ, въ которомъ могъ осаждаться почти неизбѣжный избытокъ извести; для смѣшенія же стекающей воды съ кислородомъ оказалось необходимымъ устроить градирию изъ терновника, по которой вода стекала наконецъ въ Ленне. На сколько совершенна была при этомъ очистка, можно видѣть изъ того, что мелкая рыба постоянно играла въ мѣстѣ вступленія сточныхъ водъ въ Ленне.

Въ настоящее время авторъ могъ бы легко устранить эту вызванную необходимостью излишнюю трату извести устройствомъ земляныхъ фильтровъ въ сточныхъ каналахъ и значительно упростить все устройство. Достаточно было лишь устроить на поверхности самое большее два расположенныхъ одинъ подъ другимъ слоя хорошо измельченной гашеной

¹⁾ Авторъ и теперь еще съ удовольствіемъ вспоминаетъ радость освобожденныхъ отъ дальнѣйшаго опасенія передъ тюремнымъ заключеніемъ рабочихъ, которые сами заявляли, что безъ устроенной преграды изъ известняковъ очистка не могла бы быть такъ удачной.

Вмѣстѣ съ тѣмъ прекращенъ былъ ущербъ, который прежде терпѣли хозяева, и поддержанъ былъ принципъ, что на обязанности техники и науки лежитъ предупреждать такія явленія для примиренія интересовъ обѣихъ сторонъ и созданія удовлетворительныхъ условий для ихъ дѣятельности.

известии, черезъ которое не могли бы уже пройти неразложенными никакія кислыя соли.

§ 95. Въ третьемъ случаѣ дѣло было въ верхней области рѣки Руръ и вопросъ шелъ объ обогащеніи содержащихъ сѣру цинковыхъ рудъ и объ очисткѣ сточныхъ водъ, которыя, вслѣдствіе содержанія въ нихъ цинковаго купороса, вредно вліяли на расположенные ниже луга. Большіе и дорого стоящіе пруды, устроенные для удержанія осадковъ, оказались недостаточными, чтобы предохранить рѣку отъ попаданія въ нее нераствореннаго цинковаго купороса. И при прибавленіи известковаго молока также не получалось разложеніе сѣрнокислой воды, что замѣчалось, однако, какъ показали опыты въ лабораторіи, при введеніи въ сточныя воды небольшихъ количествъ известковой воды въ томъ видѣ, въ какомъ ею пользуются химики для анализовъ. Непрерывный, но слабый притокъ известковой воды произвелъ то, что къ великому изумленію приглашеннаго сельскими хозяевами эксперта, извѣстнаго спеціалиста по агрономической химіи, сточныя воды не уносили болѣе съ собой въ растворѣ ни малѣйшаго слѣда цинковаго купороса и такимъ образомъ перестали быть вредными для растительности.

И въ этомъ случаѣ устройство несравненно меньшихъ земляныхъ фильтровъ вмѣсто большихъ отстойныхъ бассейновъ могло бы существенно упростить очистку водъ.

Не во всѣхъ однако случаяхъ примѣненіе фильтраціи наряду съ механическими приспособленіями и известии оказывается достаточнымъ для очистки заводскихъ сточныхъ водъ; дѣло въ томъ, что загрязняющія воду примѣси могутъ имѣть самый разнообразный составъ, и потому, прежде чѣмъ принять какія либо мѣры, необходимо тщательно изучить ихъ дѣйствіе, чтобы знать такимъ образомъ, помощью какихъ средствъ можно рассчитывать на успѣшный результатъ.

Всегда, однако, можно будет при помощи соответственных примѣсей воспользоваться данными свойствами почвы и ея способностью поглощать вредныя вещества ¹⁾.

1) Способъ Rothe-Röckner'a очистки городскихъ сточныхъ водъ независимо отъ сложности механическаго устройства требуетъ еще значительнаго расхода ѣдкой извести, которая, не будучи примѣняема сельскими хозяевами для удобренія, скопляется съ теченіемъ времени большими массами въ видѣ загрязненнаго известковаго осадка и является довольно дорого стоящимъ бременемъ для общинъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ гигиенистами установлено, что способъ этотъ недостаточенъ для уничтоженія всѣхъ вредныхъ зародышей и бактерій, между тѣмъ какъ этого можно было бы достигнуть гораздо болѣе простымъ, дешевымъ и дѣйствительнымъ способомъ при помощи обыкновенныхъ земляныхъ фильтровъ и весьма незначительныхъ количествъ извести, если только она не содержится въ самой почвѣ. Многимъ однако импонируютъ сложныя устройства и дорогіе аппараты, требующіе затраты большого капитала и большихъ издержекъ на администрацію, между тѣмъ какъ простое и дешевое средство не примѣняется лишь потому, что оно не поглощаетъ большихъ средствъ и что въ виду его дешевизны обыкновенно заранѣе уже сомнѣваются въ его успѣшности.

ГЛАВА V.

№ 96. Механическія приспособленія для очистки.

Съ того времени какъ проф. Петтенкоферъ въ Мюнхенѣ открылъ и доказалъ постепенное самоочищеніе рѣкъ отъ вредныхъ для здоровья примѣсей на основаніи изслѣдованій обильнаго водой, быстро-текущаго по известковой почвѣ Изара, находящагося, слѣдовательно, при особо благопріятныхъ мѣстныхъ условіяхъ,—администрація стала болѣе склонной разрѣшать спускъ сточныхъ водъ большихъ городовъ въ рѣки, какъ, напр., Рейнъ, подъ тѣмъ однако условіемъ, чтобы предварительно помощью соотвѣтственныхъ приспособленій изъ сточныхъ водъ была выдѣлена и задержана на сушѣ значительная часть загрязняющихъ ихъ примѣсей.

Благопріятное разрѣшеніе этого вопроса имѣетъ между прочимъ важное значеніе для Маннгейма, Вормса, Франкфурта, Майнца, Висбадена, Бонна, Кельна и Дюссельдорфа, и отъ способа устройства и веденія соотвѣтственныхъ очистительныхъ станцій зависитъ, сможетъ ли быть осуществлено, или нѣтъ, намѣреніе администраціи въ достаточной степени освободить рѣку отъ вредныхъ въ гигиеническомъ отношеніи нечистотъ.

Хотя до настоящаго времени этой цѣли вполнѣ удовлетворяли лишь хорошо устроенныя и руководимыя поля орошенія, тѣмъ не менѣе многіе города лишены возможности устроить ихъ въ силу мѣстныхъ

условіи и потому принуждены прибѣгать къ осажде-
нію путемъ отстаиванія суспендированныхъ въ сточ-
ныхъ водахъ минеральныхъ веществъ, и нечистотъ, и
къ другимъ всякаго рода мѣропріятіямъ, изъ коихъ
ни одно по настоящее время не удовлетво-
ряетъ вполне желаемой цѣли, несмотря
на большіе и неоправданные такимъ обра-
зомъ расходы.

Примѣняемый для этой цѣли до настоящаго вре-
мени приемъ, если исключить излюбленный въ отдѣль-
ныхъ случаяхъ способъ прибавленія извести и квас-
цовъ, основанъ на томъ, что помощью непрерывно на-
ходящихся въ движеніи рѣшетокъ и ситъ удаляютъ
сначала болѣе крупныя примѣси, затѣмъ даютъ мед-
ленно (со скоростью 4 до 15 сент. въ сек.) протекать
водѣ по глубокимъ выложеннымъ изъ кладки бассей-
намъ и такимъ образомъ заставляютъ осаждаться и
болѣе мелкія примѣси, которыя періодически выкачи-
ваются.

Смѣшанныя съ известью осажденные изъ воды
массы скопляются здѣсь съ теченіемъ времени безъ
всякой пользы, такъ какъ для удобренія онѣ мало, а
иногда даже и совершенно не пригодны и представ-
ляютъ мертвый балластъ, который и въ гигиеничес-
комъ отношеніи представляется недостаточно-очищен-
нымъ и безвреднымъ.

§ 97. Тамъ, гдѣ это поняли (а къ сожалѣнію это
имѣетъ мѣсто не вездѣ), завѣдующія канализаціей
городскія учрежденія проявляютъ похвальное стремле-
ніе добиться осажденія изъ сточныхъ водъ примѣсей
чисто-механическимъ путемъ, безъ прибавленія какихъ-
бы то ни было веществъ, хотя они при этомъ обречены
работать лишь ощупью и путемъ попытокъ, не имѣя
передъ глазами ни одного удачнаго образца для подра-
жанія.

Слѣдуетъ удивляться терпѣнію и богатству идей,
развиваемыхъ въ этой области инженерами; но они не
могутъ миновать дилеммы, заключающейся или въ

необходимости произвести затраты, которыя даже приблизительно не соотвѣтствуютъ весьма скромному результату, или же въ не устраненіи того существеннаго вреда, который причиняетъ спускъ грязныхъ водъ.

Если ближе ознакомиться съ этимъ простымъ, безъ всякихъ машинныхъ приспособленій, отстаиваніемъ сточныхъ водъ и подойти къ отстойному чану, къ которому медленно притекаетъ вода, то намъ немедленно бросаются въ глаза противныя нечистоты, которыя плаваютъ на поверхности воды и состоятъ главнымъ образомъ изъ гнѣющихъ органическихъ веществъ, которыя выталкиваются на поверхность развивающимися въ резервуарѣ газами, въ особенности болотнымъ, и распространяютъ въ воздухъ сильный запахъ. Еще болѣе сильно это даетъ себя чувствовать, когда прекращается притокъ сточныхъ водъ въ резервуаръ, и осѣвшія на днѣ минеральныя вещества вмѣстѣ съ органическими остатками выбираютъ изъ резервуара и раскладываютъ на землѣ для сушки и для дальнѣйшей обработки для удобреній (для чего они вполне пригодны безъ всякихъ химическихъ примѣсей). Распространяющійся при этомъ запахъ настолько силенъ, что онъ долженъ причинить самыя непріятныя ощущенія даже привычнымъ носамъ.

Но теперь начинается процессъ сушки осажденной грязи. Тщетно дѣлались попытки устроить различнѣйшаго рода приспособленія для отцѣживанія влаги; такимъ образомъ инженеръ сталкивается тутъ съ довольно неутѣшительной задачей или испытывать свое терпѣніе, или придумывать все новыя и новыя приспособленія, чтобы извлечь изъ осажденныхъ примѣсей излишекъ воды и сдѣлать ихъ настолько густыми, чтобы ихъ можно было отвести на поля; дѣло въ томъ, что значительное количество перегноя, содержащагося въ осажденной массѣ, сильно удерживаетъ воду, въ особенности когда послѣдняя постоянно пополняется вслѣдствіе дождливой погоды.

Лишь только фильтрующій слой на днѣ сушильных бассейновъ засорится, начинается противная и недопустимая по гигиеническимъ соображеніямъ работа; рабочіе теперь должны снова вычерпать не освобожденную отъ воды грязь, очистить резервуаръ и снова начать Сизифову работу сушки, хотя и въ измѣненной, но ненавѣрно успѣшной формѣ.

Краснорѣчивымъ примѣромъ здѣсь можетъ служить между прочимъ упомянутый на стр. 69 (примѣч.) небольшой коксовый фильтръ города Эссена. Но и въ болѣе крупныхъ такого рода устройствахъ, совершенно не допустимыхъ съ точки зрѣнія гигиены, также, къ сожалѣнію, нѣтъ недостатка.

Нѣтъ сомнѣнія, что пористый уголь можетъ производить сильное дезинфецирующее дѣйствіе на разведенную загрязненную воду; но мелкія и болѣе крупныя поры кокса тотчасъ же закупориваются, и фильтръ послѣ сравнительно кратковременной работы долженъ быть снова разобранъ и замѣненъ новымъ матеріаломъ, между тѣмъ загрязненный фильтрующій матеріалъ не можетъ быть ни на что примѣненъ и представляетъ всегда вредный въ гигиеническомъ отношеніи балластъ.

Совершенно непонятно, какъ администрація могла допустить вышеуказанные методы и считать ихъ разрѣшеніемъ важнаго вопроса о возможности спуска предварительнымъ отстаиваніемъ очищенныхъ грязныхъ водъ въ большія рѣки; правда, она не имѣетъ возможности производить дѣйствительный контроль степени чистоты спускаемыхъ водъ, а также и помѣшать городамъ отводить въ Рейнъ и совершенно неочищенные воды, къ чему они періодически лишь могутъ быть принуждаемы какой либо крайней необходимостью.

§ 98 Отстаиваніе сточныхъ водъ противорѣчитъ какъ разъ общепризнанному основному правилу гигиены, что сильное разбавленіе водой нечистотъ можетъ ихъ сдѣлать менѣе вред-

ными, и — потому энергичная поливка улицъ и каналовъ и быстрый сплавъ нечистотъ являются лучшимъ средствомъ для охраненія здоровья людей. Въ виду этого города должны затрачивать значительныя суммы на устройство хорошаго водоснабженія для санитарныхъ цѣлей.

Въ полную противоположность этому мы сталкиваемся въ принципѣ концентрировать эти воды, путемъ отстаиванія; стекающія въ разбавленномъ видѣ нечистоты и собранныя въ отстойные бассейны искусственно увеличиваютъ ихъ вредное вліяніе!

Слѣдовало бы наконецъ окончательно уяснить себѣ, что признанное всѣми полезное дѣйствіе полей орошенія заключается въ томъ, что разбавленныя сточныя воды приходятъ въ непосредственное соприкосновеніе съ большими поверхностями земли и что вообще нѣтъ болѣе простаго и болѣе дѣйствительнаго дезинфекцирующаго средства, чѣмъ самая почва.

Почему же вслѣдствіе этого не воспользоваться аналогичнымъ путемъ этой надежно-дѣйствующей средой и для очистки сточныхъ водъ передъ впускомъ ихъ въ общественныя воды и не обезвреживать въ цѣляхъ гигиены суспендированныя нечистоты фильтраціей ихъ черезъ почву, а находящіяся въ растворѣ вредныя вещества помощью мѣстнаго соприкосновенія ихъ съ дренированной почвой, т. е. безъ устройства полей орошенія?!

Возможность подобной очистки была указана выше, и если бы городскія управленія, прежде чѣмъ затратить сотни тысячъ рублей на устройство неудовлетворительно дѣйствующихъ и даже вредныхъ отстойныхъ бассейновъ, пожелали хоть незначительную долю этихъ расходовъ ассигновать на надлежащее устройство опытовъ съ фильтраціей черезъ почву, то они съ небольшими затратами достигли бы другихъ и гораздо лучшихъ результатовъ, чѣмъ это, къ сожалѣнію, было и могло быть до настоящаго времени.

§ 99. Въмѣсто этого различные рейнскіе города заняты проектированіемъ крайне сложныхъ и дорогихъ устройствъ для очистки сточныхъ водъ, и администраціи приходится испытывать ихъ пригодность или отвергать ихъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ и брать на себя за это отвѣтственность, или же предлагать лучшую систему, даже въ томъ случаѣ, если важное значеніе этихъ рѣшеній окажется лишь впоследствии.

Если поближе изслѣдовать проекты такихъ нерѣдко сложныхъ устройствъ для очистки сточныхъ водъ, то, какъ оказывается, они все состоятъ изъ цѣлаго ряда механическихъ приспособленій, какъ то устройствъ для задерживанія: рѣшетокъ и ситъ, бассейновъ для отстаиванія, землечерпательныхъ машинъ, насосовъ, и т. д.; какъ пріобрѣтеніе, такъ въ особенности содержаніе этихъ приспособленій обходится весьма дорого; при этомъ съ теченіемъ времени приборы эти накапливаютъ цѣлыя массы грязевыхъ остатковъ, для удаленія которыхъ нѣтъ другого средства, какъ сплавленіе ихъ рѣкой во время половодья, такъ что очистка здѣсь получается лишь временная и не совершенная.

Какую пользу вообще могутъ принести въ смыслѣ улучшенія санитарныхъ условій лишь механически дѣйствующія приспособленія для очистки сточныхъ водъ, если они задерживаютъ лишь болѣе крупныя минеральныя вещества, а гораздо болѣе вредныя органическія примѣси, содержащіяся въ сточныхъ видахъ, измельчаются и въ видѣ мелкихъ незамѣтныхъ частицъ, попадаютъ въ общественныя воды, гдѣ онѣ на извѣстномъ протяженіи не теряютъ своихъ вредныхъ свойствъ.

При механической очисткѣ особенное вниманіе обращается на задержанія песку, хотя послѣдній самъ по себѣ совершенно безвреденъ и иногда притекаетъ совершенно не въ такихъ значительныхъ количествахъ, чтобы онъ могъ препятствовать нормальной фильтраціи черезъ почву. Напротивъ того, песокъ увеличиваетъ постепенно фильтрующій слой почвы, черезъ ко-

торый сточныя воды стекають къ дренажнымъ трубамъ и такимъ образомъ дезинфицируются.

Совершенно непонятно поэтому, почему главнымъ назначеніемъ городскихъ очистительныхъ станцій, обходящихся въ сотни тысячъ, все еще считаютъ задерживаніе песку и болѣе мелкихъ менеральныхъ примѣсей, и обзаводятся сложными приспособленіями для задерживанія балласта, удаленіе котораго требуетъ новыхъ текущихъ расходовъ.

Но если кромѣ того механическая очистка оказывается не только бесполезной но и совершенно недостаточной для удаленія и въ особенности для дѣйствительной дезинфекціи всѣхъ органическихъ примѣсей, но даже и вредной вслѣдствіе измелченія этихъ послѣднихъ, такъ что для выдѣленія органическихъ веществъ приходится въ концѣ все таки прибѣгнуть къ устройству какихъ либо искусственныхъ фильтровъ, то, очевидно, не понятно, почему бы это вторичное устройство не поставить на первомъ планѣ и соединить въ одинъ процессъ съ механической очисткой, чему простой и хорошій примѣръ представляетъ нормальная фильтрація черезъ почву.

Издавна производившіяся испытанія съ искусственными методами фильтраціи—напомнимъ хотя бы о коксовомъ фильтрѣ (стр. 69) никогда не производились въ значительныхъ размѣрахъ настолько обстоятельно, чтобы при требуемой въ данномъ случаѣ предусмотрительности можно было рекомендовать городскимъ управленіямъ устроить такого рода конструкціи. Напротивъ того, изъ гигиеническихъ и финансовыхъ соображеній слѣдуетъ именно предостерегать отъ подобныхъ рискованныхъ конструкцій. Если гигиена должна, наконецъ, обратить вниманіе на то, чтобы въ рѣки не попадали бактеріи тифа и холеры, и потому во время подобныхъ эпидемій вполне справедливо обращается строжайшее вниманіе на дезинфекцію сточныхъ водъ, то этой послѣдней можно вѣдь съ увѣренностью достигнуть при помощи нормальной фильтраціи черезъ почву,

такъ какъ ее очень легко улучшить еще тѣмъ, что на поверхность земляного фильтра періодически кладутъ сильно-окисленную торфяную солому, какъ это показали изслѣдованія нѣмецкаго сельско хозяйственнаго общества.

Слѣдуетъ поэтому настоятельно совѣтовать городскимъ управленіямъ отказаться отъ искусственныхъ и дорого стоящихъ приспособленій и немедленно перейти къ фильтрованію черезъ почву сточныхъ водъ, которое дастъ самую простую, дешевую и надежную очистку, обезпечиваетъ неограниченную продолжительность дѣйствія, и, что особенно важно, устраняетъ скопленія гигиенически вредныхъ массъ, и отличается какъ простотою конструкціей, такъ и дешевизной устройства и содержанія.

Вѣдь на берегахъ Рейна нѣтъ недостатка въ песчаномъ, проницаемомъ грунтѣ, особенно пригодномъ для фильтраціи и дезинфекціи, а требующаяся для этого площадь даже для очень большихъ городовъ настолько незначительна, что не представляетъ ни малѣйшихъ затрудненій очень большія массы сточныхъ водъ непрерывно распредѣлять и очищать на сравнительно небольшихъ площадяхъ.

Для этой же цѣли могутъ прекрасно служить между прочимъ послѣ устройства простыхъ приспособленій и острова на Рейнѣ, какъ, напр. при Маннгеймѣ, Майнцѣ и Бибрихѣ.

§ 100. Такъ, напр., городъ Висбаденъ намѣревается устроить съ большими затратами станцію для очистки сточныхъ водъ въ Ретбергской долинѣ при Бибрихѣ, между тѣмъ какъ тамъ можно было бы съ гораздо меньшими издержками устроить фильтрованіе черезъ почву, которое удовлетворяло бы всеѣмъ требованіямъ, и, такимъ образомъ, устранить все затрудненія, которыя неразрывно связаны съ устройствомъ очистительной станціи, подлежащей въ настоящее время утвержденію правительства.

Для устранения какихъ-бы то ни было сомнѣній можно было бы сдѣлать въ небольшихъ размѣрахъ опытъ. При среднемъ стока въ 250 литр. въ секунду, вопросъ идетъ лишь объ очисткѣ 21600 куб. м. сточныхъ водъ въ 24 часа, для чего, не считая запасныхъ площадей, вполне достаточно 2 гектар. 16 ар. Если прибавить сюда еще далѣе 4 гектар. 32 ар. для необходимой смѣны фильтрующихъ поверхностей, то въ общемъ для устройства фильтрованія черезъ почву требовалось бы 6—до 7 гектаровъ или 24—до 28 моргеновъ. ¹⁾

Островокъ такой поверхностью въ 300 моргеновъ достаточно великъ для того, чтобы его хватило на многіе десятки лѣтъ и даже для увеличенія площади фильтровъ въ виду прироста населенія.

Если городскія управленія и правительство надлежащимъ образомъ взвѣсятъ всю важность принимаемаго ими рѣшенія, то здѣсь какъ разъ именно будетъ удобный случай отказаться отъ предполагаемыхъ устройствъ неудовлетворительныхъ и устарѣлыхъ очистительныхъ станцій. Маннгеймъ и Майнцъ находятся

¹⁾ Висбаденъ получаетъ часть своей очень хорошей питьевой воды изъ расположенной возлѣ фазаньяго двора и проложенной въ горахъ на 1800 м. штольны, дающей въ день 4000 куб. м. воды. Для увеличенія количества получаемой воды эту штольню углубляютъ еще на 1400 м.; но работа эта уже болѣе года загрязняетъ минеральными веществами получавшуюся прежде необходимую воду. Для того, чтобы выдѣлать эти послѣднія и получить чистую вполне пригодную для употребленія воду, отводятъ загрязненную воду на большой лугъ, гдѣ она безъ какихъ-либо искусственныхъ приспособленій впитывается проницаемой почвой и стекаетъ въ расположенный на глубинѣ 8—9 м. подъ поверхностью главный пріемникъ безукоризненно чистой какъ въ химическомъ, такъ и бактериологическомъ отношеніи. Въ виду такого факта, который повторяется тоже во всѣхъ естественныхъ источникахъ, должно исчезнуть всякое сомнѣніе въ томъ, что подобная искусственно устроенная правильная фильтрація городскихъ сточныхъ водъ не будетъ достачной для полной очистки ихъ.

въ совершенно такомъ же положеніи и могли бы съ несомнѣннымъ успѣхомъ использовать островки Рейна. Авторъ заканчиваетъ свою книгу пожеланіемъ, чтобы этотъ важный вопросъ былъ рѣшенъ, наконецъ, такъ, какъ онъ уже рѣшенъ съ полнымъ успѣхомъ при очисткѣ сточныхъ водъ въ Сѣверной Америкѣ, почему сомнѣнія въ надежности и пригодности этого способа не имѣютъ подъ собой никакой почвы.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Предисловіе I—III

ВВЕДЕНІЕ.

	Стр.
1) Причины загрязненія городовъ	1
2) Средства для устраненія нечистотъ:	
а) Вывозка	2
б) Канализація	3
α) Устройство каналовъ	4
β) Производительность ихъ	5
γ) Выборъ величины паденія	—
3) Очистка канализаціонныхъ водъ	6
а) Дѣйствіе кислорода	8
б) Диффузія газовъ	—
в) Поглощеніе газовъ водою	—
4) Самоочищеніе рѣкъ	9
5) Поглощательная способность почвы	13
6) Заключение	14
7) Данныя практики	16

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ.

Общія положенія.

I. Составъ канализаціонныхъ водъ:	
а) Составъ фекальныхъ массъ	
б) Количество отдѣленій	
в) Промывныя и дождевыя воды	
г) Количество канализаціонныхъ водъ	
α) Количество канализ. водъ въ донѣ, Данцигѣ и Цюрихѣ	

β) Проектъ для Фридрихштадта въ Берлинѣ	24
γ) Парижскіе опыты	25
e) Анализъ канализац. водъ	—
f) Слѣдствіе изъ анализовъ	28
II. Строеіе почвы оросительныхъ полей	29
a) Продолжительность прониканія и поглощательная способность почвы	—
b) Соображенія санитарнаго порядка	31
c) Сельско-хозяйственныя соображенія	34
α) Потребность въ водѣ при культурѣ растений	—
β) Воздѣльваніе хлѣбныхъ злаковъ	35
γ) Воздѣльваніе кормовыхъ растений	36
δ) Воздѣльваніе корнеплодовъ	—
ε) Воздѣльваніе травъ и клевера	37
ς) Воздѣльваніе овощей	39
η) Воздѣльваніе фруктовыхъ растений	40
θ) Культура луговъ	41
χ) Паровое поле	43
III. Удобреніе канализаціонными водами	44
a) Среднія оцѣнки	—
b) Отношеніе фосфорной кислоты къ азотн. веществамъ	45
c) Удобреніе и вода	46
d) Опытныя предложенія	47
e) Смѣна культуры растений	48
f) Примѣненіе канализаціонныхъ водъ въ Англии	48
IV. Произрастаніе на поляхъ орошенія	50

ВТОРАЯ (прикладная) ЧАСТЬ.

Глава I.

боръ полей орошенія	53
редѣленіе кализаціонной воды	54
культуръ	55

4) Пути	62
5) Сѣть рвовъ	63
6) Общая организація орошенія	64

Глава II.

Новѣйшіе способы очищенія сточныхъ водъ	66
---	----

Глава III.

Нормальное устройство filtraціи черезъ почву.	
--	--

1) Поверхность полей	82
2) Строеніе или свойство почвы	83
3) Планъ нормальнаго устройства фильтра	85
a) Проведеніе сточныхъ водъ	87
b) Планировка участковъ	—
c) Дренажъ участковъ	88
d) Расположеніе участковъ	92
e) Последовательность работъ	94
4) Присмотръ и пользованіе устройствомъ	96
5) Основаніе для расчета стоимости устрой- ства	101
a) Приобрѣтеніе полей	—
b) Опредѣленіе количества канализ. водъ	103
c) Дренажъ	104
d) Постройки изъ бетона	105

Глава IV.

Очистка заводскихъ сточныхъ водъ	
--	--

Глава V.

Механическія приспособленія для очистки	
---	--

1/25
P 25

12
20
10

VI DEPT I

VI DEPT I

~~VI DEPT I~~