

Д. К. Ринчиновъ
1920.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ **ОЧИСТКА**

ГОРОДСКИХЪ, ДОМОВЫХЪ И ФАБРИЧНЫХЪ
СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.



Теоретическія основанія біологическаго метода и практическія данныя
для разчета біологическихъ сооруженій.



Съ 41 рисунками въ текстъ.

Составилъ инженеръ-технологъ **Ф. А. Даниловъ.**

Изданіе редакціи «Записокъ» Московскаго Отдѣленія Императорскаго
Русскаго Техническаго Общества.



Авторъ покорнѣйше просить до чтенія книги исправить слѣ-
дующія опечатки:

		Напечатано:	Надо читать:	
Стр.	6,	6-я и 11 строка снизу	потогонныхъ потогонныя	потогонныхъ потогонныя
Стр.	17,	1-я строка сверху	и	и
"	17,	22-я " "	опредѣленію	опредѣленія
"	23,	11-я " снизу	денитрификація	денитрификацію
"	26,	9-я " сверху	Маршомъ	Маршиномъ
"	29,	1-я " снизу	1000	10000
"	32,	7-я " "	1	
"	40,	6-я " сверху	обожировацію	обожириванію
"	42,	6-я цифра таблицы въ первомъ ряду	111,5	1115,5
"	54,	22-я " снизу	иблишескѣ	1903

За всѣ полезныя указанія по поводу выпускаемой книги авторъ будетъ
очень благодаренъ. Москва, Сухарева Садовая, Уѣздная Земская
Управа.

МОСКВА.

Тип. „Печатное Дело“, бывш. Ф. И. Вурче. Тверск. бул., д. Яголкинского.

О Г Л А В Л Е Н И Е.

	Стр.
ПРЕДИСЛОВІЕ	1
ВСТУПЛЕНІЕ	3
I Характеръ сточныхъ водъ и способы ихъ очищенія.	
ГЛАВА I. Составъ сточныхъ водъ	7
" II. Опредѣленіе степени чистоты и загрязненія сточныхъ водъ	14
" III. Микроорганизмы въ природѣ и въ техникѣ	20
" IV. Значеніе микроорганизмовъ въ дѣль очистки сточныхъ водъ	25
" V. Самоочищеніе рѣкъ. Санитарное законодательство объ охранѣ рѣкъ отъ загрязненія сточными водами.	28
II. Способы предварительной обработки сточныхъ водъ.	
ГЛАВА VI. Рѣшета и сита. Песочники	37
" VII. Жироуловители	39
" VIII. Отстаиваніе	43
" IX. Осажденіе съ помощью химическихъ реактивовъ	47
" X. Гнилостный процессъ. Септикъ-танкъ	50
" XI. Удаленіе и обезвреживаніе шла	68
" XII. Пластинчатый окислитель Дибдина	72
" XIII. Способъ Дегенера	77
III. Біологическіе методы очистки сточныхъ водъ.	
ГЛАВА XIV. Поля орошенія	81
" XV. Переменяющаяся фильтрація	104
" XVI. Искусственныя біологическіе фильтры: контактные и непрерывнодѣйствующіе	112
Снабженіе фильтровъ воздухомъ	132
Окислители изъ гончарныхъ трубъ и пластинокъ	140
ГЛАВА XVII. Біологическія станціи въ некоторыхъ городахъ	159
" XVIII. Біологическая очистка сточныхъ водъ больницъ, санаторіевъ, казармъ, тюремъ и отдѣльныхъ домовъ	175
" XIX. Опытныя біологическія станціи въ Москвѣ и Мадленѣ	182
Соображенія по поводу біологической очистки сточныхъ водъ гг. Москвы, Кіева и Нижняго-Новгорода	188
" XX. Дезинфекція сточныхъ водъ	196
" XXI. Очистка фабричныхъ сточныхъ водъ біологическимъ способомъ	201
" XXII. Постановленія русскихъ водопроводныхъ съѣздовъ по поводу искусственной біологической очистки	212
ЗАКЛЮЧЕНІЕ	215
ПРИЛОЖЕНІЯ.	
I. Правила присоединенія частныхъ біологическихъ станцій къ городской канализационной сѣти	220
II. Образцы шрифта Спеллена для опредѣленія степени прозрачности воды	229
III. Бланкъ протокола подробнаго анализа воды на Моск. опытной біологической станціи	231
IV. Бланкъ протокола сокращеннаго анализа воды на Москов. опытной біологической станціи	233
V. Таблица перевода мѣръ	235

П Р Е Д И С Л О В І Е.

Около 5 лѣтъ назадъ я читалъ докладъ объ очисткѣ сточныхъ водъ біологическимъ способомъ на сѣздѣ врачей и представителей земствъ Тамбовской губ.

Этотъ докладъ былъ отпечатанъ отдѣльной брошюрой, которая въ настоящее время уже разошлась.

Еще въ прошломъ году я имѣлъ намѣреніе переиздать ее. Но обстоятельства сложились неблагоприятно для этого.

Съ того времени литература по біологической очисткѣ все обогащалась. Каждый мѣсяцъ можно найти статью по этому вопросу въ пѣмецкомъ журналѣ „Gesundheits Ingenieur“. Профес. Дунбаръ съ неослабнымъ упорствомъ продолжаетъ экспериментальную разработку различныхъ вопросовъ біологической очистки. Въ Англіи съ успѣхомъ занимается примѣненіемъ различныхъ методовъ біологической очистки химикъ Лондонскаго Городскаго Самоуправленія Дибдинъ.

Въ Германіи существуетъ спеціальное учрежденіе по гигиенѣ воды—это Королевскій Институтъ по изслѣдованію питьевой воды и по улучшенію способовъ обезвреживанія сточныхъ водъ. Институтъ имѣетъ въ Шарлотенбургѣ близъ Берлина опытную станцію. Подобная же опытная станція имѣется въ Гамбургѣ.

Во Франціи изслѣдованіемъ методовъ біологической очистки занимается Пастёровскій Институтъ въ Лилѣ.

Близъ этого города въ Мадленъ построена довольно большая опытная станція, которая испытываетъ на практикѣ различные способы біологической очистки.

Въ Америкѣ опытная станція имѣется въ Лауренсѣ въ Штатѣ Массачусетсъ. Станція находится въ вѣдѣніи бюро народнаго здравія штата. Въ Россіи опытами и изслѣдованіями біологической очистки сточныхъ водъ занимаются 2 учрежденія: Институтъ экспериментальной медицины—въ С.-Петербургѣ и Опытная станція по изслѣдованію метода біологической очистки на поляхъ орошенія канализаціи г. Москвы.

Нужно ли прибавлять, что при всѣхъ опытныхъ станціяхъ имѣются химическія лабораторіи и бактериологическіе кабинеты.

Всѣ перечисленныя учрежденія выпускаютъ труды или отчеты о своихъ работахъ. Эти литературныя произведенія и служатъ основнымъ матеріаломъ для изученія методовъ искусственной біологической очистки.

Перечислимъ главнѣйшіе изъ этихъ матеріаловъ.

Королевскій Институтъ въ Берлинѣ издаетъ:

Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Berlin. Heft 1—8.

До послѣдняго времени вышло 8 выпусковъ.

Въ Гамбургской городской санитарной станціи главныя труды принадлежатъ профессору, доктору Дунбару.

Его первый классическій трудъ по біологической очисткѣ относится къ 1902 г. Онъ написалъ его въ сотрудничествѣ съ докторомъ Тумомъ:

„Beitrag zum derzeitigen Stande der Abwasserreinigungsfrage“ Prof. Dunbar und Dr. Thumm.

Въ концѣ прошлаго года докторъ Дунбаръ выпустилъ чрезвычайно интересную книгу: „Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage“ von Professor Dr. Dunbar, director des staatlich—hygienischen Instituts Hamburg. Mit. 147 Abbildungen. München und Berlin. Verlag von R. Oldenburg. 1907. Эта книга должна сдѣлаться настольнымъ справочникомъ для техниковъ и врачей, занимающихся вопросомъ о біологической очисткѣ сточныхъ водъ.

Изъ пастеровскаго института въ Лилль вышла работа его директора докт. Кальмета:

„Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout“, par le D-r A. Calmette. Paris. Masson et C-ie, Editeurs. 1906 et 1907 (2 тома).

Въ Америкѣ издаются отчеты бюро народнаго здравія въ Мас-сачусетсѣ съ прибавленіемъ данныхъ экспериментальной станціи въ Лауренсѣ:

„Annual report of the State Board of Health of Massachusetts“.

Работы института экспериментальной медицины въ Петербургѣ печатаются въ „Архивѣ біологическихъ наукъ“. Обращаемъ вниманіе на статью Дзержговскаго въ томѣ XIII, вып. 2, объ изслѣдованіи дѣйствія септикъ-танка. Кроме того докт. Дзержговскій помѣстилъ рядъ статей въ „Gesundh.-Ingen.“ за 1907 г. и въ майской книжкѣ „Вѣстн. Обществ. гигиены и судебн. медицины“ за 1907 г.

Необходимо также обратить вниманіе на труды послѣднихъ трехъ русскихъ водопрородныхъ съездовъ, въ которыхъ было прочитано нѣсколько докладовъ по біологической очисткѣ сточныхъ водъ, велись дебаты по затронутымъ въ докладахъ вопросамъ и дѣлались опредѣленные постановленія.

Московская Городская Управа въ 1907 г. выпустила очень интересный „Отчетъ комиссіи по производству опытовъ біологической очистки сточныхъ водъ на поляхъ орошенія г. Москвы“. Москва 1907.

Кромѣ названныхъ произведеній авторъ пользовался слѣдующими работами по очисткѣ сточныхъ водъ:

J. König. „Die Verunreinigung der Gewässer“. 1899.

H. Salomon. „Die Städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland“. Verlag. von Gustav Fischer in Jena. 1906, 1907 (2 тома).

Д. Ньюманъ. „Бактеріи, ихъ роль въ экономіи природы и въ промышленныхъ процессахъ и ихъ отношеніе къ общественному здоровію“. Переводъ съ англ. Е. Гуревичъ, Москва. 1902.

Францъ Лафаръ. Бактеріи и грибки. Библіотека естествознанія. Изданіе Акціон. Общ. Брокгаузъ-Эфронъ. С.-Петербургъ. 1904.

Sidney Barwise. The Purification of Sewage. London. 1904.

P. Guichard. L'eau dans l'industrie. Paris. Librairie I. B. Baillière et Fils.

Ф. Ф. Эрисманъ. Краткій учебникъ по гигиенѣ, Москва. 1903 г.

А. П. Ледовъ. Сточныя воды отбѣльныхъ красильныхъ и ситцепечатныхъ фабрикъ. Харьковъ. 1905 г.

В С Т У П Л Е Н І Е.

Большіе города съ цѣлью улучшенія санитарныхъ условій жизни населенія прежде всего принуждены обезвреживать хозяйственные и домовые отбросы.

Самый примитивный способъ удаленія заключается въ собираніи ихъ въ выгребяхъ и затѣмъ въ вывозкѣ за городъ на свалки. Съ ростомъ городовъ и переполненіемъ жилыхъ зданій, нечистоты пропитывали почву вокругъ зданій и сдѣлали санитарныя условія болѣе бѣдныхъ кварталовъ большихъ городовъ совершенно невозможными.

Брюшной тифъ сталъ уносить массу человѣческихъ жертвъ.

Холера, въ случаѣ появленія эпидеміи, совершенно не встрѣчала препятствія въ распространеніи.

Картина совершенно смѣнилась, какъ только города стали устраивать канализацію для сплава нечистотъ за предѣлы города автоматически, безъ перевоза въ бочкахъ по городу.

Съ помощью канализаціи городскія сточныя воды удаляются изъ домовъ тотчасъ же по появленіи.

Самый принципъ канализаціи заключается между прочимъ въ томъ, чтобы сточная жидкость по пути къ мѣсту обезвреживанія нигдѣ не задерживалась.

Нечистоты поступаютъ или на станцію для химической или механической обработки съ цѣлью обезвреживанія ихъ или—на поля орошенія.

Количество канализованныхъ городовъ въ Западной Европѣ растетъ съ каждымъ годомъ.

По даннымъ докт. Саломона за 1907 годъ въ Германіи болѣе 400 городовъ и населенныхъ мѣстъ имѣютъ полную или частичную канализацію дождевыхъ водъ.

До 80 городовъ имѣютъ полную или частичн. канализацію домовыхъ нечистотъ по раздѣльной системѣ.

50 городовъ и населен. мѣсть имѣютъ частью сплавную, частью раздѣльную канализацію.

55 городовъ имѣютъ поля орошенія.

7 городовъ имѣютъ почвенную перемежающуюся фильтрацію.
21 „ „ населенныхъ мѣсть спускаютъ свои сточи.
воды на луга.

До 200 городовъ и населен. мѣсть очищаютъ свои сточныя
воды отстаиваніемъ, химическимъ осажденіемъ, съ помощью ме-
ханическихъ приспособленій или комбинаціей названныхъ спо-
собовъ.

72 города и поселенія имѣютъ искусственную біологиче-
скую очистку.

Въ 1903 г. строилась полная канализац. сѣтъ.

		въ 20 город.,	частичная—въ	21.
„	1904	„	„	13.
„	1905	„	„	16.
„	1906	„	„	26.
„	1907	„	„	7.

Въ Англіи также болѣе сотни городовъ имѣютъ канализацію
и съ полсотни—искусственныя біологическія сооруженія. Нужно
ли говорить, что въ Россіи полная канализація имѣется только
въ Варшавѣ; частичная—въ Москвѣ, Одессѣ, Кіевѣ, Царскомъ
селѣ, Ялтѣ. Въ нѣкоторыхъ городахъ имѣются трубы для стока
дождевыхъ водъ.

Вотъ и все.

И такъ, канализированные города, въ которыхъ экскременты
и кухонные помой разбавляются большимъ количествомъ промыв-
ныхъ водъ, собираютъ обыкновенно все городскія сточныя воды
въ подземные каналы и такимъ путемъ выводятъ ихъ за городъ.

Далѣе, нечистоты послѣ отстаиванія или другого способа
предварительной обработки спускаются въ полноводную рѣку,
если городъ расположенъ на ея берегахъ, въ море за нѣсколько
верстъ отъ берега, если городъ приморскій. Съ цѣлью естест-
венной фильтраціи сточныхъ водъ черезъ почву, нечистоты рас-
предѣляются по поверхности обширныхъ земельныхъ площадей.
Это будетъ очистка сточныхъ водъ съ помощью полей орошенія.

Такъ какъ для удовлетворительной естественной фильтраціи
необходимо, чтобы почва была хорошо проницаема, иначе же
приходилось отводить подъ очистку сточныхъ водъ слишкомъ
большія площади, то въ Америкѣ стали естественный грунтъ
замѣнять болѣе благоприятнымъ искусственнымъ, подъ которымъ
прокладывали дренажъ.

Получился способъ, носящій названіе перемежающейся филь-
траціи. Для перемежающейся фильтраціи участки планируются го-
ризонтально и обносятся валами. Жидкость напускается слоемъ
въ 0,02 до 0,07 сажени.

Когда жидкость всосется, папускъ повторяютъ. Такъ продолжается годъ и даже 2. Отъ полей орошенія перемежающаяся фильтрація отличается еще тѣмъ, что на орошаемыхъ участкахъ не культивируется растительность.

Въ послѣдніе 15 лѣтъ сталъ вводиться способъ очистки сточныхъ водъ съ помощью искусственныхъ біологическихъ фильтровъ.

Біологическіе фильтры представляютъ изъ себя резервуары или пространство, заполненное проницаемымъ для жидкости пористымъ матеріаломъ.

Какъ на поляхъ орошенія, такъ и при перемежающейся фильтраціи, а также на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ обезвреживаніе сточныхъ водъ заключается прежде всего въ окисленіи какъ взвѣшенныхъ, такъ и находящихся въ растворѣ органическихъ веществъ съ помощью микроорганизмовъ.

Поэтому всѣ перечисленные 3 способа суть способы біологическіе. Въ практикѣ же принято называть біологическимъ методомъ лишь методъ очистки сточныхъ водъ съ помощью искусственныхъ біологическихъ фильтровъ.

На біологическихъ фильтрахъ кромѣ разложенія органическихъ веществъ съ помощью микроорганизмовъ происходитъ также и механическая фильтрація, а также совершается извлеченіе изъ раствора на фильтрующую поверхность труднорастворимыхъ веществъ. Это свойство фильтрующаго матеріала называется адсорбціей.

Такимъ образомъ цѣлью обезвреживанія городскихъ канализаціонныхъ водъ служитъ прежде всего удаленіе или минерализація способныхъ къ гніенію органическихъ веществъ. Недоброкачественность этихъ водъ зависитъ отъ издающихся неприятный запахъ продуктовъ гніенія: сѣроводорода и болѣе сложныхъ сернистыхъ соединений, отъ присутствія нѣкоторыхъ ядовитыхъ алколоидовъ и отъ присутствія въ нихъ иногда болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ, такъ называемыхъ патогенныхъ бактерій.

Въ 1 куб. сантиметрѣ городскихъ сточныхъ водъ заключается отъ 1 до 50 милліоновъ и болѣе бактерій. Большинство изъ нихъ безвредны для человѣка и животныхъ. Но благодаря тому, что въ сточной водѣ имѣется питательный матеріалъ для бактерій, патогенныя бактеріи, если попадутъ въ сточныя воды, могутъ размножиться и тѣмъ или инымъ способомъ попасть въ человѣческую организацію, вызвавъ въ немъ соответствующую болѣзнь.

Для рыбъ же неочищенныя городскія канализаціонныя воды еще вредны потому, что почти не содержатъ въ растворѣ свобод-

наго кислорода, такъ какъ весь онъ уходитъ на окисленіе органическихъ веществъ, находящихся въ нихъ. Статистика показываетъ, что тифозныя заболѣванія и смертность отъ тифа болѣе распространены въ неканализованныхъ городахъ, нежели въ канализованныхъ.

Докторъ Бароссъ пришелъ къ этому заключенію при изслѣдованіи смертности отъ тифа въ нѣмецкихъ городахъ.

О томъ же докладывалъ на пятюмъ водопроводномъ съѣздѣ докт. Корчакъ-Чепурковскій по отношенію къ Кіеву.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ опасными для жизни и здоровья челоука являются продукты жизнедѣятельности микроорганизмовъ.

Напр. Барвейсъ указываетъ, что коли-бактеріи или кишечныя палочки въ своемъ жизненномъ процессѣ вырабатываютъ опасныя алколонды гниенія (птомаины).

Если воду, содержащую кишечныя палочки, употребить для мытья молочной посуды, то могутъ произойти ужасныя послѣдствія отъ отравленія этими птомаинами. А намъ извѣстно, что въ городской канализационной водѣ коли-бактерій заключается отъ 20,000 до 200,000 штукъ въ 1 кубич. сантиметрѣ.

Извѣстны также случаи распространенія тифа черезъ устрицъ.

I. Характеръ сточныхъ водъ.

ГЛАВА I.

Составъ сточныхъ водъ.

Городскіе отбросы могутъ быть раздѣлены на

1) плотныя и жидкія изверженія людей. Считаютъ среднимъ на человѣка въ день безъ различія пола и возраста 90 грам. плотныхъ и 1200 грам. (около 3 фунтовъ) жидкихъ изверженій. Въ теченіе года это составляетъ 2 пуда фекальныхъ массъ и 27 пудовъ мочи. Плотныя изверженія содержатъ 75% воды и 1—2% азота. Моча содержитъ 93—96% воды и 1,3—2,6% азота. Въ санитарномъ отношеніи моча представляетъ больше опасности, нежели твердыя изверженія, потому что въ ней больше способныхъ къ гніенію азотистыхъ веществъ.

2) Кухонныя и хозяйственныя воды, жидкіе помои, ванныя, раковинныя, банныя и прачечныя грязныя воды. Кухонныя помои содержатъ остатки растительныхъ и животныхъ пищевыхъ веществъ, примѣси жира, мыла, песку и пр. Изъ бань и прачечныхъ сточныя воды кромѣ грязи содержатъ мыло. Составъ этихъ водъ зависитъ отъ количества воды, находящаго въ пользованіи населенія. Въ большихъ городахъ на 1 жителя помоевъ и сточныхъ водъ приходится 10—30 ведеръ въ день, а въ маленькихъ, при отсутствіи водопровода, значительно меньше.

3) Сточныя воды промышленныхъ заведеній. Характеръ этихъ водъ зависитъ отъ рода производства.

4) Дождевыя воды содержатъ въ себѣ частицы животныхъ экскрементовъ, разныя дворовыя и уличныя отбросы, землю, песокъ и пр.

Твердые отбросы изъ кухонь, различный соръ, зола, остатки пищи, бумага, тряпокъ и пр., черепки, битое стекло, жестыя

коробки, старая обувь и т. под. разматриваются въ санитарной техникѣ отдѣльно¹⁾).

Клозетныя воды содержатъ въ себѣ жидкіе и твердые экскременты, бумагу, небольшое количество плавающихъ и тяжелыхъ постороннихъ веществъ, главнымъ же образомъ воду.

По химическому составу городскія канализаціонныя воды относятся къ группѣ азотъ содержащихъ сточныхъ водъ.

Сюда же можно отнести сточныя воды съ пивоваренныхъ, сахарныхъ, крахмальныхъ, кожевенныхъ заводовъ, съ шерстемоеенъ, сукопныхъ фабрикъ и т. под.

Загрязненія сточныхъ водъ находятся частью во взвѣшенномъ состояніи, частью въ растворѣ.

Изъ 50 анализовъ образцовъ сточныхъ водъ, взятыхъ изъ 16 англійскихъ городовъ, въ 1 литрѣ сточной воды содержалось взвѣшенныхъ веществъ: неорганическихъ—241,8 миллиграмма и органическихъ—205,1 милл.; а растворимыхъ—722 миллигр., изъ которыхъ всего азота 77,3 милл. (не считая азота, находящагося во взвѣшенныхъ веществахъ).

Берлинская канализаціонная вода содержитъ въ 1 литрѣ: взвѣшенныхъ веществъ неорганическихъ 209,5 миллигр. и 326,5 милл.—органическихъ; растворимыхъ веществъ—850 милл., изъ которыхъ—86,7 милл. всего азота въ растворѣ. Канализаціонныя воды г. Москвы содержатъ въ 1 литрѣ: взвѣшенныхъ веществъ до 600 миллигр., изъ которыхъ около 400 миллигр. органическихъ соединений; растворимыхъ веществъ до 1 грам., изъ котораго половина приходится на органическія соединения.

По E. Heiden'y, въ городскихъ канализаціонныхъ водахъ содержится, изъ 13 анализовъ:

Воды	отъ 90,89 ⁰ / ₁₀₀ до 99,86 ⁰ / ₁₀₀
Органическихъ веществъ	„ 0,48 ⁰ / ₁₀₀ „ 6,21 ⁰ / ₁₀₀
Неорганическихъ „	„ 0,78 ⁰ / ₁₀₀ „ 3,11 ⁰ / ₁₀₀
Кали	„ 0,098 ⁰ / ₁₀₀ „ 0,225 ⁰ / ₁₀₀
Фосфорн. кислоты	„ 0,066 ⁰ / ₁₀₀ „ 0,363 ⁰ / ₁₀₀
Азота въ видѣ NH ₃	„ 0,080 ⁰ / ₁₀₀ „ 0,524 ⁰ / ₁₀₀
Всего азота	„ 0,185 ⁰ / ₁₀₀ „ 0,916 ⁰ / ₁₀₀

Дунбаръ даетъ среднюю величину окисляемости нѣмецкихъ сточныхъ водъ, выраженную въ марганцовокисломъ кали по Кубелю равной 300—500 милл. марганц. кисл. кали на 1 литрѣ сточной воды.

¹⁾ Въ канализованномъ районѣ г. Москвы по отчету управы на 360 тыс. жителей въ 1904 г. на отвозкѣ твердыхъ отбросовъ работало ежедневно отъ 265 подвозъ (июль), до 720 (апрѣль). Общее количество возовъ отбросовъ и мусора за годъ выразилось цифрою 306,258. Считая число канализованныхъ владѣній въ 1904 г. 3563, получимъ количество твердыхъ отбросовъ на 1 владѣніе въ годъ—86 возовъ, а на 1 жители въ годъ—0,85 воза.

Среднее количество растворимых органических веществъ 150—300 миллигр. Содержаніе свободнаго амміака для нѣмецкихъ городовъ колеблется между 30 и 90 миллигр.

Дунбаръ приводитъ слѣдующую таблицу состава взвѣшенныхъ веществъ сточныхъ водъ различныхъ городовъ.

Количество тонкихъ взвѣшенн. нерастворимыхъ веществъ въ сточныхъ водахъ въ миллигр. на литръ.

Названіе городовъ.	Всего сухого вещества.	Органич. вещ. (потери при прокалива- ніи).	Неорганич. вещ. (остатокъ по прокалива- ніи).	Замѣчанія.
Висбаденъ	74	34	40	Средн. зн 1906 г.
Гамбургъ	229,4	179,4	119,5	
Ганноверъ	302	—	—	
Кельнъ	303	214,6	88,4	
Эссенъ	318,6	213,4	105,2	
Фрейбургъ	350,5	194,7	155,8	
Бреславль	404,7	200	204,7	
Лондонъ	426,14	—	—	
Манчестеръ	458,0	—	—	
Лидсъ	600,6	—	—	
Бирмингамъ	686,0	—	—	
Галле	1016,4	404,8	611,6	Собствен. исслѣдов. средн.
Франкфуртъ на М.	1390	955	435	
Унна	4652,5	4395	1407,5	

Разница данныхъ этой таблицы для различныхъ городовъ чрезвычайно велика. Эта разница не можетъ быть объяснена одной разницей въ потребленіи воды. Напр. потребл. воды:

Въ Кельнѣ . . .	118,9	литр.	на 1 жителя въ день.
„ Бирмингамѣ . . .	125	„ „ „ „ „ „	
„ Манчестерѣ . . .	132	„ „ „ „ „ „	
„ Лидсѣ . . .	175	„ „ „ „ „ „	
„ Гамбургѣ . . .	170,1	„ „ „ „ „ „	

Для Уины, полагаетъ Дунбаръ, больш. цифры получены въ слѣдств. времени и способа взятія пробы.

Въ сточной водѣ Московской канализациі въ среднемъ содержится на 1 литръ—600 миллигр. взвѣшенныхъ веществъ, изъ которыхъ отъ 400 до 500 миллигр. органическихъ веществъ.

Слѣдующая таблица дастъ понятіе о всемъ количествѣ и составныхъ частяхъ растворимыхъ органическихъ веществъ.

Содержаніе растворимыхъ органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ (въ мил. на 1 литр.).

Названіе городовъ.	Окисляемость.				Потеря при прокалываніи.	Аммиакъ.	Альбумин. аммиакъ.	Органич. азотъ.	Органич. углеводъ.
	Употреблен. марган. кисл. кали.		Употребл. кислорода.						
	4-час. проба.	По Кубелю.	4-час. проба.	По Кубелю.					
Франкфуртъ на Майнѣ	—	132,0	—	32,9	228,0	31,5	—	12,9	—
Фрейбургъ і Вг	—	146,1	—	36,5	194,7	66,7	—	—	—
Висбаденъ	—	160,9	—	40,0	153,0	37,0	—	9,8	—
Бреславль	—	233,7	—	58,4	231,0	85,0	—	—	—
Берлинъ	—	333,7	—	83,4	285,2	99,5	—	—	—
Эссенъ	—	376,4	—	94,1	229,0	34,2	—	14,9	—
Гамбургъ	479,1	510,7	119,8	129,2	252,5	27,5	14,5	28,5	136,0
(Среднео за 1901 до 1904 г.).									
Галле	—	792,0	—	198,0	309,7	89,1	—	59,1	—
Манчестеръ	416,4	—	104,1	—	—	22,7	5,17	—	—
Лидсъ	477,4	—	119,4	—	—	11,25	11,25	—	—
Бирмингамъ	719,7	—	179,9	—	—	39,3	13,2	—	—

Въ Московской канализационной водѣ растворимыхъ органическихъ веществъ (потеря при прокалываніи) до 500 миллиграммовъ на 1 литръ.

Водопроводная вода большихъ городовъ не оказываетъ замѣтнаго вліянія на составъ сточныхъ водъ.

Рѣчная вода въ настоящее время вездѣ для снабженія городовъ предварительно фильтруется.

Въ нижеприведенной таблицѣ, взятой у Дунбара, приведены данныя на содержаніе органическихъ веществъ въ водопроводной водѣ нѣкоторыхъ нѣмецкихъ городовъ.

Анализы водопроводной воды.

Названіе городовъ.	Миллиграммы на 1 литръ воды.			
	Окисляем. по колич. употребл. марганц. кисл. к.	Употребл. кислорода.	Потери при прокалыван.	Свободн. NH ₃ .
Фройбургъ i Вг.	1,1	0,3	24	0
Висбаденъ	1,6	0,4	14	0
Галле	4,5	1,1	28	слѣды
Эссепъ	1,4	0,4	24	0
Ганноверъ	1,7	0,4	102	0
Фрайфуртъ на М.	0,8	0,2	20	0
Брославль	12,6	3,2	26	слѣды
Гамбургъ (1900)	17,2	4,3	95	"
Берауль	27,7	6,9	32	"

Изъ этой таблицы можно заключить, что водопроводная вода можетъ оказать вліяніе на сточную воду скорѣе своимъ количествомъ, нежели качествомъ.

Въ самомъ дѣлѣ: въ водопроводн. водѣ г. Берлина, напр., растворимыхъ органическихъ веществъ 32 миллигр. на литръ, а въ сточной водѣ—283,2, въ Висбаденѣ—въ водопроводной водѣ—14 милл., а въ сточной—153 мил. и т. д.

Промышленн. сточныя воды и особенно красильн. оказываютъ особое вліяніе на характеръ сточн. воды.

Достаточно небольш. количества красильныхъ сточныхъ водъ, чтобы окрасить городск. сточн. воду въ черныя, голубой, зеленый или другой цвѣтъ.

Сточные воды кожевенныхъ, шерстяныхъ, целлюлозныхъ и подобныхъ заводовъ содержатъ большое количество гниющихъ веществъ, а иногда опасны и въ смыслѣ заразности.

Однако по замѣчанію Дунбара въ очень немногихъ городахъ вліяніе промышленныхъ водъ на составъ город. сточи. водъ настолько велико, чтобы сильно затрудняло очистку этихъ послѣднихъ. Дунбару неизвѣстно ни одного случая, когда примѣсь фабричныхъ водъ имѣла бы послѣдствіемъ недоступность очистки городскихъ сточныхъ водъ.

Однако при сооруженіи учрежденій для очистки сточи. водъ необходимо принимать во вниманіе и составъ промышлен. водъ. Въ Лидсѣ и Бирмингамѣ, напр., въ которыхъ сильно развита металлическая промышленность, сточи. воды содержатъ больше неорганическихъ веществъ, которыя не подвергаются біологическому разложенію.

Въ городахъ, въ котор. въ сточныя воды попадаютъ стоки съ пивоваренныхъ, кожевенныхъ, сахарныхъ и подобныхъ заводовъ, сточи. воды содержатъ большее колич. органическихъ веществъ.

Здѣсь для біологич. очистки больше работы. Въ иныхъ случаяхъ промышлен. воды вредны своей высокой температурой, затѣмъ кислой или щелочной реакціей, содержаніемъ ядовитыхъ химическихъ веществъ, большимъ количествомъ нерастворимыхъ веществъ.

При учетѣ количества сточныхъ водъ необходимо припимать во вниманіе кромѣ колич. водопроводной воды, частные колодцы и др. источники.

Кромѣ того въ канализаціонную сѣть всегда проникаютъ дренажныя воды. Это особенно замѣтно послѣ дождей.

Въ одномъ случаѣ, хотя канализація раздѣльная, въ дождливые дни въ канализацію проникало грунтовой воды въ 3 раза болѣе, нежели въ сухіе дни.

На протяженіи 600 метровъ сѣти, расположенной въ грунтовыхъ водахъ, проникало въ сѣть ежедневно почти 60 куб. метровъ грунтов. водъ при 450 куб. метровъ всѣхъ нечистотъ, проходящихъ по сѣти въ сутки.

О проникновеніи грунтовыхъ водъ въ канализаціонныя трубы упоминаетъ въ своихъ отчетахъ и Московская Городская Управа.

На составъ сточныхъ водъ имѣютъ вліяніе также временныя причины: банные дни, постъ, періодическій спускъ сточныхъ водъ нѣкоторыхъ фабрикъ и т. под.

Попадая въ рѣки, сточныя воды подвергаются тамъ естественной обработкѣ или самоочищенію при участіи микроорганизмовъ.

Г Л А В А II.

Опредѣленіе степени чистоты и загрязненія сточныхъ водъ.

Степень чистоты или загрязненія сточной воды опредѣляется прежде всего по вѣшнимъ физическимъ свойствамъ, затѣмъ съ помощью химическаго и бактериологическаго анализа и наконецъ съ помощью біологическаго анализа.

Содержаніе взвѣшенныхъ веществъ опредѣляется отфильтрованіемъ опредѣленнаго количества сточной жидкости и высушиваніемъ твердаго остатка.

Въ связи съ содержаніемъ въ сточной водѣ взвѣшенныхъ веществъ находится прозрачность воды.

Прозрачность воды опредѣляется свѣтопроходимостью черезъ толщю воды.

Для опредѣленія прозрачности воды по этому способу берутъ стеклянный градуированный на сантиметры цилиндръ высотой 25—30 сантим. и діаметромъ 5—6 сантим.

Наливаютъ въ цилиндръ испытуемую воду и кладутъ подъ него бѣлую бумагу съ какимъ-либо текстомъ, напечатаннымъ шрифтомъ Снеллена, образцы котораго приложены въ концѣ этой книги. Затѣмъ смотрятъ въ цилиндръ сквозь толщю воды. Если текста не видно, то убавляютъ воды изъ цилиндра до тѣхъ поръ, пока отдѣльныя буквы текста не будутъ ясно видны.

Высота оставшейся въ цилиндрѣ воды, выраженная въ сантиметрахъ, и будетъ служить обозначеніемъ прозрачности испытуемой воды.

Прозрачность канализаціонныхъ водъ г. Москвы колеблется между 1,3 и 1,8 сантиметра. Послѣ прохожденія сточной воды черезъ осадочный бассейнъ прозрачность увеличивается почти вдвое и поднимается до 2,2—3,0 сантим.

Если сточная вода московской городской станціи проходила не черезъ осадочный бассейнъ, а черезъ септикъ-танкъ, то получаемый продуктъ еще прозрачнѣе, а именно при этомъ прозрачность поднимается до 2,4—3,7 сантим.

По прохожденіи черезъ біологическіе фильтры, прозрачность сточной воды поднимается до 11 сантим.¹⁾ Цвѣтъ сточной воды опредѣляется сначала не удаляя взвѣшенныхъ веществъ, а затѣмъ по фильтрованіи взвѣшенныхъ веществъ.

¹⁾ Москворѣцкая вода у водоподъемнаго зданія Рубловской станціи зимою имѣетъ прозрачность въ 230 сантим. (не по шрифту Снеллена, а по штрихамъ съ черными точками). Во время весенняго наводка прозрачность колеблется между 6 и 87 сантим. Осенью также прозрачность понижается до 25 сантим.

При опредѣленіи вышшняго вида нефльтрованной воды, характеръ ея обозначается слѣдующими словами: прозрачная, опалесцирующая, мутноватая, мутная, сильно мутная.

Способность воды къ гніенію опредѣляется наблюдениемъ образцовъ въ $\frac{1}{2}$ —2 литра въ теченіе 8—10 дней при комнатной температурѣ въ открытомъ и закрытомъ сосудахъ.

Жидкость, содержащая значительное количество органическихъ веществъ, загниваетъ при этихъ условіяхъ, т. е. начинаетъ издавать гнилостный запахъ.

Хорошо очищенная сточная вода не должна загнивать въ теченіе 7 дней при вышеописанныхъ условіяхъ.

По запаху сточныя воды характеризуются слѣдующими терминами.

Запахъ землястый, илистый, гніюцій, фекальный и сероводородный.

Вышеозначенныя изслѣдованія вышнихъ свойствъ сточной воды уже даютъ нѣкоторое понятіе о ея характерѣ.

Болѣе же подробное ознакомленіе съ составомъ загрязненной сточныхъ водъ даетъ химическій анализъ.

Мы не будемъ останавливаться подробно на этомъ предметѣ, а интересующихся имъ отсылаемъ къ „Руководству къ химическому анализу сточныхъ водъ“ докторовъ Фарнштейнера, Буттенберга и Корна, въ переводѣ докт. Рашковича (С.-Петербургъ. Изданіе К. Риккера. 1903).

Менѣе подробно химическій анализъ сточныхъ водъ описанъ такъ же въ книжкѣ Лидона: „Сточные воды отбѣльныхъ, кре сильныхъ и ситцечатныхъ фабрикъ“.

Количество органическихъ веществъ въ сточной водѣ опредѣляется сжиганіемъ сухого остатка.

Въ результатъ получается остатокъ въ видѣ имперальныхъ солей изъ золы. Этотъ остатокъ называется остаткомъ по прокаливанію.

Органическія вещества при этомъ улетучаются. Величина ихъ обозначается потерей при прокаливаніи.

Содержаніе органическихъ веществъ сточной воды опредѣляется также окисленіемъ ихъ съ помощью веществъ, легко отдающихъ свой кислородъ, какъ напр., марганцовокисл. калш.

Количество марганцовокислаго кали или кислорода, въ немъ заключающагося, необходимое для окисленія всѣхъ легко окисляющихся органическихъ веществъ извѣстнаго объема жидкости, называется ея окисляемостью. Она выражается въ миллиграммахъ кислорода или марганцовокислаго кали, пошедшихъ на окисленіе органическихъ веществъ, содержащихся въ 1 литрѣ жидкости.

Чѣмъ грязнѣе жидкость, тѣмъ окисляемость больше.

Содержаніе азотистыхъ соединений въ сточной водѣ является до нѣкоторой степени показателемъ загрязненія воды.

Опредѣляютъ какъ общее количество органическаго азота, такъ и азотъ въ амміакѣ, а также соединенія азотистой и азотной кислотъ.

Чѣмъ больше въ водѣ соединеній азотистой и азотной кислоты, тѣмъ большая минерализація органическихъ веществъ произошла въ ней.

Содержаніе соединеній азотистой и азотной кислоты въ сточной водѣ слѣдовательно можетъ служить также показателемъ степени очищенія сточной воды.

Чѣмъ болѣе въ сточной водѣ соединеній азотной и азотистой кислоты, тѣмъ вода чище.

При расчетѣ біологическихъ сооружений необходимо имѣть подробные анализы сточныхъ водъ, подлежащихъ очищенію. Лучше, если эти анализы будутъ сдѣланы для пробъ, взятыхъ въ различные времена года.

Существуютъ нѣсколько способовъ теоретическаго подсчета.

По Петенкоферу 1 человекъ выдѣляетъ въ годъ въ среднемъ 34 килогр. плотныхъ изверженій и 438 килогр. мочи.

По этимъ даннымъ городъ въ 100,000 жителей дастъ однихъ человѣческихъ изверженій ежедневно въ видѣ фекальныхъ массъ около 10 кубич. метровъ и мочи—болѣе 100 куб. метровъ.

Баумейстеръ предлагаетъ опредѣлять степень загрязненія сточныхъ водъ по количеству загрязненій, выраженныхъ въ видѣ сухихъ веществъ.

При сплавной системѣ канализаціи на жителя въ день по его расчету приходится 187 грам. сухихъ веществъ (органич. и неорганич., и 100,5 гр.—при раздѣльн. системѣ.

Однако, если въ водопроводной водѣ даннаго города много растворимыхъ неорганическихъ солей, то эта норма не подойдетъ.

Такъ въ авг. 1893 г. водопроводная вода въ Гамбургѣ имѣла въ 1 литрѣ 50 миллигр. органическихъ и 1212,5 мил. растворимыхъ неорганическихъ веществъ. Слѣдовательно въ это время въ Гамбургѣ въ водопроводной водѣ было больше растворимыхъ неорганическихъ веществъ, чѣмъ всѣхъ загрязненій въ сточной водѣ Бреславля (1084 мил. на 1 литрѣ).

Въ Берлинскихъ сточныхъ водахъ Баумейстеръ нашелъ 1892 мил. загрязненій на 1 литрѣ сточной воды.

Ошибочно думали сравнивать загрязненность сточныхъ водъ по содержанію хлора.

Моча содержитъ около 1,1% поваренн. соли и количество ежедневно содерж. повар. соли у человѣка вычисл. 12—16 гр.

Если принять 15 гр., то при потребленіи воды въ 50 литр. на жителя, въ кажд. литрѣ будетъ 300 миллигр. повар. соли; при потребленіи въ 100 литр.—150 mgr. поварен. соли, при 200 литр.—75 миллигр. на 1 литрѣ. Сoderж. поварен. соли въ гамбургской водопроводн. водѣ достигло 6 авг. 1893 г. не менѣе 823,9 мил. въ 1 литрѣ; значить въ нѣсколько разъ больше нежели въ сточн. водѣ по теоретич. вычисл. Поэтому ошибочно можно думать, что гамбургск. сточн. вода въ нѣск. разъ концентрированнѣе, нежели Фрейбурга (74,4—въ сточн. водѣ и Бреславльск.—239,2 миллигр.).

Въ Висбаденѣ водопров. вода содерж. поваренной соли 12,4 мил. въ 1 литрѣ, а сточн. вода—611,2 mgr. По вычисленіямъ можно было бы сказать, что потребленіе воды тамъ мѣнѣе 50 литровъ на жителя. Въ дѣйствительности же—96,2 литр. на жителя. Въ сточной водѣ много повар. соли благодаря тепловымъ источникамъ. Словомъ, эмпирическими методами подсчетовъ можно пользоваться лишь съ осторожностью.

Если въ канализацію попадаютъ только домовыя сточныя воды и извѣстно содержаніе хлора въ водопроводной водѣ, то Барвейзъ даетъ слѣдующую формулу опредѣленію количества нечистотъ на 1 жителя въ день.

Пусть *A* будетъ число частей хлора въ 100.000 водопроводной воды. *B*—число частей хлора съ 100.000 сточной воды, тогда число галлоновъ ¹⁾ сточныхъ водъ на 1 жителя въ день=*X* будетъ:

$$X = \frac{125}{B - A}$$

Наприм. въ Лондонѣ водопроводная вода заключаетъ въ себѣ 1,1 част. хлора на 100.000 частей, а сточная вода—2,3 ч. на 100.000

Тогда по формуленію получится

$$X = \frac{125}{2,3 - 1,1} = 104 \text{ галлона сточныхъ водъ}$$

на жителя въ день

Въ дѣйствительности имѣется 100 галл. ²⁾

Рядомъ съ эмпирическимъ анализомъ сточныхъ водъ необходимо произв. и бактериологическій анализъ.

¹⁾ Галлонъ = 7,48 куб. фута = 4,546 литровъ.

²⁾ The Sanitation of Sewage, by Sidney Barwise. London. 1904.P. 15, 16.

Онъ состоитъ въ опредѣленіи общаго числа бактерій въ 1 куб. сант. сточной жидкости неочищенной и во всѣхъ стадіяхъ ея очищенія, въ культурѣ на желатинѣ при 20° Цельсія и въ культурѣ на агарѣ при 37°, въ количественномъ и качественномъ опредѣленіи показательныхъ бактерій (*Bacterium coli*), въ опредѣленіи количества *Enteritidis sporogenes* (анаэробныя бактеріи), въ опредѣленіи группы *Streptococcus*, въ опытахъ съ культурами и прививками сточныхъ водъ отдѣльными видами бактерій (*Proteus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter.* и др.), въ опытахъ съ прививками сточныхъ и очищенныхъ водъ животнымъ¹⁾.

Кромѣ бактериологическаго анализа очень важно производить и биологическія изслѣдованія въ тѣсномъ смыслѣ.

Биологическій анализъ состоитъ въ подробномъ изученіи простѣйшихъ микроорганизмовъ, какъ растительнаго, такъ и животнаго царства, населяющихъ постепенные этапы биологическихъ сооружений. Одновременно съ микроорганизмами при этомъ изучаются также болѣе высоко организованные растительные и животные организмы (водныя цвѣтковыя растенія, черви, колорадки, водные клеща, ракообразныя, насѣкомыя и ихъ личинки и т. д.).

Биологическія изслѣдованія²⁾ представляютъ огромный интересъ въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ биологическимъ способомъ.

Цѣлый рядъ изслѣдованій, особенно же новѣйшія работы R. Kolkwitza и M. Marsson'a показали, что смотря по степени загрязненія воды измѣняется и характеръ населяющихъ ее растительныхъ и животныхъ формъ; что однѣ формы могутъ переносить сильное загрязненіе, другія—среднее, третья—слабое и наконецъ четвертыя могутъ жить лишь въ совершенно чистой водѣ.

Нѣкоторыя формы наоборотъ вовсе не могутъ жить въ водѣ чистой и развиваются лишь въ водѣ загрязненной.

Многіе микроорганизмы способны жить и развиваться въ водѣ, загрязненной органическими веществами. Всѣ такіе организмы получили названіе „сапробныхъ“. Эти микроорг. различаются по степени загрязненія воды на полисапробныхъ, мезосапробныхъ и олигосапробныхъ.

Тѣ микроорганизмы, которые не выносятъ даже слабой степени загрязненія и могутъ развиваться лишь въ совершенно чистой водѣ, относятся къ группѣ „катаробныхъ“. Такимъ образомъ наличность въ данной водѣ извѣстныхъ организмовъ, отно-

1) Для подробнаго ознакомленія съ культурами бактерій рекомендую Франца Лафара: „Бактеріи и грибки“.

2) См. интересную статью агронома Я. Никитинскаго о биологическихъ изслѣдованіяхъ въ „Отчетѣ Комиссіи по производству опытовъ биологической очистки сточныхъ водъ на поляхъ орошенія г. Москвы“.

сящихся къ одной изъ указанныхъ 4 группъ, позволяетъ сдѣлать приблизительное заключеніе о степени загрязненія органическими веществами изслѣдуемой воды.

Биологическій способъ изслѣдованія служитъ дополненіемъ къ химическому анализу. Но онъ примѣняется и самостоятельно; онъ очень простъ и быстръ. Далѣе, въ изслѣдованіи водъ водоемовъ и рѣкъ по образцамъ, находящимся по берегамъ и по дну, можно судить о водѣ, протекавшей ранѣе, если составъ сточныхъ водъ колеблется. Биологическій анализъ стремится установить индикаторные организмы. Сравнивая химическ. анализы съ биологическими, можно открыть тотъ или другой параллелизмъ.

Корка въ септикѣ состоитъ изъ микроорганизмовъ, жадно поглощающихъ кислородъ и такимъ образомъ создаетъ болѣе полныя анаэробныя условія подъ ней.

Въ окислителяхъ много амёбъ, нематодъ и щетинконогихъ червей (*Enchytraeus*), которые на второмъ окислителѣ болѣе живые, а на 1-мъ болѣе мертвые.

Фильтры созрѣвшіе имѣютъ иное населеніе, нежели несозрѣвшіе.

Въ окислителяхъ въ огромныхъ количествахъ развиваются черви, какъ изъ *Nemathelminthes*, такъ и изъ *Oligochaeta*. Эти черви повидимому играютъ очень важную роль въ біологической очисткѣ сточныхъ водъ. Питаясь органическими веществами, поступающими на окислитель, они сжигаютъ ихъ въ своемъ организмѣ. Кроме того, двигаясь въ осадкѣ, они увеличиваютъ его газо-и водо-проницаемость.

Изъ фильтровъ ежедневно выносятся громадныя количества червей, которые уничтожаютъ часть осадка, минерализуя его, другую часть удаляютъ въ видѣ цѣлыхъ своихъ организмовъ. Присутствіе червей въ очищенной водѣ не должно смущать насъ, потому что они всегда обитаютъ въ илистомъ днѣ даже кристальночистыхъ водоемовъ; кроме того они частью поѣдаются другими животными, частью продолжаютъ свою полезную работу и въ водоемѣ.

Наиболѣе выносливыми и стойкими организмами, присутствіе которыхъ служитъ несомнѣннымъ указаніемъ на крайнюю степень загрязненія воды, суть.

Polytoma uvella Ehrb.,

Araphleptus claparedei St.

Gerda Glaus Lachm. и

Организмы, названн. Я. Пикетинск. № 2 и № 3.

На пластинахъ окислителей Дибдина¹⁾ отлагается иль, микроскопическое изслѣдованіе котораго показало въ 1 граммѣ до 20 милл. микроорганизмовъ, большое количество мелкихъ червей, монады и другихъ инфузорій, англоиллюль и бактеріальныхъ зооглей.

Біологическія изслѣдованія показали, что обычныя пормы числа бактерій въ 1 куб. сант. пригодны больше для чистой воды.

Сточная же вода требуетъ подробнаго біологическаго изслѣдованія.

Агрономъ Я. Никитинскій въ уже цитированной нами статьѣ приходитъ къ слѣдующему очень опредѣленному заключенію:

„Въ тѣхъ предѣлахъ, въ которыхъ колеблется степень загрязненія воды, начиная съ разводной канавы, подводной капилляціонныя сточныя воды и кончая выходомъ уже очищенной жидкости изъ вторыхъ окислителей, можно установить для нашихъ условій правило, что чѣмъ вода чище, тѣмъ болѣе при равныхъ остальныхъ условіяхъ разнообразное населеніе мы въ ней встрѣчаемъ. А разъ это такъ, то несомнѣнно правильнымъ будетъ также и обратное заключеніе: чѣмъ разнообразіе (богаче формами) населеніе данной воды, тѣмъ эта вода чище, т.-е. число формъ, встрѣчающихся въ данн. водѣ въ нашихъ условіяхъ, уже само по себѣ можетъ служить показателемъ степени загрязненія воды“.

Можетъ быть это мнѣніе и слишкомъ категорично, во всякомъ случаѣ оно чрезвычайно интересно.

Г Л А В А III.

Микроорганизмы въ природѣ и въ техникѣ.

Уже давно открыто, что земля кишитъ всевозможными видами микроорганизмовъ.

Еще въ срединѣ 17-го столѣтія съ помощью микроскопа стали различать бактеріи, которыя тогда называли микроскопическими червями.

Линней еще въ 1773 г. говорилъ, что броженіе и гніеніе обязаны микроскопическимъ существамъ.

¹⁾ Къ вопросу о біологической переработкѣ вѣнѣшнихъ водъ сточныхъ водъ въ пластинчатыхъ окислителяхъ Дибдина. Изъ англійск. журн. „The Analyst“. 1907. Сообщ. В. Дроздовъ въ № 7. Бюллетен. Политехн. Общ. 1907 г.

Однако блестящихъ успѣховъ въ бактериологiи достигли лишь послѣ работъ Л. Пастера во 2-й половинѣ прошлаго столѣтiя.

Теперь уже достовѣрно извѣстно, что заразныя и многія другія болѣзни человѣка и животныхъ обязаны микроорганизмамъ.

При участiи микроорганизмовъ происходитъ гнѣніе органическихъ веществъ. При участiи микроскопическихъ грибовъ происходитъ броженіе.

По Бухнеру спиртовое броженіе можетъ быть воспроизведено и безъ участiя организмовъ. Роль ихъ въ броженіи сводится къ выработкѣ ферментовъ (энзимовъ) или возбудителей броженія.

Бактерiи размножаются чрезвычайно быстро. Размноженіе происходитъ съ помощью простаго дѣленія, почкованія и съ помощью выдѣленія споръ, которыя черезъ нѣкоторое время превращаются въ бактерiи.

Обыкновенно бактерiи зарождають только одну спору.

Бактерiи развиваются всего лучше въ средѣ, обладающей въ достаточной степени питательнымъ матеріаломъ и при температурѣ 20—30°Ц.

Большинство бактерiй погибаетъ при 60—70°Ц.

Споры же выживаютъ при болѣе высокой температурѣ.

Однако существуютъ такіе виды бактерiй, которые живутъ и энергично размножаются при температурѣ 70°Ц. Эти бактерiи называются термофильными.

Фишеръ показалъ, что есть такія бактерiи, которыя безъ вреда переносятъ кратковременное охлажденіе до—110°Ц.

Пикте даже наблюдалъ такіе виды бактерiй, которые выносили непродолжительное пребываніе при—213°Ц.

Свѣтъ дѣйствуетъ очень вредно на большинство бактерiй.

Разрушительное дѣйствіе свѣта на бактерiи имѣетъ огромное значеніе особенно при самоочищенiи рѣкъ.

Электрическій токъ уменьшаетъ количество бактерiй.

Webster показалъ, что при дѣйствiи тока силой въ 0,5 до 1 ампера, число микробовъ уменьшалось въ 50—100 разъ.

Къ высокому давленію низшіе грибки и въ особенности бактерiи невосприимчивы.

Въ видѣ опыта заражали пробы молока различными бактерiями (между прочимъ сибиреязвенными и тифозными) и затѣмъ въ теченіе 7 дней подвергали давленію углекислоты въ 50 атмосфер., но замѣтнаго измѣненія въ микроорганизмахъ не произошло.

Въ природѣ не бываетъ, чтобы бродящія или гниющія жидкости были заселены однимъ видомъ микроорганизмовъ.

Если въ разложеніи принимаетъ участіе одновременно 2 или болѣе вида микроорганизмовъ, то такое сотрудничество называютъ симбіозомъ. Последовательное развитіе одного вида бактерій за другимъ называютъ метабіозомъ, а борьба одного вида бактерій съ другимъ называется антагонизмомъ.

Микроорганизмы, живущіе на живомъ болѣе высшемъ организмѣ, называются паразитами, а питающіеся мертвой органической матеріей сапрофитами.

Способность бактерій разлагать органическія вещества чрезвычайна сильна.

Съ помощью особыхъ элективныхъ¹⁾ культуръ, по сообщенію проф. В. Омелянскаго, удалось вызвать метановое разложеніе целлюлозы, гумми-арабика, уксусной, масляной и пзомасляной кислотъ, яичнаго бѣлка, пептона, столярнаго клея, желатинны и шерсти.

Всѣ эти разложенія съ помощью микроорганизмовъ происходили легко, между тѣмъ какъ съ помощью химическихъ реактивовъ метанно разлагается только уксусная кислота.

Микроорганизмы являются главными дѣятелями въ круговоротѣ элементовъ, изъ которыхъ построены органическій міръ.

Безъ ихъ работы, говоритъ Францъ Лафаръ, органическій міръ скоро прекратился бы и поверхность земли покрылась бы трупами животныхъ и растений.

Грибы и бактеріи разлагаютъ и убираютъ съ жизненнаго пути все то, что перестало жить.

Круговоротъ азота въ природѣ въ краткихъ словахъ заключается въ слѣдующемъ.

Бобовыя растенія, напр., горохъ, клеверъ и т. под. отличаются способностью произрастать въ почвѣ, не заключающей азотистыхъ солей.

Это происходитъ потому, что бобовыя растенія усваиваютъ свободный азотъ изъ воздуха и затѣмъ, извлекая изъ почвы остальные необходимые составные элементы, образуютъ органическія азотистыя соединенія—бѣлковыя и другія вещества.

Названный процессъ усвоенія атмосфернаго азота происходитъ съ помощью особаго вида бактерій, которыхъ Вейриксъ называлъ *Bacillus radicicola*. Эти бактеріи поселяются на клубенькахъ корни растенія.

¹⁾ Элективными культурами называются спеціальныя культуры опредѣленныхъ видовъ бактерій въ питательной средѣ, свободной отъ другихъ видовъ микроорганизмовъ.

Бѣлковыя вещества употребляются въ пищу человѣкомъ и животными.

Природа получаетъ снова эти вещества въ видѣ мочевины, животныхъ изверженій и труповъ живыхъ существъ.

Собственно гнилостное разложеніе у человѣка начинается еще внутри его организма, а именно въ толстой кишкѣ. Здѣсь бѣлковыя вещества, оставшіяся неусвоенными или непереваренными, благодаря развивающейся дѣятельности гнилостныхъ бактерій, подвергаются разложенію съ образованіемъ вонючихъ газовъ (сѣроводорода, индола, скатола, летучихъ кислотъ и пр.).

Поступая въ почву, органическія вещества продолжаютъ разлагаться.

Это разложеніе можетъ происходить съ помощью денитрифицирующихъ бактерій и съ выдѣленіемъ амміачныхъ солей или свободного амміака.

Денитрификація можетъ идти дальше до образованія свободного газообразнаго азота.

Микроорганизмы, производящіе эту работу, носятъ названіе *Bacillus denitrificans*.

Этотъ видъ особенно въ симбіозѣ съ *Bacterium coli commune* разлагаетъ даже минеральныя соли азотной и азотистой кислоты до свободного азота.

Но въ природѣ же происходятъ съ помощью особаго вида микроорганизмовъ и окислительные процессы, при которыхъ амміачныя соли переходятъ въ соли азотистой и азотной кислотъ.

Эти процессы называются нитрификаціей.

Бактеріи, окисляющія соединенія амміака въ соли азотистой кислоты, называются нитрозобактеріями.

А бактеріи, превращающія соли азотистой кислоты въ соли азотной кислоты, называются нитробактеріями.

Нитрозобактеріи болѣе энергичны, нежели нитробактеріи.

Оба вида бактерій находятся въ почвѣ.

Какъ динитрификація, такъ и нитрификація происходятъ въ природѣ параллельно.

Тамъ, гдѣ нѣтъ доступа воздуха, возможны процессы восстановления.

Если же будетъ достаточный притокъ воздуха, то образуются соли азотистой и азотной кислотъ.

Растенія принимаютъ какъ соли аммонія, такъ и соли азотистой и азотной кислотъ. Однако послѣднія усваиваются скорѣе и лучше.

Круговоротъ углерода заключается въ грубыхъ чертахъ въ слѣдующемъ:

Животныя и человекъ выдыхаютъ углекислый газъ, который высшія растенія поглощаютъ.

Углеродъ мертвой матеріи при анаэробномъ разложеніи частью выдѣляется въ видѣ углекислоты, частью соединяется съ водородомъ въ метанъ и также выдѣляется въ газообразномъ видѣ, частью же связывается въ молочную, масляную, муравьиную и валерьяновыя кислоты.

Эти соединенія также удается разложить до метана и углекислоты.

При аэробномъ процессѣ органической углеродъ окисляется прямо до углекислоты.

Круговоротъ сѣры въ природѣ также очень интересенъ.

Высшія растенія усваиваютъ сѣру въ видѣ сѣрнокислыхъ соединений, изъ которыхъ растеніе вырабатываетъ сложныя сѣрнистыя соединенія.

Сложныя сѣрнистыя соединенія при гніеніи выдѣляютъ сѣрководородъ.

Въ природѣ существуютъ такъ называемыя сѣробактеріи (*Beggiatoa*, *Thiothrix* и пр.), которыя потребляютъ сѣрководородъ и окисляютъ его.

Образовавшаяся сѣра откладывается въ клѣткахъ сѣробактеріи.

Однако этотъ элементъ недолго остается въ клѣткахъ бактерій, но окисляется ими далѣе въ сѣрную кислоту, которая въ соединеніи съ карбонатами образуетъ сульфатъ, усвояемый растеніями¹⁾.

Еще позволю себѣ упомянуть о такъ называемыхъ желѣзобактеріяхъ.

Жизнь этихъ бактерій (*Crenothrix polyspora*, *Cladothrix dichotoma* и пр.) поддерживается энергіей, освобождающейся при окисленіи закиси желѣза въ окись.

Желѣзобактеріи произрастаютъ тамъ, гдѣ въ наличности есть растворимая углекислая закись желѣза.

Возможно, что мощныя отложенія желѣзной охры и желѣзнака, болотной руды и пр. — слѣдствія дѣятельности этихъ бактерій.

Грибы и бактеріи имѣютъ очень широкое примѣненіе въ технику, а именно въ пивовареніи, винокурении, винодѣліи, въ производствѣ молочныхъ продуктовъ, въ кожевенномъ производствѣ при дубленіи кожъ и пр.

¹⁾ Въ технику получаютъ примѣненіе особый видъ анаэробной бактеріи, называемый *Spirillum desulfuricans*. Умѣлымъ водѣйствіемъ на ся размноженію удалось совершенно освободить отъ сульфитовъ богатую гипсомъ воду и сдѣлать ее пригодной къ употребленію. При этомъ Ca SO_4 обращается въ CaS и FeS .

Наконецъ въ послѣднія 15 лѣтъ бактеріи получили широкое примѣненіе въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ ¹⁾).

Г Л А В А IV.

Значеніе микроорганизмовъ въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ.

Методъ біологической очистки сточныхъ водъ основанъ на дѣйствіи бактерій и болѣе высоко организованныхъ растительныхъ и животныхъ организмовъ.

Мы уже знаемъ, что сточныя воды изобилуютъ микроорганизмами.

Болѣе того, микроорганизмы являются неизбежными спутниками живой и мертвой органической матеріи.

Питаясь органическими веществами сточныхъ водъ, микроорганизмы живутъ и размножаются въ нихъ до десятковъ и даже сотенъ миллионновъ особей въ 1 кубич. сантиметрѣ сточной воды.

Одинъ кубич. сантиметръ состоитъ примѣрно изъ 20 капель.

Такимъ образомъ въ каплѣ сточной воды имѣется около миллиона и болѣе бактерій.

Дѣятельность бактерій въ сточныхъ водахъ вызываетъ разложеніе органическихъ веществъ, при чемъ одни виды бактерій разщепляютъ или что то же, восстанавливаютъ органическія вещества, другіе, напротивъ, окисляютъ органическія вещества.

Первые виды бактерій живутъ и развиваются при условіи отсутствія кислорода воздуха и поэтому называются анаэробными бактеріями или просто анаэробами.

¹⁾ Очень интересное явленіе представляетъ примѣненіе бактерій къ качественному химическому анализу:

Cosio открылъ способъ, посредствомъ котораго съ помощью особаго вида плесени—*Penicillium breviscaule*—можно обнаружить примѣсь 0,000001 грамма мышьяка. Этотъ способъ очень важенъ какъ въ судебной медицинѣ, такъ и въ дѣлѣ общественной санитаріи при открытіи небольшихъ примѣсей мышьяка въ обояхъ, кожахъ и т. под.

Способъ очень простъ и состоитъ въ томъ, что культура названной плесени на картофелѣ или хлѣбной мякѣ на другой же день, а иногда и черезъ нѣсколько часовъ начинаютъ издавать рѣзкій чесночный запахъ, вслѣдствіе образованія діэтиларсина— $\text{H}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$.

При этомъ способѣ не надо разрушать испытуемаго органическаго вещества, какъ это приходится дѣлать при прежнемъ способѣ Марша.

Способъ Марша основанъ на свойствѣ водорода, получающагося отъ дѣйствія сѣрной кислоты на цинкъ, восстанавливать кислородныя соединенія мышьяка, вслѣдствіе чего образуется мышьяковистый водородъ. Этотъ послѣдній при накалываніи разлагается на водородъ и мышьякъ, оставляющій на бѣломъ фарфорѣ темное пятно.

Вторые, напротив, могут жить и размножаться лишь при условии свободного доступа кислорода воздухомъ, потому носятъ названіе аэробныхъ бактерій или просто аэробъ.

Существуетъ еще много видовъ такъ называемыхъ факультативныхъ анаэробовъ, т.-е. такихъ бактерій, которыя живутъ и развиваются какъ въ отсутствіи кислорода воздуха, такъ и при свободномъ доступѣ его.

Первое наблюденіе образованія масляной кислоты съ помощью бактерій было сдѣлано Маршомъ въ 1840 г.

Луи Пастеръ въ 1861 изслѣдовалъ маслянаго вибриона и открылъ, что онъ способенъ жить безъ кислорода.

По позднѣйшимъ изслѣдованіямъ оказалось, что большинство маслянокислыхъ бактерій анаэробны.

Анаэробныя бактеріи сточныхъ водъ превращаютъ молочный и тростниковый сахаръ въ масляную кислоту съ небольшимъ количествомъ муравьиной кислоты.

То же превращеніе въ анаэробныхъ условіяхъ происходитъ и съ крахмальной мукой.

Анаэробные микроорганизмы разрушаютъ клетчатку (целлюлозу).

Этотъ процессъ очень характеренъ для септикъ-танка.

Анаэробное разложеніе целлюлозы по изслѣдованію профессора В. Омелянскаго производится двумя видами специфическихъ микробъ.

Однѣ бактеріи при этомъ выдѣляютъ водородъ, а другія метанъ¹⁾.

Продуктами разложенія клетчатки является при водородномъ разложеніи—водородъ, углекислота и жирныя кислоты (уксусная и масляная въ отношеніи 1,7 къ 1 съ ничтожной примѣсью валерьяновой кислоты).

А при метановомъ броженіи—метанъ, углекислота и тѣ же 2 кислоты въ отношеніи 9 къ 1.

Въ настоящее время извѣстно очень много видовъ анаэробныхъ бактерій.

Разложеніе азотистыхъ веществъ съ помощью анаэробныхъ бактерій называется гніеніемъ.

Такъ какъ въ бѣлковыхъ веществахъ всегда имѣются сложныя сѣрнистыя соединенія, то при анаэробномъ разложеніи ихъ всегда выдѣляется вонючій газъ—сѣроводородъ.

¹⁾ Метановое броженіе целлюлозы происходитъ еще въ кишечникѣ животныхъ, въ особенности травоядныхъ. При этомъ процессѣ растворяется оболочка клеточекъ растительной пищи и обогачается усваиваніе содержимаго ихъ кишечными соками.

Очень большое число бактерій обладают способностью вырбатывать его ¹⁾.

За исключеніем незначительнаго меньшинства, всѣ бактеріи нуждаются для построения своего тѣла въ азотистой пищѣ ²⁾.

Чтобы нерастворимыя въ водѣ бѣлковыя вещества пошли на созиданіе плазмы бактерій, они должны быть предварительно переведены въ растворимыя соединенія.

Эту работу выполняютъ активныя продукты жизнедѣятельности бактерій — энзимы, роль которыхъ въ дѣлѣ біологической очистки сточныхъ водъ очень велика.

Анаэробный процессъ разложенія органическихъ веществъ сточныхъ водъ происходитъ въ малопроточныхъ прудахъ, вода которыхъ почти не заключаетъ раствореннаго кислорода, на свалкахъ нечистотъ, и въ искусственныхъ біологическихъ сооруженияхъ въ септикахъ-танкахъ.

Самое важное значеніе анаэробнаго процесса въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ біологическимъ способомъ заключается въ разжиженіи твердыхъ нерастворимыхъ въ водѣ органическихъ соединеній и въ разрушеніи целлюлозы, шерсти, клея, рогового вещества и подобныхъ тѣлъ, способныхъ при послѣдующей очисткѣ сточныхъ водъ на біологическихъ фильтрахъ затруднять біологическіе процессы.

Значеніе анаэробнаго процесса довольно узкое.

Примѣненіе анаэробнаго разложенія въ послѣднее время все болѣе и болѣе ограничивается, особенно на континентѣ.

Методъ искусственной біологической очистки представляетъ изъ себя усовершенствованный способъ разложенія мертвой органической матеріи, встречающейся въ природѣ.

Біологическіе процессы разложенія способныхъ къ гніенію органическихъ веществъ, происходящіе въ почвѣ, люди перенесли на искусственныя біологическія очистительныя сооружения.

Анаэробныя процессы прилагаются въ септикахъ-танкахъ, а аэробныя — на біологическихъ фильтрахъ.

Какъ и при естественныхъ условіяхъ въ почвѣ, такъ и на біологическихъ фильтрахъ аэробный процессъ производится съ помощью нитрифицирующихъ микроорганизмовъ.

Пастеръ первый указалъ, что образованіе азотной кислоты въ почвѣ должно зависѣть отъ дѣйствія бактерій, а Шлезингъ, Мюнцъ и Варингтонъ изслѣдовали условія дѣятельности микроорганизмовъ.

¹⁾ Такъ называемыя сѣробактеріи никогда не выделяютъ сѣроводорода, а напротивъ, питаются имъ, поглощаютъ его, какъ мы знаемъ.

²⁾ Въ составъ сухого вещества бактерій входитъ до 70% и болѣе азотистыхъ веществъ.

Для дѣятельности аэробныхъ бактерій требуется пища, но эта пища не должна быть обязательно органической. Нитрификации могутъ подвергаться амміачныя соединенія въ присутствіи двууглекислаго натра и кальція.

Необходимымъ условіемъ нитрификаціи является присутствіе кислорода.

Далѣе необходимо, чтобы образовавшаяся изъ амміачныхъ соединеній съ помощью нитрозобактерій азотистая кислота, а изъ азотистыхъ соединеній съ помощью нитробактерій азотная кислота имѣли въ средѣ своего образованія—основанія, съ которыми свободныя кислоты могли бы химически соединиться.

Слѣдовательно нитрификація можетъ происходить только при щелочной реакціи. Опытъ показалъ, что реакція должна быть слабощелочная, такъ какъ избытокъ щелочи замедляетъ процессъ.

Очень важнымъ условіемъ дѣятельности нитрифицирующихъ бактерій является температура среды.

Нитрозобактеріи и нитробактеріи дѣйствуютъ наиболѣе энергично при температурѣ 12° — 37° Ц. Ниже 12° и выше 37° нитрификація идетъ менѣе энергично. Она еще происходитъ при 3° . Ниже 3° Ц. и выше 50° Ц. нитрифицирующіе процессы по-видимому останавливаются.

Сильный свѣтъ такъ же и сильный холодъ, или высокая температура—вредны для нитрификаціи.

Кромѣ нитрификаціи на біологическихъ фильтрахъ съ помощью микроорганизмовъ происходитъ окисленіе углерода до углекислоты, окисленіе сѣры до соединеній сѣристой и сѣрной кислоты и другіе окислительные процессы.

Очень важно помнить, что на біологическихъ сооруженіяхъ кромѣ бактерій въ дѣлѣ разложенія органическихъ соединеній принимаютъ участіе также водныя растенія, черви, насѣкомыя и ихъ личинки и пр.

Объ этомъ мы уже упоминали въ главѣ объ опредѣленіи степени чистоты и загрязненія сточныхъ водъ.

Г Л А В А V.

Самоочищеніе рѣкъ.

Первыя работы, выяснившія явленіе обезвреживанія сточныхъ водъ въ рѣкахъ естественнымъ путемъ, принадлежатъ англійской королевской рѣчной комиссіи.

Выясняя причины и степень загрязненія рѣкъ городскими сточными водами, англійская рѣчная коммиссія между прочимъ пришла къ выводу, что сточныя воды, попадая въ рѣку, сначала страшно загрязняютъ ее. Но, пройдя нѣкоторый путь отъ города, вода въ рѣкѣ постепенно дѣлается чище.

Это явленіе стали называть естественнымъ самоочищеніемъ рѣкъ. Въ дѣлѣ естественнаго самоочищенія рѣкъ участвуетъ нѣсколько факторовъ.

Прежде всего, сточныя воды, попадая въ рѣку, при движеніи воды постепенно теряютъ взвѣшенные вещества, которыя осаждаются на дно.

Органическія вещества, собираясь на днѣ, подвергаются гнилоственному разложенію съ выдѣленіемъ сѣроводорода, метана и пр.; этотъ осадокъ постепенно превращается въ землистый илъ—гумусъ.

Далѣе органическія вещества, находящіяся въ сточной водѣ, попадая въ рѣку, отнимаютъ отъ рѣчной воды кислородъ¹⁾, растворенный въ ней, и съ помощью микроорганизмовъ употребляютъ его на окисленіе своихъ составныхъ веществъ: углерода, азота, сѣры и водорода.

Количество кислорода, находящагося въ растворѣ рѣчныхъ водъ и другихъ естественныхъ водоемовъ, различно.

Мы приводимъ ниже таблицу, взятую у Guichard'a, изъ которой видно количество газовъ, растворенныхъ въ водахъ различныхъ источниковъ.

Въ первой графѣ таблицы показано объемное отношеніе кислорода и азота въ атмосферномъ воздухѣ.

Кромѣ этихъ основныхъ составныхъ частей воздуха въ окружающей насъ атмосферѣ всегда заключаются водяные пары и углекислый газъ.

Но этихъ примѣсей очень небольшое количество.

Въ 1 куб. метрѣ воздуха при 20° Ц. максимальное количество паровъ=0,01722 килограмма.

Или что тоже въ 1 куб. саж. воздуха при 20° Ц. наибольшее количество паровъ (при насыщеніи)=0,408 фунта.

Въ среднемъ содержаніе углекислоты въ атмосферномъ воздухѣ равно 0,03% или, что все равно, 3 части на 10000 частей воздуха²⁾.

1) Главная причина отсутствія рыбъ въ загрязненной водѣ заключается именно въ томъ, что органическія загрязненія, попадая въ рѣку, отнимаютъ отъ воды почти весь кислородъ, необходимый рыбамъ для дыханія.

2) Даже въ воздухѣ г. Манчестера, фабричныя трубы котораго ежедневно выбрасываютъ въ атмосферу около 8 милл. куб. метр. углекислоты, содержаніе этого газа не превышаетъ 3,9 частей на 1000 част. воздуха.

Название газовъ.	Атмосферный воздухъ.	Вода источника.	Вода р. Сены.	Вода р. Рейна.	Вода одного озера.	Вода одного пруда.	Вода одного колодца.	Дождевая вода.
Азота	79	5,6	3,9	7,4	5,9	6,6	9,8	15,1
Кислорода	21	13,8	12,0	15,9	13,4	16,0	25,3	7,4
Углекислого газа	—	16,2	16,2	7,6	0,6	11,2	21,7	0,5
Итого	100	35,6	32,1	30,9	19,9	33,8	56,8	23,0

Во второй и слѣдующихъ графахъ таблицы цифры обозначаютъ количество газовъ, выраженное въ кубическихъ сантиметрахъ на 1 литръ воды.

Въ москварѣцкой водѣ на 1 литръ растворено 5 куб. сант. кислорода.

Въ мытищинской водѣ на 1 литръ—менѣе 1 куб. сант.

Гюшаръ принимаетъ въ среднемъ содержаніе кислорода въ 1 литрѣ рѣчной воды равнымъ 10,1 куб. сант.; азота—21,4 к. с., а углекислоты—22,6 куб. сант.

Кислородъ поглощается водою медленно.

По опытамъ Дибдина ¹⁾ вода, не содержащая въ себѣ раствореннаго кислорода, можетъ поглотить въ теченіе 1 часа только 10% нормально заключающагося въ ней количества этого газа.

Въ 2 часа вода можетъ поглотить—20% кислорода, въ 3 часа—26%, въ 4 часа—32% и т. д. Въ теченіе 10 часовъ вода поглощаетъ только половину количества кислорода, которое она въ состояніи растворить при обычной температурѣ и давленіи.

Скорость, съ которою сточная жидкость можетъ поглощать новыя порціи кислорода изъ воздуха, зависитъ отъ жизнедѣятельности микроорганизмовъ, находящихся въ сточныхъ водахъ.

Такимъ образомъ ясно, что процессъ самоочищенія рѣкъ въ значительной степени зависитъ отъ біологическихъ процессовъ, происходящихъ въ рѣкѣ. Но кромѣ микроорганизмовъ очищенію рѣчныхъ водъ отъ способныхъ къ гніенію органическихъ веществъ способствуютъ также различные виды червей и рѣчная растительность.

Слѣдовательно сточныя воды, поступаая въ рѣку, не только

¹⁾ Пластинчатый окислитель Дибдина въ дѣлѣ биологической обработки сточной жидкости. Докладъ инженера В. А. Дроздова VIII Водопробному Съѣзду. Москва, 1907 г.

осаждаютъ въ ней свои взвѣшенные вещества и не только разжижаются большимъ количествомъ чистой рѣчной воды, но и подвергаются біологической очисткѣ.

Въ 6-мъ отчетѣ англійской рѣчной комиссіи приводятся данныя, что нечистоты, будучи разбавлены 20 объемами чистой воды въ рѣкѣ при скорости движенія воды въ 1 милью въ часъ, по прошествіи 168 миль очищаются отъ гниющихъ органическихъ веществъ на 67%.

Докторъ А. Д. Соколовъ, завѣдующій опытной станціей по біологической очисткѣ на поляхъ орошенія г. Москвы, въ одномъ техническомъ собраніи сообщилъ, что пробы сточной воды московской канализаціи, будучи разбавлены 20-ю и даже 30-ю объемами чистой мытищинской воды, по истеченіи нѣкотораго времени загнивали.

По опытамъ англійской рѣчной комиссіи пятипроцентный растворъ лондонскихъ сточныхъ водъ въ водѣ, богатой кислородомъ, въ теченіе 5 дней терялъ свой кислородъ и дѣлался неспособнымъ поддерживать жизнь рыбъ.

Какъ только сточныя воды, спущенныя въ рѣку, отнимутъ отъ рѣчной воды весь кислородъ, такъ разложеніе органическихъ веществъ въ рѣкѣ будетъ происходить съ помощью гнилостнаго процесса съ выдѣленіемъ вонючихъ газовъ.

Вѣрнѣе же надо считать, что на днѣ рѣки происходятъ анаэробныя процессы, а въ болѣе верхнихъ слояхъ воды—аэробныя.

Въ небольшихъ озерахъ, въ малопроточныхъ и стоячихъ прудахъ дѣло обстоитъ еще хуже.

Подобныя водоемы при неблагоприятныхъ обстоятельствахъ могутъ обратиться прямо въ перегруженный гнилостный резервуаръ или, говоря попросту—въ свалку.

Чрезвычайно важнымъ факторомъ въ дѣлѣ естественнаго самоочищенія рѣкъ является также солнечный свѣтъ, который особенно вредно дѣйствуетъ на болѣзнетворныя бактеріи.

Очищающее дѣйствіе солнечнаго свѣта на загрязненныя рѣчныя воды особенно сильно въ сухіе лѣтніе дни.

Однако извѣстно, что болѣзнетворныя бактеріи способны нѣкоторое время выживать въ рѣчной водѣ.

Такъ найдено, что тифозныя и туберкулезныя бациллы живутъ въ рѣчной водѣ нѣсколько дней; холерныя вибрионы и чумныя бактеріи могутъ выжить въ рѣчной водѣ болѣе мѣсяца.

Загрязненіе рѣки и степень ея естественнаго самоочищенія зависитъ отъ соотношенія количества сточной воды, спускаемой въ рѣку, къ количеству воды, протекающей въ рѣкѣ, иначе говоря къ мощности естественнаго протока.

Во второй половинѣ прошлаго столѣтія гигиенисты дали норму этого отношенія въ видѣ 1 къ 20, т. е. по этой нормѣ количество воды, протекающей въ единицу времени въ рѣкѣ, должно быть въ 20 разъ больше, нежели количество сточной воды, притекающей въ рѣку въ тотъ же промежутокъ времени.

Этотъ выводъ былъ сдѣланъ на нѣкоторыхъ наблюденіяхъ и недостаточномъ количествѣ опытовъ.

Въ настоящее время считаютъ, что такой нормы безъ отношенія къ характеру рѣки и къ составу сточной воды установить нельзя.

Болѣе того и врачи-гигиенисты и санитарные техники пришли къ опредѣленному выводу, что безъ предварительной обработки городской сточной воды не могутъ спускаться даже въ мощныя рѣчныя русла.

На послѣднемъ русскомъ водопроводномъ съѣздѣ 1907 года. по докладу В. Ф. Иванова „о спускѣ сточныхъ водъ городовъ въ рѣки“ принята слѣдующая резолюція:

„Очищенныя сточныя воды, неспособныя къ загниванію и несодержащія вредно дѣйствующихъ веществъ, могутъ быть спускаемы въ естественныя протоки, если это не окажется въ каждомъ данномъ случаѣ вреднымъ для протока и пользующагося имъ населенія, что должно быть установлено особымъ научнымъ изслѣдованіемъ“.

Если придерживаться нормы разжиженія въ пропорціи 1 къ 20, то всё большія европейскія рѣки съ излишкомъ удовлетворили бы этому требованію.

Наименьшій расходъ воды въ Волгѣ у Нижняго-Повгорода = 123 куб. саж. = 42,000 кубич. футъ въ секунду.

Если принять количество канализаціонныхъ водъ для г. Нижняго по проекту пр. Чижова, то при спускѣ этихъ водъ въ Волгу получится разжиженіе въ отношенія 1 къ 6000.

Въ Будапештѣ разжиженіе сточныхъ водъ водами = 1 къ 760, въ Кельнѣ — 1 къ 577.

Во Франкфуртѣ на Майнѣ — 1 : 130, въ Мюнхенѣ — 1 : 62.

Москва — рѣка у г. Москвы имѣетъ наименьшій расходъ въ 1 сек. = 1 кубич. саж.

Если принять среднее суточное количество канализаціонныхъ водъ въ 1 милл. ведеръ, то степень разжиженія получится въ отношенія 1 къ 20.

Разжиженіе сточныхъ водъ г. Париза рѣкой Сеной = отношенію 1 къ 13.

Великобританскія рѣки много бѣднѣе по расходу воды нежели на континентѣ. Поэтому въ Англии прежде всего заговорили о загрязненіи рѣкъ.

Лондонъ напр. ежедневно спускаетъ 900.000 куб. метровъ сточныхъ водъ.

А Темза расходуетъ въ сутки только 2 милл. куб. метр.

Значитъ разжиженіе Лондонскихъ водъ меньше чѣмъ 1 къ 3.

Еще остается сказать нѣсколько словъ о числѣ бактерій въ единицѣ объема рѣчныхъ водъ.

Сточные воды несутъ въ рѣку огромное количество микроорганизмовъ.

Количество бактерій въ рѣкахъ выше города и ниже его очень различно.

Пробы воды въ р. Ронъ выше Ліона дали 75 бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ, ниже Ліона уже—800 штукъ.

Въ р. Ширее выше Берлина—2000 до 20.000 бактерій. Ниже Берлина отъ 50.000 до 100.000 штукъ въ 1 куб. сантим.

Изаръ выше Мюнхена—530 бактерій. Ниже Мюнхена на 13 километровъ—9111; на 22 километра ниже—4796 бактерій, на 35 килом. ниже—2378 штукъ.

Отъ Мюнхена до Фрейзинга (33 килом.) вода протекаетъ около 8 часовъ.

Мы уже знаемъ, что органическія соединенія сточныхъ водъ, протекая въ рѣкѣ, минерализуются при участіи микроорганизмовъ.

Теперь является вопросъ, куда же дѣваются миллионы этихъ микроорганизмовъ, когда матеріаль для ихъ жизнѣдѣтельности истощится.

Когда питательнаго матеріала становится мало, между различными микроорганизмами возбуждается отчаянная борьба за существованіе.

Одни виды бактерій пожираютъ другіе. Кромѣ того часть бактерій за отсутствіемъ пищи отмираетъ и служить пищей болѣе высшихъ существъ: червей, пиявокъ и пр., которыя всегда населяютъ дно и берега рѣкъ.

Огромное значеніе въ дѣлѣ охраны рѣкъ, протоковъ и естественныхъ водоемовъ имѣетъ санитарное законодательство и санитарный надзоръ.

Англія первая выступила съ законодательной дѣятельностью въ этомъ направленіи.

Первый законъ, воспреещающій загрязненіе рѣкъ въ Англіи, изданъ въ 1857 г.

Въ 1868 г. англійская королевская рѣчная комиссія выработала нормы состава сточныхъ водъ, допустимыхъ для спуска въ естественные водоемы.

Для этого сточная вода не должна заключать въ 1 литрѣ 1) болѣе 30 миллигр. взвѣшенныхъ неорганическихъ веществъ и 10 миллигр. взвѣшенныхъ органическихъ веществъ; 2) болѣе 20 миллигр. органическаго углерода или болѣе 3 миллигр. органическаго азота.

3) Далѣе, сточная вода должна обладать опредѣленной прозрачностью, а именно она не должна казаться окрашенной, если смотрѣть сквозь слой ея въ 30 миллим. толщины при дневномъ свѣтѣ на фарфоровой чашечкѣ.

4) Въ 1 литрѣ воды не должно быть болѣе 20 миллигр. какого нибудь металла кромѣ калия, натрія, кальція и магнія.

5) Въ 1 литрѣ воды не должно содержаться болѣе 0,5 миллигр. мышьяка въ какомъ-либо химическомъ соединеніи, одинаково въ растворенномъ или во взвѣшенномъ состояніи.

6) По подкисленіи сѣрной кислотой не должно содержаться болѣе 10 миллигр. свободнаго хлора на 1 литрѣ.

7) Въ 1 литрѣ сточной воды не должно содержаться болѣе 10 миллигр. сѣры въ видѣ сѣроводорода или какого-нибудь сѣрнистаго металла.

8) Въ 1 литрѣ не должно содержаться свободной кислоты болѣе количества, эквивалентнаго 2 грамм. солиной кислоты.

9) Въ 1 литрѣ не должно содержаться свободной щелочи болѣе количества, эквивалентнаго одному грамму ѣдкаго натра.

Въ 1886 г. эти законодательныя нормы были дополнены въ томъ смыслѣ, что для спуска сточныхъ водъ въ источники, которыми мѣстныя жители не пользуются для питья и домашняго обихода, эти требованія нѣсколько понижены. Въ этомъ случаѣ взвѣщенн. органич. вѣщ. допущено 20 миллигр. на 1 литрѣ, а неорганическихъ—50 мил., органическаго азота—10 мил., сѣры въ сѣрнист. соединеніи—20 милл. и т. д.

Несомнѣнно, что эти нормы нельзя разсматривать безотносительно, не принимая во вниманіе мощности естественнаго протока или водоема.

Можно даже сдѣлать нѣкоторыя возраженія противъ нихъ и по существу.

Напр. по пункту 6 хлора не допускается болѣе 10 милл. на литрѣ.

Это требованіе основано на содержаніи поваренной соли въ мочѣ.

Человѣкъ выдѣляетъ въ сутки въ среднемъ 15 грамм. поваренной соли.

При потребл. воды въ 100 литровъ на человѣка въ сутки

въ литрѣ сточной воды получится 150 миллигр. поваренной соли, въ которой примѣрно 100 милл. хлора на 1 литрѣ воды.

Но въ сточную воду поваренная соль можетъ попасть и не изъ мочи.

Тогда норма будетъ ошибочна по отношенію къ подобной водѣ.

Но не касаясь нѣкоторыхъ недостатковъ англійскихъ нормъ, надо признать, что онѣ оказали огромное вліяніе и въ Англии и на континентѣ въ дѣлѣ огражденія естественныхъ источниковъ отъ загрязненія.

Въ 1872 г. въ Англии былъ издавъ законъ, разрѣшавшій организацію товариществъ для защиты рѣкъ отъ загрязненія. Законъ снабдилъ товарищества большими полномочіями.

Въ 1894 г. законъ запрещаетъ загрязненія рѣкъ твердыми отбросами и фабричными нечистотами.

Насколько важны эти законы видно изъ того, что въ 1893 г. только 45 фабрикъ Ланкашира и Чешира имѣли надлежащее устройство для очистки сточныхъ водъ, а въ 1906 г.—уже 268.

Въ 1892 г. 27 городовъ имѣли станціи для очистки сточныхъ водъ, а въ 1906—80 городовъ.

Слѣдуетъ еще упомянуть о нормахъ мѣстныхъ управленій.

Въ Ланкаширѣ и Йоркширѣ требуется, чтобы окисляемость сточныхъ водъ, спускаемыхъ въ общественные водоемы не превышала по 4-хъ часовой пробѣ 14,3 миллигр. кислорода на 1 литрѣ, что соотвѣтствуетъ 56,5 марганцовокисл. кали на 1 литрѣ сточной воды.

Въ г. Манчестерѣ эта норма равна 13 миллигр. кислорода на 1 литрѣ сточной воды.

Содержаніе альбуминоиднаго амміака по Ланкаширскимъ нормамъ не должно превращать 1,43 миллигр. на 1 литрѣ сточной воды.

Въ Германіи рѣки протекаютъ черезъ нѣсколько союзныхъ государствъ, нѣкоторыя изъ которыхъ имѣютъ санитарные законы.

Общеперское законодательство имѣетъ 2 статьи, ограждающія чистоту естественныхъ водоемовъ.

Кромѣ того существуютъ законы о борьбѣ съ заразными болѣзнями. По этимъ законамъ организуются совѣты народнаго здравія и имѣется медицинская и ветеринарная полиція, которая между прочимъ охраняетъ чистоту источниковъ.

Фабричныя сточныя воды регулируются въ Германіи уставомъ о промышленности, который предоставляетъ органамъ мѣстнаго самоуправленія требовать недопущенія загрязненія рѣкъ и естественныхъ водоемовъ.

Въ случаѣ неисполненія требованій мѣстныхъ самоуправленій фабрикантами, вступаетъ въ дѣйствіе полиція.

Во Франціи лучше разработаны законы о водномъ правѣ, нежели о защитѣ рѣкъ отъ загрязненій.

Эту послѣднюю функцію очень слабо исполняютъ старыя законъ 1829 г. и декретъ 1897 г.

Въ Россіи охрана рѣкъ отъ загрязненій принадлежитъ городскимъ и земскимъ управленіямъ, а гдѣ таковыхъ учрежденій нѣтъ—администраціи.

Городовое и Земское Положенія уполномочиваютъ, но не обязываютъ города и земства издавать обязательныя постановленія по санитарной части.

Нѣкоторые губернскія земства и города издали подобныя обязательныя постановленія.

Но во-первыхъ земскихъ губерній въ Россіи только 34, во 2-хъ далеко не всѣ изъ нихъ имѣютъ обязательныя постановленія, касающіяся этого предмета, въ-третьихъ, и это самое главное, для наблюденія за исполненіемъ обязательныхъ постановленій почти нигдѣ нѣтъ санитарнаго надзора.

Отвѣтственность за неисполненіе санитарныхъ мѣропріятій земствъ и городовъ лежитъ на полиціи, которая мало обращаетъ вниманія на этотъ предметъ.

Прямыхъ законовъ объ охранѣ рѣкъ отъ загрязненій не имѣется.

Никакихъ нормъ, подобныхъ англійскимъ, не существуетъ.

II. Предварительная обработка сточной жидкости.

ГЛАВА VI.

При очисткѣ сточныхъ водъ біологическимъ способомъ, независимо отъ того—съ помощью полей ли орошенія, перемежающейся фильтраціи или искусственными біологическими фильтрами, имѣетъ огромное значеніе предварительное освобожденіе сточныхъ водъ отъ взвѣшенныхъ веществъ.

Взвѣшенные вещества изъ частичекъ жира, бумаги и пр. распределяются на поляхъ орошенія въ видѣ тонкаго, трудно проицаемаго для жидкости и воздуха слоя, подобнаго пульпѣ изъ паше-маше.

На біологическихъ фильтрахъ этотъ слой также облекаетъ фильтрующій матеріалъ и препятствуетъ разрушительной работѣ микроорганизмовъ, такъ какъ клѣтчатка и жиръ очень трудно разлагаются аэробными процессами, въ то время какъ азотистыя вещества и углеводы минерализуются на біологическихъ фильтрахъ очень полно и быстро.

Рѣшетки и сита. Песочники.

Первоначально для предварительной обработки сточной жидкости пользовались рѣшетами, ситами и т. п. ловителями плавающихъ и взвѣшенныхъ веществъ.

Первоначально утверждали, что эти механическія приспособленія способны задержать большое количество взвѣшенныхъ веществъ. Однако опыты не подтвердили этихъ надеждъ.

Да и понятно. Рѣшета и сита ставились сначала для защиты насосовъ отъ засореній.

Эту роль они выполняютъ правильно. Въ Лондонѣ на 900.000 куб. метр. (болѣе 72 мил. ведеръ) сточныхъ водъ въ сутки рѣшетки задерживаютъ 14 куб. метровъ плавающихъ веществъ.

Въ Москвѣ на главной насосной станціи рѣшетки задерживаютъ до 250 пуд. плавающихъ предметовъ на 4 милл. сточныхъ водъ въ сутки.

Въ среднемъ считаютъ, что рѣшетки и сита задерживаютъ 1 пудъ взвѣшенныхъ веществъ на 800—1600 жителей въ день. На городъ въ 100.000 жителей—1—2 кубич. метра въ день.

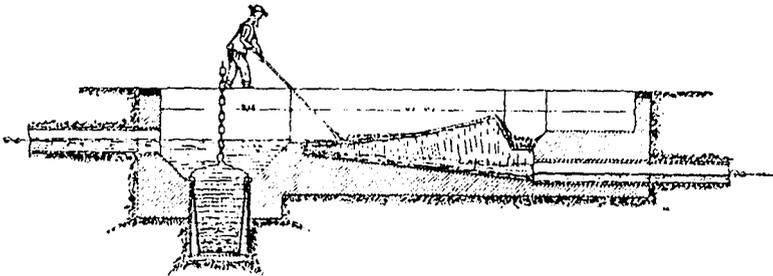
Надо прибавить къ этому, что задержанные на рѣшеткахъ предметы содержатъ болѣе 50% воды, которую приходится отпрессовывать или такъ или иначе удалять.

Такъ какъ рѣшета и сита задерживаютъ скорость теченія сточной жидкости, то около нихъ выпадаютъ тяжелыя минеральныя частицы. Чтобы было удобно ихъ собирать при рѣшеткахъ стали дѣлать углубленіе. Такъ естественно пришли къ устройству такъ называемаго песочника.

Песочники.

Чтобы задерживать только тяжелыя предметы песочникъ долженъ быть небольшого размѣра и только немного уменьшать скорость движенія жидкости.

Въ этомъ случаѣ осаждаются будутъ вещества, легко удаляемыя лопатой.



Фиг. 1.

Старинныя песочныя конструкціи представляютъ простыя углубленія съ квадратнымъ или круглымъ отверстіемъ. Въ городахъ, канализованныхъ по раздѣльной системѣ, требованія предъявляемыя къ песочнику значительно суживаются, такъ какъ соръ съ улицъ не поступаетъ въ канализаціонную сѣть и дожди имѣютъ очень небольшое вліяніе на характеръ сточной жидкости.

Изъ попадающихъ въ песочникъ предметовъ главную массу представляетъ песокъ съ обрывками волоконъ тканей и другихъ органическихъ веществъ, приставшихъ къ песку;

Благодаря содержанію въ пескѣ способныхъ къ гніенію органическихъ веществъ, онъ не можетъ употребляться на строительныя надобности.

Характеръ осадка таковъ, что въ нижнихъ слояхъ онъ содержитъ не болѣе 35% воды и легко берется лопатой.

Песочники удаляютъ 8-9% взвѣшенныхъ веществъ. На 100.000 жителей ежедневно накопится въ песочникѣ 1 куб. метръ осадка.

На фиг. 1 изображенъ продольный разрѣзъ песочника одной англійской очистной станціи.

Здѣсь подошва песчаника имѣеть уклонъ по направленію теченія жидкости. Чтобы тяжелые предметы возможно скорѣе осѣли въ песочникѣ и для болѣе удобнаго удаленія осадка подошвъ песочника стали давать большой уклонъ противъ теченія.

Для избѣжанія илстаго осадка скорость теченія въ песочникѣ не должна превосходить 5 сантиметровъ въ секунду.

Ширина песочника въ Кельнѣ—3, 4 метра, во Франкфуртѣ на Майнѣ—6 метровъ, въ Манчестерѣ—8 метровъ.

Песочникъ парижской насосной станціи въ Кюппи имѣеть оченъ большую длину—60 метровъ.

Обыкновенно дѣлають песочникъ значительно короче.

Чтобы имѣть возможность свободно удалить изъ песочника осадокъ, ставятъ рядомъ 2 песочника. Въ то время какъ одинъ очищается, сточную воду пускають черезъ другой.

Песочникъ имѣеть большое значеніе при общесплавной канализаціи, когда въ сѣтъ попадаетъ съ улицъ песокъ, соръ и всевозможные сметки.

Въ дождливые дни въ песочникъ попадаетъ огромное количество осадковъ, особенно если въ сѣти не имѣется уличныхъ отстойниковъ.

Кромѣ того въ дождливые дни естественно промываются каналы. Въ Бирмингемѣ въ канализацію попадаетъ большое количество минеральныхъ веществъ отъ мостовыхъ. Въ Манчестерѣ (600 тыс. жителей) въ проливные дожди за 1 день собирается въ песочникѣ до 18000 пудовъ осадковъ.

ГЛАВА 7.

Жируловители.

Особенно вредное вліяніе на очистку сточныхъ водъ оказываетъ жиръ.

Въ большинствѣ западно-европейскихъ канализованныхъ городовъ постановка жируловителей въ зданіяхъ, присоединяемыхъ къ канализаціи, обязательно.

По правиламъ Московской Городской Управы жируловители или салыные горшки ставятся при раковинахъ въ большихъ кухняхъ (трактирахъ, гостиницахъ, ресторанахъ, больницахъ и проч.) и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ Городская Управа признаетъ необходимымъ.

Несмотря на обезжириваніе сточныхъ водъ въ Западной Европѣ, все же Дегенеръ при изслѣдованіи осадковъ различныхъ городовъ нашелъ 4—18% жировъ по отношенію къ осадку, высушенному на воздухѣ.

Эти жирныя вещества состояли на 20% изъ нейтральныхъ жировъ, на 50—70%—изъ жирныхъ кислотъ и изъ 30% неомыляемыхъ жировъ.

По мнѣнію Дегенера жирныя вещества сточныхъ водъ вполне пригодны для свѣчнаго и мыловареннаго производствъ.

Прежде другихъ городовъ утилизаціей жировъ въ большомъ масштабѣ занимался Кассель.

Жиры экстрагировались сначала бензоломъ, а позднѣе сѣроуглеродомъ. Но это производство оказалось убыточнымъ.

Въ Йоркширѣ, въ Англии на шерстомойнѣ много лѣтъ примѣняются различные методы экстракціи жира. Тамъ найдено болѣе выгоднымъ обрабатывать сточныя воды химическими веществами, которыя вмѣстѣ съ жирами выпадаютъ на дно.

Однако при химической обработкѣ получается огромное количество осадковъ, извлеченіе жира изъ которыхъ оказалось также невыгодно.

Послѣ этого прибѣгли къ опытамъ центрофугированія осадковъ.

Съ помощью центробѣжной силы количество воды, содержащейся въ осадкѣ, уменьшалось на $\frac{1}{5}$.

На центрофугѣ получалось 3 слоя; верхній слой ила выбрасывался, остальные 2 слоя собирались и продавались.

Такой способъ повидимому обѣщаетъ дать выгоды.

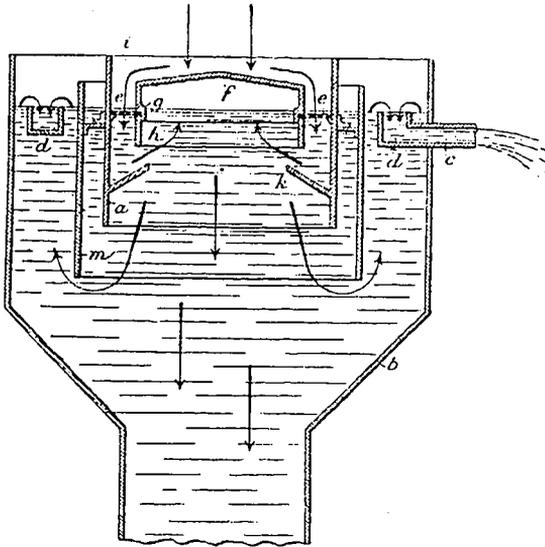
Франкфуртское Общество для утилизаціи городскихъ сточныхъ водъ установило на очистительной станціи нѣсколько аппаратовъ для уловленія жира.

Подобныя же аппараты системы Кремера примѣняются въ Осдорфѣ близъ Берлина.

Аппаратъ Кремера имѣетъ цѣлью раздѣлить взвѣшенные вещества на 3 группы: легкія и жирныя частицы выдѣлать на поверхность, а тяжелыя—осадить на дно.

На приложенномъ рисункѣ (фиг. 2) видно, что приборъ Кремера по существу состоитъ изъ 4 сосудовъ, вложенныхъ одинъ въ другой

такимъ образомъ, что между ихъ стѣнками остается свободное пространство.



Фиг. 2.

Наружный сосудъ имѣетъ видъ воронки.

Внутренний самый верхний имѣетъ дно *f*, которое служитъ для распредѣленія воды въ аппаратъ. Вода сначала оставляетъ въ песочникѣ тяжелые предметы, затѣмъ она поступаетъ на крышку *f*, распредѣляется по аппарату съ помощью отверстій *e* и проникаетъ въ центральный сосудъ. По пути вода встрѣчаетъ направляющую поверхность *k*, которая поворачиваетъ направление движенія воды къверху. При этомъ легкія взвѣшенные вещества поднимаются подъ крышку *f* и образуютъ здѣсь болѣе или менѣе толстый слой жира. Тяжелыя же частички спускаются ниже.

Вода, выдѣливъ жиръ, движется по указаніямъ стрѣлокъ къ отверстіямъ *d*. Между стѣнками *a* и *m* образуется неподвижный слой жидкости, поэтому надъ нимъ также собирается небольшое количество легкихъ взвѣшенныхъ веществъ.

Поверхность, занимаемая аппаратомъ Кремера = 15 квадр. метрамъ. Его высота — отъ 1, 2 до 2 метр. Производительность — до 1000 кубич. метр. сточной жидкости въ сутки.

Опыты въ Осдорфѣ показали, что вода по выходѣ изъ аппарата освобождается отъ большей части взвѣшенныхъ жирныхъ частичекъ, задерживая ихъ отъ 50 до 85%. Только частички жира, находяціяся въ мельчайшемъ состояніи и въ эмульсивномъ соединеніи со сточной водой проходятъ мимо аппарата.

1) Чтобы освободить сточную воду въ количествѣ 1000 куб. метр. въ сутки отъ 70 до 100% отъ взвѣшенныхъ веществъ, частички которыхъ не больше 3 миллим. въ диаметръ достаточно 1 аппарата.

2) Чтобы очистить въ сутки 1000 куб. метровъ сточной воды на 70—100% отъ частичекъ, имѣющихъ въ диаметръ 2 мплл. и болѣе—нужно имѣть 2 аппарата.

3) При условіи освобожденія частичекъ отъ 1 милл. въ диаметръ и болѣе на 70—100%;—необходимо имѣть 3 аппарата. ¹⁾

Жирныя частички, собирающіяся въ верхней части аппарата, состоятъ изъ 86% воды и 6%—жира.

Въ сухомъ веществѣ этой всплывшей пленки содержится до 50% жира, который можетъ быть утилизованъ на приготовленіе брикетовъ или на приготовленіе мыла, свѣчей и тому и.

Профессоръ Бакхаузъ даетъ слѣдующіе результаты предварительной очистки сточныхъ водъ Берлина.

	Въ миллигр. на 1 литр. сточной воды.	
	Не очищен.	Послѣ обработки.
Сухого вѣщ.	1560	875
Потери при прокаливаніи	670	340
Остатокъ по прокалываніи	890	535
Всего азота	91,7	80,5
Амміака	65,5	65,5
Окисляемость на марганцовокислос кали	111,5	1121,8
Потребно кислорода на окисленіе соотвѣтственно марганц. кисл-калии	282,2	283,8

Приготовленные изъ этого уловленного вещества брикеты обладали калорическимъ эффектомъ въ 3467 калорій. Составъ ихъ слѣдующій:

¹⁾ Эти выводы взяты у Кальмета.

По даннымъ Дунбаръ въ нихъ слѣдовало бы сдѣлать исправленія, такъ какъ эмульсивныя частички мы выдѣлать не можемъ. Поэтому вмѣсто 100% слѣдовало бы поставить 85%.

Углерода	32,93%
Водорода	3,22%
Кислорода, азота, серы и прочіе	16,74%
Зола	47,11%

По исчисленіямъ Шрейбсера, въ Берлинскую канализацію попадаетъ отъ каждаго жителя до 20 грам. жира.

Берлинскія сточныя воды содержатъ отъ 0,01 до 0,026% жира.

По этому расчету сточныя воды московской канализаціи несутъ на поля орошенія ежедневно болѣе 300 пудовъ жира. Если бы можно было предварительно удалить большую часть этого жира изъ сточныхъ водъ, то производительность полей орошенія значительно поднялась бы.

ГЛАВА VIII.

Отстаиваніе.

Если замедлить скорость теченія сточной воды, то изъ нея постепенно будутъ осаждаться взвѣшенные частицы.

Такимъ образомъ вода освѣтляется и на дно отстойнаго резервуара выпадаетъ до 75% взвѣшенныхъ веществъ.

Кёнигъ указываетъ даже, что при осажденіи взвѣшенныхъ веществъ безъ помощи химическихъ реактивовъ въ сточной водѣ уменьшается и часть растворимыхъ органическихъ веществъ. Отстаиваніе сточной жидкости производится въ резервуарахъ, размѣры которыхъ оказываютъ вліяніе на степень освѣтленія.

Чѣмъ больше резервуаръ, тѣмъ долѣе жидкость можетъ быть въ покоѣ и тѣмъ больше выдѣлится взвѣшенныхъ веществъ.

Но если даже сточная вода остается въ покоѣ 24 часа или еще болѣе, все же въ ней останется 10—20% взвѣшенныхъ веществъ, которыя находятся въ очень прочной связи съ водой.

Вмѣсто большихъ отстойныхъ резервуаровъ въ настоящее время употребляютъ такъ называемые осадочныя бассейны, размѣры которыхъ соотвѣтствуютъ $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ части суточного количества сточныхъ водъ.

Ганноверскіе и Кельнскіе опыты показали, что нѣтъ необходимости имѣть въ осадочныхъ бассейнахъ скорость въ 2—3 миллиметра въ секунду или даже меньше, какъ это думали ранѣе.

Бокъ и Шварцъ дѣлали опыты съ бассейнами въ 50—75 метровъ длины и со скоростью 4—19 миллим. въ секунду.

При скорости 4—8 миллиметровъ въ секунду и длинѣ бассейна—50 метровъ удерживалось въ 1 часъ 55,7% нерастворимыхъ веществъ.

При длинѣ бассейна въ 75 метровъ—61,5%.

При повышеніи скорости до 19 миллим. въ секунду очистительный эффектъ падалъ до 57% при длинѣ бассейна въ 75 метр.

При 12-часовомъ стояніи жидкости выдѣлялось 88,8% нерастворимыхъ веществъ.

Штейернагель въ 1906 г. получилъ слѣдующіе результаты:

Осажденіе въ теченіе сутокъ, скорость—4 миллим. въ секунду, уменьшеніе взвѣшенныхъ веществъ—на 72,31%.

Скорость увеличивалась до 20 миллим., уменьшеніе взвѣшенныхъ веществъ падало до 69,08%.

Скорость увеличивалась до 40 миллим., уменьшеніе взвѣшенныхъ веществъ падало до 58,9%.

На 1000 кубич. метр. канализационной воды въ кельнскихъ резервуарахъ при скорости въ 4 миллим. осаждалось ила 4,04 куб. метр.

При скорости въ 20 миллим.— 2,474 куб. метр.

” ” 40 ” — 1,838 ” ”

Содержаніе воды въ илѣ во всѣхъ этихъ случаяхъ различно.

При скорости 4 миллим.:—воды 95,57%; сухого вещ.—4,43%

” ” 20 ” ” 92,87%; ” ” 7,13%

” ” 40 ” ” 91,34%; ” ” 8,66%

Отсюда видно, что илѣ, выдѣлившейся изъ сточной воды при скорости въ 40 миллим., имѣеть сухого вещества почти вдвое больше, нежели илѣ, осажденный при скорости въ 4 миллим.

Болѣе плотный илѣ удобнѣе въ послѣдующей обработкѣ съ цѣлью обезвреживанія его.

Къ тому же объемное уменьшеніе его при большихъ скоростяхъ въ значительной степени уравнивается лучшимъ качествомъ.

Перечисленные опыты доказали, что быстрое отстаиваніе въ осадочномъ бассейнѣ задерживаетъ столько же взвѣшенныхъ веществъ діаметромъ менѣе 5 миллим., что и сита и рѣшетки, установка и содержаніе которыхъ стоятъ значительно дороже.

Для Кельна же эти выводы имѣли такое практическое послѣдствіе, что сточныя воды послѣ выдѣленія взвѣшенныхъ веществъ діаметромъ до 3 милл., стали спускать прямо въ Рейнъ.

Очистительная же станція, содержаніе которой обходилось очень дорого, осталась безъ надобности.

Бокъ и Шварцъ дѣлали опыты измѣренія скоростей движенія сточной жидкости въ различныхъ мѣстахъ осадочнаго бассейна.

Оказалось, что и на глубинѣ $\frac{1}{2}$ метра и на глубинѣ 2 метровъ, а также по сторонамъ бассейна наблюдалась скорость въ 2—3 раза большая, чѣмъ получалась средняя вычисленная скорость.

Плмидтъ повѣрилъ эти результаты въ осадочномъ бассейнѣ Оппельна и съ помощью прибавки красящаго вещества—уранина онъ выяснилъ, что въ холодное время года притекающая болѣе теплая вода продвигается сверху болѣе холодной сточной водой, находящейся въ бассейнѣ.

Напротивъ, если вода въ бассейнѣ болѣе теплая, нежели поступающая изъ канализаціи, то притекающая вода будетъ при вхождѣ въ бассейнъ опускаться внизъ.

Такимъ образомъ въ зависимости отъ наружной температуры сильно измѣняются скорости на различныхъ глубинахъ осадочнаго бассейна.

Опыты показали, что предпочтительнѣе вести процессъ осажденія непрерывно, а не при періодическомъ наполненіи резервуаровъ.

Для очистки резервуара отъ ила необходимо приостановить притокъ сточной воды. Воду, находящуюся сверху ила спустить, а иль перекачать въ соответствующее мѣсто для дальнѣйшей обработки.

Осадочный бассейнъ приходится чистить отъ ила 1—2 раза въ недѣлю.

Эффектъ удаленія взвѣшенныхъ веществъ=60—70%.

Стоимость эксплуатаціи системы при механическомъ отстаиваніи колеблется между 12 и 24 коп. на жителя въ годъ. Въ Кассель, напримѣръ, 20—24 коп., Алленштейнъ—12 коп., въ Франкфуртъ на Майнѣ—19 коп.

Интересны въ этомъ отношеніи опыты надъ обработкою сточныхъ водъ біологическимъ способомъ въ г. Колумбусѣ въ Америкѣ¹⁾. Тамъ резервуары для быстраго отстаиванія жидкости дѣйствовали при мѣстныхъ условіяхъ мало успѣшно, по всей вѣроятности потому, говорится въ отчетѣ, что жидкость послѣ прохожденія черезъ камеру съ рѣшетами содержала уже недостаточно удѣльно-тяжелыхъ примѣсей, которыя собственно только и пригодны для отложенія въ небольшихъ резервуарахъ при быстромъ прохожденіи черезъ нихъ жидкости.

Опытная станція въ Колумбусѣ получала ежедневно 1592,5 куб. метра сточной жидкости, которая и распредѣлялась по различнымъ сооружениямъ.

¹⁾ Исслѣдованія надъ обработкой сточной канализаціонной жидкости біологическимъ способомъ, произведенныя въ 1905 г. въ г. Columbus'ѣ, въ штатѣ Огайо, въ С. Америкѣ". Переводъ съ англійскаго инженера В. А. Дроздова. Приложение къ „Бюллетенямъ Политехи. Общества“ за 1907 г.

Для быстрого отстаиванія удѣльно-тяжелыхъ примѣсей осадочный бассейнъ обладалъ емкостью въ 16,84 куб. метра. Отношеніе длины резервуара къ его глубинѣ было, какъ 15,8 : 1. Средняя скорость теченія была 11,39 мм. въ секунду (136,7 футовъ въ часъ). Періодъ прохожденія жидкости черезъ резервуаръ равнялся 0,29 часа. Въ среднемъ жидкость изъ этого резервуара содержала 150 миллигр. взвѣшенныхъ веществъ на 1 литръ воды.

Между тѣмъ какъ при дѣйствиіи отстойниковъ съ медленнымъ отстаиваніемъ въ 1 литръ воды послѣ отстаиванія оставалось лишь 60—70 милл. взвѣшенныхъ веществъ.

Далѣе замѣчено, что при быстромъ прохожденіи жидкости черезъ отстойные бассейны въ пей не происходитъ замѣтнаго измѣненія ни въ количествѣ растворенныхъ веществъ, ни въ количествѣ свободного аммонія.

Жиры удаляются до 18%, бактерій до 33%.

Осадокъ удалять приходилось 1 разъ въ 10 дней.

Температура жидкости оказываетъ вліяніе на отложеніе осадка и продолжительность періода работы отстойниковъ.

Опыты медленнаго отстаиванія жидкости производились въ 2 прямоугольныхъ резервуарахъ, въ которыхъ отношеніе длины къ глубинѣ было какъ 5 : 1 (40 футовъ на 8).

Емкость резервуаровъ составляла 77,35 куб. метровъ.

Скорость теченія—0,43 и 0,56 миллим. въ секунду (4,9 и 6,7 фут. въ часъ). Періодъ прохожденія жидкости черезъ резервуары составлялъ 8,0 и 6,0 часовъ.

Въ эти резервуары поступала жидкость уже прошедшая отстойники съ быстрымъ теченіемъ.

Остатокъ взвѣшенныхъ веществъ по прохожденіи этихъ резервуаровъ составлялъ 75 миллигр. на 1 литръ.

Удаленіе аммонія происходило незначительное (6%). Органическихъ веществъ удалалось всего при двукратномъ осажденіи: органическаго азота 34—30%, органическаго углерода 34 и 26%, летучихъ веществъ 30 и 26%.

Удаленіе жировъ при медленномъ осажденіи до 39%, а всего съ быстрымъ осажденіемъ до 50%.

Средній процентъ удаленія взвѣшенныхъ веществъ 46—47%.

Резервуары освобождали для чистки, какъ только замѣчали образованіе газовъ. Самый короткий промежутокъ между очистками былъ 7 дней въ іюнѣ 1905 года, самый продолжительный въ 37 дней въ декабрѣ и январѣ.

Болѣе полное выдѣленіе взвѣшенныхъ веществъ или болѣе совершенное освѣтленіе сточныхъ водъ достигается съ помощью химическаго осажденія.

ГЛАВА IX.

Осаждение съ помощью химическихъ реактивовъ.

Способъ освѣтленія сточныхъ водъ съ помощью химическихъ реактивовъ извѣстенъ болѣе 100 лѣтъ, практическое же примѣненіе получилъ съ 70-хъ, 80-хъ годовъ въ Англіи, когда санитарный надзоръ сталъ неудовлетворяться одними отстойными бассейнами на фабрикахъ и въ городахъ.

Мысль о прибавкѣ химическихъ веществъ къ сточнымъ водамъ явилась естественно въ тѣхъ случаяхъ, когда приходилось имѣть дѣло съ большимъ количествомъ фабричныхъ сточныхъ водъ.

Напримѣръ сточныя воды г. Брадфорда въ половинѣ 80-хъ годовъ состояли наполовину изъ сточныхъ водъ шерстомоещъ, суконыхъ фабрикъ, красильнъ, и тому под.

Чрезвычайно загрязненная вода отстаивалась плохо. Поэтому стали прибавлять гидрата извести.

Къ этому же способу вскорѣ прибѣгли Манчестеръ, Бирмингамъ, Лидсъ и другіе города Англіи.

Надежды, которыя первоначально возлагали на методъ химическаго осажденія, не оправдались. Сальфордъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ перемѣнилъ 13 различныхъ химическихъ способовъ, Бирмингамъ—7, но все же получались неудовлетворительные результаты.

Изъ 1 куб. метра сточной воды осаждается $6\frac{1}{2}$ литровъ ила. Въ среднемъ на одного жителя въ годъ приходится 464 литра ила.

На покупку химическихъ веществъ тратится до 750 тыс. рублей.

Общая же стоимость эксплуатаціи очистныхъ станцій г. Лондона достигаетъ $1\frac{1}{2}$ милліона рублей.

Химическое осажденіе сточныхъ водъ гор. Лондона достигаетъ удаленія 75% взвѣшенныхъ веществъ.

Въ Глазго химическое осажденіе употребляется, какъ способъ предварительной обработки сточныхъ водъ передъ очисткой на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ.

Движеніе сточной воды въ бассейнахъ непрерывное. Для освѣтленія употребляютъ известъ и сѣрно-кислый глиноземъ.

Прибавка извести сообразуется съ концентраціей сточной воды и колеблется между 71 и 572 грам. на 1 куб. метръ сточной воды, а сѣрно-кислаго глинозема отъ 36 до 286 грам. на 1 куб. метръ.

Въ Глазго удаляется болѣе $8\frac{1}{2}$ литр. ила изъ 1 куб. метра сточной воды.

Стоимость очистки 1 куб. метра сточной воды около $\frac{1}{2}$ копейки.

Иль содержитъ болѣе 90% воды. Къ нему прибавляется известь и смѣсь прессуется. Небольшая часть этого продукта, а именно 1000—1500 тоннъ продается по 10—12 руб. за тону.

Въ Лейпцигѣ употребляются для осажденія взвѣшенныхъ веществъ желѣзныя соли (желѣзный купоросъ, растворъ окиси желѣза въ желѣзномъ сульфатѣ).

Наиболѣе употребительными химическими веществами, которыя идутъ на очистку сточныхъ водъ, являются гидратъ извести, желѣзный купоросъ, сульфатъ алюминія, хлористое желѣзо, хлорное желѣзо и т. д.

Названныя вещества употребляются и въ комбинаціи; напримеръ, известь съ желѣзнымъ купоросомъ или съ сульфатомъ алюминія и тому подобное.

Въ Лондонѣ болѣе 900.000 куб. метровъ сточной воды въ сутки очищается съ помощью химическаго осажденія. Для этой цѣли имѣется 19 освѣтительныхъ бассейновъ, изъ которыхъ 13 помѣщаются на сѣверномъ берегу Темзы въ Баркингъ и 6 на южномъ— въ Кроспесѣ. Общій объемъ резервуаровъ почти 200.000 куб. метровъ.

Къ сточнымъ водамъ Лондона прибавляется на каждый куб. метръ 60 граммовъ извести и 14 грам. желѣзнаго купороса.

Сначала жидкость съ прибавкой химическихъ веществъ оставалась въ покоѣ, но съ 1891 г. замѣтили, что результаты очистки болѣе благоприятны при непрерывномъ движеніи жидкости въ бассейнахъ. Въ резервуарахъ осѣдаетъ ежедневно до 6000 куб. метровъ ила, который послѣ спуска освѣтленной воды перекачивается въ баржи.

Иль отвозится на 70 километровъ отъ берега въ море. 6 пароходовъ заняты круглый годъ на этомъ дѣлѣ.

Перевозка ила стоитъ въ годъ примѣрно 500 тысячъ рублей или около $\frac{1}{2}$ коп. за 1 куб. метръ сточной воды.

Въ среднемъ употребляется 63 грамма солей на 1 куб. метръ сточной жидкости.

Изъ 1 куб. метра сточной воды удаляется въ среднемъ 4 литра ила.

Очистка 1 куб. метра сточной жидкости въ среднемъ стоитъ около 1 коп. или 32 коп. на жителя въ годъ.

Результаты очистки сточныхъ водъ Лейпцига лучше нежели Лондона и Глазго.

Въ 1904 г. въ Лейпцигѣ очищено 22 милл. куб. метровъ. Стоимость очистки за годъ до 200 тысячъ рублей.

Производятся опыты для выясненія вопроса о замѣнѣ химическаго очищенія біологическимъ за ту же стоимость.

Въ Больтонѣ для химическаго осажденія употребляется 98 грам. извести и 28 грам. желѣзнаго купороса на 1 куб. метръ сточной воды.

Въ Сальфордѣ на 1 куб. метръ сточной воды тратится 170 грам. извести, 85 грам. желѣзнаго купороса и 120 грам. желѣзныхъ квасцовъ.

Въ Манчестерѣ на 1 куб. метръ сточной воды прибавляется 25 грам. извести и 20 грам. желѣзнаго купороса.

На 1 куб. метръ сточной воды получается $3\frac{1}{2}$ литра пла. Пля отвозится въ море. При способѣ химическаго осажденія пла получается почти вдвое больше, нежели при отстаиваніи.

При способѣ химическаго осажденія сточныя воды освѣтляются лучше, нежели при отстаиваніи, но растворимыя органическія вещества остаются почти безъ измѣненія.

Взвѣшенныхъ веществъ выдѣляется 75—85%.

Растворимыхъ же органическихъ веществъ по мнѣнію Дунбара въ лучшемъ случаѣ уменьшается на 20—30%.

По мнѣнію же Кенига при химическомъ осажденіи на уменьшеніе растворимыхъ органическихъ веществъ рассчитывать нельзя.

Напротивъ бывають случаи когда избытокъ гидрата извести переводитъ часть нерастворимыхъ взвѣшенныхъ веществъ въ растворимое состояніе.

Способъ химическаго осажденія можетъ быть рекомендованъ тамъ, гдѣ къ городскимъ сточнымъ водамъ примѣшано большое количество фабричныхъ сточныхъ водъ, въ особенности съ сильныхъ фабрикъ.

Но и въ такихъ случаяхъ, такъ же какъ и способъ механическаго отстаиванія, онъ не можетъ употребляться для окончательной очистки, а лишь для предварительной обработки съ цѣлью послѣдующей очистки на біологическихъ фильтрахъ или поляхъ орошенія, такъ какъ сточная вода, очищенная химически, въ рѣдкихъ случаяхъ не загниваетъ.

Стоимость эксплуатаціи при способѣ химическаго осажденія выражается въ круглыхъ числахъ 35—40 коп. на жителя въ годъ. Напримѣръ, для Лейпцига—37 коп., для Франкфурта на Майнѣ—40 коп., для Лондона—34 коп.

Здѣсь слѣдуетъ еще упомянуть объ особомъ видѣ осадочнаго бассейна, носящемъ названіе гнилостнаго резервуара или септикъ-танка.

Это такой осадочный бассейнъ, въ которомъ осадокъ очищается не 1—2 раза въ недѣлю, а 1—2 раза въ годъ и даже рѣже. Такъ какъ причина этого явленія заключается не только въ большихъ размѣрахъ септикъ-танка, но и въ біологическихъ процессахъ, происходящихъ въ септикѣ, то мы подробно остановимся на этомъ предметѣ при изложеніи біологической очистки сточныхъ водъ.

ГЛАВА X.

Гнилостный процессъ. Септикъ-танкъ.

Разложеніе органическихъ веществъ безъ доступа воздуха или, какъ говорятъ бактериологи, въ анаэробныхъ условіяхъ сопровождается выдѣленіемъ сѣроводора. Этотъ газообразный продуктъ распада органическихъ веществъ довольно характеренъ для анаэробнаго разложенія.

Гнилостный процессъ заключается въ раздробленіи и химическомъ расщепленіи органическихъ веществъ съ помощью анаэробныхъ бактерий, развивающихся и дѣйствующихъ въ пространствѣ болѣе или менѣе замкнутомъ отъ дѣйствія воздуха и свѣта.

Этотъ процессъ сходенъ съ разложеніемъ угля въ газовыхъ ретортахъ и съ образованіемъ торфа на днѣ болота. При этомъ выдѣляется водородъ и газообразныя соединенія водорода (болотный газъ, сѣроводородъ и проч.)

Анаэробный процессъ имѣетъ характеръ возстановленія. А именно: крахмаль, сахаръ и другіе углеводы расщепляются до водорода, метана и частью углекислоты.

Соединенія, содержащая сѣру, — до сѣроводорода. Бѣлковыя вещества расщепляются до амміака и даже до свободнаго азота.

Это возстановленіе можетъ произойти и съ минеральными соединеніями. Такъ при гнилостномъ процессѣ соединенія азотной кислоты могутъ возстановиться до соединеній азотистой кислоты. А соединенія азотистой кислоты могутъ возстановиться до амміака и даже свободнаго азота.

Когда въ гнилостномъ процессѣ разлагаются сложныя органическія соединенія на болѣе простыя, то это разложеніе хотя

и сопровождается выдѣленіемъ неприятнаго сѣководороднаго газа, все же это есть процессъ біологической очистки.

Когда же въ гнилостномъ процессѣ происходитъ возстановленіе соединеній азотной и азотистой кислоты до амміака, то это разложеніе уже нельзя назвать біологической очисткой, такъ какъ соли азотной и азотистой кислоты представляютъ изъ себя вполне безопасныя въ санитарномъ отношеніи минеральныя вещества, соединенія же аммонія нельзя назвать совершенно нейтральными.

Гнилостные процессы въ естественныхъ условіяхъ происходятъ въ малопроточныхъ прудахъ, въ болотахъ, въ мѣстахъ скопленія нечистотъ, куда почти нѣтъ притока свѣжаго воздуха.

Искусственно гнилостные процессы происходятъ въ специально приспособленныхъ замкнутыхъ резервуарахъ, носящихъ названіе септиковъ или септикъ-танковъ. Такіе бассейны называются также гнилостными резервуарами, такъ какъ въ нихъ происходятъ процессы гніенія съ выдѣленіемъ вонючихъ газовъ.

Наши деревенскіе пруды, образованные отъ перепруды овраговъ и балокъ, представляютъ изъ себя характерныя открытыя естественныя септикъ-танки.

Съ весеннимъ половодьемъ и въ дождливыя дни въ нихъ поступаетъ большое количество органическихъ отбросовъ, смываемыхъ съ крестьянскихъ дворовъ и съ улицъ.

На днѣ пруда эти органическія вещества подвергаются дѣйствію анаэробныхъ микроорганизмовъ и разлагаются съ выдѣленіемъ сѣководорода, метана, углекислоты. Въ результатѣ анаэробнаго разложенія на днѣ пруда осаждаются тонкій и вязкій илъ, который постепенно теряетъ свою липкость и превращается въ плотный землистый гумусъ.

Тѣ же процессы гнилостнаго разложенія и заиленія происходятъ въ рѣчныхъ затонахъ и морскихъ каналахъ близъ большихъ городовъ.

Изъ Манчестерскаго канала, наприм., черезъ каждыя 6 лѣтъ извлекается около 75.000 кубическихъ сажень ила; это на каждаго жителя въ годъ составляетъ около 17 ведеръ.

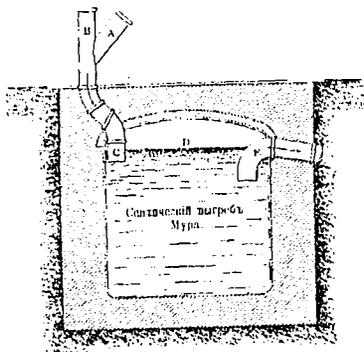
По изслѣдованію этого ила оказалось, что въ сухомъ состояніи онъ содержитъ 14% органическихъ веществъ.

Новѣйшія изслѣдованія показали, что анаэробный процессъ въ небольшой степени происходитъ и въ незамкнутыхъ пространствахъ.

Отчасти онъ даже сопровождаетъ и аэробный процессъ на біологическихъ фильтрахъ.

Дѣло въ томъ, что внутри болѣе крупныхъ органическихъ частицъ всегда имѣются анаэробныя микроорганизмы, которые жи-

вуть и дѣйствуютъ, пока нѣтъ доступа воздуха и поэтому нѣтъ условия для жизни и развитія аэробныхъ бактерій.



Фиг. 3.

Первый гнилостный аппарат сконструировалъ Луи Мура въ Парижѣ. Въ 1881 г. онъ взялъ патентъ на аппаратъ, изображенный на фиг. 3.

Мура рассчитывалъ свой септический выгребъ по 100 литровъ на жителя въ сутки. Спускная труба изъ ватерклозетовъ и раковинъ В немного опускается въ жидкость отроеткомъ С.

Вверху жидкости съ теченіемъ времени образуется корка D. Кольно Е соединено съ выводящей трубой.

Черезъ нѣсколько недѣль послѣ пуска въ ходъ на днѣ аппарата отлагается осадокъ, а наверху образуется болѣе или мене толстая корка. Вслѣдствіе дѣятельности анаэробныхъ бактерій происходитъ разжиженіе нерастворимыхъ органическихъ веществъ и затѣмъ разложеніе ихъ съ выдѣленіемъ сѣроводорода.

Какъ только въ выгребъ поступитъ новая порція жидкости, тотчасъ же изъ него вылетитъ такое же количество.

Въ 1883 г. аббатъ Муанье по этому принципу сконструировалъ свой выгребъ, который сталъ устраиваться во многихъ городахъ Франціи. Эти выгребы получили большое распространеніе и у насъ въ Россіи, по преимуществу въ С-Петербургѣ, гдѣ они называются выгребами Шамбо по имени представителя Муанье.

Во Франціи существуетъ много домовыхъ устройствъ съ септическимъ выгребомъ въ подвалѣ.

На фиг. 4 представленъ разрѣзъ 3-этажнаго дома съ септическимъ аппаратомъ въ подвальномъ этажѣ. Буквой А обозначенъ септикъ. Въ остальномъ чертежъ понятенъ безъ описанія.

Такое устройство очень нераціонально во 1-хъ потому, что одного гнилостнаго процесса, какъ мы увидимъ далѣе, недоста-

точно для обезвреживанія домовыхъ сточныхъ водъ, а во-вторыхъ при такомъ устройствѣ необходимо очень тщательно удалять изъ септика вопоchie газы. Кроме того отъ времени до времени приходится удалять илъ. Домовые септики дѣлаютъ желѣзо-бетонные или же изъ котельнаго желѣза. Дѣлаютъ и изъ кирпича на портландскомъ цементѣ.

Въ первый разъ для очистки сточныхъ водъ септикъ-танкъ примѣненъ въ Англии инженеромъ Камерономъ въ 1895 г.

На очистительныхъ станціяхъ септикъ-танкъ представляетъ изъ себя резервуаръ, выдѣланный изъ кирпича, бетона или желѣзо-бетона.

Объемъ резервуара рассчитывается различно. Прежде предполагали, что чѣмъ больше объемъ септика, тѣмъ лучше, поэтому обычно строили септикъ-танки на двойной, тройной, четверной или шестерной объемъ отъ суточнаго расхода сточныхъ водъ.

Какъ исключеніе въ Россіи извѣстны строители, которые устраивали септикъ-танки даже на двадцати-суточное количество сточной жидкости.

Въ септикъ-танкѣ прежде всего выпадаютъ осадки, которые образуютъ на днѣ резервуара илъ.

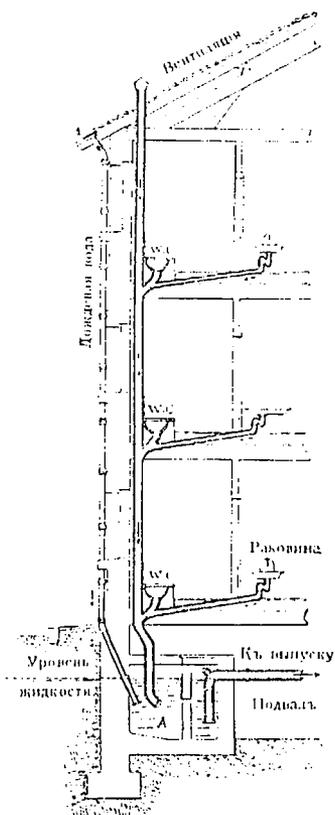
Такъ какъ поступающая въ септикъ жидкость медленно движется въ немъ, то въ гнилостномъ резервуарѣ изъ различныхъ по составу сточныхъ водъ образуется болѣе однородная смѣсь.

Эта подготовительная операція очень важна для дальнѣйшей обработки сточной жидкости.

Илистый осадокъ въ септикъ-танкѣ постепенно теряетъ свою слизистость и уплотняется въ массу болѣе удобную для дренированія.

Развивающіеся въ септикъ-танкѣ газы или удаляются въ вентиляціонную трубу или утилизируются съ промышленными цѣлями.

Джерговскій считаетъ, что 1 граммъ органическихъ веществъ способенъ при біологическомъ разложеніи образовать 1172,9



Фиг. 4.

кубич. сантим. газа, состоящаго въ среднемъ изъ 29,9% углекислоты, 67,6% метана, 2,3% сѣрводорода и небольшой примѣси азота.

Это количество газа отвѣчаетъ 0,6134 грам. углерода, а въ сухомъ веществѣ загрязненной сточныхъ водъ содержится углерода примѣрно 70,33%.

Дэджерговскій устанавливаетъ далѣе, что въ этихъ расчетахъ теоретическія соображенія воишь совпадаютъ съ данными опыта ¹⁾.

Дунбаръ считаетъ, что сточныя воды оставляютъ въ септикъ-танкѣ въ среднемъ 70% взвѣшенныхъ веществъ.

Въ слѣдующей таблицѣ показаны данныя по выдѣленію взвѣшенныхъ веществъ въ септикъ-танкахъ разныхъ городовъ въ процентахъ.

Въ Бирмингамѣ	60 ^{0/0}
„ Манчестерѣ	61 ^{1/2 0/0}
„ Массачусетсѣ	61 ^{0/0}
„ Лейчестерѣ	60 — 70 ^{0/0}
„ Лидсѣ	69 ^{0/0}
„ Москвъ на опытной городской станціи	81 ^{0/0}
„ Царскомъ Селѣ	85 ^{0/0 2)}

По количеству выдѣленныхъ взвѣшенныхъ веществъ хорошіе результаты получаются, какъ при 12 часовомъ пребываніи въ септикѣ сточной жидкости, такъ и при 24 и 48-часовомъ.

¹⁾ Въ городѣ Эксетерѣ газъ изъ гниlostнаго резервуара сжигается въ обыкновенныхъ уличныхъ фонаряхъ при очистительной станціи и кромѣ того освѣщаетъ общественыя бани.

На заводѣ газовыхъ двигателей известной фирмы Отто Дейцъ въ Дюссельдорфѣ устроено въ нынѣшнемъ году приспособленіе для добыванія газа изъ городскихъ канализационныхъ водъ.

Городская канализационная сѣтъ въ Дюссельдорфѣ даетъ на очистительную станцію ежедневно 4000 куб. метр. (325.000 ведеръ) сточныхъ водъ, въ которыхъ заключаются до 12.000 килогр. органическихъ веществъ (изъ 1 куб. метра сточной жидкости обычно добывается до 2 килограм. твердыхъ веществъ).

Все бычототы подвергаются гниlostному разложенію въ замкнутыхъ камерахъ, а выдѣляющійся газъ отводится къ газовому двигателю, сгорая въ которомъ даетъ силу, равную 70 паровымъ лошадинымъ силамъ.

Въ настоящее время изъ 2 килогр. органическихъ веществъ канализационныхъ водъ можно получить 1 часовую лошадиную силу. Значитъ въ нашемъ случаѣ можно получить въ сутки до 6000 часовыхъ лошадиныхъ силъ.

Полученную силу очистительная станція превращаетъ въ электрической токъ, 10—15% котораго тратится на приведеніе въ дѣйствіе насоса очистительной станціи, остальная же сила тока употребляется на освѣщеніе и приведеніе въ дѣйствіе нѣкоторыхъ машинъ завода.

Превращая двигательную силу мотора въ токъ, можно изъ 1 часовой лошадиной силы получить $0,736 \times 0,90 = 0,66$ киловаттъ часовъ (KWS).

Слѣдовательно очистительная станція въ Дюссельдорфѣ даетъ ежедневно около 4000 KWS, что въ годъ составляетъ 1460000 KWS.

²⁾ Краткое описаніе канализационныхъ сооружений г. Царскаго Села. 1902 — 1906 гг. Царское Село. 1907.

По опытамъ Дунбара при 2-часовомъ стояніи жидкости въ септикахъ выделяется 30% нерастворимыхъ взвѣшенныхъ веществъ.

Содержаніе нерастворимыхъ веществъ въ водѣ по выходѣ изъ септика: въ Манчестерѣ прогнившая вода содержитъ въ 1 литрѣ—193 миллигр., въ Шефильдѣ—157 миллигр., въ Ольдамѣ—143 милл., въ Аккрингтонѣ—178 м., въ Лидсѣ—129 м. при 12-часовомъ стояніи и 114 мил. при 24-часов., въ Бирмингемѣ—244 мил., въ Вигнеліу—130 мил. при 8-часовомъ стояніи.

По временамъ года въ Лидсѣ прогнившая вода содержала весною въ среднемъ—127 мил., лѣтомъ—156 мил. и зимою 212 мил. Ухудшеніе зимою происходитъ не только отъ холода, но и отъ дождей, смывающихъ съ улицъ въ сплавную систему массу грязи.

Въ Varrhead достигли лучшихъ результатовъ, а именно—80 миллигр. На Гамбургской опытной станціи въ среднемъ за 1901—1904 г.—85,9 мил.

Значеніе септикъ-танка въ системѣ сооруженій біологической очистки сточныхъ водъ до сихъ поръ является предметомъ спора между гигиенистами и санитарными техниками.

Однако за послѣдніе годы появилось очень много экспериментальныхъ данныхъ, которыя устанавливаютъ настоящее значеніе септика.

Теперь уже трудно убѣдить кого-либо въ томъ, что съ помощью одного септикъ-танка можно очистить сточную воду настолько, что ее можно спускать безнаказанно на уличныя лотки.

Точно также нельзя утверждать и обратное, а именно, что значеніе септикъ-танка въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ біологическимъ способомъ настолько незначительно, что устройство его нецѣлесообразно.

Прежде всего опытнымъ путемъ доказана ошибочность прежняго утвержденія, что сточныя воды передъ поступленіемъ на біологическіе фильтры непременно должны пройти септикъ-танкъ.

Дунбаръ и Дзержговскій очень обстоятельными опытами доказали, что процессъ окисленія на біологическихъ фильтрахъ всего благоприятнѣе происходитъ съ совершенно свѣжими сточными водами.

Но свѣжія сточныя воды нельзя пускать прямо на біологическіе фильтры, потому что въ этомъ случаѣ на фильтръ пойдутъ и всѣ взвѣшенные вещества, которыя очень быстро закупорятъ всѣ поры фильтрующаго матеріала и покроютъ его сплошнымъ слоемъ ила. Этотъ илъ тотчасъ же пріостановитъ біологическіе процессы на фильтрахъ и для возобновленія работы его потребуются промывка фильтрующаго матеріала.

Положеніе слѣдовательно таково, что на біологическіе филь-тры нельзя допускать большое количество взвѣшенныхъ веществъ.

И если мы имѣемъ возможность кромѣ септикъ-танка хорошо и экономически выгодно выдѣлить изъ сточныхъ водъ большую часть взвѣшенныхъ веществъ, заключающихся въ нихъ, то смѣло можно будетъ отказаться отъ услугъ септикъ-танка.

Ранѣе описанные нами способы предварительной обработки сточной жидкости, а именно способъ отстаиванія и способъ осажденія съ помощью химическихъ реактивовъ не лучше, а иногда хуже выполняютъ эту задачу, нежели септикъ-танкъ.

Поэтому какъ осадочный бассейнъ, какъ приборъ для освобожденія сточной воды отъ взвѣшенныхъ въ ней минеральныхъ веществъ, септикъ-танкъ представляетъ изъ себя очень хорошій приборъ.

Но дѣйствіе септикъ-танка не только механическое, но и біологическое.

Въ немъ происходятъ восстанавливающіе процессы.

Въ этой части дѣятельности септикъ-танка приходится отмѣтить и положительныя и отрицательныя стороны съ точки зрѣнія очистки сточныхъ водъ.

Къ положительнымъ сторонамъ относится уплотненіе осадка и уничтоженіе слизистости ила.

Теряя свою слизистость, илъ при послѣдующей обработкѣ легче дренуруется и труднѣе загниваетъ, нежели илъ изъ осадочныхъ бассейновъ.

Уплотненный илъ занимаетъ меньше мѣста, поэтому септики приходится чистить значительно рѣже, нежели осадочные бассейны.

Кромѣ того прогнившій илъ менѣе пахнетъ.

Съ теченіемъ времени болѣе легкіе предметы вымываютъ на поверхность септика и образуютъ довольно плотную корку.

Черезъ годъ—два эта корка настолько утолщается и уплотняется, что по ней можно свободно ходить.

Въ опытномъ септикѣ Царскаго Села корка черезъ 10 мѣсяцевъ утолстилась въ 2 вершка и при химическомъ анализѣ показала 17,8% сухого вещества и 82,2% воды.

Въ сухомъ веществѣ корки—67,2% органическихъ веществъ и 32,8%—минеральныхъ.

Въ 100 ч. органическаго вещества найдено клѣтчатки 10,2% свободного жира 25,69% связаннаго жира—11,07% и азота—9,19.

Удѣльный вѣсъ корки—1,0119.

Корка септика съ верхней стороны обезвреживается настолько, что принимаетъ видъ торфа.

Корка, постепенно увеличиваясь, уменьшаетъ рабочій объемъ септика.

Поэтому и ее отъ времени до времени, также, какъ и осадокъ, надо удалять. На континентѣ къ коркѣ относятся бережкифе, чѣмъ въ Англии, гдѣ ее постоянно выламываютъ и удаляютъ. Нѣкоторые придаютъ коркѣ большое значеніе въ смыслѣ біологической очистки.

Повидимому это мнѣніе преувеличено. При открытыхъ септикѣ-танкахъ корка сривается не только съ помощью микроорганизмовъ, но и съ помощью личинокъ насѣкомыхъ и червей различныхъ видовъ.

Въ Гамбургѣ ежегодно наблюдается исчезновеніе корки въ теплое время года и утопленіе зимою.

Опыты біологической очистки сточныхъ водъ г. Колумбуса дали слѣдующіе результаты по отношенію къ септикѣ-танкамъ. Общее количество удаленныхъ взвѣшенныхъ веществъ выразилось въ среднемъ въ 50 %. Изъ этого количества минеральныхъ веществъ удалялось немного болѣе нежели органическихъ.

Органическаго азота удалялось отъ 17 до 22%, свободнаго аммонія отъ 1 до 9%.

Неравномѣрное теченіе жидкости черезъ резервуары не производило существеннаго вліянія на дѣйствіе септика.

Гнилостный процессъ начинался въ септикѣ послѣ того, какъ на днѣ его образуется осадокъ и произойдетъ истощеніе въ жидкости раствореннаго кислорода.

Время, необходимое для установленія этого дѣйствія, зависитъ отъ температуры жидкости и состава ея.

При температурѣ жидкости въ 21, 5 Ц. первые признаки развитія газовъ въ септикѣ были замѣчены въ сентябрѣ черезъ 8 дней, при 13, 3° Ц. въ ноябрѣ—черезъ 11 дней, при 7, 7° Ц., въ февралѣ—черезъ 15 дн., при 9, 4° Ц., въ мартѣ—черезъ 17 дней. Корки на поверхности жидкости не образовались.

Количество газовъ въ септикѣ, въ которомъ жидкость обмѣнивалась каждыя 8 часовъ въ зависимости отъ температуры жидкости выражается слѣдующими цифрами.

Время дѣйствія септика.	Средняя температура жидкости въ градусахъ Цельсія.	Среднее количество газа, образующагося въ день въ литрахъ.	% газа на общее количество жидкости.
Мартъ	10,6°	812,9	3,1
Апрѣль	14,4	392,4	1,5
Май	16,1	1149,2	4,4
Юнь	19,0	1401,5	7,0

Замѣтнаго измѣненія въ количествѣ растворимыхъ веществъ въ сточной водѣ, обработанной септичь-танкомъ, не происходило ни при 4-часовомъ, ни при 24-часовомъ дѣйствіи.

Увеличеніе свободнаго аммонія наблюдалось отъ 3 до 34%.

Удаленіе жировъ септичками доходило до 50%. При соединеніи дѣйствія септика съ предварительнымъ быстрымъ отстаиваніемъ жировъ удалялось до 59%.

Запаха около септичковыхъ не наблюдалось.

Осадокъ септика также не издавалъ дурного запаха.

Количество сѣрнокислыхъ соединений не уменьшается въ жидкости отъ пребыванія въ септичь.

Количество осадка равно 300 килогр. на 4550 куб. метр. сточной жидкости.

Процентъ разжиженія нерастворимыхъ веществъ въ септичь составляетъ около 60 всего количества ихъ.

При разжиженіи грязи септика получается жидкость, не способная загнивать и не издающая дурного запаха, если на 1 ч. грязи приходится 800 ч. воды.

Количество бактерий въ прогнившей жидкости гораздо больше, нежели въ необработанной.

Открытые септики работаютъ также хорошо, какъ и закрытые.

Очень важное значеніе септичь-танкъ имѣетъ вслѣдствіе своей способности съ помощью анаэробныхъ микроорганизмовъ и съ помощью энзимовъ разжижать и растворять взвѣшенные органическія вещества.

Дунбаръ рассказываетъ, что, познакомившись въ началѣ девяностыхъ годовъ прошлаго столѣтія въ Англіи съ опытами біологической очистки, онъ встрѣтилъ среди врачей въ Германіи скептическое отношеніе.

Когда онъ рассказывалъ, что трупъ поросенка въ теченіи нѣсколькихъ недѣль совершенно исчезалъ въ септичь-танкъ, такъ какъ помирался бактеріями, то берлинскіе коллеги сочли этого поросенка за утку.

Дунбаръ съ своими ассистентами, а затѣмъ въ концѣ 1907 г. докт. Фавръ, приватъ-доцентъ Харьковск. университета въ Гамбургскомъ гигиеническомъ институтѣ Дунбара рядомъ опытовъ показали, что въ теченіе нѣкотораго времени (отъ 3 до 5 недѣль) цѣлый рядъ твердыхъ органическихъ веществъ, какъ овощи, уголь, свекла, картофель, хлѣбъ, клѣтчатка въ различныхъ видахъ, куски мяса, жиръ, масло, хрицы, опіуменныя и пеошкуреныя животныя и т. под. растворялись въ септичь-танкъ до совершеннаго исчезновенія.

Вначалѣ эти вещества разбухаютъ въ сточной жидкости септика и значительно увеличиваются въ вѣсѣ, затѣмъ въ тѣлѣ вещества дѣлаются отверстія, которыя постепенно становятся больше и глубже. Отъ ошкуренныхъ животныхъ скоро остается только скелетъ.

Опыты обставлялись такимъ образомъ, что ни одна частица не смогла всплыть или опуститься на дно.

Исчезновение предмета происходило вслѣдствіе его растворенія и превращенія въ газы.

Условія разжиженія и растворенія органическихъ веществъ въ септикъ-танкѣ болѣе подробно изслѣдованы Фавромъ. ¹⁾

Дѣйствіе септикъ-танка.

Куриное яйцо.

Когда производились опыты.	Септикъ-танкъ.		Стоячій резервуаръ сточн. водъ.		Водопрроводн. водъ.	
	Вѣсъ въ гр.	Тоже въ %	Вѣсъ.	Тоже въ %	Вѣсъ.	Тоже въ %
24 іюля 1907	гр. 31,5	100	29	100	28,5	100
31 „ „	27	85	26,5	91	28,5	100
7 авг. „	14	45	24	83	27	95
14 „ „	8	25	22	76	26	91
21 „ „	4	13	22	76	25,5	89
28 „ „	1	3	22	76	25	88
4 сент. „	0,5	1	22	76	25	88

Коровье сало въ мелникъ куснахъ.

24 іюля 1907.	24	100	23	100	28	100
31 „ „	38	158	29	126	34	121
7 авг. „	38	158	34	147	35	125
14 „ „	38	158	33	143	37	132
21 „ „	38	158	37	161	42	150
28 „ „	35	146	36	156	46	154
4 сент. „	35	146	36	156	46	164

¹⁾ „Gesundheits Ingenieur“, № 50. 1907.

Брались бѣлковыя вещества (сваренное яйцо, сырое и вареное мясо, сырая и вареная рыба; дубленая и замшевая кожа, оперенная и неоперенная птица и пр.), жиры, овощи и пробка. Опыты производились въ гнилостномъ резервуарѣ больницы Эпендорфъ близъ Гамбурга. Въ септикѣ было слой илу 20 сантим. и корка толщиною 10 сантим.

Испытуемые предметы заключались въ спеціальныя сосуды, пронизаемыя для жидкости и опускались въ септикъ на глубину полметра отъ поверхности.

Параллельно съ этими опытами производились также опыты съ дѣйствіемъ септика съ стоячей жидкостью и съ дѣйствіемъ на тѣ же органическія вещества текучей водопроводной воды.

Оказалось, что лучше всего раствореніе органическихъ веществъ происходило въ текучемъ септикѣ.

Хуже въ септикѣ со стоячими нечистотами.

И всего менѣе разложеніе происходило въ текучей водопроводной водѣ. Вышеприведенная таблица показываетъ разрушительное дѣйствіе трехъ видовъ жидкостей на куриное яйцо и коровье сало въ мелкихъ кускахъ.

Дубленая кожа въ септикѣ почти не разлагается, все же дѣлается болѣе ломкой.

Плотно взвѣшивалось по высушиваніи; черезъ 2 недѣли измѣнялось въ септикѣ такъ, что дѣлалось въ концѣ концовъ какъ бы сгнившимъ, истлѣвшимъ.

Шерсть, волосъ и под. предм. разлагаются трудно и медленно. Въ теченіе недѣли волосы и шерсть оставались неизмѣненными.

Однако по мнѣнію Waterful волосы и шерсть сильно измѣнялись въ илѣ гнилостнаго резервуара и по высушиваніи получались очень ломкими.

Относительно разложенія целлюлозы Дупбаръ указываетъ, что въ этомъ явленіи недостаточно оцѣнены аэробныя плесневые грибки.

При разложеніи целлюлозы въ септикѣ-танкѣ играютъ крупную роль энзимы.

Пухъ въ текучемъ септикѣ по опытамъ Фавра черезъ 5—6 недѣль дѣлался замѣтно ломокъ и очень легко разрывался.

Въ стоячемъ септикѣ и въ водопроводной водѣ онъ принималъ много воды (увеличивался съ 15 до 73 грам.), сворачивался въ комъ, но оставался твердъ и неизмѣненъ.

Масло теряетъ въ текучемъ септикѣ свой глянecъ, поверхность покрывается тонкой ломкой пленкой.

Въ стоячей сточной водѣ и въ текучей водопроводной водѣ эти явленія появляются позднѣе.

Коровье сало теряетъ въ септикѣ замѣтно свой глянецъ: ткани разлагаются и оно распадается на кусочки.

Жиры по отношенію къ гніенію оказались самыми стойкими. Кочанъ капусты совершенно разлагается въ септикѣ. Въ стоячей и водопроводной водѣ повторяется то же, но медленнѣе. Картофель тоже разлагается почти весь.

Пробка только пучится, но остается неизмѣнной.

На первомъ мѣстѣ по разложимости въ опытахъ Фавра стоятъ бѣлковыя вещества.

Причина, по которой въ стоячей сточной водѣ плохо идутъ процессы разложенія, заключается, главнымъ образомъ, въ накопленіи въ ней продуктовъ разложенія, которые останавливаютъ дѣятельность бактерій. Аналогичные результаты наблюдаются при всякой бактериологической культурѣ.

По истеченіи нѣкотораго времени на питательной почвѣ прекращается ростъ бактерій, хотя питаніе имѣется еще въ изобиліи. Такимъ образомъ можно заключить, что даже бактеріи нуждаются въ удаленіи продуктовъ своей жизнедѣятельности.

Отсюда ясно, что большіе септики на 10—20 сутоки. объем. сточн. жидкости прямо вредны для біологической очистки.

Далѣе отсюда видно, что при конструкціи септиковъ необходимо избѣгать мертвыхъ угловъ.

Въ водопроводной водѣ разложеніе медленнѣе вслѣдств. смыванія бактерій и болѣе низкой температуры. Это можно видѣть на сравнительномъ разложеніи куриного яйца и мяса.

У куриного яйца гладкая поверхность—медленное разложеніе въ чистой водѣ. Мясо же разлагается быстрѣе яйца при тѣхъ же условіяхъ.

Задача септика заключается въ удаленіи возможно больше органическихъ взвѣшенныхъ веществъ, превративъ ихъ въ газы и болѣе или менѣе безвредный осадокъ.

Эту роль при правильномъ устройствѣ онъ выполняетъ вполне удовлетворительно.

Желательно дѣлать опыты для опредѣленія дѣйствія септика.

Можно брать яйцо примѣрнаго вѣса въ 20 гр. и ломоть свареной свеклы діаметромъ въ 5 сантим. и толщиной 1 сантим.

Потеря вѣса въ $\%$ дастъ масштабъ для сравненія.

Очень важные выводы изъ опытовъ Фавра.

1) Въ стоячемъ септикѣ и въ водопроводной водѣ разложеніе органическихъ веществъ очень слабо.

2) Въ проточномъ септикѣ даже крупныя куски органическихъ веществъ разлагаются.

Эти опыты еще разъ убѣждаютъ насъ въ томъ, что илъ септикъ-танка способенъ отчасти переходить въ растворимое состояние.

Докторъ Дзержговскій очень скептически относится къ этому уменьшенію ила.

Еще менѣе по его опытамъ уменьшается въ септикѣ растворимыхъ органическихъ веществъ.

Въ опытномъ септикѣ въ Царскомъ Селѣ за 32 дня стоянія сточныхъ водъ въ септикѣ количество органическихъ веществъ, опредѣленныхъ по прокаливанію, уменьшилось на 45,3%, а окисляемость воды на 36,1%. Количество свободного амміака немного увеличилось, альбуминоиднаго же уменьшилось на 64,1%. А уменьшеніе валового азота показало, что нѣкоторая часть (9,3%) азотистыхъ веществъ подвергается такому глубокому распаду, что азотъ выдѣлился въ свободномъ состояніи. Температура воды за 32 дня стоянія понизилась съ +9° Ц. до +4,5°, а температура наружнаго воздуха была низшая—11°, а высшая—6,7° Ц.

Вслѣдствіе образованія корки и осадка въ слѣдующій періодъ септикъ удерживалъ меньше органическихъ веществъ.

Загрязненіе опытнаго септика Дзержговскій опредѣлялъ на 5,55% уменьшенія объема за каждыя 100 дней 1-го періода и на 7,55% за каждыя 100 дней втораго періода.¹⁾

Фавръ въ своей статьѣ о вышеупомянутыхъ опытахъ возражалъ Дзержговскому, отмѣчая, что онъ неправильно измѣрялъ илъ въ 1-ый періодъ по удѣльному вѣсу, что подвержено ошибкамъ.

Техническое несовершенство способа удаленія воды изъ септика не давало возможности спускать ее всю между коркой и доннымъ иломъ.

Кромѣ того опыты производились зимой при низкихъ температурахъ, между тѣмъ какъ выводы свои авторъ обобщаетъ.

А между тѣмъ мы имѣемъ цифровыя данныя о степени разложенія ила въ септикъ-танкахъ.

По даннымъ Дунбара въ гниломъ резервуарѣ илъ уменьшается: въ Гампльтонѣ на 58%, въ Глазго—на 50%, Хундерфильдѣ—на 40%, Аккрингтонѣ—на 35%, Шефильдѣ—на 30%, Лидсѣ—на 20—60%, Манчестерѣ—на 26%, Бирмингамѣ—на 25%, временами же только на 10%.

Хотя эти цифры очень различны, но надо принять во вниманіе характеръ самаго ила. Несомнѣнно, если илъ содержитъ

¹⁾ См. статьи Дзержговскаго въ журн. „Gesundheits Ingenieur“ 1907 № 17 и 18 и въ „Архивахъ біологическихъ наукъ“, Т. XIII. Выпускъ 2.

много минеральныхъ веществъ, то общее уменьшеніе его можетъ быть не такъ велико.

Въ противоположность мнѣнію доктора Дзержговскаго Дунбаръ ссылается на другихъ авторовъ, которые утверждаютъ, что окисляемость и содержаніе органическаго азота въ гнилостныхъ камерахъ уменьшается на 25% до 50% и даже больше.

Въ Гамбургѣ окисляемость сточныхъ водъ въ септикѣ уменьшается на 33%, въ Бирмингамѣ—на 29%, въ Лейчестерѣ—на 36—60%, въ Лидсѣ—на 50%.

Содержаніе альбуминоиднаго амміака уменьшается въ Эксеторѣ на 38—54%, въ Лейчестерѣ—на 50%, въ Бирмингамѣ—на 36% и т. д.

Воды изъ септиковъ показываютъ большое количество продуктовъ распада органическихъ веществъ.

Напримѣръ въ Гамбургѣ увеличеніе свободнаго амміака въ сточной водѣ септика равно въ среднемъ 13,5%, въ Манчестерѣ—15,9%, въ Бирмингамѣ—22,4%, въ Эксеторѣ—36,1%, въ Лидсѣ—26%, въ Лидсѣ—даже больше 100%.

Рядомъ съ свободнымъ амміакомъ въ водѣ септика находится всегда сѣроводородъ, который и даетъ спускамъ изъ септика дурную репутацию.

Въ Гамбургѣ въ 1 литрѣ воды изъ септика находится до 15 миллигр. сѣроводорода.

Дунбаръ указываетъ на то обстоятельство, что сѣроводородъ можетъ быть поглощенъ желѣзными опилками.

Съ этой цѣлью помѣщаютъ при выходѣ изъ септика слой опилокъ.

При этомъ запахъ сѣроводорода совершенно исчезаетъ. И способъ этотъ давалъ хорошіе результаты въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ до самаго послѣдняго времени.

Связывать сѣроводородъ съ солями желѣза путемъ прибавки ихъ къ водамъ септика Дунбаръ не рекомендуетъ, такъ какъ при этомъ образуется черный хлопьевидный осадокъ сѣрнистаго желѣза, который закупориваетъ поры біологическихъ фильтровъ.

Если же и пройдетъ этотъ осадокъ черезъ фильтръ, то онъ окраситъ окончательный продуктъ въ черный цвѣтъ.

Докторъ Дзержговскій считаетъ, что септикъ-танкъ дѣлаетъ сточную воду менѣе пригодной для дальнѣйшей біологической очистки и въ этомъ смыслѣ прямо вреденъ.

Тутъ приходится нѣсколько разобраться въ аналитическихъ данныхъ.

Дѣло въ томъ, что даже слабокислая реакція сточной воды мѣшаетъ процессу осажденія въ септикѣ.

Сточные воды сахарныхъ, пивоваренныхъ и подобныхъ заводовъ содержатъ въ большомъ количествѣ крахмалъ, сахаръ и вообще углеводы, которые при гнилостномъ процессѣ пріобрѣтаютъ вслѣдствіе образованія молочной, уксусной, масляной и отчасти муравьиной кислоты, кислую реакцію.

Благодаря этому осажденіе идетъ медленнѣе и процессъ дальнѣйшей біологической фильтраціи затрудняется. А между тѣмъ мы знаемъ, что разложеніе углеводовъ на біологическихъ фильтрахъ протекаетъ очень бурно, съ выдѣленіемъ большого количества углекислоты и съ загрязненіемъ фильтровъ. Казалось бы, что подобные процессы броженія удобнѣе было бы производить въ септикъ-танкахъ.

Но тамъ имѣются свои препятствія.

Надо полагать, что этотъ вопросъ въ ближайшемъ будущемъ освѣтится болѣе экспериментальнымъ путемъ.

Домовыя сточныя воды также легче очищаются въ свѣжемъ видѣ, нежели послѣ прохожденія септика.

По англійскіе авторы указываютъ, что свѣжія воды сильнѣе запыляютъ біологическіе фильтры, нежели прогнившія.

Такимъ образомъ выводъ ясенъ.

Въ септикѣ задерживается до 85% взвѣшенныхъ веществъ, а въ среднемъ 70%, которыя на днѣ резервуара уплотняются, лишаются слизи и дѣлаются почти не загнивающимъ. Но въ то же время химическій составъ прогнившей воды менѣе благопріятенъ для дальнѣйшей обработки на біологическихъ фильтрахъ.

Теперь является вопросъ, полезно ли устраивать септикъ-танки?

Дунбаръ говоритъ, что на практикѣ встрѣчается много случаевъ, когда раціонально примѣнить гнилостный процессъ.

Прежде всего септикъ-танки практично устраивать при маленькихъ станціяхъ, какъ госпитали, санаторія, пріюты, тюрьмы и тому подобное.

Къ городамъ, канализованнымъ по раздѣльной системѣ, септикъ болѣе пригоденъ нежели для городовъ со сплавной канализаціей.

При сплавной системѣ сточныя воды содержатъ большое количество уличныхъ минеральныхъ веществъ, осадокъ которыхъ не можетъ уменьшиться отъ дѣйствія микроорганизмовъ.

Еще менѣе уничтожается ила въ септикъ-танкѣ въ городахъ съ сильно развитой промышленностью, сточныя воды которыхъ болѣе нуждаются въ предварительной химической обработкѣ.

Однако въ Манчестерѣ, гдѣ сточныя воды выдѣляютъ много минеральныхъ веществъ, удаленіе ила изъ септикъ-танка стоитъ

значительно дешевле, чѣмъ это было раньше при методѣ химическаго осажденія.

Со времени введенія гнилостнаго процесса Манчестеръ сталъ отправлять въ море болѣе чѣмъ на 100000 тоннъ мѣсяе ила сравнительно съ прежнимъ способомъ химическаго осажденія.

Въ Бирмингамѣ съ введеніемъ гнилостнаго процесса (удаленіемъ ила занимаются 6 рабочихъ, ранѣе же при химическомъ осажденіи ихъ было 26).

Для малыхъ городовъ, небольшихъ учреждений и частныхъ домовъ септикъ имѣетъ ту выгоду, что илъ въ немъ можетъ лежать цѣлые мѣсяцы и даже годы. Покрытые септики болѣе удобны, нежели открытые, хотя осажденіе хорошо происходитъ и въ открытыхъ септикахъ.

Ради экономіи можно не дѣлать надъ гнилостными резервуарами сводовъ, а лишь застлать досками.

Кальметъ рекомендуетъ сверхъ досокъ насыпать для дезодорации тонкій слой торфа.

Закрытые септики практичнѣе потому, что крыша, хотя бы досчатая, защищаетъ жидкость отъ сильныхъ холодовъ зимою и отъ вѣтровъ, а отчасти и отъ распространенія сѣроводороднаго запаха.

Лѣтомъ закрытый септикъ предохраняетъ отъ скопленія мухъ.

Въ холодную погоду, какъ мы уже знаемъ изъ опытовъ Дзержговскаго работа септиковъ ухудшается.

Однако и по опытамъ въ Царскомъ Селѣ и по наблюденіямъ на опытной біологической станціи на поляхъ орошенія московской канализаціи септикъ-танкъ даже въ сильные морозы исполнялъ свою работу по выдѣленію осадка вполне удовлетворительно.

Существуетъ мнѣніе, что болѣзнетворныя бактеріи гибнутъ въ септикъ-танкѣ.

Однако опыты Дунбара въ Гамбургѣ не подтвердили этого. Даже мало сопротивляющіяся холероподобныя вибрионы живутъ въ септикѣ нѣсколько дней.

По біологическимъ изслѣдованіемъ населенія септикъ-танка на московской городской опытной станціи агрономомъ Я. Никитинскимъ въ началѣ дѣятельности септика, пока еще не было корки, за зимніе мѣсяцы образовалась тонкая бѣлая бактеріальная поверхностная пленка, которая легко разрывалась при малѣйшемъ движеніи воды и все же сохранялась всю зиму.

Въ этой пленкѣ помимо разнообразныхъ и очень многочисленныхъ бактерій развивались въ громадномъ количествѣ другіе микроорганизмы, жадные до кислорода.

Поглощая кислородъ воздуха, находящійся въ соприкосновеніи съ поверхностью жидкости септика, эти микроорганизмы такимъ образомъ создаютъ полныя анаэробныя условія въ нижележащихъ слояхъ жидкости.

Въ плитомъ осадкѣ на днѣ септика никакихъ организмовъ кромѣ бактерій найдено не было, что объясняется полнымъ отсутствіемъ кислорода.

При переливаніи воды изъ септика по переливной стѣнкѣ на этой послѣдней образуется бактеріальный налетъ сѣраго, мѣстами почти бѣлаго цвѣта.

Здѣсь находится множество микроорганизмовъ, которые поселяются между многочисленными зооглеями и скопленіями, образующими налетъ.

Мы уже говорили, что въ настоящее время не дѣлаютъ большихъ септиковъ, а ограничиваются объемомъ, равнымъ суточному, и полсуточному и даже 6 часовому расходу сточной жидкости.

Выгода прежде всего получается на стоимостяхъ резервуаровъ.

Извѣстно, что резервуары, иначе говоря бетонныя работы такъ какъ наименѣе выгодныя конструкціи резервуаровъ бетонныя и желѣзобетонныя, составляютъ одну изъ главнѣйшихъ частей стоимости биологическихъ сооружений.

Сэкономить на этой статьѣ очень важно при устройствѣ биологической станціи.

Далѣе хотя процентъ выдѣленія нерастворимыхъ веществъ при маломъ септикѣ и понизится нѣсколько, зато получится нѣкоторая выгода на качествѣ осадка.

При этомъ осадокъ получится болѣе плотный и легче удаляемый.

Наконецъ сточная вода, прошедшая малый септикъ, будетъ по химическому составу болѣе благоприятна для дальнѣйшей очистки на биологическихъ фильтрахъ.

Англійское Центральное Управленіе по дѣламъ мѣстнаго самоуправленія первоначально требовало для септиковъ $1\frac{1}{2}$ —суточный объемъ, а позднѣе понизило до $1\frac{1}{4}$ —суточного расхода.

Но въ септикахъ нельзя допустить быстрого теченія, такъ какъ при этомъ условіи могъ бы всплывать илъ.

Также нежелательно понижать уровень сточныхъ водъ въ септикѣ, такъ какъ съ уменьшеніемъ давленія жидкости на илъ, послѣдній также можетъ всплыть.

Сводя въ одно весь критическій матеріалъ о септикахъ — танкахъ Дунбаръ приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Септикъ-танкъ не можетъ служить самостоятельнымъ очистительнымъ учрежденіемъ¹⁾, а пригоденъ лишь для предварительной обработки сточной жидкости передъ очищеніемъ ея на біологическихъ фильтрахъ.

2. Септикъ-танкъ облегчаетъ послѣдующую біологическую фильтрацію:

а) удаленіемъ перастворимыхъ веществъ почти въ такой-же высокой степени, что и при способѣ химическаго осажденія.

б) превращеніемъ въ газы и минерализаціей отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ растворимыхъ органическихъ веществъ, заключающихся въ неочищенной сточной водѣ.

3. Количество органическаго ила, заключающагося въ септикѣ, значительно уменьшается посредствомъ газообразованія и растворенія съ помощью гниlostнаго процесса; кромѣ того вслѣдствіе уплотненія его.

4. Осадокъ съ помощью гниlostнаго процесса превращается въ совершенно безвредное, легко дренируемое вещество. Неблагопріятныя наблюденія относятся къ системамъ, представляющимъ изъ себя простые выгреба.

Возможность держать илъ въ септикахъ въ теченіе мѣсяцевъ даетъ огромныя преимущества для малыхъ учреждений и частныхъ домовъ.

Къ недостаткамъ септика относятся слѣдующія его свойства.

1. Вода, вытекающая изъ септика, имѣетъ всегда гниlostный характеръ и при переливаніи и разбрызгиваніи выдѣляетъ вонючіе газы, распространяющіе непріятный запахъ.

Однако есть возможность одинъ изъ главныхъ газовъ—сѣроводородъ—связать химически съ желѣзомъ.

2. Прогниванія воды менѣе благопріятны для послѣдующей біологической фильтраціи, чѣмъ свѣжія воды.

3. Сѣроводородъ вреденъ для цемента капаловъ и резервуаровъ. Однако этотъ недостатокъ можетъ быть устраненъ выборомъ подходящаго строительнаго матеріала и достаточнымъ выдерживаніемъ сооруженія передъ пускомъ въ ходъ.

4. Накопленіе гниющихъ веществъ по санитарнымъ соображеніямъ нежелательно. Особенно это относится къ тѣмъ случаямъ, когда станція находится въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ жилыми помѣщеніями.

¹⁾ Подобную же возможность принялъ и послѣдній русскій водопроводный съѣздъ имѣвшій мѣсто въ С.-Петербургѣ въ 1907 г.

Г Л А В А XI.

Удаление и обезвреживание ила.

Вопросъ объ удаленіи и обезвреживаніи осадковъ, получающихся въ осадочныхъ бассейнахъ и септикъ-танкахъ еще не разрѣшенъ вполне удовлетворительно.

Прежде всего мнѣнія о самомъ количествѣ осадковъ довольно противорѣчивы.

Дунбаръ считаетъ, что въ септикѣ задерживается въ среднемъ 70% взвѣшенныхъ веществъ, изъ которыхъ половина растворяется съ помощью микроорганизмовъ.

По этому расчету въ Гамбургѣ придется ила, подлежащаго удаленію, около 75миллиг. на 1 литръ, въ Бреславлѣ—около 140, въ Манчестерѣ—до 190 милл. и т. д.

Въ опытномъ септикѣ Держговскаго въ среднемъ на каждый литръ сточной воды приходилось сухого вещества ила 96,7 м., изъ которыхъ 68,2 милл., было органическихъ веществъ.

Въ Москвѣ на опытной станціи въ септикѣ задерживается въ осадкѣ 81% взвѣшенныхъ веществъ, или въ среднемъ 480 милл. на 1 литръ.

Характеръ осадка довольно разнородный. Удѣльный вѣсъ колеблется въ разныхъ мѣстахъ отъ 1,0044 до 1,01.

Количество ила въ септикахъ составляетъ въ среднемъ 1 объемъ на 239 объемовъ воды.

По вынутіи изъ септика осадокъ издавалъ непріятный запахъ.

Содержаніе абсолютно сухого вещества въ осадкѣ составляетъ 7,4%, остальные 92,6% составляютъ воду.

Такъ какъ осадокъ составляетъ $\frac{1}{239}$ часть сточной воды, то можно вычислить что на 1 литръ сточной воды по изслѣдованіямъ въ январѣ 1906 г. задерживалось въ септикѣ 310 милл. взвѣшенныхъ веществъ, т. е. немного болѣе половины всего количества.

Несомѣнно, осадокъ септикъ-танка на московской опытной станціи въ январѣ 1906 г. былъ еще очень жидокъ и не успѣлъ уплотниться.

Въ Манчестерѣ папримѣръ на 1 куб. метръ воды получается 3,5 литра осадка, содержащаго лишь 85% воды.

Осадокъ такой плотности получался въ Кельнскихъ опытахъ въ обыкновенномъ осадочномъ бассейнѣ при скорости жидкости въ 20 милл. въ секунду.

Дунбаръ даетъ для свѣжаго осадка въ септикъ-танкѣ 90% содержанія воды, а въ болѣе вылежавшемся лишь 80%.

Такой концентрации осадка во время исследований на московской опытной станции в январь 1906 г. очевидно еще не произошло.

По данным Королевского института по исследованию питьевой и сточной воды в Берлине ил септик-танка может содержать 80% воды и даже меньше.

В следующей таблице¹⁾ даны сведения об ил ил очистительных станций некоторых немецких городов.

Название городов.	Число жителей в тысячах.	Кол-во сточ. воды на жителя в сутки в литрах.	Предварительное очищение.	Ил из отстойника или септика.							
				Способ очищения.	Суч. кол. воднаго ила		Площ. занимаемая иломъ.		Стоимость удал. ила.		
			Объем резерв. в куб. метр. на 1 к. м. сточ. расх.		На 1 куб. метр. сточ. воды в литрах.	На 1 жителя в метрах.	В гектарах.	На 1 куб. метр. ила в сточ. в кв. метр.	На жителя в квадрат. метрах.	В марк. на 1 к. метр. высуп. навоза ила.	На 1 жителя в годъ в марк.
Бригъ	26	108	Осадочные колоды.	0,08	3,6	0,38	0,3	300	0,12	1,20	5,8
Кульмзее	9	27	Осадочные резервуары	0,21	25,0	0,67	илъ	перекач. въ бор	оздм.		
Лангензальца	12	67	Осадочные колоды.	0,40	25,0	1,67	0,1	500	0,83	—	6,7
Мерзебургъ	20	60	Септ.-танки	0,50	1,8	0,10	ничего				1,5
Мюльгеймъ на Р.	40	125	„ „	0,24	2,8	0,35	0,2	143	0,05	0,50	1,1
Старгардъ	27	59	Осадоч. кол.	0,37	7,5	0,45	2,5	2080	0,93	0,50	1,8
Унна	10	100	Септ.-танки	0,90	2,0	0,20	0,05	250	0,05	0,80	—

Надо отметить, что в сточных водах Мерзебурга 20% фабричных вод, Мюльгейма—30% и Унны 40%.

Во всех городах кроме Кульмзее и Унны сплавная канализация.

В Мерзебургѣ ежедневно выдѣляется ила — 0,1 литра на 1 жителя, в Лангензальцѣ—1,67 литра на 1 жителя.

Разница происходит потому, что в Лангензальцѣ илъ удаляется в время хода работы отстойных колодцевъ. Вслѣдствие этого извлекаемый илъ слишкомъ водянистъ.

Среднее содержание сухого вещества в илѣ при методѣ осажденія можно принять в 60 граммовъ на человека в день. Это относится къ канализационнымъ водамъ раздѣльной сѣти съ небольшою примѣсью фабричных водъ.

¹⁾ Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu Berlin. Heft 7. Berlin. 1906.

Если считать, что ил осадочного бассейна содержит 95% воды, то на 1 человек в день получится 1,2 литра ила.

В септик-танк при том же содержании сухого вещества и при содержании 80% воды в иле на человека в день придется 0,3 литра ила.

При большом содержании фабричных сточных вод в городской канализационной сети количество ила увеличивается.

В септик-танках малых домовых станций, в которых ил лежит иногда годами, растворение ила значительно больше, поэтому осадка, подлежащего удалению, получается значительно меньше.

Удаление осадка септик-танка представляет, как уже мы упоминали ранее, несравненно более легкую задачу, нежели удаление осадков из простых осадочных бассейнов и из резервуаров после химического осаждения.

В большинстве городов особых приспособлений для этой цели не имеется.

Перед очисткой септик-танка воду из него спускают, а осадок перекачивают для отвозки в море или на поля для обезвреживания.

Всего чаще ил обезвреживается на участках земли.

В Бейтепе производились опыты сжигания обезвреженного ила.

Во Франкфурте на Майне удалось с помощью центрофуги получить из ила твердую массу с 70% воды.

Также как и при прессовании при центрофугировании приготавливают 1% извести.

Центрофугированный ил на кирпичных прессах превращается в брикеты и сушится на воздухе.

Эти брикеты служат как удобрение или употребляются для получения горючего газа.

Такие брикеты обладают большою тепловою способностью.

Простейший способ обезвреживания ила землею заключается в перекачивании водянистого ила по трубам прямо на поля или в перевозке его в желѣзных вагонетках к месту обезвреживания.

При этом на станции очищения ил не накапливается и не требуется места для его складывания. Это обстоятельство очень важно в тех случаях, когда близ очистительной станции расположены жилые дома.

Недостаток этого способа заключается в том, что ил очень водянист и включает в себя мало ценных удобрений. Кроме того для сельскохозяйственных целей такое удобрение

неудобно потому, что его приходится пускать на поля круглый годъ.

Изъ этого затрудненія выходятъ такимъ образомъ, что дѣлаютъ септикъ-танки большого объема, какъ на примѣръ въ г. Унигъ. Въ этомъ случаѣ илъ можно удалять 2 раза въ годъ и даже рѣже.

Другой способъ сельскохозяйственнаго использования ила заключается въ предварительномъ высушиваніи ила на очистительной станціи и уже въ твердомъ видѣ въ перевозкѣ его на поля для удобренія.

Этотъ способъ хорошо примѣнимъ при обработкѣ ила изъ септикъ-танковъ, такъ какъ илъ съ содержаніемъ воды въ 80% несравненно легче высушить нежели илъ осадочныхъ бассейновъ съ содержаніемъ воды въ 95%.

Кромѣ того илъ изъ септикъ-танковъ легче отдѣляется отъ воды, нежели изъ осадочныхъ бассейновъ. Поэтому для высушиванія ила изъ септикъ-танка требуется меньше земельной площади.

На примѣръ, въ Мюльгеймѣ на каждый куб. метръ ила требуется 143 кв. метра земли, а для всего города — около 500 кв. саж. земли.

Въ Унигѣ каждый кубич. метръ ила требуетъ 250 квадрат. метровъ, а для обезвреживанія всего ила отъ города въ 10000 жителей требуется всего 110 кв. сажень.

Площадь земли для обезвреживанія ила зависитъ также отъ свойствъ почвы. Чѣмъ проницаемѣе для жидкости почва, тѣмъ земли для ила потребуется меньше.

Лучшій способъ обезвреживанія ила на поляхъ заключается въ распредѣленіи его тонкими слоями высотой 15 сантим.

Илъ скоро подсыхаетъ и можно будетъ положить новый слой.

При этомъ въ большинствѣ случаевъ необходимо дренировать почву.

Чтобы не дать распространяться дурному запаху въ широкихъ размѣрахъ, илъ размѣщаютъ на возможно небольшой площади и зарываютъ его поглубже.

Выгоднѣе высушивать илъ возможно быстрѣе, потому что сырой илъ пахнетъ сильнѣе; для этого надо сушить илъ тонкими слоями.

При проектированіи біологической станціи необходимо отводить извѣстную площадь для обезвреживанія ила.

Изъ вышеприведенной таблицы видно, что наименьшею площадью для ила пользуется Мюльгеймъ—143 кв. метра на 1 куб. метръ суточного ила.

Наибольшую площадь обладаетъ Штаргардъ—2080 квадрат. метр. на 1 куб. метръ ила.

Это объясняется большой запасной площадью.

Если взять среднія числа изъ таблицы, то получится при осадочныхъ бассейнахъ—по 500 квадр. метр. на 1 куб. метръ суточного ила, а при септикахъ-танкахъ—по 300 кв. метровъ на 1 куб. метр. суточного ила.

При расчетахъ новыхъ станцій надо исчислять такимъ образомъ:

При осадочныхъ бассейнахъ, считая 1,2 литра ила на человѣка въ день, надо имѣть площадь $= \frac{1,2 \times 500}{1000} = 0,6$ квадр. метра на человѣка.

При септикахъ-танкахъ, считая 0,3 литра ила на человѣка въ день, надо имѣть для обезвреживанія ила площадь $= \frac{0,3 \times 300}{1000} = 0,1$ квадр. метра на жителя.

Понятно, что небольшой запасъ площади всегда можетъ оказаться полезнымъ.

Въ Бирмингамѣ иль пускаютъ по канавкамъ и зарываютъ въ землю.

При этомъ способѣ на ту же площадь спускается иль лишь черезъ 1—3 года. Поэтому требуется большая запасная площадь земли.

Культиваторъ-танкъ.

Для полноты понятія о септикахъ-танкахъ слѣдуетъ еще упомянуть о такъ называемомъ культиваторъ-танкѣ Скоттъ-Монкрифа.

Этотъ аппаратъ представляетъ изъ себя резервуаръ, наполненный камнемъ.

Сточная вода поступаетъ снизу подъ камень и оставляетъ на немъ нерастворимыя вещества.

Въ комбинаціи съ коксовымъ фильтромъ аппаратъ ставился въ казармахъ, пріютахъ и частныхъ домахъ.

Такъ какъ въ описанномъ культиваторѣ камень всегда залитъ сточными водами, то онъ мало отличается отъ обыкновеннаго септика-танка.

ГЛАВА XII.

Пластинчатый окислитель Дибдина.

Въ 1903 году извѣстный спеціалистъ по біологической очисткѣ сточныхъ водъ химикъ лондонскаго муниципалитета Дибдинъ взялъ патентъ на пластинчатые окислители, которые предназначены для предварительной обработки сточныхъ водъ съ цѣлью

возможно полного выдѣленія изъ нихъ взвѣшенныхъ веществъ и минерализаціи этихъ послѣднихъ при помощи аэробнаго біологическаго процесса.¹⁾

Дибдинъ положилъ въ основаніе своихъ разсужденій, защищающихъ примѣненіе окислителей къ предварительной обработкѣ сточныхъ жидкостей, то положеніе, что органическія вещества легче, быстрее и безъ выдѣленія зловонныхъ газовъ разлагаются въ условіяхъ аэробныхъ, нежели въ анаэробныхъ.

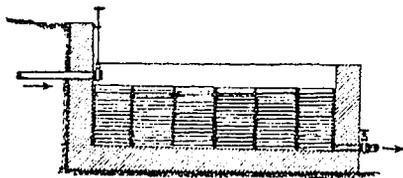
Опыты переработки взвѣшенныхъ веществъ на окислителяхъ, произведенные Дибдиномъ, показали, что при аэробномъ разложеніи осадковъ совсѣмъ не выдѣляются вонючіе газы, но за то фильтры очень быстро заиляются и перестаютъ работать.

Однако Дибдинъ полагалъ, что лишняя затрата на перештыковку, перелощиваніе и даже сплошную промывку всего фильтрующаго матеріала окупаются выгодами, получающимися отъ удобствъ такой обработки.

Дибдинъ поставилъ себѣ задачу найти практически выполнимыя условія, при которыхъ взвѣшенные вещества могли бы быстро и полно выдѣляться на фильтрующемъ матеріалѣ окислителя, не закупоривая его и затѣмъ подвергаться аэробной обработкѣ, а по окончаніи аэробнаго процесса могли бы быть легко смыты съ фильтра. Коксъ, шлакъ и подобные матеріалы не могутъ подойти для рѣшенія этой задачи, потому что ихъ поры быстро заиляются и трудно промываются. Дибдинъ пробовалъ примѣнить гончарныя трубы, но промывка ихъ внутреннихъ поверхностей представляла большія трудности.

Затѣмъ были испытаны для загрузки фильтра куски камня, специально выдѣланная череница и, наконецъ, шиферныя пластинки.

При извѣстномъ размѣщеніи пластинокъ фильтръ далъ наибольшую степень водоемкости. На фиг. 5 изображенъ въ разрѣзѣ получившійся такимъ образомъ пластинчатый окислитель для предварительной обработки сточной жидкости.



Фиг. 5.

Онъ представляетъ изъ себя резервуаръ, заполненный пластинками изъ шифера, расположенными горизонтальными рядами

¹⁾ См. брошюру инженера В. А. Дроздова: „Пластинчатый окислитель Дибдина въ дѣлѣ біологической обработки сточной жидкости“. Москва 1907 г.

одинъ отъ другого на разстояніи 2-хъ или 3 дюймовъ. Пластины шифера берутся площадью отъ 1 до 3 квадр. футъ, толщина пластинъ въ среднемъ $\frac{1}{4}$ дюйма и только верхній рядъ ихъ укладывается изъ пластинъ толщиной въ $\frac{1}{2}$ дюйма.

Пластины укладываются на шашкахъ, выпиленныхъ изъ шифера и разставленныхъ на разстояніи 1 фута одна отъ другой.

По опытамъ Дибдина шиферный окислитель имѣетъ слѣдующія преимущества: 1) фильтрующий матеріалъ не разрушается и не сплавивается, 2) не закупоривается протокомъ жидкости, 3) представляетъ для развитія бактерій обѣ поверхности, 4) отложившійся на гладкихъ поверхностяхъ песокъ и тому подобныя матеріалы легко могутъ быть смыты водою, 5) стоимость устройства бассейновъ для окислителей уменьшается вдвое, 6) водоёмкость окислителя увеличивается вдвое, 7) окислитель даётъ большую поверхность для отложенія взвѣшенныхъ примѣсей, которыя вслѣдствіе этого, располагаясь тонкимъ слоемъ, будутъ подвергаться дѣйствию аэробныхъ бактерій и энзимъ, послѣ выпуска жидкости изъ окислителя, 8) окислитель представляетъ благоприятныя условія для аэробнаго дѣйствія и при полномъ состояніи, такъ какъ подъ поверхностями пластинъ остаются пузырьки и скопленія воздуха, способствующіе аэрированію жидкости.

Въ опытахъ съ подобными окислителями въ г. Девоніѣ въ Англіи канализаціонная жидкость прямо изъ коллектора безъ предварительнаго отстаиванія или процеживанія поступала на верхній слой пластинчатого окислителя.

Въ окислителѣ жидкость оставалась около 2 часовъ, въ теченіе которыхъ и отлагала взвѣшенные примѣси на поверхностяхъ пластинъ, а затѣмъ направлялась для окончательной очистки на коксовый контактный фильтръ.

Послѣ выпуска изъ пластинчатого окислителя сточной жидкости происходитъ аэробная минерализація отложенныхъ на пластинкахъ органическихъ веществъ съ помощью бактерій, которыхъ насчитывается здѣсь до 200 милліон. въ 1 граммѣ осадка и при участіи огромнаго количества мелкихъ червей, монадъ, бактеріальныхъ зооглей и пр.

Необходимый для окисленія кислородъ входитъ въ фильтръ съ воздухомъ во время выпуска сточной жидкости.

Окислитель Дибдина работаетъ въ 3 напуска въ сутки такъ же, какъ и коксовый контактный фильтръ.

Отложенный на пластинкахъ осадокъ разлагается до газообразнаго состоянія и гумуса, который по высушиваніи даётъ воды 38,6%, органическихъ веществъ 25,2% и минеральныхъ—36,2%.

Кромѣ того органическія соединенія, перешедші въ растворъ, поступаютъ со сточной водой для дальнѣйшей минерализаціи на биологическіе фильтры. Органическія примѣси осадковъ состоятъ главнымъ образомъ изъ целлюлозы и огромнаго количества различныхъ живыхъ организмовъ.

Въ среднемъ 1 литръ сточной жидкости г. Девейза далъ 29 миллигр. гумусовыхъ отложений. Это такое ничтожное количество, что составляетъ $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ часть количества сухого вещества, получаемого изъ осадка обыкновенныхъ септикъ-танковъ.

Дибдинъ считаетъ, что на пластинчатомъ окислителѣ разрушеніе взвѣшенныхъ органическихъ примѣсей происходитъ съ наибольшою производительностью и съ наименьшею затратою на устройство приспособленій для этой цѣли.

Въ г. Траубриджѣ жидкость послѣ 24-часового пребыванія въ септикахъ поступала на окислители.

Приводимъ таблицу результатовъ анализовъ жидкости, полученныхъ съ окислителей, когда послѣдніе вработались.

		Процентъ очищенія.	Водооємкость.	
Окислятели загруженные.	{	Пластинами	52	82
		Известнякомъ	47	48
		Кирпичемъ	35	38
		Шлакомъ	32	32
		Клинкеромъ	45	50

Мы описали пластинчатый окислитель Дибдина по статьямъ Дроздова, составленнымъ на основаніи англійскихъ источниковъ.

Въ нѣмецкой литературѣ о методѣ предварительной обработки сточной жидкости съ помощью пластинчатыхъ окислителей Дибдина не встрѣчается.

Дупбаръ въ одной изъ своихъ статей ¹⁾ вотъ какъ отзывается о методѣ Дибдина.

„Дибдинъ и другіе писатели утверждаютъ, что процессомъ окисленія можно уничтожить всѣ взвѣшенные вещества. При

¹⁾ „Ueber moderne Abwasserreinigungsmethoden unter besonderer Berücksichtigung des biologischen Verfahren“. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten—Vereins. № 46, 47; 1906.

этомъ мало считаются съ удаленіемъ пла. Мои опыты привели къ противоположному выводу, а именно, что даже въ томъ случаѣ, когда сточныя воды были предварительно почти совершенно освобождены отъ взвѣшенныхъ веществъ, всетаки происходило постепенное заплеснѣе фильтровъ и уменьшеніе ихъ производительности“.

Намъ думается, что это мнѣніе сказано слишкомъ вскользь.

Пластинчатые окислители Дибдина, особенно въ ихъ послѣдующихъ конструкціяхъ изъ гончарныхъ плитокъ, представляютъ изъ себя вполне надежный біологическій фильтръ.

Въ дѣлѣ біологической очистки онъ несомнѣнно займетъ свое мѣсто. Отзывы же о немъ его защитниковъ и пропандистовъ нѣсколько преувеличены.

Прежде всего шиферъ представляеть изъ себя очень хорошій матеріаль тамъ, гдѣ онъ имѣется въ природѣ.

Если же его возить изъ Англій въ Россію, то едва-ли онъ въ состояніи будетъ выдержать стоимость перевозки, таможенный тарифъ и проч. расходы.

Естественно поэтому стремленіе замѣнить шиферъ обожженнымъ гончарнымъ матеріаломъ.

Въ перечисленіи преимуществъ окислителя Дибдина сказано, что онъ не закупориваетъ протокъ жидкости. На это надо сказать, что онъ менѣе закупориваетъ проходъ жидкости при извѣстномъ распредѣленіи пластинъ. Далѣе говорится, что онъ представляетъ для развитія бактерій обвѣ поверхность (пластинъ). Не совсемъ понятно, передъ какимъ фильтромъ это качество является преимуществомъ, такъ какъ фильтрующій матеріаль всегда работаетъ всей своей поверхностью.

Относительно стоимости устройства сказать трудно, потому что цифръ въ докладахъ не приведено. Сказано лишь, что стоимость уменьшится вдвое, а сравнительно съ чѣмъ, опять ничего гнѣть.

Относительно водоемкости слѣдуетъ сказать нѣсколько словъ. Дѣло въ томъ, что при оцѣнкѣ водоемкости надо принимать во вниманіе біологическую поверхность фильтрующаго матеріала и производительность фильтра.

Если смотрѣть на пластинчатый окислитель Дибдина, какъ на соединеніе въ немъ двухъ принциповъ: принципа септикъ-танка и принципа біологического фильтра, то провести сравненіе очень трудно.

Водоемкость септикъ-танка равна въ началѣ дѣйствія 100%.

Водоемкость фильтровъ изъ матеріаловъ близкихъ по формѣ къ шарообразной при всякомъ объемѣ шариковъ, если только

матеріалъ размѣщенъ рядами по крупности шариковъ, а не смѣшаннымъ, равна 48%.

Возьмемъ фильтръ изъ шариковъ фильтрующаго матеріала діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ дюйма.

Водоемкость такого фильтра будетъ равна 48%, а біологическая поверхность (поверхность шариковъ) равна на 1 кубич. сажень фильтра 528 квадр. саженьямъ.

При шарикахъ діаметра 1' водоемкость опять будетъ равна 48%, а біологическая поверхность уже вдвое менѣе, а именно — 264 квадр. саж. на куб. сажень фильтра.

Если мы въ септикъ-танкъ вмѣсто одного дна введемъ еще 6, поставивъ одно надъ другимъ на разстояніи 1 фута и продырявимъ эти дна, то водоемкость такого септика немного понизится и будетъ равна при толщинѣ каждаго дна въ $\frac{1}{2}$ дюйма 96,4%.

Такой септикъ-танкъ до нѣкоторой степени будетъ пластинчатымъ окислителемъ съ очень малою біологическою поверхностью.

Пластинчатый окислитель Дибдина имѣетъ біологическую поверхность отъ 40 до 80 квадр. саж. на 1 куб. саж. фильтра.

Вскорѣ послѣ первыхъ напусковъ свѣжихъ нечистотъ пластины фильтра покрываются иломъ. Слѣдующія порціи ложатся уже не на фильтрующій матеріалъ, а на отложившійся ранѣе плъ.

При спускѣ сточной воды илъ подвергается аэробному процессу.

Такимъ образомъ пластинчатый окислитель представляетъ изъ себя заиленный но не закупоренный фильтръ.

Идея переработки ила на біологической станціи безъ выдѣленія зловонныхъ газовъ до окончательнаго землястаго продукта очень важна и симпатична.

Дальнѣйшія опытные данныя покажутъ, насколько практично она осуществилась въ пластинчатомъ окислителѣ Дибдина. Пока же можно лишь привѣтствовать дальнѣйшую разработку въ этомъ направленіи.

О пластинчатыхъ фильтрахъ для окончательной біологической очистки сточныхъ водъ мы будемъ говорить болѣе подробно въ главѣ о фильтрахъ.

ГЛАВА XIII.

Способъ Дегенера.

Переходную ступень отъ септикъ-танка и осадочнаго бассейна къ біологическимъ фильтрамъ представляетъ методъ Дегенера.

Поль Дегенеръ зналъ, что растворимыя органическія соединенія могутъ выдѣляться изъ сточной жидкости съ помощью по-

ристыхъ и гумозныхъ веществъ, которыя притягиваютъ ихъ на свою поверхность. На этомъ свойствѣ, называемомъ адсорбціей Дегенеръ и основалъ свой способъ очистки сточныхъ водъ.

Онъ бралъ порошкообразный бурый уголь или торфъ и пускалъ его въ сточныя воды. Осаждался на дно, порошокъ увлекать за собою не только взвѣшенные вещества, но и часть растворимыхъ органическихъ веществъ. При осажденіи Дегенеръ прибавлялъ желѣзныя соли.

Въ результатъ очистки по способу Дегенера происходило не только освѣтленіе жидкости, но и уменьшеніе содержанія органическаго азота. Окисляемость уменьшалась, и вода по очисткѣ не загнивала.

Способъ Дегенера появился въ то время, когда гигиенисты и санитарныя техники стали неудовлетворяться способомъ химическаго осажденія. На способъ Дегенера поэтому возлагали большія надежды тѣмъ болѣе, что онъ могъ приносить прибыль утилизаціей осадка.

Осадокъ прессовался въ брикеты и сжигался въ топкахъ.

Очистительный эффектъ способа Дегенера по мнѣнію Проскауера при правильномъ веденіи дѣла очень значителенъ.

Органическій азотъ и окисляемость уменьшаются на 60—80%, и получаемый продуктъ совершенно не выдѣляетъ непріятнаго запаха.

Въ Германіи по способу Дегенера очищаютъ свои сточныя воды Потсдамъ, Шпандау, Тегель, Сестъ, Рейникендорфъ, Обершленевейде и нѣсколько большихъ общественныхъ и промышленныхъ учреждений.

Тегель имѣетъ 14000 жителей. Потребленіе воды—по 60 литровъ на жителя. Система канализаціи раздѣльная. По въ канализацію попадаетъ кромѣ 840 куб. метр. домовыхъ водъ почти столько же фабричныхъ.

Осажденіе производится въ высокой освѣтительной баннѣ, гдѣ сточныя воды остаются $1\frac{1}{2}$ —2 часа.

Получается очень большое количество шла, больше 25 литровъ на 1 куб. метръ обрабатываемой сточной воды. Шла содержитъ только 5 частей сухихъ веществъ и 95% воды.

Послѣ прессованія осадка въ немъ остается 60—65% воды.

На 1 куб. метръ сточной воды приходится $3\frac{1}{2}$ килогр. сухихъ брикетовъ, которые затѣмъ досушиваются на воздухѣ.

Въ Тегель очистительная станція обошлась въ 200.000 марокъ.

Эксплуатація въ 1903 г., включая проценты на капиталъ и амортизацію, выразилась въ 8,2 пфен. на 1 куб. метръ сточной жидкости или 3,22 марки на 1 жителя въ годъ.

Очистительный эффект колебался въ 1900 г. между 33% и 95% уменьшенія органическихъ веществъ. Недостаточное очищеніе объяснялось перегрузкою аппаратовъ.

Во время эпидемій прибавлялось на каждый куб. метръ сто-
чной жидкости—0,25 грам. извести или 0,015 грам. хлорной
извести.

Дезинфекція оказывала свое дѣйствіе въ теченіе нѣсколь-
кихъ минутъ.

III. Біологическіе методы очистки сточныхъ водъ.

До сихъ поръ мы описывали такіе способы очистки сточныхъ водъ, которые хотя и употребляются для окончательнаго очищенія жидкихъ нечистотъ, однако при правильной постановкѣ дѣла могутъ служить лишь для предварительной обработки сточной жидкости.

Это одинаково относится къ способу отстаиванія, осажденія съ помощью химическихъ реактивовъ, механической фильтраціи и гнилостному процессу въ септикъ-танкахъ.

Всѣ эти способы могутъ болѣе или менѣе освободить сточныя воды отъ взвѣшенныхъ веществъ. Растворимыя же органическія вещества почти-что остаются безъ измѣненія.

Поэтому при самомъ тщательномъ веденіи дѣла рѣдко можно рассчитывать на полученіе не только освѣтленнаго, но и незагнивающего продукта.

Чтобы получить очищенную сточную воду, неспособную загнивать, необходимо примѣнить одинъ изъ біологическихъ методовъ, къ которымъ относятся почвенная или перемежающаяся фильтрація, поля орошенія и искусственныя біологическія фильтры¹⁾.

Старѣйшій изъ этихъ методовъ—поля орошенія.

Почвенная или перемежающаяся фильтрація, называемая также способомъ Франкленда, получила примѣненіе почти 20 лѣтъ назадъ.

Искусственныя біологическія фильтры стали входить въ употребленіе лишь въ послѣдніе 10 лѣтъ.

¹⁾ Гнилостный процессъ хотя и представляетъ изъ себя безусловно біологическій методъ, тѣмъ не менѣе мы отнесли его къ отдѣлу методовъ предварительной очистки сточной жидкости, такъ какъ онъ не можетъ дать окончательнаго продукта, неспособнаго загнивать.

Такимъ образомъ, только ради техническаго удобства онъ не попалъ въ отдѣлъ біологическихъ методовъ очистки сточныхъ водъ.

По тѣмъ же соображеніямъ въ отдѣлъ способовъ предварительной обработки попали и пластинчатый окислитель Двбдина.

Съ помощью любого изъ біологическихъ методовъ можно при правильномъ веденіи дѣла получить чистую и совершенно обезвреженную воду, иначе говоря, достигнуть той цѣли, ради которой и производится очистка сточныхъ водъ.

Но ни при одномъ изъ біологическихъ методовъ не рекомендуется производить очистку безъ предварительной обработки сточной жидкости, безъ предварительнаго удаленія большей части взвѣшенныхъ веществъ.

Все болѣе и болѣе устанавливается тотъ взглядъ, что біологическая очистка тѣмъ рациональнѣе и тѣмъ выполнимѣе, чѣмъ болѣе выдѣлены изъ сточныхъ водъ нерастворимыя вещества.

Особенно это относится къ содержанію жировъ, которые очень вредно дѣйствуютъ на процессъ очищенія.

Шрейберъ вычислилъ, что берлинскія сточныя воды кругло содержать 20 грамм. жира на 1 жителя въ день, что составляетъ для г. Берлина—2200 пудовъ въ сутки. На каждый квадратный метръ площади полей приходится 0,5 грам. жира.

Илъ, находящійся на поверхности полей, по вычисленіямъ Шрейбера заключаетъ въ себѣ 16% жира.

Этотъ жиръ закупориваетъ поры полей и препятствуетъ проникновенію кислорода воздуха внутрь почвы.

Отсюда понятно, насколько важно задержаніе жира при предварительной обработкѣ жидкости (см. гл VII).

Кромѣ жира имѣютъ значеніе для полей и другія вещества, какъ волокны тканей, шерсть и пр., которые также какъ жиръ облекаютъ поверхность полей тонкой коркой на подобіе массы папье-маше и въ значительной степени ослабляютъ біологическое дѣйствіе полей орошенія и задерживаютъ развитіе культурннруемыхъ растений.

ГЛАВА XIV.

Поля орошенія.

Обезвреживаніе сточныхъ водъ съ помощью распределенія ихъ тонкимъ слоемъ на болѣе или менѣе обширной площади естественной почвы, на которой производится культура растений, — называется способомъ полей орошенія.

Исторія возникновенія очистки сточныхъ водъ съ помощью полей орошенія восходитъ къ серединѣ 16-го вѣка.

Впервые поля орошенія были устроены въ Бундлау близъ Лондона въ 1559 г., а затѣмъ уже широкое примѣненіе получили съ половины прошлаго столѣтія.

Первые болѣе или менѣе правильно устроенныя поля орошенія появились въ Единбургѣ въ Шотландіи.

Сначала поля орошенія встрѣчались только въ отдѣльных мѣстахъ.

Но послѣ того какъ англійское правительство признало поля орошенія единственнымъ вполне удовлетворительнымъ способомъ очистки, многіе города примѣнили этотъ способъ.

Въ 1876 г. уже 64 англійскихъ города очищали свои воды полями орошенія.

Въ девяностыхъ годахъ въ Англіи было уже болѣе 130 городовъ, имѣвшихъ поля орошенія для очистки городскихъ нечистотъ.

Научныя основанія для обезвреживанія сточныхъ водъ съ помощью почвенной фильтраціи въ первый разъ были приведены въ 1868 г. извѣстной англійской рѣчной комиссіей.

Главная часть работы этой комиссіи принадлежитъ Эдуарду Франкленду.

Дальнѣйшими изслѣдованіями въ этой области приобрѣли себѣ извѣстность Гельмъ, Лиссауэръ, Фалькъ, Фодоръ, Гофманъ, Сойка, Вольфхютель, Шлезингъ, Варингтонъ, Кохъ, Виноградскій и др.

Шлезингъ и Мюнцъ, а затѣмъ Пастёръ и его ученики съ очевидностью доказали, что почвенныя бактеріи играютъ руководящую роль въ процессахъ разложенія органическихъ веществъ, происходящихъ на поверхности полей орошенія.

Назначеніе полей орошенія заключается: 1) въ удержаніи всѣхъ взвѣшенныхъ органическихъ веществъ, 2) въ превращеніи всего органическаго углерода, способнаго подвергаться броженію—въ углекислоту, 3) превращеніи всего органическаго азота, способнаго подвергаться гниенію—въ соли азотистой и азотной кислотъ, въ превращеніи сложныхъ сѣрнистыхъ соединеній въ соли сѣрной кислоты и вообще въ минерализаціи всѣхъ органическихъ соединеній, 4) въ удержаніи патогенныхъ бактерій и 5) въ ассимиляціи минеральныхъ солей растениями, культивируемыми на поляхъ орошенія.

Для того, чтобы обезвреживаніе сточныхъ водъ на поляхъ орошенія происходило вполне правильно, необходимо: 1) чтобы почва полей была достаточно проницаемой, 2) чтобы профильтрованная жидкость свободно уходила изъ почвы по дренажнымъ трубамъ, 3) чтобы папускъ сточной жидкости не перегружалъ полей, а соответствовалъ орошаемой площади, 4) чтобы сточная вода и атмосфера имѣли температуру, благоприятную жизнедѣятельности почвенныхъ бактерій, 5) чтобы въ сточной жидкости не заключалось ядовитыхъ для микроорганизмовъ веществъ и

6) чтобы на полях велось правильное культурное хозяйство, не противоречащее санитарным задачам полей орошения.

При благоприятных условиях работы полей орошения сточная жидкость распределяется по волосным промежуткам почвы и облекает частицы последней тонким слоем жидкости.

Таким образом нечистоты образуют в почве неизменно тонкий слой жидкости громадной поверхности.

При этом легко происходит взаимодействие органических веществ сточных вод с кислородом воздуха. Главным деятелем в этом процессе окисления являются нитрифицирующие почвенные бактерии.

Результат нитрификации настолько быстр, что сточная жидкость, содержащая в 100000 частей 1,49 органического азота, пройдя через слой почвы в 2 аршина через 20—30 минут поступала в дренажные трубы совершенно прозрачной и безцветной только с следами органического азота.

Только почва, содержащая бактерий, способна минерализовать органические вещества и очищать сточную воду.

Только такая почва может превращать сложные органические соединения в простые неорганические вещества.

Почва, лишенная бактерий с помощью стерилизации, только отчасти очищает сточную воду посредством механической фильтрации.

Из следующей таблички, основанной на опытных исследованиях Фодора, видно, какой эффект минерализации дает обыкновенная почва сравнительно с стерилизованной.

	Въ миллиграммахъ.		
	Амміака.	Органич. веществъ.	Азотной кислоты.
На 1 литръ воды приходится послѣ фильтраціи черезъ прокаленную почву.	1,50	84,04	0,00
Черезъ обыкновенную почву	1,75	19,20	90,00

Обезвреживание сточных вод на полях орошения происходит отчасти и с помощью механической фильтрации.

От простой почвенной фильтрации поля орошения отличаются применением на фильтрующей почве культуры растений. При этом растения поглощают значительную часть солей азотистой и азотной кислот, образовавшихся вследствие нитрификации органических загрязнений сточных вод.

Кромѣ того растенія всасываютъ часть воды, которую они употребляютъ на свой ростъ, а частью утрачиваютъ испареніемъ.

Но въ нашемъ климатѣ растительность на поляхъ орошенія можетъ быть лишь въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ, въ остальное же время—весну, осень и зиму усвоенія солей не происходитъ.

Далѣе, растенія нуждаются для своего питанія калийными солями фосфорной и азотной кислотъ, которыхъ обыкновенно не хватаетъ въ почвѣ.

А сточныя воды даютъ эти вещества не въ той пропорціи, въ которой нуждаются растенія. Только азота въ сточныхъ водахъ бываетъ достаточно для растеній. Фосфорной же кислоты примѣрно вдвое меньше, чѣмъ нужно, а калия—втрое меньше, чѣмъ нужно.

Если мы будемъ напускать на поля сточную воду въ количествахъ, сообразныхъ съ потребностью въ азотѣ, то не будетъ хватать калия и фосфорн. кислоты. Если расчеты напуска будутъ вестись по потребности калия, то азота будетъ втрое больше, чѣмъ нужно.

Поэтому надо признать, что санитарныя требованія къ полямъ орошенія не совпадаютъ съ требованіями сельскохозяйственной культуры.

Хотя органическія загрязненія сточныхъ водъ и обладаютъ благоприятнымъ составомъ для удобренія сельскохозяйственныхъ культуръ, говоритъ профес. Вильямсъ,¹⁾ но эти удобренія такъ сильно разжижены, что представляютъ громадные неудобства для использованія ихъ съ этою цѣлью.

Доставка этихъ отбросовъ до мѣста использованія обходится настолько дорого, использованіе ихъ въ хозяйствѣ вызываетъ необходимость примѣненія такихъ дорогихъ липкихъ операций и возвращеніе ихъ почвѣ вноситъ такую условность въ хозяйство, заставляя выбирать для культуръ не тѣ растенія, которыхъ требуетъ рынокъ, а лишь тѣ, которыя мирятся съ удобреніемъ, что съ первыхъ же попытокъ ввести эти отбросы въ хозяйство пришлось отказаться отъ этой мысли. Къ тому же и успѣхи агрономической науки въ значительной мѣрѣ ослабили страхъ передъ истощеніемъ почвы черезъ унесеніе изъ нея питательныхъ веществъ и указали на рядъ другихъ способовъ естественнаго и искусственнаго возстановленія въ почвѣ содержанія минеральныхъ солей.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи проф. Вильямсъ продолжаетъ развивать ту мысль, что условія правильнаго хода обезврежи-

¹⁾ Гл. III брошюры Моск. Гор. Упр. „Канализація г. Москвы“. Москва, 1901.

ванія сточной жидкости при фильтраціи черезъ почву далеко не совпадаютъ съ требованіями культуры растений отъ удобренія.

Такъ какъ устройство полей орошенія имѣеть главною цѣлью санитарную задачу обезвреживанія сточныхъ водъ, то несомнѣнно все водное хозяйство полей орошенія должно быть прежде всего приспособлено къ санитарнымъ цѣлямъ.

Культура же растений должна быть дѣломъ второго порядка.

Самой хорошей почвой для полей орошенія считается песокъ средняго зерна съ примѣсью хряща.

Хорошими почвами считаются также суглинокъ и супесокъ.

Крупнозернистый песокъ хорошо обезвреживаетъ послѣ накопленія на немъ осадка изъ гумозныхъ веществъ.

Мелкій песокъ скоро засаривается. Глинистыя почвы также дѣлаются непроницаемыми и кромѣ того въ сухую погоду трескаются.

Въ Draycott и Beverley пытались искусственно приспособить почву подъ орошеніе; съ этою цѣлью глиняный грунтъ вынимали, обжигали и снова укладывали на прежнее мѣсто.

Результаты получались не вполне удовлетворительные.

Въ Eccles глину замѣнили проницаемымъ матеріаломъ и получили хорошіе результаты.

Англійская королевская комиссія послѣ основательнаго изслѣдованія пришла къ заключенію, что торфяная почва не годна для орошенія.

Торфяные участки по отчетамъ Московской Городской Управы, послѣ весенняго половодья насыщаются водою настолько, что для обсыханія требуется 2—3 мѣсяца.

Влагоемкость торфа колеблется отъ 100 до 300% его объема.

Если принять для торфяной почвы предѣльную величину годового слоя=0,75 саж., а способность къ высыханію крайне медленной (надо 2—3 мѣсяца послѣ половодья), то можно сказать, что торфяные участки совсѣмъ не пригодны для орошенія.

Кромѣ того дренажъ изъ торфяной почвы весьма медленно удаляетъ воду, такъ какъ вода въ такихъ почвахъ двигается весьма медленно. Поэтому нечистоты попадаютъ въ почву, лишнюю кислорода, и потому происходитъ анаэробный процессъ.

Кромѣ того растворенныя въ торфяной водѣ свободныя органическія кислоты торфяной почвы обладаютъ антисептическими свойствами.

Наконецъ, неизбѣжныя при обсыханіи торфяныхъ участковъ трещины пропускаютъ сточную воду совсѣмъ въ неочищенномъ видѣ прямо въ дренажъ.

Полезно торфяные участки покрыть слоемъ песка, въ ко-

торыхъ и должны сосредоточиться всѣ біологическіе процессы обезвреживанія, а дренажъ усилить.

Для своевременнаго удаленія очищенной сточной жидкости изъ почвы, а также для снабженія нижележащихъ слоевъ почвы кислородомъ атмосфернаго воздуха устраивается дренажъ.

Дренажъ укладывается на глубинѣ $2\frac{1}{2}$ —3 арш. на разстояніи 4—5 саж. труба отъ трубы изъ неглазурованныхъ гончарныхъ трубъ діаметромъ въ 3 дюйма.

Дренажныя трубы не имѣютъ муфтъ и раструбовъ.

Дренажныя трубы соединяются съ магистральной трубой изъ глазурованныхъ трубъ діаметромъ въ 5—8 дюймовъ съ раструбами.

Уклонъ дренажнымъ трубамъ діам. 3 дюйм. даютъ 0,0025. Существуетъ 3 системы расположенія дренажныхъ трубъ: продольная, поперечная и діагональная.

Въ продольной системѣ дренажныя трубы укладываются вдоль по уклону мѣстности, а сборная магистраль располагается перпендикулярно къ нпмъ.

По второму способу расположенія дренажныя трубы укладываются перпендикулярно къ потоку подпочвенныхъ водъ. Эта система дороже по устройству, но лучше по работѣ удаленія дренажныхъ водъ.

При діагональной системѣ дренажныя трубы наклонены къ сборной магистрали примѣрно на 60° .

Длина дренажа допускается обыкновенно до 100 саж.

Каждый участокъ поля въ $3\frac{1}{2}$ десятины составляетъ самостоятельную дренажную систему, которая имѣетъ по крайней мѣрѣ 1 выпускъ въ водосборную канаву.

Дренажъ долженъ укладываться съ большою тщательностью.

Дно канавы планируется точно по визиркамъ.

Такъ какъ въ соединеніяхъ не употребляется муфтъ, то подъ стыкъ кладутъ кусокъ пластической глины.

Если грунтъ илистый или мелкопесчаный, то стыки обсыпаютъ щебнемъ, гравіемъ, мохомъ, сухимъ торфомъ или подобнымъ матеріаломъ.

Если дренажъ приходится укладывать въ пльвунѣ, то подъ трубы прокладываютъ доски.

Засыпка канавы должна производиться также тщательно.

Количество воды, поступающей въ дренажъ, зависитъ отъ проницаемости фильтрующей почвы и отъ времени года.

Въ лѣтнее время на лугахъ съ слабо проницаемымъ грунтомъ въ дренажъ можетъ попасть очень мало жидкости.

Напротивъ зимою въ проницаемыхъ грунтахъ попадаетъ больше половины напускаемой жидкости.

Водосборныя каналы на большихъ поляхъ располагаются на разстояніи 100—200 саж. другъ отъ друга.

Скорость теченія жидкости въ этихъ канавахъ обыкновенно не превышаетъ 2 фут. въ секунду. Уклонъ достаточенъ въ 0,0003.

Водосливы изъ дренъ укрѣпляются камнемъ, а откосы засаживаются пвнякомъ.

Смотря по мѣстнымъ условіямъ прокладка дренажа въ Германіи стоитъ отъ 400 до 1600 марокъ на гектаръ или что тоже отъ 210 до 840 рублей на десятина.

На московскихъ поляхъ орошенія дренажъ устроенъ недостаточный, а именно: на 731 дес. дренажъ расположенъ на разстояніи 15 саж. на 49,5 десятинахъ на разстояніи 7½ саж., на 38,5 десятинахъ—на разстояніи 5 саж. и на 4 десятинахъ, на разстояніи 2,5 саж. Цѣна дренажныхъ трубъ—55 к. за пог. саж., а прочихъ матеріаловъ и работъ на 1 р. 95 к. за пог. сажень.

Если поля орошенія не дренированы или дренированы плохо, то является двойная опасность. Во-первыхъ мы не будемъ имѣть увѣренности въ томъ, что сточная вода проходитъ черезъ почву и освобождаетъ поры между частицами грунта для доступа воздуха, необходимаго для окисленія органическихъ веществъ.

Вторая опасность заключается въ томъ, что вода можетъ не попасть прямо въ стокъ, а будетъ проникать въ глубь подпочвы до водоупорнаго слоя, смѣшиваясь съ грунтовыми водами.

И то и другое вредно въ санитарномъ отношеніи.

Первое потому, что безъ свободнаго доступа воздуха въ грунтъ произойдетъ заболачиваніе полей орошенія, и вслѣдствіе этого пріостановка азробныхъ процессовъ.

Жидкость будетъ проникать въ грунтъ неочищенной, способной къ гніенію и такимъ образомъ произойдетъ постепенное загрязненіе почвы.

Проникновеніе же неочищенной сточной жидкости въ грунтовые воды можетъ отравить колодезную воду сосѣднихъ мѣстностей.

Слѣдовательно дренажъ служитъ для удаленія профильтрованной сточной жидкости въ водостоки, далѣе въ естественные протоки, а также для снабженія внутреннихъ слоевъ почвы полей орошенія свѣжимъ атмосфернымъ воздухомъ.

При устройствѣ полей орошенія существуетъ нѣсколько способовъ распределенія сточной жидкости по поверхности полей. Выборъ системы распределенія зависитъ отъ способа орошенія. Главныхъ типовъ устройства полей 3: 1) поверхностное орошеніе или Лейчестерское (Surface irrigation), 2) орошеніе луговыхъ

наклонными площадями и 3) горизонтальное орошение, при котором участки планируются горизонтальными плоскостями.

Въ этомъ случаѣ орошеніе можетъ производиться заливаемыми плоскостями (посадки пшняка напримѣръ), и заливными бороздами (рядовое орошеніе).

При всѣхъ способахъ распредѣленія сточной жидкости приходится производить слѣдующія работы:

1) отвести притокъ поверхностныхъ атмосферныхъ водъ съ сосѣднихъ окружающихъ мѣстностей.

2) Оградить дамбой отъ разлива рѣки, если площадь полей затопляема ¹⁾).

3) Дренировать всѣ орошаемые участки.

4) Спланировать поля участками сообразно съ системой и планомъ орошенія.

5) Устроить разводныя каналы для распредѣленія сточной жидкости по орошаемымъ участкамъ.

6) Устроить дороги и мосты.

7) Если въ некоторыхъ участкахъ полей очень высокъ уровень грунтовыхъ водъ, то необходимо провести осушительныя каналы.

Иногда приходится послѣ планировки площади полей нанести тонкій слой проницаемаго грунта, что рекомендуется, напримѣръ, на торфяныхъ участкахъ.

Если передъ паускомъ сточныхъ водъ на поля орошенія сточная жидкость должна подвергаться предварительной обработкѣ, то необходимо отвести на самой высокой части полей участокъ земли для устройства очистительной станціи.

Кромѣ того для обезвреживанія осадка въ этомъ случаѣ необходимо отвести часть полей, менѣе пригодную для орошенія.

Способъ поверхностнаго орошенія распространенъ въ Англии.

Лейчестерскимъ онъ называется потому, что первоначально былъ примененъ въ г. Лейчестерѣ.

При немъ нечистоты перекачиваются на высшей пунктъ полей и оттуда по естественному склону распредѣляются по орошаемой площади.

При этомъ способѣ окисленіе и нитрификація органическихъ загрязненій сточной жидкости происходитъ на поверхности полей.

Вода, если фильтруется сквозь слой почвы, то въ незначительномъ количествѣ.

¹⁾ На заливаемыхъ мѣстахъ не слѣдуетъ устраивать полей орошенія, такъ какъ разливы рѣки можетъ произвести на поляхъ большіе разрушенія. Кромѣ того половодье задержитъ обсыханіе почвы и примененіе ея для орошенія.

Поверхностное орошение устраивается по преимуществу на непроницаемых глинистых грунтах, т. е. въ такихъ, черезъ которые нельзя произвести фильтраціи сточной жидкости.

Въ окрестностяхъ большинства англійскихъ городовъ преобладаетъ глинистая почва, поэтому въ Англии до послѣдняго времени не предъявлялось серьезныхъ требованій къ устройству полей орошенія. Больше обращалось вниманіе на достаточную площадь полей, такъ какъ сточныя воды съ грядъ одного поля двигаются, если нужно, на второе поле.

Такимъ образомъ здѣсь благодаря незначительной толщинѣ біологическаго слоя почвы приходится увеличивать площадь полей орошенія.

Такъ какъ на глинистыхъ почвахъ полей біологическіе процессы проходятъ только на поверхности, то въ Англии по постановленію Королевской Комиссіи дренажъ не составлялъ неизбежнаго требованія при устройствѣ полей орошенія.

Даже думаютъ что для глинистыхъ почвъ дренажъ вреденъ такъ какъ трещины въ этихъ грунтахъ способствуютъ проникновенію неочищенныхъ сточныхъ водъ въ дренажъ.

Около большихъ городовъ, гдѣ земли стоятъ очень дорого, поверхностное орошеніе неподходяще, такъ какъ оно требуетъ большой площади; а именно, считаютъ, что на 1 акръ¹⁾ можно пускать сточныя воды отъ 60 жителей.

Принимая въ среднемъ количество сточныхъ водъ на 1 жителя—100—120 литровъ въ сутки, получаемъ, что на 1 акръ дѣйствительно орошаемой площади можно полагать 6—7,2 куб. метр. сточн. жидкости, или что все равно на 1 десятина—отъ 1280 до 1620 ведеръ.

По этому расчету для очистки 4 милл. сточныхъ водъ московской канализаціи потребовалось бы при поверхностномъ орошеніи до 2500 десятинъ дѣйствительно орошаемой площади, т. е. почти въ 4 раза болѣе, чѣмъ въ настоящее время употребляется.

Но неудобства поверхностнаго орошенія не ограничиваются требованіемъ обширной площади.

При этомъ способѣ растенія приходятъ въ непосредственное соприкосновеніе со сточной жидкостью и вызываютъ по этой причинѣ опасеніе въ санитарномъ отношеніи для людей или животныхъ, употребляющихъ эту растительность въ пищу.

Англичане считаютъ орошеніе травъ такимъ способомъ очень выгоднымъ.

¹⁾ акръ—900 кв. саж.

Одинъ нѣмецкій спеціалистъ считаетъ, что на траву можно и зимою напускать сточныя воды. Однако это мнѣніе встрѣчаетъ возраженіе.

Указываютъ на то обстоятельство, что зимою портятся корни.

Во всякомъ случаѣ этотъ способъ примѣняется почти исключительно для орошенія луговъ.

Въ Германіи и въ Россіи сточныя воды стараются профильтровать сквозь слой почвы, поэтому поля орошенія должны быть устроены надлежащимъ образомъ.

Понятно, что для фильтраціи необходимо пользоваться проницаемыми почвами.

Поэтому въ Германіи и въ Россіи поля орошенія устраиваютъ на песчаныхъ, супесчаныхъ и суглинистыхъ почвахъ.

На глинахъ же и на торфѣ избѣгаютъ устраивать поля для обезвреживанія сточныхъ водъ.

Въ проницаемыхъ почвахъ дренажъ всегда полезенъ, поэтому онъ всегда и устраивается.

Чтобы получить вполне удовлетворительный продуктъ очистки на поляхъ орошенія, сточныя воды слѣдуетъ пропустить сквозь проницаемый слой почвы.

Въ этомъ случаѣ дѣятельность микроорганизмовъ значительно сильнѣе, такъ какъ біологическій слой почвы значительно толще, нежели при поверхностномъ орошеніи.

При фильтраціи¹⁾ нечистотъ поверхность поля дѣлится на участки, размѣрами отъ 2 до 10 десятинъ.

Каждый участокъ окружаютъ валами высотой 0,7—1,0 метра. По вершинѣ вала проходятъ разводныя канавы или дороги. Въ первомъ случаѣ ширина вала по верху дѣлается отъ 2 до 4 метровъ, а во второмъ—6 метровъ.

Поверхность каждого участка планируется или горизонтально или съ небольшимъ уклономъ=0,001 до 0,002. Уклонъ зависитъ отъ естественнаго рельефа мѣстности или отъ предположенной культуры.

Распределительныя канавы устраиваются на разстояніи 40—80 метровъ одна отъ другой.

Почва орошаемаго участка вснаживается не менше 2 разъ въ годъ, боронится и окучникомъ проводятся частыя борозды.

При посадкѣ овощей выдѣлываются высокія гряды, а сточ-

¹⁾ Инж. М. И. Бималъ. Современные способы обезвреживанія сточныхъ жидкостей. Отдѣльн. оттискъ изъ „Извѣст. Моск. Гор. Думы“.

ныя воды пускаются по бороздамъ, дабы не было непосредственнаго соприкосновенія растений со сточной водой.

Съ теченіемъ времени въ бороздахъ отлагается осадокъ, который задерживаетъ фильтрацію и прекращаетъ притокъ свѣжаго воздуха въ почву.

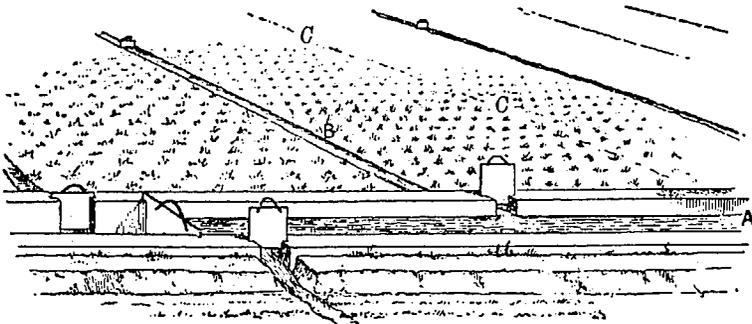
Отъ времени до времени борозды необходимо прочищать граблями.

Гряды ежегодно запахиваются и выдѣлываются заново по возможности на мѣстахъ бывшихъ бороздъ.

При плоскихъ поверхностяхъ ороситель послѣ открытія подводящей канавы открываетъ щитки запирающіе воду и даетъ жидкости распредѣляться по участку равномерно.

Въ Германіи поля орошенія устриваютъ такъ, чтобы сточная вода по открытіи щитковъ шла по извѣстному направленію.

На фиг. 6 изображено распредѣленіе сточныхъ водъ на поляхъ орошенія съ помощью канавокъ и щитковъ.



Фиг. 6.

На переднемъ планѣ видѣнъ распредѣлительный каналъ, отъ котораго сточная жидкость пускается по канавкамъ, выдѣланнымъ въ самомъ грунтѣ.

Напускъ водъ и прекращеніе притока производится съ помощью щитковъ.

Если естественный уклонъ поля слишкомъ великъ, то его разбиваютъ на участки, которые планируются горизонтальными террасами.

На террасахъ можно выдѣлать грядки и борозды и распредѣлять сточную жидкость по вышеизложенному способу.

Въ нашемъ климатѣ приходится отводить участки полей подъ зимнее орошеніе.

Такъ какъ дѣятельность микроорганизмовъ зимою слишкомъ слабая, то приходится устривать глубокіе резервуары, въ кото-

рыхъ часть жидкости медленно фильтруется и проникаетъ въ дренажи, частью же замерзаетъ.

Размѣръ участка берется отъ 2 до 10 десятинъ и дно планируется горизонтально.

Участокъ со всѣхъ сторонъ обносится валами высотой до 1 метра, а выпускъ сточной воды находится на высотѣ 0,60 метр. отъ дна участка, которое разбивается на частыя гряды, высотой въ 0,50 метра.

Зимою жидкость въ бороздахъ замерзаетъ, а весною требуется некоторое время для ея оттаиванія, послѣ чего участокъ обрабатывается подъ культуру растений.

На Магдебургскихъ поляхъ орошенія применяется распределеніе сточныхъ водъ съ помощью рукава и брандспойта.

Давленіе въ трубахъ въ этомъ случаѣ доводятъ до 4 атм.

Желѣзные трубы берутся въ 2—3 дюйма діаметра. Пеньковскій рукавъ діаметр. 2½ дюйма, длиною 20 метр. Брандспойтъ діам. 1¼ дюйма.

Такой способъ распределенія очень дешевъ, а именно около 90 рубл. за десятину.

Способность почвы обезвреживать нечистоты, если не дѣлать перерывовъ въ напускахъ сточныхъ водъ, постепенно уменьшается.

Если поля орошенія не имѣютъ достаточнаго отдыха, то получается перегрузка ихъ и въ дренажи начинаетъ поступать вонючая жидкость, способная загнивать.

На поляхъ орошенія происходятъ по преимуществу аэробные процессы, поэтому, какъ только для дѣятельности микроорганизмовъ не будетъ достаточнаго притока свѣжаго воздуха, процессы окисленія и нитрификаціи приостановятся.

Количество напускаемой жидкости и періодъ отдыха зависятъ отъ свойства почвы и времени года.

При песчаномъ грунтѣ сточная вода напускается чаще, при глинистомъ рѣже. Количество же напускаемой жидкости для песчаныхъ почвъ меньше, а для глинистыхъ больше, потому что при большой проницаемости песчаной почвы часть жидкости при большой порціи прошла бы въ дренажи неочищенной.

Въ сухое лѣтнее время работа полей орошенія идетъ быстрое, нежели въ дождливый осенній періодъ.

Переходя къ опредѣленію площади полей орошенія, необходимо для обезвреживанія сточныхъ водъ, надо сказать, что для рѣшенія этого вопроса необходимо произвести солидные предварительныя почвенныя изслѣдованія.

Для крупныхъ городовъ, гдѣ цѣны на подгородныя земли очень высоки, важно опредѣлить точно необходимую площадь.

Главнымъ критеріемъ для опредѣленія площади полей служить санитарныя требованія.

Если принимать во вниманіе и требованія сельско-хозяйственной культуры, то площадь полей должна значительно увеличиться, что вслѣдствіе экономическихъ соображеній почти-что неосуществимо.

Чтобы весь азотъ загрязненій ассимилировался растениями, можно на почву средней проищаемости напускать сточныя воды отъ 60—80 жителей на 1 гектарь.

На практикѣ же на 1 гектарь рассчитываютъ напускъ отъ 400—600 жителей.

Вотъ таблица данныхъ нѣкоторыхъ полей орошенія по количеству напуска:

Берлинъ	—	на 1 гектарь	отъ 263	жителей
Брауншвейгъ	"	"	220	"
Бреславль	"	"	468	"
Штеглицъ	"	"	462	"
Москва въ 1905 г.	"	"	516	"
Парижъ	"	"	600	"

За норму на берлинскихъ поляхъ принято напускать на 1 гектарь сточную жидкость отъ 250 жителей. Это соотвѣтствуетъ 12000 куб. метр. сточной жидкости на 1 гект. въ годъ.

Въ Парижѣ установлена закономъ высота напуска—4 метр. въ годъ, что соотвѣтствуетъ 40000 кубич. метрамъ на 1 акръ орошаемой площади въ годъ.

Въ Англій при песчаныхъ грунтахъ отъ 12500 до 25000 куб. метр. на 1 гект. въ годъ.

На Московскихъ поляхъ орошенія въ среднемъ на 1 десятину полезной площади въ 1905 г. приходилось 4442 ведра, что составитъ примѣрно 20000 куб. метр. сточной жидкости на 1 акръ орошаемой площади въ годъ.

При употребленіи предварительной обработки сточной жидкости потребуетъ меньшая площадь полей орошенія; въ нѣкоторыхъ случаяхъ вдвое и болѣе.

Въ Англій многіе города передъ напускомъ сточныхъ водъ на поля орошенія предварительно обрабатываютъ ихъ въ септиктанкахъ или подвергаютъ химическому осажденію.

Эта предварительная обработка очень рекомендуется въ настоящее время.

Поля орошенія даютъ очень высокій эффектъ очистки. Окисляемость уменьшается на 80—90%.

При правильномъ устройствѣ и рациональномъ веденіи воднаго хозяйства фильтратъ не загниваетъ и можетъ быть безопасно спущенъ въ рѣку.

Слѣдующая таблица даетъ понятіе о степени очищенія сточныхъ водъ на поляхъ орошенія.

Составныя части въ миллиграммахъ на 1 литръ.	Берлинъ.			Брауншвейгъ.			Фрейбургъ.		
	Сточная вода.	Дренажная вода.	Уменьшеніе въ %	Сточная вода.	Дренажная вода.	Уменьшеніе въ %	Сточная вода.	Дренажная вода.	Уменьшеніе въ %
Остатокъ по прокаливаніи.	978,4	987	—	848,4	601,9	29,1			
Потеря при прокаливаніи.	285,2	124,0	56,5	700,7	200,0	71,1	254	58	77,2
Окисляемость въ миллигр. употребл. марганцовокислаго кали.	333,7	33,6	89,9	244,2	36,5	85,1			
Хлоръ	283,8	232,7	10,1	146,0	129,4	11,4	40	34	15,0
Амміакъ и альбуминоидный амміакъ.	99,5	2,3	97,7	143,2	4,15	97,1			
Число бактерій				1,721,000	5591	99,7	790600	6700	99,2
Азотистая и азотная кислота.		146,6			148,5		8	8	

Степень очистки московскихъ полей орошенія можно видѣть изъ слѣдующей таблицы.

Въ 100,000 частей.	Время пробы.	Азота органическихъ соединен.	Азотной кислоты.	Амміака.
1. Сточная жидкость	—	12,166	0,435	11,278
2. Дренажная вода послѣ орошенія.	Черезъ 3 часа.	Нѣтъ	22,641	2,166
	Черезъ 1 сутк.	Нѣтъ	10,314	1,360
	„ 3	Нѣтъ	5,670	0,476

Въ концѣ концовъ, говоритъ Дунбаръ, надо сказать, что дренажныя воды изъ хорошо устроенныхъ полей орошенія при правильномъ веденіи воднаго хозяйства въ химическомъ отношеніи не оставляютъ желать ничего лучшаго.

Но въ практикѣ бываютъ такія поля, которыя даютъ совершенно неудовлетворительный продуктъ очистки и даже такую воду, которая загниваетъ и вообще мало отличается отъ неочищенныхъ нечистотъ.

Почти всѣ авторитеты приходятъ къ тому выводу, что вполне правильно устроенныхъ полей, на которыхъ при этомъ велось бы правильное водное хозяйство, почти нѣтъ.

Площадь полей орошенія г. Москвы—1089 десятинъ 1523 кв. саж.

Изъ этой площади:

Пseudобныхъ земель: болотъ, торфяниковъ, выемокъ	73	десятины.
Дорогъ, канавъ	187	»
Усадебъ	18	»

Остальная земля пригодна къ орошенію.

Въ 1905 году дѣйствительно орошаемой площади было 701,3 десятины. Въ 1 день на десятину приходилось 4815 ведеръ сточной жидкости.

Ежедневно подъ орошеніемъ было примѣрно 50 — 60 десятинъ.

На одну и ту же площадь сточная жидкость напускалась одинъ разъ въ недѣлю слоемъ въ среднемъ не толще 0,018 саж. за разъ.

Въ отчетахъ Моск. Гор. Упр. мы находимъ много жалобъ на трудности, съ которыми приходится считаться при пользова-ніи полями орошенія.

Прежде всего на московскихъ поляхъ замѣчается очень медленный приростъ орошаемой площади.

Въ 1904 и 1905 г. изъ 1089,4 десят. орошалось 701,3 десят. что составляетъ 64,5% всей площади.

Почти весь весенній слой жидкости, около $\frac{1}{12}$ или округло 10% всего годового количества (съ 1 апрѣля по 1 мая) надо считать, говорится въ отчетѣ, несомнѣнно перегрузкой полей по слѣдующимъ основаніямъ:

Послѣ зимняго орошенія и весенняго разлива, заливающего всѣ поля, необходимъ пѣкоторый промежутокъ времени, чтобы почва могла обсохнуть и чтобы при помощи ея обработки можно было бы возстановить комковое строеніе почвы, совершенно утраченное послѣ зимняго орошенія, а между тѣмъ безусловно необходимаго, такъ какъ почва, лишенная комковаго строенія, не пропускаетъ въ себя воздухъ, кислородъ котораго необходимъ для обезвреживанія нечистотъ.

Поэтому необходима особая площадь для весенняго обезвреживанія.

Осень представляет очень неблагоприятное время для полей орошения. За 3 мѣсяца (августъ, сентябрь и октябрь) 1905 г. выпало 321,6 мм. осадковъ—больше $\frac{1}{2}$ годовыхъ. Дождливыхъ дней 50 изъ 92 дней всего года.

Въ такую осень всякое испареніе прекращается; почва, безъ перерыва пребывающая въ водѣ, разбухаетъ во всей массѣ своихъ комковъ и дѣлается непроницаемой для воды. Вода застаивается на поверхности, изолируетъ почву отъ воздуха, и процессы обрѣзрѣживанія идутъ крайне несовершеннo.

Въ виду этого и осенью необходимо имѣть запасные участки, которые могли бы служить предохранительною площадью.

Такимъ образомъ мы видимъ, что для правильнаго дѣйствія полей необходимо имѣть площадь по крайней мѣрѣ вдвое большую, чѣмъ мы рассчитываемъ, сообразуясь лишь съ санитарными требованіями.

Техническія и атмосферическія условія предъявляютъ также свои требованія.

Благодаря особымъ условіямъ полей орошенія выборъ культурныхъ растений при орошеніи сточными водами очень ограниченъ.

Приходится выращивать кормовыя растения: траву, сѣно, вику, кукурузу на зеленый кормъ и овощи подобныя капустѣ и свеклѣ.

Въ 1903 г. на московскихъ поляхъ орошенія было занято подъ культурой:

капусты	45,5	десятины
вики съ овсомъ	22,0	„
ивы.	11,0	„
свеклы кормовой.	6,5	„
разныхъ овощей.	6,5	„
огурцовъ.	4,0	„

А всего 95,5 десятины.

Подъ чернымъ паромъ находилось 362,5 десятины.

Ива, насажденная въ 1900 г., говорится въ отчетѣ Моск. Гор. Упр., обѣщаетъ дать доходъ черезъ годъ или 2. Цѣлесообразность ея разведенія, повидимому, не подлежитъ сомнѣнію.

Питомникъ древесныхъ культуръ можетъ имѣть значеніе для собственнаго хозяйства также черезъ 2—3 года.

Плодовый садъ, какъ показалъ опытъ, можетъ развиваться при условіи обнесенія его лѣсною опушкою для защиты отъ сильныхъ вѣтровъ.

Такія растения, какъ рѣпа, рѣдька и брюква оказались непригодными для полевой культуры.

Напротивъ картофеля даетъ хорошій урожай на земляхъ, орошавшихся въ теченіе зимняго періода и отдыхающихъ лѣтомъ.

На участкахъ, подвергающихся лѣтнему орошенію, хорошо культивируется капуста. Но вслѣдствіе запозданія съ уборкой она не даетъ того дохода, который слѣдовало бы получить съ выращивания ея.

Хорошіе урожай даетъ кормовая свекла, но за отсутствіемъ спроса сбытъ ея на сторону затруднителенъ.

Изъ кормовыхъ продуктовъ сѣно является главнымъ и въ благоприятные для уборки годы можетъ давать хорошіе урожай.

Самой крупнои отраслью хозяйства на поляхъ орошенія является молочное хозяйство.

Нигдѣ поля орошенія не даютъ дохода. Напротивъ всюду приходится считаться съ убыткомъ.

По нѣмецкимъ даннымъ цѣнность удобрительныхъ веществъ

Главные составныя части въ миллиграммахъ на 1 литръ.	Сточная жидкость.	Дренажная вода съ крестьянск. земель въ полеи орошенія	Воды рѣки Цлннговки.		Воды рѣки Москвы.	
			выше полей	ниже полей	выше полей	ниже полей
			200 саж.	200 саж.	200 саж.	200 саж.
Взвѣшенныхъ веществъ при 100° Ц. .	703,4	0,0	3,2	24,4	6,9	26,5
Тоже, послѣ прокаливанія	110,8	0,0	3,2	8,7	4,1	19,8
Сухого вещества при 100° Ц.	763,1	163,0	207,2	559,2	300,3	285,2
Тоже послѣ прокаливанія	421,1	74,8	149,2	297,1	174,3	176,4
Хлора.	160,0	12,3	14,5	85,4	24,1	26,0
Сѣрной кислоты	180,1	11,9	20,5	52,9	18,8	18,5
Фосфорной кислоты.	20,2	0,0	слѣды	слѣды	слѣды	слѣды
Общее количество азота	106,4	17,1	6,8	19,9	5,3	8,8
Азота органическихъ веществъ . . .	14,2	—	2,6	2,7	0,4	1,9
Азотной кислоты.	5,1	52,4	5,4	28,9	7,4	8,8
Амміака.	110,4	4,3	3,4	11,8	3,6	5,6
Азотистой кислоты	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Окисляемость	41,4	0,8	4,8	13,2	6,9	7,6

сточныхъ водъ считается обыкновенно по 4—5 марокъ на жителя въ годъ.

Приведемъ нѣкоторыя данныя о степени очистки сточной жидкости полями орошенія московской канализаціи, взятыми изъ отчета Московской Городской Управы по эксплуатаціи канализаціи за 1903 г. (табл. на стр. 97).

Черезъ московскія поля протекаетъ р. Плинтовка и впадаетъ въ Москву-рѣку.

Дренажныя воды отъ сточной жидкости послѣ ея обезвреживанія впадаютъ въ р. Плинтовку.

Отсутствію фосфорной кислоты профессоръ В. Р. Вильямсъ, завѣдующій сельско-хозяйственной частью полей, придаетъ особенное значеніе, какъ показателю безупречности обезвреживанія сточныхъ водъ.

Съ санитарной точки зрѣнія можно признать очистительный эффектъ полей орошенія вполне удовлетворительнымъ.

Установилось мнѣніе, что поля орошенія вполне безопасны въ смыслѣ распространенія болѣзней.

Въ подтвержденіе этого мнѣнія можно привести много данныхъ изъ очень авторитетныхъ источниковъ.

Въ первый разъ вопросъ о влияніи полей орошенія на заболѣваемость мѣстныхъ жителей былъ поднятъ англійской рѣчной комиссіей ¹⁾, которая собрала обширный матеріалъ, вполне благоприятный для полей орошенія.

Когда въ Парижѣ производились первые опыты по очисткѣ сточныхъ водъ полями орошенія въ большихъ размѣрахъ, раздавались громкіе голоса противъ этого способа, какъ вреднаго для общественнаго здравія.

Правда, что вначалѣ поля орошенія города Парижа болѣе походили на болотистыя дуга нежели на орошаемую ферму. Но положеніе дѣлъ совершенно измѣнилось, по сообщенію Вертильона и Ожье, какъ только былъ проложенъ правильный дренажъ.

Статистическими данными Вертильонъ устанавливаетъ, что заболѣваемость и смертность близъ полей орошенія Парижа не болѣе, чѣмъ въ самомъ городѣ.

Тоже можно сказать про нѣмецкія поля орошенія.

Въ Фрейбургѣ, Берлинѣ, Бреславлѣ, Данцигѣ и другихъ городахъ заболѣваемость и смертность на поляхъ орошенія ничѣмъ не отличается отъ таковой же въ самихъ городахъ.

Вирховъ рѣшительно вступился за безвредность берлинскихъ полей орошенія, когда ихъ заподозрили въ распространеніи тифозной эпидеміи.

¹⁾ См. ст. Ф. А. Данилова: „Поля орошенія и ихъ влияніе на здоровье мѣстныхъ жителей“. Извѣстія Моск. Гор. Думы 1897 г.

Извѣстный гигиенистъ докторъ Weyl на основаніи статистическихъ данныхъ Англій, Парижа, Германіи и особенно Берлина, пришелъ къ категорическому выводу, что хорошо устроенныя поля орошенія при правильномъ хозяйствѣ нигдѣ не оказывали замѣтнаго вреднаго вліянія на здоровье мѣстныхъ жителей и сосѣдей.

Въ интересахъ объективности мы приводимъ также и обратныя данныя, взятая нами у Кальмета.

Перси Франклендъ, который ранѣе былъ энтузіастомъ полей орошенія, затѣмъ призналъ, что тифозная эпидемія можетъ распространяться полями.

Дунбаръ считаетъ необходимымъ во время эпидемій дезинфицировать сточныя воды, такъ какъ во время эпидемій пить надежныхъ данныхъ въ ихъ безопасности для мѣстныхъ жителей и сосѣдей.

При разумной осторожности, если не пить дренажной воды, можно избѣжать кишечныхъ заболѣваній.

Въ хорошую погоду и при правильномъ веденіи воднаго хозяйства поля орошенія не издають дурного запаха.

Въ сырую же погоду, при слабо проникаемой почвѣ и при перегрузкѣ полей, дурной запахъ замѣтенъ.

Часть сточной воды всегда уходитъ съ полей различными путями неочищенной.

При правильной фильтраціи поля орошенія освобождаютъ сточную жидкость отъ бактерій, но не вполне.

По изслѣдованіямъ Schottelius и его учениковъ содержаніе бактерій въ сточной водѣ Фрейбурга уменьшается съ 790.600 до 6700 въ 1 куб. сантим., то есть на 99,2%.

Изслѣдованія Beckurts и Blasius'a показали, что изъ 2 милл. микроорганизмовъ, заключающихся въ 1 куб. сантим. сточной воды Брауншвейга, въ дренажныя воды попадало 5500 штукъ на 1 куб. сантим., слѣдовательно уменьшеніе произошло на 99,7%.

Такіе же благопріятные результаты получены и для Парижа.

Изслѣдованіе степени очистки сточныхъ водъ Сальковского на Берлинскихъ поляхъ орошенія показали уменьшеніе бактерій съ 12³/₄ милл. въ 1 куб. сантим. до 3570, то есть на 99,9%.

И такъ поля орошенія несомнѣнно удаляютъ бактеріи, но все же, говоритъ Дунбаръ, самыя лучшія поля орошенія не могутъ дать безопасной питьевой воды.

Хотя число бактерій на хорошихъ поляхъ орошенія сильно уменьшается, все же характеръ дренажной воды въ бактериологическомъ отношеніи приближается къ сточной водѣ.

Черезъ поля орошенія проходить много коли-бактерій и даже тифозныя бациллы.

Стоимость устройства полей зависитъ отъ стоимости земли, отъ количества земляныхъ работъ, необходимыхъ для планировки, отъ способа распределенія сточной жидкости и пр.

Подъ Москвой въ настоящее время едвали можно купить землю дешевле 2500—3000 рублей за десятину. Въ провинциі много дешевле.

Дренажъ, планировка, выдѣлка разводныхъ канавъ, открытыхъ сборныхъ канавъ, мостовъ и пр. надо считать примѣрно въ 1500 руб. за десятину.

Если на поляхъ орошенія вести обширное хозяйство и молочное дѣло, то на устройство полей орошенія надо полагать больше средствъ.

Общая стоимость устройства полей орошенія для г. Берлина, включая и стоимость земли, достигла въ 1903 г. 54184075 марокъ за 14184 гектара¹⁾ или 3820 марокъ за 1 гектаръ.

Кальметъ приводитъ слѣдующую таблицу стоимости отдѣльныхъ статей для берлинскихъ полей.

Названіе статей.	Стоимость 1 гектара Берлинскихъ полей орошенія въ маркахъ.	Тоже въ процентахъ.	Нормальная стоимость полей орошенія въ маркахъ.	Тоже въ процентахъ.
Стоимость земли	1858	48,76 ⁰ / ₀	} 360	30 ⁰ / ₀
Устройство полей дренажъ	1322	34,5 ⁰ / ₀		
Зданія	509	13,32 ⁰ / ₀	276	23 ⁰ / ₀
Матеріальный инвентарь .	45	1,12 ⁰ / ₀	144	12 ⁰ / ₀
Живой инвентарь	59	1,54 ⁰ / ₀	240	20 ⁰ / ₀
Оборотный капиталъ . . .	29	0,76 ⁰ / ₀	180	15 ⁰ / ₀
Итого	3820	100 ⁰ / ₀	1200	100 ⁰ / ₀

Въ 1905 г. берлинскія поля орошенія занимали 15722 гектара, изъ которыхъ дѣйствительно орошаемой площади было 7722 гектара.

Эта площадь состояла изъ:

полевовъ и посадокъ 1831 гектаръ
луговъ 599 „

¹⁾ Гектаръ=2196, 76 кв. саж.=0,9153 десятины.

лѣсовъ	1564	»
парковъ и садовъ	124	»
ивняка	33	»
подъ паромъ	1314	»
дорогъ, канавъ и пр.	1400	»
площади, сдаваемой въ аренду	857	»

Въ среднемъ въ сутки пускается 240.000 кубич. метровъ сточной жидкости.

На каждый гектаръ орошаемой площади въ сутки въ среднемъ приходилось 30 кубич. метровъ воды или 3 литра на 1 кв. метръ въ сутки.

Этотъ расходъ жидкостей отвѣчаетъ 250 жителямъ на 1 гектаръ.

Во избѣжаніе засоренія полей взвѣшенными веществами, въ послѣднее время стали употреблять отстойные бассейны и жируловители.

Однако предварительная обработка сточной жидкости удорожала эксплуатацію полей.

Кромѣ того пришлось имѣть дѣло съ обезвреживаніемъ осадка.

Осадокъ большею частью состоитъ изъ клѣтчатки и жировъ, которые только вредны для почвы.

Чтобы азотъ, фосфорная кислота и калий осадка были полезны для культуры растений, необходимо обработать осадокъ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ на воздухѣ, дабы клѣтчатка и жиры разложились.

Осадокъ зарываютъ въ землю на 16—18 сантиметровъ.

Поля орошенія г. Парижа развивались постепенно. Первые опыты производились въ 60-хъ годахъ въ Клиши, затѣмъ въ Жанвильерѣ и т. д.

Въ 1905 г. они занимали 5505 гектаръ, изъ которыхъ 1765 гект. принадлежали городу, а 3740 гектаръ частью арендованной земли, частью же представляли частныя фермы, на которыя городъ отпускалъ сточныя воды для орошенія.

Почти всѣ поля расположены на болѣе или менѣе одинаковой суглинисто-песчаной почвѣ.

На этой площади въ 1903 г. было распределено 223041563 куб. метр. сточной жидкости или въ среднемъ по 42083 куб. метра на гектаръ въ годъ.

Эта величина близка къ установленной въ 1889 г. и 1894 г. закономъ нормѣ, которая составляетъ 40.000 куб. метровъ въ годъ.

Въ Жанвильерѣ участки орошаются 1 разъ въ 9 дней. Каждый гектаръ получаетъ слой, высотой около 0,10 метра.

Слѣдовательно въ годъ дѣлается 40 напусковъ по 1000 куб. метр. каждый.

Изъ 600.000 куб. метровъ всѣхъ сточныхъ водъ г. Парижа въ сутки на поля орошенія идетъ примѣрно 460.000 куб. метровъ, остальные спускаются въ неочищенномъ видѣ прямо въ р. Сену.

Кромѣ того фермеры не всю сточную воду, получаемую на свои участки, употребляютъ на орошеніе. Часть ея за ненадобностью также въ неочищенномъ видѣ спускаютъ въ рѣку.

Считаютъ, что всего въ Сену въ неочищенномъ видѣ падаетъ до 35% всего количества сточныхъ водъ г. Парижа.

Къ недостаткамъ полей орошенія относится необходимость веденія сложнаго техническаго и агрикультурнаго хозяйства на большой площади.

Въ нашемъ суровомъ климатѣ поля могутъ работать правильно лишь 6—7 мѣсяцевъ.

Если сточная жидкость не освобождена отъ взвѣшенныхъ веществъ, то они скоро закупориваютъ поры почвы.

На поляхъ орошенія затягивается обработка.

Запаздываютъ посѣвы и уборка.

Говорятъ, что покупка земли для полей орошенія всегда выгодна для города, такъ какъ городскія и подгородныя земли быстро поднимаются въ цѣнѣ. Но при этомъ забываютъ, что владельцы земельныхъ участковъ, нужныхъ для полей орошенія, впередъ учитываютъ будущую прибавочную стоимость земли и назначаютъ цѣну значительно большую нежели рыночная.

Докторъ Кальметъ критикуетъ поля орошенія.

Всюду въ Англіи, говоритъ онъ, поля орошенія причиняютъ много непріятностей.

Или почва слишкомъ проницаема и пропускаетъ сточныя воды слишкомъ быстро, такъ что онѣ проходятъ въ дрены недостаточно очищенными.

Или почва очень плотна и мало проницаема, поэтому долго остается мокрой и заболачивается. Въ этомъ случаѣ на поляхъ вмѣсто аэробнаго процесса развивается анаэробный и поля начинаютъ дурно пахнуть.

Или почва трещиновато-известковая и въ этомъ случаѣ сточная вода въ неочищенномъ видѣ проникаетъ внутрь.

Съ другой стороны установлено, что съ теченіемъ времени поля орошенія засоряются такъ, что имъ нужно давать продолжительный отдыхъ.

Вслѣдствіе накопленія обрывковъ клѣтчатки, кусковъ бумаги,

соломы и проч. почва постепенно теряет свою фильтрующую способность.

По отношенію въ растеніямъ орошеніе имѣетъ еще то неудобство, что, охлаждая слишкомъ сильно почву испареніемъ, оно студитъ растительность. Вслѣдствіе этого урожай на поляхъ запаздываетъ.

Въ Жанвильерѣ, напр., гдѣ ведется очень солидная культура овощей, огородные продукты запаздываютъ на рынокъ и попадаютъ туда послѣ сезона, когда рынокъ уже переполненъ.

Это обстоятельство влияетъ на поняженіе цѣны.

Большая часть нитритовъ и нитратовъ, которые образуются отъ разложенія азотистыхъ веществъ, по мѣрѣ образованія увлекаются въ глубокіе слои почвы ниже корней и далѣе въ дрены.

Франклендъ считаетъ, что половина связаннаго азота, находящагося въ сточныхъ водахъ полей орошенія, исчезаетъ помимо растеній.

Съ санитарной точки зрѣнія Кальметъ также не считаетъ поля орошенія совершеннымъ способомъ обезвреживанія сточныхъ водъ.

Такъ, онъ сообщаетъ, что нѣкоторыя дрены Carrières—Tricel близъ Парижа содержатъ въ куб. саж. фильтрованной жидкости болѣе 400.000 бактерій.

Коровы, питающіяся травой съ полей орошенія, даютъ молоко, которое скорѣе портится и скисаетъ. Масло, сбитое изъ этого молока, быстро горкнетъ; сбивается же оно очень долго, а именно 1½—2½ часа, между тѣмъ какъ обычно эта работа производится въ 35—40 минутъ.¹⁾

Поля орошенія требуютъ огромныхъ приспособленій, которыя выполняются въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ.

Такимъ образомъ большія площади вначалѣ служатъ неиспользованнымъ бременемъ.

Въ лѣтніе мѣсяцы у открытыхъ выходовъ стоковъ наблюдается большое скопленіе мухъ.

Экономически поля орошенія, по мнѣнію Кальмета, стоятъ какъ по стоимости устройства, такъ и по эксплуатаціи въ менѣе выгодномъ положеніи нежели искусственный биологическій методъ.

Слѣдуетъ еще сказать нѣсколько словъ о такъ называемомъ подземномъ орошеніи.

Эта система состоитъ въ распредѣленіи сточныхъ водъ въ песчаномъ грунтѣ на глубинѣ 1-го фута подъ землей.

¹⁾ Ни въ нѣмецкихъ источникахъ, ни въ отчетахъ Моск. Гор. Упр. это явленіе не отмѣчается, поэтому, надо полагать, на парижскихъ поляхъ орошенія трава загряжена сточной водой.

Трубы діаметромъ 3—4 дюйма укладываются на разстояніи 1 сажени и менѣ другъ отъ друга.

На глубинѣ 2—3 арш. отъ поверхности укладывается дренажъ.

Подземное орошеніе предложилъ первый Шарпантье въ Бордо; затѣмъ оно перешло въ Англію и Америку, гдѣ по этой системѣ существуетъ много очистительныхъ полей.

Подземное орошеніе удобно для небольшихъ учрежденій (отдѣльныхъ усадебъ, тюремъ, больницъ, пріютовъ и проч.), особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда ради эстетическихъ соображеній нежелательно выпускать сточныхъ водъ наружу.

При этой системѣ, повидному, сточная вода хорошо освобождается отъ взвѣшенныхъ веществъ. Что же касается разложенія растворимыхъ органическихъ веществъ, то благодаря недостатку атмосфернаго воздуха, оно происходитъ очень слабо.

Къ недостаткамъ этой системы относится также невозможность предупреждать засореніе распределительныхъ трубъ.

Waring сообщаетъ, что эта система въ среднемъ на семейный домъ въ Америкѣ обходится въ 4000 марокъ ¹⁾.

По этой системѣ было канализовано одно частное владѣніе подъ Москвой. Вначалѣ оно дѣйствовало вполнѣ удовлетворительно; позднѣе мы не получали свѣдѣній.

ГЛАВА XV.

Переменяющаяся фильтрація.

Переменяющаяся фильтрація сточныхъ водъ черезъ почву состоитъ въ томъ, что на разрыхленную почву наливается періодически слой сточной жидкости, которая поглощается почвой.

Почва для естественной фильтраціи должна быть хорошо пропущаема.

Для этой цѣли очень удобна крупно-зернисто-песчаная почва.

Въ Америкѣ для переменяющейся фильтраціи устраиваютъ въ почвѣ фильтры изъ естественнаго матеріала.

Какъ на поляхъ орошенія, на періодическихъ фильтрахъ прокладываются дренажъ.

Участокъ подготовленный для переменяющейся фильтраціи обносится со всѣхъ 4 сторонъ валами.

Почва фильтра не только взрыхляется, но и планируется грядами.

¹⁾ Modern methods of sewage disposal, by G. Waring. New-York. London, 1894.

Напускають сразу слой жидкости высотой 0,02 до 0,07 саженн. Черезъ 2—3 дня напускъ повторяють, и такъ въ теченіе года, а иногда и 2 лѣтъ.

Затѣмъ почвъ даютъ годовой отдыхъ, при чемъ въ этотъ періодъ засѣваютъ какой-либо культурой.

Отличіе перемежающейся фильтраціи отъ полей орошенія заключается въ меньшей площади орошенія и въ отсутствіи сельскохозяйственной культуры.

Вслѣдствіе этого послѣдняго обстоятельства почва постепенно загрязняется минеральными солями и если не выпалывается, то зарастаетъ сорными травами, развивающимися до огромныхъ размѣровъ.

Перемежающаяся фильтрація представляетъ изъ себя болѣе производительный, но менѣе совершенный способъ очистки сточныхъ водъ, нежели поля орошенія.

Въ Англіи для перемежающейся фильтраціи рассчитываютъ на каждую десятину земли сточныя воды отъ 2500 человекъ, иначе говоря примѣрно 20000 ведеръ сточной жидкости на 1 десятину въ день.

На перемежающихся фильтрахъ происходятъ совершенно тѣ же физическіе, химическіе и біологическіе процессы, что и на поляхъ орошенія и на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ, а именно, нерастворимыя вещества задерживаются фильтрующимъ матеріаломъ, при чемъ неорганическія вещества отлагаются на поверхности, а органическія постепенно разжижаются и минерализуются.

Растворимыя органическія вещества при помощи особаго свойства фильтрующаго матеріала притягиваются къ нему и при доступѣ воздуха окисляются жизнедѣятельностью микроорганизмовъ. Свойство фильтрующаго матеріала притягивать на свою поверхность растворимыя органическія вещества называется адсорбціей. Объ немъ мы будемъ говорить въ главѣ объ искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ.

Таблица городовъ штата Массачуссетъ, въ которыхъ очистка сточныхъ водъ производится посредствомъ перемежающейся фильтраціи (стр. 106).

Въ Фрамингамѣ около 20 лѣтъ сточныя воды очищаются съ помощью перемежающейся фильтраціи и результаты очистки все время не уступали лучшимъ полямъ орошенія.

Многолѣтніе опыты съ перемежающимися фильтрами въ Лауренсѣ показали, что съ теченіемъ времени количества азотной кислоты въ фильтратѣ уменьшается, содержаніе же свободнаго и

Названіе города.	Число жителей въ 1900 г.	Годъ, въ который устроена переме- жающаяся филь- трація.
Андоверъ	6813	1898
Броктопъ	40063	1893-94
Клинтонъ	13667	1898-99
Конкордъ	5652	1898-99
Гарднеръ	10813	1891
Лейчестеръ	3416	1894
Марльбороу	13609	1890-91
Натикъ	9488	1895-96
Питефилдъ	21766	1890
Спенсеръ	7627	1897
Уестбороу	5400	1891-92
Ворчестеръ	118421	1890

альбуминоиднаго амміака увеличивается. Морозъ въ новыхъ фильтрахъ почти не проникаетъ въ грунтъ, въ старыхъ же верхній слой фильтра промерзаетъ на глубину 15—20 сантиметровъ. Это явленіе объясняютъ заилеишемъ фильтра. Въ виду важности этого явленія осенью 1903 г. начали вснахивать верхній слой фильтра и выдѣлывать на немъ гряды, такъ что сточныя воды поступали на борозды между грядами.

Результатомъ такой обработки было то, что въ слѣдующую зиму ледъ покрывалъ гряды, но въ глубину проникалъ менше. И содержаніе азотной кислоты въ фильтратѣ увеличилось.

Въ нѣкоторыхъ фильтрахъ были пропаханы болѣе глубокія борозды и частью заполнены свѣжимъ хрящемъ, къ которому сточныя воды подводились предпочтительно.

Часть поверхности фильтра оставлена была невспаханной. Опыты показали, что только часть органическихъ веществъ нитрифицировалась съ помощью микроорганизмовъ. Большая же часть и осталась не минерализованной.

Содержаніе альбуминоиднаго амміака понизилось съ 744 миллиграмм. на 1 килогр. песка до 460,5 миллигр., т. е. на 38%. 3 мѣсяца спустя на томъ же мѣстѣ нашли еще 459 миллигр.

Въ болѣе глубокихъ слояхъ фильтра находилось еще менѣе органическихъ веществъ, какъ видно изъ слѣдующей таблицы.

Глубина взятія пробъ отъ поверхности.	Альбуминоидный амміакъ въ миллигр. на 1 килогр. песку.	
	23 ноября 1903 г.	10 октября 1906 г.
15 сантиметровъ	463	470
22 " "	585	451
30 " "	182	390
38 " "	136	140
45 " "	168	119
60 " "	72	92
90 " "	49	63
120 " "	33	50
150 " "	46	34

Какъ видно изъ таблицы по изслѣдованіямъ, произведеннымъ черезъ годъ, въ глубокихъ слояхъ фильтра не произошло замѣтнаго увеличенія веществъ, содержащихъ азотъ.

Опыты показали, что изъ 1 грамма всего азота, заключающагося въ песокъ фильтра, только $\frac{1}{4}$ гр. появляется въ видѣ свободного амміака, нитритовъ и нитратовъ. Большая же часть исчезаетъ другимъ путемъ.

Анализъ фильтрующаго матеріала показаль, что потеря при прокаливаніи увеличивается отъ 0,42% до 1,16%.

Для того, чтобы почвенный фильтръ работалъ какъ биологическій, необходимо чтобы онъ созрѣлъ, т.е. чтобы на поверхности фильтрующаго метеріала развились колоніи бактерій.

Въ Массачуссетсѣ созрѣваніе происходило лѣтомъ черезъ 8 дней, зимой черезъ 2—3 мѣсяца.

Созрѣваніе опредѣляется появленіемъ въ фильтратѣ азотной кислоты.

Слѣдующія таблицы даютъ понятіе о процессахъ окисленія, сопровождающихся выдѣленіемъ углекислоты и воздухообмѣнѣ на различныхъ глубинахъ почвенныхъ фильтровъ (стр. 108).

Образованіе азотной кислоты служить, какъ мы знаемъ, признакомъ дѣятельности нитрифицирующихъ бактерій.

Для опредѣленія мѣста образованія азотной кислоты въ почвенномъ фильтрѣ Дунбаръ дѣлалъ такой опытъ. Онъ промы-

Таблица степени поглощения O и образования CO₂ при однопдненномъ дѣйствіи фильтра.

Глубина, съ которой брались пробы.	Вскорѣ послѣ поступления на фильтр.	Спустя 3 часа.	Спустя 24 часа.
Содержаніе O въ воздухѣ фильтра въ %.			
10 сант.	16,8	11,7	16,5
50 „	11,3	8,8	10,9
90 „	0,1	0,8	0,1
Содержаніе CO ₂ въ воздухѣ фильтра въ %.			
10 сант.	3,2	5,1	3,4
50 „	4,2	5,4	4,6
90 „	4,4	4,4	4,5

Таблица степени поглощения O и образования CO₂ при 2 дневномъ дѣйствіи.

Глубина съ которой взяты пробы.	Вскорѣ послѣ поступления на фильтр.	спустя дней.	
		1	2
Содержаніе O въ фильтра въ %.			
10 сант.	20,8	17,2	18,4
50 „	6,8	5,9	10,4
90 „	3,6	1,0	4,4
Содержаніе CO ₂ въ фильтратѣ въ %.			
10 сант.	0,6	1,6	1,6
50 „	5,4	7,8	6,6
90 „	5,2	8,2	8,8

Таблица степени поглощения O и образования CO₂ при 3 дневномъ дѣйствіи.

Глубина съ которой взяты пробы.	Вскорѣ послѣ поступления на фильтр.	спустя дней.		
		1	2	3
Содержаніе O въ фильтр атъ въ %.				
10 сант.	20,8	20,4	20,0	20,4
50 „	16,2	10,8	13,0	15,7
90 „	12,5	9,0	12,0	13,3
Содержаніе CO ₂ въ фильтр атъ въ %.				
10 сант.	0,3	0,6	0,8	0,7
50 „	1,5	5,9	5,2	3,2
90 „	2,0	7,6	6,6	4,1

валъ дистиллированной водой фильтръ высотой 1 метръ до исчезновения слѣдовъ азотной кислоты и затѣмъ пускалъ его въ ходъ. Затѣмъ дѣлалъ опредѣленія азотной кислоты на различныхъ глубинахъ фильтра.

Мѣсто азотной кислоты въ почвенныхъ фильтрахъ.

Глубина въ сантиметрахъ.]	Азотной кислоты въ граммахъ на 100 килогр. почвы.	Глубина въ сантиметрахъ.	Азотной кислоты въ граммахъ на 100 килогр. почвы.
10	39,2	60	31,20
20	40,8	70	28,4
30	36,4	80	12,4
40	30,4	90	12,8
50	26,0		

Отсюда видно что еще на глубинѣ 70 сантим. образованіе азотной кислоты довольно сильно.

Что касается содержанія бактерій въ фильтрахъ, то изслѣдованія, произведенныя въ Массачусетсѣ, дали благоприятные результаты.

Слѣдующая таблица показываетъ, что количество бактерій въ сточной водѣ, прошедшей почвенный фильтръ, уменьшается въ нѣкоторыхъ случаяхъ до 99,9 %.

Уменьшеніе содержанія бактерій при почвенной фильтраціи въ Лауренсѣ, сред. годов. за 1897 г.

Обозначеніе пробы.	Сырая сточная вода.	Фильтратъ съ фильтра №															
		1	2	4	5A	6	9A	10	12A	13A	14A	19A	65	80	81		
Число бактерій въ куб.сант.	4.758.000	28800	242	58	70800	11700	11460	4350	1695	136	1445	800	21200	4100	530000		
Уменьшеніе въ %		99,39	99,99	99,99	98,51	99,75	99,76	99,91	99,96	99,99	99,97	99,98	93,08	99,91	88,86		

Наблюденія показали, что если почву пермежающихъ филь-

*) Звѣздочкой обозначены сточныя воды, подвергшіяся предварительной обработкѣ,

тровъ не засѣивать культурою, то на ихъ поверхности отлагается постепенно неподдающійся измѣненію слой гумуса.

Однако это заиленіе не идетъ далеко въ глубину, а ограничивается слоемъ въ 20—30 сантиметровъ. Поэтому въ худшемъ случаѣ этотъ слой можно снять и замѣнить новымъ. Этимъ объясняется успѣшность почвенной фильтраціи въ теченіи почти 20 лѣтъ, хотя на почвенные фильтры спускаютъ нечистоты въ 10—20 разъ болѣе нежели на поля орошенія.

Почвенная или перемежающаяся фильтрація представляетъ выгоды тамъ, гдѣ нѣтъ достаточной площади для полей орошенія и въ то же время не имѣется намѣренія устроить искусственные біологическіе фильтры.

Она получила особенное распространеніе въ Америкѣ.

Въ Германіи, если нельзя устроить поля орошенія, ставятъ искусственные біологическіе фильтры.

Въ г. Броктопъ почвенные фильтры занимаютъ площадь въ 15 $\frac{1}{2}$ гектаръ совершенно ровной поверхности.

До 1903 г. было устроено 23 фильтра общою площадью въ 8,7 гектаръ.

Фильтрующій матеріаль—песокъ, 90% котораго крупностью болѣе 0,04 миллим. и хрящъ, болѣе 90% котораго крупностью болѣе 0,75 миллим. На глубинѣ 7—9 фут. проложенъ дренажъ на разстояніи 10 метровъ одна труба отъ другой.

Жидкость напускается въ теченіе 30 минутъ. Послѣ 20 напусковъ 4 фильтра, на которые спускался илъ, очищаются отъ осадка. Въ теченіе года снимается 1700 тоннъ осадка, за который выручаютъ до 600 марокъ.

Другіе же фильтры только очищаются отъ сорной травы.

Нѣкоторые фильтры засѣваются маисомъ; на другихъ производились опыты посѣва гороха и подсолнуховъ. Маисъ даетъ наилучшіе результаты.

На зиму на поверхности фильтра дѣлаются борозды. Въ этомъ случаѣ сточная вода распределяется по бороздамъ, а на грядахъ можетъ быть снѣгъ и ледъ.

Температура сточной жидкости въ сборномъ резервуарѣ понижалась до 7,1° Ц. въ февралѣ, и повышалась до 15,8° Ц. въ сентябрѣ.

Температура дренажной воды не падала ниже 5,2° Ц.

Въ среднемъ на 1 кв. метръ поверхности фильтра можно очистить до 30 метровъ сточной воды.

Большая часть сточныхъ водъ состояла изъ домовыхъ канализационныхъ водъ. Частью же въ канализацію попадала чер-

ная сточная жидкость съ кожевенныхъ заводовъ и кромѣ того въ сѣтъ проникали грунтовые воды.

Большинство фильтровъ имѣли 0,4 гектара поверхности.

Жидкость напускалась на фильтры примѣрно каждый третій день, до 168 разъ въ годъ. Въ среднемъ на фильтръ приходилось 300—400 куб. м. воды въ годъ. Максимумъ доходилъ до 1000 куб. метр. Среднее суточное количество сточной жидкости, очищаемое фильтромъ, равно 107 куб. метр. Очищенная вода, попадавшая въ дренажи, имѣла чистый видъ, была безцвѣтна и давала хорошіе результаты на содержаніе органическаго азота. Содержаніе амміака уменьшалось на 95,8%, альбуминоиднаго аммонія—на 98,9%. Окисляемость уменьшалась на 98,5%. Въ зимній періодъ очистительный эффектъ уменьшался незначительно.

Стоимость устройства станціи выражается слѣдующими цифрами.

Стоимость 15½ гект. земли . . .	39150 марокъ
„ устройства 23 фильтровъ . . .	213280 „
„ напорной трубы	317960 „
„ сборнаго резервуара	126620 „
„ насосной станціи	189055 „

Итого . . 886065 марокъ.

Стоимость эксплуатаціи достигла въ 1903 г. 15.000 марокъ.

Отсюда надо вычесть 600—1800 мар., полученн. за продажу манса и ила.

Почвенные фильтры Фрампигама получаютъ въ среднемъ 2468 куб. метр. сточной жидкости въ сутки. Среднее количество жидкости на жителя 329 литр. въ сутки.

Вслѣдствіе быстрого роста населенія для фильтровъ куплено 40,5 гектаръ. На этой землѣ построено 18 фильтровъ, общей поверхностью въ 8 гектаръ. Только 11 фильтровъ дренажны.

Жидкость пускается на фильтры 36 разъ въ годъ.

Зимою фильтры работаютъ подъ покровомъ снѣга, хотя температура воздуха падаетъ до -13° Ц. и ниже, фильтратъ же не охлаждался ниже $7,2^{\circ}$ Ц.

Очистительный эффектъ въ Фрампигамѣ почти такой же, что и въ Броктонѣ.

Амміака уменьшается на 92,6%, альбуминоиднаго аммонія—на 97,1%. Окисляемость уменьшается на 93,2%. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ фильтровъ дренажная вода еще чище. Если принять во вниманіе разжиженіе грунтовыми водами, то получится уменьшеніе амміака на 90,1%, альбуминоиднаго аммонія—на 96,2%. Уменьшеніе окисляемости на 90,9%.

Стоимость устройства:

Сборный резервуаръ въ 1630 куб. метр. и напорная	труба	163100	мар.
Насосная станція		66600	"
Насосы производительностью 7570 куб. м. въ день		27700	"
Покупка 40 гектаръ земли		24500	"
Приспособленіе и устройство 8,1 гектар. фильтр.		42400	"
Итого		324300	мар.

Стоимость эксплуатаціи точно неизвѣстна. Содержаніе насосной станціи обходится въ 17.000 мар.

На почвенныхъ фильтрахъ, благодаря отсутствію культуры полезныхъ растений, развиваются сорная трава, которая, если ихъ не удалять своевременно, достигаютъ гигантскихъ размѣровъ. Это представляетъ недостатокъ перемежающейся фильтраціи.

ГЛАВА XVI.

Искусственные біологическіе фильтры.

До самыхъ послѣднихъ лѣтъ поля орошенія считали единственнымъ средствомъ, способнымъ вполне обезвредить сточныя воды.

Способъ осажденія съ помощью химическихъ реактивовъ, болѣе пригодный для очистки красильныхъ и отбѣльныхъ водъ, давалъ совершенно неудовлетворительные результаты для очистки сточныхъ водъ сахарныхъ, пивоваренныхъ, кожевенныхъ и др. заводовъ, а также городскихъ канализаціонныхъ водъ; онъ удалялъ взвѣшенные вещества, но почти не уменьшалъ растворимыя органическія вещества.

Кромѣ того при этомъ способѣ требовались механическія приспособленія и въ результатѣ накоплялась масса твердыхъ отбросовъ, удаленіе которыхъ было сопряжено съ большими хлопотами. Этотъ способъ былъ очень распространенъ въ Англїи. Но какъ только получилъ практическое примѣненіе искусственный біологическій способъ, англичане передѣлали свои резервуары въ септики-танки и біологическіе фильтры.

Механическая фильтрація главнымъ образомъ только освѣтляла жидкость и почти не измѣняла состава растворимыхъ веществъ.

Остальные способы, какъ электролизъ, очищеніе съ помощью различныхъ секретныхъ средствъ и пр. оказались еще менѣе пригодными.

Поэтому искусственный биологический методъ обратилъ на себя самое серьезное вниманіе, какъ ученыхъ, такъ и практиковъ инженеровъ.

Въ практикѣ искусственной биологической очистки пользуются двумя процессами: 1) гнилостнымъ и 2) окислительнымъ.

Гнилостный процессъ получилъ практическое примѣненіе въ септикъ-танкахъ, которые мы уже описали въ отдѣлѣ предварительной обработки сточной жидкости.

Окислительный процессъ происходитъ въ искусственныхъ биологическихъ фильтрахъ, описанію которыхъ и посвящается эта глава.

Рядъ техническихъ удобствъ одинъ видъ биологическаго фильтра, а именно пластинчатый окислитель Дибдина мы также описали въ отдѣлѣ предварительной обработки сточныхъ водъ.

Искусственные биологические фильтры появились недавно.

Въ 1892 г. вышелъ 23 выпускъ журнала Бюро Народнаго Здравія въ Массачусетсѣ (Massachusetts State Board of Health), посвященный опытамъ биологической очистки, которые производились въ 1889—1891 гг.

Фильтры устраивали въ почвѣ и брали для фильтрующаго матеріала гравій крупностью въ 3—19 милл. и въ количествѣ 1900 куб. метровъ на акръ.

Эти опыты продолжались въ Англіи, гдѣ собственно и созданъ искусственный биологический методъ.

Опыты въ Лауренсѣ (въ штатѣ Массачусетсѣ) до нѣкоторой степени уже имѣли дѣло съ искусственными биологическими фильтрами, потому что фильтры устраивались изъ искусственнаго фильтрующаго матеріала, хотя и въ естественной почвѣ.

Для равномернаго распредѣленія жидкости крупнозернистый матеріалъ покрывался тонкимъ слоемъ глины, но результатъ получался неудовлетворительный.

Тогда прибѣгли къ механическому приспособленію. Приспособили рычагъ, который автоматически открывалъ черезъ каждыя 20—30 минутъ притокъ сточной жидкости въ такомъ количествѣ, которое заливало фильтръ равномерно.

Въ этомъ случаѣ результатъ какъ въ качественномъ, такъ и въ количественномъ отношеніи получился очень благоприятный.

Успѣхъ фильтраціи сточныхъ водъ черезъ искусственный матеріалъ вызвалъ огромный интересъ въ Великобританіи.

Одновременно производились опыты въ Лондонѣ городскимъ химикомъ Дибдиномъ, въ Сальфордѣ инженеромъ Корбетомъ и независимо отъ нихъ Стодартомъ.

Дибдингъ производилъ опыты въ Баркингѣ на городскихъ поляхъ орошенія.

Результатомъ этихъ опытовъ были сначала періодическіе фильтры, а затѣмъ непрерывнодѣйствующие съ автоматическимъ распределеніемъ сточной жидкости по поверхности фильтра.

Въ Германіи этими опытами заинтересовался докторъ Дунбаръ, директоръ городской санитарной станціи въ Гамбургѣ, который началъ изслѣдованія искусственнаго біологическаго метода въ началѣ девяностыхъ годовъ.

Дунбаръ въ своихъ опытахъ выяснялъ научныя основанія работы біологическихъ сооружений.

Ему вмѣстѣ съ его сотрудниками по гамбургской санитарной станціи принадлежатъ наиболѣе капиталныя работы по изслѣдованію химическихъ, физическихъ и частью біологическихъ процессовъ, происходящихъ въ септикъ-танкѣ и на біологическихъ фильтрахъ.

Съ 1904-го начинаются изслѣдованія доктора Кальмета, директора пастеровскаго института въ Лилѣ и докт. Держеговскаго въ г. Царскомъ Селѣ.

Біологическіе фильтры представляютъ пзъ себя резервуары, наполненные шлакомъ, коксомъ, гравіемъ, битымъ щебнемъ или подобнымъ пористымъ матеріаломъ съ приспособленіемъ для свободного доступа кислорода воздуха.

Какъ на поляхъ орошенія или на перемежающихся почвенныхъ фильтрахъ, такъ и на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ процессы окисленія органическихъ соединеній происходятъ съ помощью аэробныхъ микроорганизмовъ.

Но на біологическихъ фильтрахъ окислительные процессы обставлены болѣе благоприятными условіями, фильтрующая біологическая поверхность сконцентрирована на небольшой площади и поэтому производительность искусственныхъ біологическихъ сооружений во много разъ болѣе, нежели полей орошенія.

Усиленіе аэробныхъ процессовъ на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ сравнительно съ полями орошенія происходитъ вслѣдствіе огромной поверхности фильтрующаго матеріала, на которой развиваются аэробныя бактеріи.

Усиленному развитію аэробныхъ бактерій на біологическихъ фильтрахъ благоприятствуетъ несравненно болѣе сильный притокъ воздуха, нежели на поляхъ орошенія.

Наконецъ сила притяженія фильтрующимъ матеріаломъ органическихъ веществъ изъ раствора на біологическихъ фильтрахъ значительно болѣе, нежели на поляхъ орошенія.

Температурныя условія для біологическихъ фильтровъ болѣе благоприятны нежели для полей орошенія.

Хотя развитіе микроорганизмовъ и на біологическихъ фильтрахъ болѣе благоприятно при среднихъ температурахъ 10—20 Ц., но на поляхъ орошенія охлажденіе сточной жидкости происходитъ несравненно быстрѣе, нежели на біологическихъ фильтрахъ.

Искусственные біологическіе фильтры устриваются двухъ системъ:

1) система періодическихъ или, какъ ихъ называютъ въ Англіи, контактныхъ фильтровъ и

2) система непрерывно-дѣйствующихъ фильтровъ.

Въ первомъ случаѣ резервуаръ, наполненный пористымъ фильтрующимъ матеріаломъ, залпвается сточной водой, которая нѣкоторое время остается въ фильтрѣ. А затѣмъ вода спускается и вмѣсто нея въ фильтръ входитъ воздухъ.

Во второмъ случаѣ сточная вода пускается на фильтрующій матеріалъ непрерывно и фильтратъ безъ задержки проходитъ въ дрены и сточныя трубы.

На непрерывно дѣйствующіе фильтры сточная жидкость можетъ поступать и періодически, но и въ этомъ случаѣ фильтратъ безъ малѣйшей задержки проходитъ въ дрены и въ стоки.

Періодическіе или контактные фильтры дѣлаются въ 2 и даже 3 ступени. Иначе говоря при контактныхъ фильтрахъ сточная жидкость проходитъ одинъ за другимъ 2 или 3 фильтра. Первые фильтры называются первичными окислителями.

Пройдя первичные окислители, сточная жидкость поступаетъ на вторичные, а при 3 степеняхъ и на третичные.

На фиг. 7 и 8 изображенъ въ планѣ и разрѣзѣ контактный фильтръ, устроенный при больницѣ Эппендорфъ. близъ Гамбурга.

Какъ видно на чертежѣ, сточная жидкость поступаетъ первоначально въ пріемный колодезь площади основанія 3,7×2 метра съ вертикальною рѣшеткою для задержанія плавающихъ крупныхъ предметовъ, размѣръ которыхъ болѣе 1 сантиметра.

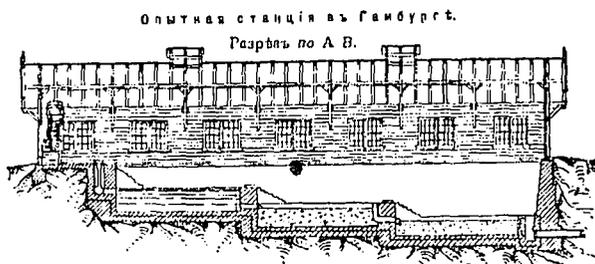
Для удержанія песка и подобныхъ тяжелыхъ предметовъ имѣется песочникъ.

Фильтры, изображенные на рисункѣ имѣютъ 3 ступени и рассчитаны на 2000 человекъ; въ сутки они очищаютъ до 800 куб. метровъ сточной жидкости.

Фильтрующимъ матеріаломъ служитъ въ первомъ фильтрѣ шлакъ, во второмъ коксъ и въ третьемъ гравій.

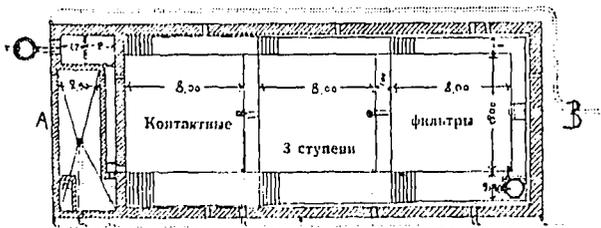
На фильтръ поступаютъ всё клозетныя, ванныя и хозяйственныя воды, а также дождевыя воды съ усадьбы больницы.

Фильтры находятся въ закрытомъ помѣщеніи, при чемъ по обѣимъ сторонамъ фильтровъ имѣются свободныя проходы.



Фиг. 7.

Планъ.



Фиг. 8.

Фильтры въ больницѣ Эппендорфъ находятся подъ наблюдениемъ городской санитарной станціи Гамбурга, директоромъ которой состоитъ професс. Дунбаръ.

На фиг. 9 изображенъ открытый контактный фильтръ въ 2 ступени. Слева виденъ осадочный бассейнъ. Напускъ жидкости производится съ помощью задвижекъ, помѣщаемыхъ въ смотровыхъ колодцахъ, показанныхъ на чертежѣ.

На фигурѣ 10 изображенъ контактный фильтръ въ планѣ съ показаніемъ распредѣленія сточной жидкости желобами.

Для контактныхъ фильтровъ требуются замкнутые резервуары для осадочныхъ бассейновъ и септикъ-танковъ изъ бетона, желѣзо-бетона или кирпича на порландскомъ цементѣ.

Надо замѣтить, что резервуары представляютъ очень значительную часть стоимости биологическихъ станцій.

Въ Англии при плотномъ глинистомъ грунтѣ пытались устраивать резервуары для контактныхъ фильтровъ безъ искусственныхъ стѣнокъ. Но при этомъ способѣ, довольно затруднительно достигнуть непроницаемости сточной жидкости въ грунтъ.

Во всякомъ случаѣ попутно слѣдуетъ отмѣтить, что уде-

способности, между тѣмъ какъ при одномъ наполненіи въ сутки фильтръ послѣ 300 дней утрачиваетъ лишь 6% своей поглощательной способности.

Хрящъ по своей поглощательной способности сначала стоитъ ниже кокса. Послѣ же созрѣванія онъ работаетъ хорошо.

Мелкозернистый матеріалъ лучше очищаетъ сточную жидкость, но зато скорѣе закупоривается.

Чтобы возстановить очистительную способность фильтра, засореннаго органическими веществами вслѣдствіе перегрузки, иногда достаточно бываетъ дать ему продолжительный отдыхъ, напр. мѣсячный или даже больше.

При этомъ органическія вещества постепенно окисляются и минерализуются, а фильтрующій матеріалъ возстановитъ свою очистительную способность.

Но фильтръ можетъ потерять свою очистительную способность еще и вслѣдствіе механическаго засоренія или заиленія.

Если сточная жидкость передъ напускомъ на фильтръ не подвергается предварительной обработкѣ, т. е. такъ или иначе не освобождается отъ нерастворимыхъ веществъ, то эти взвѣшенные вещества очень быстро закупориваютъ поры фильтрующаго матеріала и почти прекращаютъ окислительную работу фильтра.

Однако и при правильной работѣ фильтра съ теченіемъ времени пространство, вмѣщающее жидкость, (а по опороженіи фильтра, заполняемое воздухомъ), постепенно дѣлается меньше.

Количество жидкости, вмѣщающейся въ единицѣ объема фильтра между кусками фильтрующаго матеріала называется водоемкостью фильтра.

Обыкновенно водоемкость фильтра составляетъ 45—55% объема фильтра. Но при употребленіи въ качествѣ фильтрующаго матеріала гончарныхъ пластинъ или шифера, какъ въ окислитель Дибдина, водоемкость фильтра можетъ быть увеличена до 87% и болѣе.

Но, увеличивая водоемкость фильтра такимъ путемъ, одновременно мы уменьшаемъ фильтрующую поверхность.

Если водоемкость сократилась вслѣдствіе засоренія, то фильтръ необходимо промыть.

Нѣтъ необходимости промывать фильтрующій матеріалъ чистой водой.

Для этой цѣли вполне пригодна и сточная вода.

Промывка при правильномъ дѣйствіи фильтра производится рѣдко, не чаще 1 раза въ годъ или даже въ 2 года. Матеріалъ при промывкѣ вынимается изъ фильтра, при чемъ утрачивается отъ 5 до 10% его. Въ исключительныхъ случаяхъ и больше.

Къ промывкѣ прибѣгаютъ лишь въ томъ случаѣ, если водоемкость достигла лишь 20⁰/₀ объема фильтра.

По наблюденіямъ Дунбара въ одномъ примѣрѣ заиленіе шлакового фильтра съ зерномъ въ 3—7 миллиметр. произошло черезъ 2 года, при чемъ уменьшеніе окисляемости пало съ 70⁰/₀ до 40⁰/₀.

Фильтръ наполнялся 1 разъ въ сутки. Жидкость стояла въ фильтрѣ 4 часа, а періодъ отдыха продолжался 19 часовъ. Часть уходила на наполненіе и спороженіе фильтра.

Въ другомъ примѣрѣ при двукратномъ наполненіи такого же фильтра онъ засорился черезъ 14 мѣсяцевъ.

Чтобы предупредить быстрое засореніе необходимо или возможно полнѣе предварительно освобождать сточную жидкость отъ взвѣшенныхъ веществъ или рѣже дѣлать напуски сточной жидкости на фильтры.

Въ обоихъ случаяхъ станція потребуетъ больше затратъ.

II съ этимъ приходится считаться.

На заиленіе фильтра вліяетъ также составъ сточныхъ водъ.

Если напускать на фильтры водопроводную воду, то черезъ 4 мѣсяца водоемкость фильтра уменьшится на 16⁰/₀. Здѣсь заиленіе происходитъ отъ взвѣшенныхъ веществъ.

При напускѣ разжиженной мочи уменьшеніе водоемкости черезъ тотъ же періодъ выразится въ 21,1⁰/₀.

Если сточную воду предварительно фильтровать, то уменьшеніе водоемкости черезъ 4 мѣсяца выразится въ 18⁰/₀.

Для нефитрованныхъ сточныхъ водъ—22,4⁰/₀.

Для сточныхъ водъ, осажденныхъ предварительно химическими веществами, уменьшеніе водоемкости фильтра черезъ 4 мѣсяца выражается въ 16—24⁰/₀.

Если сравнить 4 контактныхъ фильтра, наполненныхъ различнымъ фильтрующимъ матеріаломъ крупностью въ 3—7 миллим. и наполняемыхъ при одинаковыхъ условіяхъ сточными водами, то въ одномъ случаѣ шлаковый фильтръ задержалъ 82,2 литра ила на 1 куб. метръ фильтрующаго матеріала, пемзовый—56,7 литра, фильтръ изъ древеснаго угля—50 литр., изъ животнаго угля—54,4 литра.

Въ другомъ случаѣ послѣ 80 наполненій коксовый фильтръ изъ матеріала крупностью 2—3 миллим. задержалъ—45,4 литр. ила на 1 куб. метръ фильтрующаго матеріала, такой же фильтръ изъ коксовыхъ зеренъ въ 10—20 миллим.—26 литр.

Фильтръ изъ хряца въ 2—3 миллим.—31,3 литра, въ 10—20 миллим.—22,5 литра, хряцъ крупностью зеренъ въ 5—7 миллим. съ гвоздями—46,7 литр. ила.

На 1 куб. метръ обработанныхъ сточныхъ водъ шлакъ крупностью зеренъ въ 3—7 милл. задерживаетъ послѣ 725 наполненій (по 2 наполненія въ сутки)—1,33 литра ила.

При болѣе крупномъ фильтрующемъ матеріалѣ (10—30 ммилл.) заилненіе для шлака, кокса, хряща, кирпичнаго щебня и пр. идетъ медленнѣе.

Ближе къ поверхности фильтра заилненіе фильтрующаго матеріала больше нежели въ глубокихъ слояхъ.

Илъ имѣетъ характеръ гумозныхъ веществъ.

Процессъ очищенія воды на контактныхъ фильтрахъ проф. Дунбаръ объясняетъ слѣдующимъ образомъ.

Когда фильтръ заливается сточной жидкостью, то на поверхности фильтрующаго матеріала задерживаются какъ нерастворимыя такъ и растворимыя органическія вещества.

Нерастворимыя вещества осѣдаютъ на фильтрѣ вслѣдствіе прилипанія, растворимыя же вслѣдствіе особаго свойства пористаго матеріала, обладающаго способностью притягивать изъ раствора органическія вещества.

Способность губчатыхъ тѣлъ, подобныхъ платинѣ, углю и проч. сгущать на своей поверхности газы извѣстна давно. Что же касается способности пористыхъ тѣлъ, какъ шлакъ, коксъ, гравій и подобн. вещества притягивать на свою поверхность органическія вещества изъ раствора, то подобныя явленія изслѣдованы лишь въ послѣднее время Дунбаромъ, Либертомъ, Катейнъ и другими.

Въ отличіе отъ способности сгущенія газовъ на поверхности губчатыхъ тѣлъ, которая называется абсорбціей, способность тѣлъ поглощать изъ раствора органическія вещества называется адсорбціей.

Заусуръ изъ своихъ опытовъ съ углемъ изъ букового дерева заключилъ, что степень поглощенія газовъ мѣняется въ зависимости отъ діаметра и строенія поръ, а также отъ удѣльнаго вѣса и химическихъ свойствъ угля.

Это притягательное дѣйствіе углей, совершенно независимое отъ химическаго сродства тѣлъ, въ послѣдующее время занимаетъ цѣлый рядъ изслѣдователей.

Уже Грагамъ утверждалъ, что поглощающими свойствами можетъ обладать всякое тѣло, если его достаточно измолоть. Грагамъ показалъ, что дѣйствіе угля не ограничивается газомъ, но что уголь поглощаетъ растительныя и животныя красящія вещества изъ растворовъ. Далѣе онъ показалъ, что съ помощью угля можно выдѣлить изъ раствора соли и другія химическія соединенія.

Поглощенные вещества не разлагаются и не разрушаются, а притягиваются къ углю механически и могутъ быть всегда выдѣлены изъ него болѣе сильнымъ растворителемъ.

По мнѣнію Грагама это соединеніе соли съ углемъ подобно раствору, съ тою лишь разницей, что въ первомъ случаѣ соединеніе соли происходитъ на поверхности угля.

Сила этого притяженія увеличивается съ увеличеніемъ поверхности. Митчерлихъ нашелъ, что 1 кубич. дюймъ угля буковаго дерева обладаетъ поглощательной ¹⁾ способностью == 73 квадрат. футомъ.

Дальнѣйшіе изслѣдователи показали, что чѣмъ больше растворимость вещества, тѣмъ меньше его поглощаемость (Adsorption). Walker и Appleyard доказали это на пикриновой кислотѣ, которая растворяется легче въ алкоголь, нежели въ водѣ. Вслѣдствіе этого шелкъ, напримѣръ, вытягиваетъ (Adsorption) въ 5 разъ больше пикриновой кислоты изъ воды, нежели изъ алкоголя.

Этимъ свойствомъ пористыхъ тѣлъ, такъ наз. адсорбціей, пользуются и при биологической филтраціи.

Какъ естественная почва, такъ еще болѣе шпакъ поглощаютъ органическія вещества нечистотъ изъ сточныхъ водъ, притягивая мельчайшія частицы на большую поверхность.

А если сложныя органическія вещества могутъ распредѣляться тончайшей пленкой на поглощающихъ поверхностяхъ, то имъ легко при такомъ положеніи создать условія, способствующія быстрому разложенію.

Органическія вещества сточныхъ водъ поступаютъ на большія поглощающія поверхности шпакъ, кокса и т. под. и здѣсь уже сконцентрированныя на пористой поверхности подвергаются въ видѣ тончайшей сѣти дѣйствию аэробныхъ микроорганизмовъ и нечистоты при благоприятныхъ обстоятельствахъ окисляются до самыхъ простыхъ соединеній. По мнѣнію Дунбара поглощеніе прекращается вслѣдствіе большого притока кислорода на поверхность пористыхъ тѣлъ.

Поглощающей способностью отличается, какъ мы уже упоминали, также гравій, песокъ, а по опытамъ Бунзена даже гладкая стеклянная пластинка, которая покрывается тонкой пленкой, а эта послѣдняя уже концентрируетъ растворенныя вещества. Конечно способность концентраціи стеклянной пластинки много

¹⁾ Дю-Буа Роймондъ первый сталъ различать поглощеніе (Adsorption), какъ сгущеніе газовъ на поверхности тѣла, отъ поглощенія газовъ жидкостями, въ которыхъ послѣдній растворяется (Absorption). Повиднѣе эти понятія точно разграничилъ Шмидтъ. Поглощеніе на биологическихъ филтрахъ относится къ первой категоріи.

меньше фильтра из гравия, так как этот последний обладает большою поверхностью и большой тонкой сѣткой молекул¹⁾.

Въ поглощающихъ фильтрахъ фильтрующей поверхностью служить не только наружная, но и внутренняя поверхность молекулы. Родевальдъ учелъ для кубическ. миллиметра шлака внутреннюю поверхность сѣтки=2108000 кв. мм., болѣе 2 квадр. метровъ. Самая большая поглощательная способность свойственна такимъ тѣламъ, у которыхъ 1) сѣтчатая поглощательная поверхность наибольшая, 2) когда притяженіе твердаго фильтрующаго тѣла къ растворителю очень велико, т. е. когда велика самая способность образования сѣтки, 3) когда средство раствореннаго тѣла къ растворителю возможно мало, 4) если растворимость раствореннаго тѣла усиливается давленіемъ. Опыты показали, что поглощеніе тѣмъ, меньше, чѣмъ болѣе концентрація раствора.

Далѣе опыты показали, что чѣмъ мельче зорна фильтрующей массы, тѣмъ лучше идетъ поглощеніе. Наконецъ установлено, что наибольше поглощеніе идетъ въ первыя минуты, а затѣмъ быстро замедляется.

Слѣдующія 2 таблицы послужили основаніемъ для послѣднихъ выводовъ.

Величина поглощенія въ зависимости отъ концентраціи употребленнаго раствора 2).

Концентрація раствора въ процентахъ.	1 килограммъ шлаковаго фильтра поглотилъ граммовъ.		Изъ раствора было поглощено въ 0/0.	
	Конгоротъ.	Метиленовая синь.	Конгоротъ.	Метиленовая синь.
0,25	2,0	1,98	100,0	98,9
0,30	2,39	2,36	99,86	98,7
0,35	—	2,77	—	98,9
0,40	3,16	2,94	98,73	91,9
0,50	3,74	3,74	93,7	93,3
1,0	5,0	—	70,0	—
2,00	6,69	—	41,8	—

Дунбаръ доказываетъ рядомъ опытовъ, что задерживаніе органическихъ веществъ на фильтрѣ не можетъ быть объяснено однимъ механическимъ фильтрованіемъ.

¹⁾ Петерсъ, а за нимъ Раутенбергъ, Вольной и другіе представляютъ собѣ поглощеніе, какъ распродѣленіе поглощенныхъ частицъ между молекулами пористаго тѣла, которыя образуютъ какъ бы сѣтку огромной поверхности.

²⁾ Въ этихъ опытахъ растворялись красящія вещ.-красное (конгоротъ) и синее (метиленовая синь).

Величина поглощенія въ зависимости отъ продолжительности дѣйствія, величины зеренъ фильтрующаго матеріала, а равно и рода раствореннаго вещества.

Величина зеренъ шлама въ миллиметрахъ.	Продолжительность дѣйствій.	1 кг. шлама послѣ часового воздѣйствія поглотитъ граммовъ.		Изъ раствора было поглощено %.		
		Конгоротъ.	Метиленовая синь.	Конгоротъ.	Метиленовая синь.	
менѣе 2	2 минуты	6,0	—	37,5	—	
	5 "	5,33	—	33,3	—	
	10 "	5,33	—	33,3	—	
	15 "	5,47	—	34,2	—	
	25 "	6,11	—	38,2	—	
	40 "	6,58	—	41,1	—	
	1 часъ	6,69	—	41,8	—	
	2 "	7,10	—	44,4	—	
	3 "	8,32	—	52,0	—	
	4 "	12,61	—	78,8	—	
	5 "	13,60	—	85,5	—	
	6 "	12,80	—	80,0	—	
	9 "	13,97	—	87,3	—	
	24 "	14,78	—	92,4	—	
3—7	5 минутъ	2,66	—	16,6	—	
	10 "	5,04	—	31,5	—	
	15 "	5,74	—	35,9	—	
	25 "	5,47	—	34,2	—	
	40 "	5,47	—	34,2	—	
	1 часъ	6,24	—	39,0	—	
	2 "	6,69	—	41,8	—	
	3 "	8,00	—	50,0	—	
	4 "	8,00	—	50,0	—	
	5 "	9,12	—	57,0	—	
	6 "	9,92	—	62,0	—	
	24 "	10,23	—	64,2	—	
	8—25	2 минуты	—	4,22	—	26,4
		5 "	1,46	4,88	9,1	30,5
10 "		2,66	4,88	16,6	30,5	
15 "		2,88	5,47	18,0	34,2	
25 "		3,68	5,47	23,0	34,2	
40 "		3,87	5,17	24,2	32,3	
1 часъ		3,49	5,47	21,8	34,2	
2 "		4,22	6,00	26,4	37,5	
3 "		3,87	5,89	24,2	36,8	
6 "		3,87	6,00	24,2	37,5	
24 "		4,05	7,00	25,3	43,6	
10—30		5 минутъ	1,71	4,58	10,7	28,6
		10 "	—	6,73	—	35,8
		15 "	2,66	6,73	16,6	35,8
	25 "	2,66	5,14	16,6	32,1	
	40 "	3,09	5,47	19,3	34,2	
	1 часъ	3,09	5,74	19,3	35,9	
	2 "	3,68	6,24	23,0	39,0	
	3 "	3,68	6,24	23,0	39,0	
	4 "	4,22	6,46	26,4	40,4	
	24 "	4,48	9,92	28,0	62,0	
	72 "	—	10,40	—	65,0	

Такъ, при фильтраціи черезъ тончайшій песокъ, пористую бумагу или черезъ глиняный фильтръ, задерживающій бактеріи, растворимыя органическія вещества проходятъ совершенно неизмѣненными. Даже при употребленіи раствора бѣлка, который самъ по себѣ благопріятенъ для простой механической фильтраціи, очищенный продуктъ показываетъ такъ же много органическихъ веществъ, какъ и первоначальная жидкость. Если фильтруютъ, напр., черезъ фильтръ Беркефельда, непронускающій бактерій, растворъ бѣлка съ окисляемостью въ 393 миллигр. на литръ, то фильтратъ показываетъ еще 336,9 м. окисляемости.

Сточная вода съ окисляемостью въ 778,8 м. послѣ пропуска черезъ непроницаемый для бактерій фильтръ показываетъ еще 692 мил. окисляемости. Что характеръ обѣихъ жидкостей не измѣнился послѣ такого могучаго фильтрованія показываетъ также то, что фильтратъ не утратилъ способности гнить.

Конечно адсорбція является далеко не однимъ факторомъ въ дѣлѣ біологической очистки сточныхъ водъ.

Главными дѣятелями въ разложеніи органическихъ веществъ являются микроорганизмы.

Но при разложеніи органическихъ веществъ возможны и химическія соединенія помимо жизнедѣятельности микроорганизмовъ.

Напримѣръ почернѣніе очищеннаго продукта объясняется образованіемъ сѣрнистаго желѣза.

Органическія вещества, притянутыя фильтрующимъ матеріаломъ на его поверхность, разлагаются съ помощью аэробныхъ бактерій въ тотъ періодъ, когда сточная жидкость спущена съ контактнаго фильтра и мѣсто жидкости занялъ воздухъ.

Въ этотъ періодъ кислородъ воздуха сгущается на бѣлковой пленкѣ фильтра и поглощается микроорганизмами, которые своею жизнедѣятельностью употребляютъ этотъ кислородъ на окисленіе органическихъ веществъ сточныхъ водъ.

Этотъ періодъ окисленія органическихъ веществъ называютъ періодомъ регенераціи фильтра или періодомъ возстановленія его очистительной способности.

Біологическій фильтръ не сразу получаетъ способность очищенія.

Сначала получается фильтратъ, способный къ гніенію.

Если же повторяютъ напуски послѣ періодовъ отдыха въ 2—3 дня, то окисляемость профильтрованной воды черезъ 2—3 недѣли уменьшается на 60—65%.

Тогда фильтратъ утрачиваетъ способность къ гніенію, а про фильтръ говорятъ, что онъ созрѣлъ.

При этомъ на фильтрующемъ матеріалѣ постепенно задерживаются органическія вещества и образуется грязноватый осадокъ, который при микроскопическомъ изслѣдованіи обнаруживаетъ много бактерій и другихъ микроорганизмовъ.

Этотъ грязноватый осадокъ, имѣющій видъ сѣтчатой оболочки, съ теченіемъ времени дѣлается толще.

Образованіе этой оболочки и составляетъ созрѣваніе фильтра.

Созрѣваніе фильтра сопровождается появленіемъ азотной кислоты въ фильтратѣ.

Созрѣвшій фильтръ при правильномъ пользованіи имъ, т. е. при достаточномъ отдыхѣ фильтра послѣ его наполненія и при незначительномъ количествѣ взвѣшенныхъ веществъ, дѣйствуетъ очень энергично.

Это проявляется въ степени очистки сточной воды, въ появленіи азотной кислоты въ фильтратѣ и углекислоты въ воздухѣ фильтра.

Образованіе азотной кислоты обязано аэробнымъ бактеріямъ.

Въ какой мѣрѣ микроорганизмы участвуютъ при образованіи углекислоты и сѣрной кислоты вполне точно не установлено.

Если къ сточной жидкости прибавить дезинфицирующаго вещества, убивающаго аэробныхъ бактерій, то образованіе азотной кислоты тотчасъ же прекращается.

Рядомъ очень интересныхъ опытовъ доказано, что очищеніе сточной жидкости на біологическихъ фильтрахъ безъ микроорганизмовъ немыслимо.

Докторъ Дзержговскій возражаетъ противъ адсорбціонной теоріи Дунбара.

По его изслѣдованіямъ самыми сильными свойствами адсорбціи обладаютъ бѣлки, и что эта способность ихъ уменьшается по мѣрѣ расчлененія молекулы, такъ что переваренный бѣлокъ и пептоны имѣютъ адсорбціонныя способности значительно меньшія, нежели свертывающіеся бѣлки. А лейцинъ, какъ дальнѣйшій продуктъ распада ихъ молекулы, имѣетъ эти способности еще меньше.

Далѣе, по изслѣдованіямъ Дзержговскаго, углеводы, какъ-то разваренный крахмалъ и сахаръ не обладаютъ адсорбціонными способностями по отношенію къ шлакамъ и по этому ими вовсе не задерживаются.

Различные шлаки обладаютъ различно выраженными адсорбціонными свойствами, величина которыхъ не всегда совпадаетъ со степенью пригодности шлака для біологической очистки и наконецъ опредѣленіе величины адсорбціи для фекалій и мочи показало, что этими данными нельзя объяснить очистки воды, про-

исходящей, по мнѣнію Дунбара, отъ загрязненій, отлагающихся на шлакъ въслѣдствіе адсорбціи.

Дзержговскій не соглашается также съ Дунбаромъ въ оцѣнкѣ значенія бѣлковой пленки. По его изслѣдованіямъ эта бѣлковая оболочка обладаетъ весьма слабыми свойствами адсорбціи.

Дзержговскій такъ объясняетъ очистительное дѣйствіе контактныхъ фильтровъ¹⁾.

Во время наполненія перваго окислителя вода, стекая по шлаку и приходя такимъ образомъ на громадной поверхности въ соприкосновеніе съ воздухомъ, находящимся въ порахъ шлака, несомнѣнно растворяетъ и поглощаетъ кислородъ его, равнымъ образомъ выщелачиваетъ азотистыя и азотнокислыя соли, образующіяся въ шлакъ изъ амміака, поглощеннаго шлакомъ при предыдущемъ наполненіи фильтра водою, главнымъ образомъ благодаря окисламъ желѣза, содержащимся въ шлакъ и образующимъ съ амміакомъ нестойкія соединенія. Такъ какъ вода, выходящая изъ окислителя, по опредѣленіямъ Дзержговскаго вовсе не содержитъ кислорода воздуха и притомъ значительное количество азотной кислоты, выщелоченной изъ шлака, во время стоянія воды на фильтрѣ исчезаетъ, то отсюда экспериментаторъ заключаетъ объ оживленной дѣятельности микробовъ какъ аэробнаго такъ и анаэробнаго характера на фильтрѣ во время стоянія на немъ сточной воды.

Въ водѣ, выходящей изъ втораго и третьяго окислителей, Дзержговскій также не находилъ кислорода воздуха, но зато опредѣлилъ большое количество азотнокислыхъ солей. Это обстоятельство ясно указываетъ на постепенное преобладаніе аэробныхъ процессовъ надъ анаэробными.

Характерно для окислителей присутствіе въ нихъ большого количества факультативныхъ аэробовъ, которые выступаютъ на фильтрахъ то въ качествѣ аэробовъ, то—анаэробовъ.

Къ чисто анаэробнымъ процессамъ, совершающимся на биологическихъ фильтрахъ, принадлежатъ процессы разложенія волоконъ целлюлозы.

Процессы эти происходятъ исключительно во время стоянія фильтра наполненнымъ.

Аэробные процессы совершаются въ фильтрахъ во время стоянія ихъ пустыми.

Къ нимъ принадлежатъ процессы нитрификаціи, сопряжающіяся большимъ поглощеніемъ кислорода воздуха.

¹⁾ О результатахъ опытной биологической очистки сточныхъ водъ въ Царскомъ Селѣ. Докладъ др. Дзержговскаго. Труды седьмого русскаго водопроводнаго Съѣзда. Москва, 1905.

Не отрицая значенія адсорбціи, Дзержговскій объясняетъ потребность отдыха фильтровъ съ одной стороны необходимостью дать возможность фильтрамъ комбинировать анаэробныя условія съ аэробными, а съ другой—дать возможность размножиться бактеріямъ на поверхности шлама въ время стоянія фильтра пустымъ, такъ какъ факультативныя анаэробы быстрѣ размножаются въ аэробныхъ условіяхъ, нежели въ анаэробныхъ. Соединеніе анаэробныхъ и аэробныхъ процессовъ имѣетъ огромное значеніе для біологическихъ фильтровъ.

Кромѣ того при дальнѣйшемъ очищеніи сточной жидкости развивается масса дождевыхъ червей и различныхъ видовъ насекомыхъ, которые также играютъ крупную роль въ дѣлѣ очищенія сточной воды.

Поражающій эффектъ, который наблюдается на біологическихъ фильтрахъ при разложеніи органическихъ веществъ въ небольшой промежутокъ времени, объясняется тѣмъ, что при контактныхъ фильтрахъ, съ зерномъ въ 3—8 миллиметр. по вычислениямъ Дзержговскаго¹⁾, на каждый квадратный сантиметръ фильтрующей поверхности поступаетъ только 0,0275 миллигр. органическихъ веществъ въ то время, какъ всего въ 1 литрѣ органическихъ веществъ 677,7 миллигр.

На 1 кв. сантим. поверхности непрерывно дѣйствующаго Дубаровскаго фильтра въ 12 часовъ работы при употребленіи 1 куб. метра воды на каждый квадрат. метръ фильтра приходится въ 1 минуту 0,00491 миллигр. органическихъ веществъ, (считая въ 1 литрѣ—687,7 миллигр.).

Такимъ образомъ, разложивъ работу фильтра на элементы, мы видимъ, что она ничего чрезвычайнаго не представляетъ.

Степень очистки сточныхъ водъ можно учесть по количеству поглощеннаго фильтромъ кислорода и по количеству образовавшейся при разложеніи органическихъ веществъ углекислоты.

Слѣдующая таблица показываетъ зависимость образованія углекислоты и поглощеннаго кислорода отъ времени стоянія сточной жидкости на фильтрѣ и отъ періода отдыха фильтра (стр. 128).

При опытахъ, результаты которыхъ изображены въ таблицѣ, доступъ воздуха извнѣ во время отдыха фильтра былъ прекращенъ.

По этимъ опытамъ оказалось, что болѣе продолжительный отдыхъ, нежели 6-часовъ, повидимому излишенъ.

Однако послѣ продолжительной работы фильтра на немъ осаждается такое множество осадка, что для окисленія его требуется оставить фильтръ пустымъ на цѣлыя недѣли.

¹⁾ Zur Theorie Künstlicher biologischer Filter. Von Dr. S. K. Dzierzowsky. Gesundh.—Ingenieur. 1907.

Если контактный фильтр оставить на довольно продолжительный срокъ въ покой, то окислительные процессы съ теченіемъ времени дѣлаются настолько энергичны, что въ глубокихъ слояхъ фильтра пористый матеріалъ дѣлается теплымъ.

Продолжительность стоянія фильтра въ часахъ.		Объемный остатокъ кислорода въ процентахъ къ воздуху.	Употреблено кислорода по объему въ процентахъ къ воздуху.	Углекислоты по объему въ процентахъ къ воздуху.
Съ жидкостью.	Порожнимъ.			
2	3½	8,2	60,4	4,1
2	4	8,2	60,4	6,3
2	6	слѣды	почти 100	9,7
2	9	0	100	8,6
2	14½	0	100	8,9
4	15½	0	100	8,0
4	20	0	100	7,4
2	40½	0	100	8,9

Продолжительность пребывания сточной жидкости въ контактомъ фильтрѣ не можетъ быть увеличиваема неопредѣленно, потому что послѣ поглощенія всего кислорода на окисленіе органическихъ веществъ начинается развиваться анаэробный процессъ съ выдѣленіемъ сѣроводорода.

Такое явленіе чаще наблюдается при высокихъ фильтрахъ (напр. 2 метра) и при крупности фильтрующаго матеріала въ 3—10 миллим.

Очень важное вліяніе на біологическіе процессы въ фильтрахъ имѣетъ крупность зерна.

Чѣмъ мельче фильтрующій матеріалъ, тѣмъ больше фильтрующая поверхность, тѣмъ сильнѣе происходитъ окисленіе органическихъ загрязненій.

При крупности зерна въ 2—3 милл. уменьшеніе окисляемости доходить до 52,8%, при зернѣ въ 10—20 миллим.—лишь до 44,7%.

Соотвѣтственно съ этимъ различно въ обоихъ случаяхъ и поглощеніе кислорода.

При мелкомъ зернѣ его поглощается 62,3% изъ всего имѣющагося на лицо, а при крупномъ зернѣ—лишь 30%.

Точно также различно образование углекислоты. При мелкомъ зернѣ ея образуется при одинаковыхъ другихъ условіяхъ больше нежели при крупномъ.

Исслѣдованія вліянія пористости на біологическую очистку показали, что она не играетъ такой крупной роли, какъ думали раньше.

Такъ напр. уменьшеніе окисляемости послѣ 12 дневной работы фильтра, нагруженнаго пемзой, достигаетъ 30,7%, а шлакомъ такой же крупности—47,8—50%.

Прибавленіе къ фильтрующему матеріалу желѣза несомнѣнно имѣетъ вліяніе на окисленіе.

Изъ нижепомѣщенныхъ таблицъ видно, что хрящъ съ прибавкой гвоздей сильнѣе уменьшаетъ окисляемость сточной воды, нежели безъ этой прибавки.

Съ прибавкой гвоздей хрящъ поднимается по своей окислительной способности до кокса.

Ясно, что нѣкоторая прибавка къ фильтрующему матеріалу контактныхъ фильтровъ желѣза благоприятствуетъ окислительному процессу.

Вліяніе желѣза и извести на работу контактныхъ фильтровъ.

Размѣръ зеренъ.	Окисляемость, отвечающая марганцово-кислороду кали, употреблен. въ милл. на литр.	Уменьшеніе окисляемости въ процентахъ.	% кислорода, употреблен. на окисленіе ко всему кислороду.	% образования углекислоты по количеству воздуха.
2 ноября 1899.				
Сырая сточная вода.	498,8			
Хрящъ 5—7 миллим.	257,1	48, 5	32,4	2,6
„ 5—7 „ и гвозди.	204,5	59	91,8	2,9
Коксъ 5—7 миллим.	204,5	59	52,2	1,6
Хрящъ 5—7 м. и раковин. известнякъ (обожж.)	247,8	50, 3	36,7	2,7
9 ноября 1899.				
Сырая сточная вода.	437,5			
Хрящъ 5—7 миллим.	224,8	48, 6	65,2	7,2
„ 5—7 „ и гвозди.	188,4	57	100	4,7
Коксъ 5—7 миллим.	189,9	56, 6	71	4,9
Гравій 5—7 мил. и раковинный известнякъ (обож.).	220,3	49,65	70	7,3

Вліяніє желѣза на работу контактныхъ фильтровъ.

Крупность зерна.	Время работы фильтра въ мѣсяцахъ.	Окисляемость въ миллиграмм. марганцово-кисл. кали, употребл.		
		Сырая вода.	Фильтратъ.	Уменьшеніе окисляемости въ процнт.
Хриць 5—10 милл. . . .	1	302	134	55,6
	2	318	108	66,0
	3	336	108	67,9
	4	360	125	65,3
Хриць 5—10 милл. съ прибавк. 1 $\frac{1}{10}$ желѣза. .	1	302	127	57,9
	2	318	94	70,4
	3	336	87	74,1
	4	360	97	73,1

Можетъ быть благодаря содержанию желѣза коксъ даетъ болѣе благоприятные результаты нежели пемза.

Прибавка извести къ сточной водѣ, какъ видно изъ таблицы, существеннаго вліянія на очистку не оказываетъ.

Она можетъ быть полезна лишь въ томъ случаѣ, если реакція сточной воды кислая, ибо въ этомъ случаѣ адсорбція въ значительной степени ослабляется. Известь же нейтрализуетъ кислую реакцію.

Значительно болѣе производительнымъ фильтромъ сравнительно съ періодическимъ является непрерывно дѣйствующій фильтръ.

Какъ мы уже говорили, отъ контактнаго непрерывнодѣйствующій фильтръ отличается тѣмъ, что сточная жидкость не заливаетъ его, а пускается по фильтрующему матеріалу тонкими струйками, которыя продвигаясь по фильтру все время встрѣчаются съ воздухомъ, который при этой системѣ долженъ имѣть свободный доступъ внутрь фильтра.

Нѣмцы называютъ непрерывнодѣйствующій фильтръ капельнымъ, каковое названіе довольно вѣрно отмѣчаетъ его характерное свойство.

Чтобы дать возможность при этой системѣ работать всей поверхности фильтра, необходимо распределять сточную жидкость по поверхности фильтра возможно равномернѣе.

Для болѣе же свободнаго притока атмосфернаго воздуха, фильтръ дѣлается открытымъ не только сверху, но и съ боковъ.

Кромѣ того для этой же цѣли прокладываютъ трубы подѣ фильтромъ и внутри его.

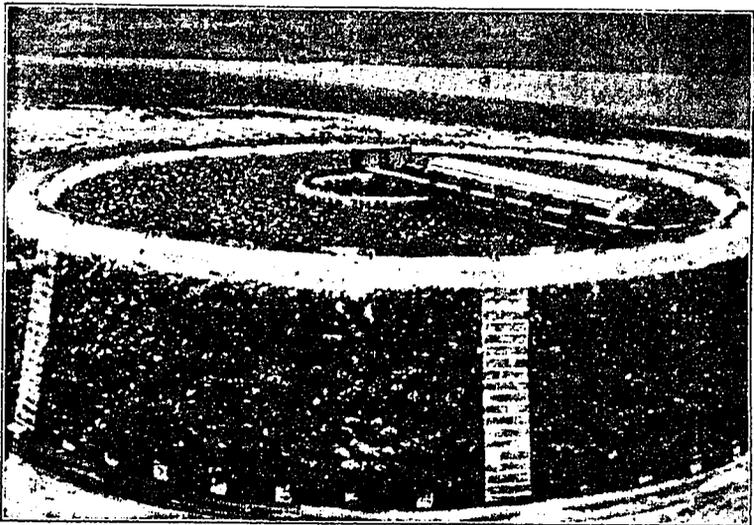
Наконецъ въ послѣднее время стали выдѣлывать у фильтра двойное дно: нижнее непроницаемое и надъ нимъ второе дырчатое.

Для непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ употребляется болѣе крупный фильтрующій матеріалъ, нежели при контактныхъ.

Укладывается фильтрующій матеріалъ по крупности такимъ образомъ, что внизу располагается самый крупный, а сверху самый мелкій.

Если фильтръ не имѣетъ боковыхъ сплошныхъ стѣнокъ, то и по бокамъ для стойкости фильтра укладывается также крупный матеріалъ.

На фиг. 11 изображенъ какъ разъ такой фильтръ, у котораго стѣнками служатъ крупный фильтрующій матеріалъ.



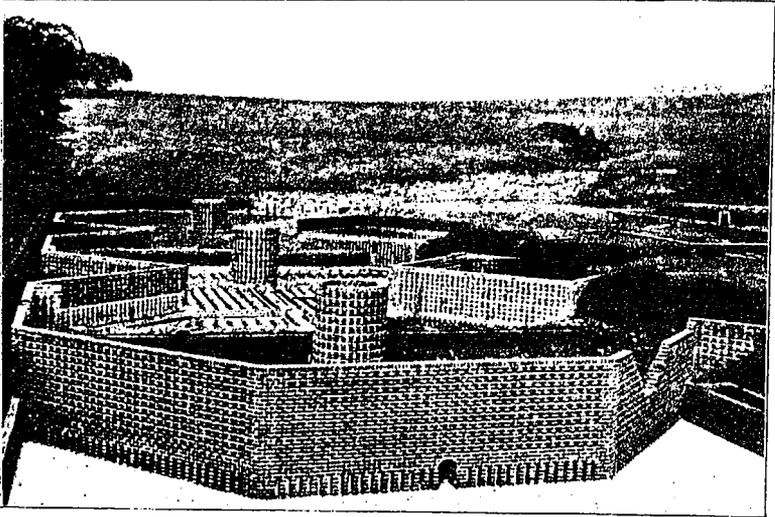
Фиг. 11.

Внизу фильтра видны кирпичные шанцы, уложенные для выдѣлки каналовъ, входящихъ изъ фильтра очищенную сточную воду и подводящихъ въ фильтр свѣжій воздухъ.

Наверху фильтра изображенъ катающійся распредѣлитель сточной жидкости системы Фидіана.

Барabanъ распредѣлителя вращается вокругъ своей оси и катается по поверхности фильтра, распредѣляя жидкость равномернымъ слоемъ по всему фильтру.

На фиг. 12 изображено устройство биологических фильтров непрерывнаго дѣйствія въ Аккрингтонѣ въ Англии. Фильтры еще не наполнены пористымъ матеріаломъ, поэтому видно ихъ дно и центральная вентиляціонная труба.



Фиг. 12.

Въ главѣ, посвященной описанію биологическихъ станцій, имѣется планъ биологическихъ сооружений въ Аккрингтонѣ, на которомъ очень хорошо видно расположеніе этихъ фильтровъ.

Размѣры непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ бываютъ очень большіе, а именно при діаметрѣ въ 20 метровъ фильтрамъ Вильмерсдорфа придана высота въ $2\frac{1}{2}$ метра, въ Наубургѣ фильтръ имѣетъ въ діаметрѣ 10 метровъ, а въ высоту 6.

Производительность фильтровъ Вильмерсдорфа — 386 куб. метр. въ сутки, а фильтра Наубурга — 360 куб. метровъ въ сутки.

Здѣсь мы позволимъ себѣ остановиться на потребности непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ въ кислородѣ воздуха ¹⁾.

Близкое соприкосновеніе съ практикой предмета, которымъ до послѣдняго времени мы занимались только теоретически, дало намъ возможность сдѣлать нѣкоторыя наблюденія и ввести нѣкоторыя улучшенія въ конструцію биологическихъ фильтровъ.

¹⁾ Изъ доклада автора VIII-му русскому водопроводному Съѣзду въ С.-Петербурѣ.

Прежде всего пришлось обратить вниманіе на то обстоятельство, что въ фильтрахъ, установленныхъ въ подвалахъ жилыхъ домовъ и въ подземныхъ камерахъ, окислительные процессы идутъ не вполне удовлетворительно. И стали подсчитывать количество кислорода, необходимаго на окисленіе органическихъ веществъ сточныхъ водъ и пришелъ къ заключенію, что при обыкновенномъ устройствѣ коксовыхъ башенъ системы „Дитлеръ“, съ которыми мы имѣли дѣло, наши подземныя біологическія станицы задыхаются отъ недостатка воздуха, въ полномъ смыслѣ „голодаютъ“ кислородомъ.

Приведемъ здѣсь нашъ подсчетъ.

1 фунтъ углерода для превращенія въ углекислоту, то есть въ окончательный продуктъ окисленія, требуетъ 2,67 фунтовъ кислорода, а 1 фунтъ азота для образованія азотнаго ангидрида требуетъ—2,85 фунтовъ кислорода.

1 фунтъ кислорода занимаетъ 10,08 кубич. футовъ.

Слѣдовательно для окисленія 1 ф. углерода до углекислоты требуется $2,67 \times 10,08 = 26,91$ куб. футовъ кислорода, а для окисленія 1 фунта азота до азотнаго ангидрида— $2,85 \times 10,08 = 28,73$ куб. фута кислорода.

Такъ какъ въ 100 объемахъ воздуха содержится 21 объемъ кислорода, то для полученія 26,91 куб. фут. кислорода надо истратить $\frac{26,91 \times 100}{21} = 128$ кубяч. фута воздуха, а для 28,73

куб. ф. кислорода— $\frac{28,73 \times 100}{21} = 137$ куб. фут. воздуха.

Но это теоретическое количество воздуха должно быть значительно увеличено, вслѣдствіе того, что изъ біологическихъ фильтровъ непрерывнаго дѣйствія воздухъ выходитъ нелишенный совершенно кислорода.

Какъ при горѣніи въ топкахъ комнатныхъ печей или котловъ, такъ и при фильтрахъ непрерывнаго дѣйствія, въ которыхъ струи сточной воды, стекающія по фильтрующему матеріалу встрѣчаются съ притекающимъ свѣжимъ воздухомъ, только часть кислорода воздуха уходитъ на окисленіе органическихъ соединений. Другая же часть уходитъ съ газообразными продуктами окисленія не использованной.

При топкахъ печей практика установила требованіе увеличивать теоретическое количество воздуха вдвое. Опытъ съ однимъ Корнвалійскимъ котломъ въ Англій далъ въ результатѣ на 1 фунтъ почти цѣликомъ сгорѣвшаго до углекислоты каменнаго угля слѣдующіе газообразные продукты:

	по объему.	по вѣсу.
углекислоты (CO ₂)	10,35	частей 15,20%
оксида углерода (CO)	0,25	0,23 %
Кислорода (O)	7,98	8,52 %
Азота (N)	81,42	76,05 %

Для сжиганія 1 фунта угля потребовалось 15,4 англійск. фунта или около 182 куб. фут. воздуха.

Изъ приведенной таблицы видно, что газообразные продукты горѣнія почти наполовину состоятъ изъ воздуха.

Надо замѣтить, что мы имѣемъ дѣло въ данномъ опытѣ почти съ полнымъ сгораніемъ.

Совершенно то же явленіе, если еще не въ менѣе благоприятной пропорціи мы должны наблюдать и при непрерывно дѣйствующихъ біологическихъ фильтрахъ, потому что мы должны постоянно вентилировать ихъ.

Если мы не будемъ поддерживать вентиляціи, то дѣятельность микроорганизмовъ въ атмосферѣ газобразныхъ продуктовъ распада органическихъ веществъ чрезвычайно ослабится, хотя вѣроятно весь кислородъ воздуха будетъ использованъ.

Если же мы будемъ поддерживать въ фильтрѣ достаточный обмѣнъ, то значительная часть воздуха пройдетъ въ вентиляціонную трубу не использованной.

Съ этимъ обстоятельствомъ приходится считаться и принимать во вниманіе при конструированіи закрытыхъ фильтровъ. Особенно же при помѣщеніи біологическихъ фильтровъ въ подвальныхъ помѣщеніяхъ и въ подземныхъ камерахъ.

Органическія загрязненія, находящіяся въ сточныхъ водахъ заключаютъ въ себѣ кромѣ углерода и азота также водородъ и кислородъ. Но судя по нѣкоторымъ даннымъ, имѣющимся въ литературѣ, мы не получимъ большой погрѣшности, если примемъ, что весь кислородъ органическихъ загрязненій потратится на сжиганіе водорода.

Сѣра хотя и содержится въ загрязненіяхъ сточныхъ водъ, но въ небольшихъ количествахъ. Правда, что въ качественномъ отношеніи она имѣетъ огромное значеніе и отъ способа минерализаціи ея въ значительной степени зависитъ характеръ дальнѣйшаго продукта очищенія, въ количественномъ же отношеніи она мало влияетъ на подсчетъ потребнаго для окисленія органическихъ загрязненій сточныхъ водъ на біологическихъ фильтрахъ.

Теперь сдѣлаемъ приложеніе нашихъ подсчетовъ къ сточной водѣ московской канализаціи.

По отчету Московской Городской Управы въ 1 литрѣ сточ-

ной воды, поступающей на поля орошения, имѣется около 0,6 грамма твердыхъ нерастворимыхъ загрязненій (въ томъ числѣ около 0,5 грамма органическихъ соединеній) и около 1 грамма растворимыхъ, которые наполовину состоятъ изъ органическихъ соединеній.

Такимъ образомъ въ сточной водѣ московской канализаціи до 1 грамма на 1 литръ—органическихъ веществъ, способныхъ къ гніенію.

На 100 частей загрязненій въ сухомъ состояніи приходится примѣрно до 70 углерода и въ среднемъ 15 частей всего азота.

Теоретически для окисленія 1 фунта этихъ загрязненій до окончательныхъ минеральныхъ продуктовъ (CO_2 и $\text{N}_2 \text{ O}_3$) требуется воздуха $\frac{70 \times 128}{100} + \frac{15 \times 137}{100}$ кубич. фут. = 89,6 + 20,6 = 110,2 куб. фута.

Такъ какъ практически потребуются воздуха не менѣе чѣмъ вдвое, то можно принять, что 1 фунтъ органическихъ загрязненій канализаціонныхъ водъ для своего полного окисленія требуетъ 220 кубич. футъ воздуха при непрерывно дѣйствующихъ біологическихъ фильтрахъ.

Если мы возьмемъ домовую біологическую станцію средняго размѣра на 1000 ведеръ суточного расхода, помѣщающуюся въ подвальномъ помѣщеніи и примемъ для осторожности концентрацію сточной воды одинаковую съ городской канализаціонной водой (въ дѣйствительности расходъ воды домовыхъ учреждений, подобныхъ большаимъ доходнымъ домамъ, казармамъ и въ особенности тюрьмамъ, значительно шже 8,5 ведеръ на человѣка, какъ это имѣетъ мѣсто при московской канализаціи); то получимъ, что въ 1000 ведрахъ сточной воды имѣется органическихъ загрязненій (въ нерастворенномъ и растворенномъ состояніи)— $1 \times \frac{2,44 \times 1000}{81,3} = 30$ фунтовъ.

По предыдущему мы знаемъ, что для окончательнаго окисленія этихъ органическихъ загрязненій потребуется $220 \times 30 = 6600$ куб. фут. = 19,2 куб. сажень воздуха¹⁾.

Изъ этихъ вычисленій ясно, что при подземныхъ біологическихъ станціяхъ, которыя намъ приходится нерѣдко строить въ домовыхъ устройствахъ, необходимо имѣть въ виду приспособленія для подачи свѣжаго воздуха и достаточной вентиляціи въ непрерывно-дѣйствующихъ біологическихъ фильтрахъ, подобныхъ коксовой башнѣ системы „Диттлеръ“.

¹⁾ На 1 литръ сточной воды по этимъ же вычислениямъ требуется для окончательнаго окисленія органическихъ загрязненій 15 литровъ воздуха.

При контактныхъ фильтрахъ воздухъ, помѣщающійся между частицами фильтрующаго матеріала, уже черезъ нѣсколько часовъ послѣ спуска сточной воды весь уходитъ на окисленіе органическихъ веществъ, оставшихся на фильтрѣ, при непрерывно же дѣйствующихъ фильтрахъ нуженъ хотя и медленный, но непрерывный притокъ свѣжаго воздуха.

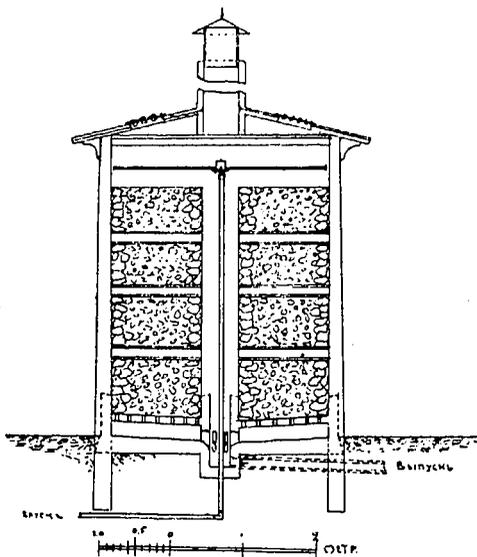
Чтобы улучшить снабженіе фильтра воздухомъ мною предложено было устроить въ коксовой башнѣ второе дно, которое было спроектировано дырчатымъ.

Такая конструкція по моему предположенію должна улучшить воздухообмѣнъ въ коксовой башнѣ.

Для этой же цѣли мною было предложено ввести въ башню рядъ неглазурованныхъ обожженныхъ гончарныхъ трубъ ближе къ периферіи.

Такимъ образомъ, по моему мнѣнію, долженъ уменьшиться застой углекислоты и сѣроводорода между фильтрующимъ матеріаломъ. А это обстоятельство должно въ значительной степени увеличить производительность коксовой башни и улучшить продуктъ очистки.

Послѣдующіе опыты въ этомъ направленіи подтвердили мои предположенія.



Фиг. 13.

На приложенномъ рисункѣ видно расположеніе обожженныхъ глиняныхъ трубъ и 2-го (дырчатого) дна въ коксовомъ фильтрѣ.

По предложенное мною введеніе въ фильтръ второго (дырчатого) дна должно дать болѣе доброкачественный продуктъ очистки и по другимъ соображеніямъ.

Если въ фильтрѣ сточная вода выходитъ въ уровнѣ фильтрующаго матеріала прямо со дна, то жидкость застаивается въ этомъ матеріалѣ и благодаря содержанию въ ней углекислоты фильтратъ растворяетъ известь и присутствующая въ шлакѣ окись желѣза переходитъ въ растворимыя соединенія закиси желѣза.

Послѣдствія этого обстоятельства чрезвычайно пагубны для дальнѣйшей судьбы сточной воды.

Изъ сѣрнистыхъ соединеній бѣлковыхъ веществъ образуются химическія соединенія съ выщелоченными соединеніями желѣза.

Въ результатѣ получается чернѣйшій осадокъ сѣрнистаго желѣза.

Это явленіе наблюдалъ Köhler съ шлаковыми фильтрами. И онъ вышелъ изъ этого затрудненія путемъ выдѣлки второго дна особой конструкціи (см. слѣдующую главу.)

Явленія выщелачиванія или мацерации фильтрующаго матеріала давно заставляли санитарныхъ инженеровъ остановить свое вниманіе на пысканіи болѣе надежныхъ и стойкихъ фильтрующихъ матеріаловъ нежели коксъ и шлакъ¹⁾.

Мы уже говорили въ главѣ XII о шиферныхъ окислителяхъ.

Дибдинъ избралъ шиферъ, какъ наиболѣе стойкій и удобный матеріалъ, дающій наибольшую емкость для фильтровъ.

Мы пытались сосредоточить свое вниманіе на матеріалѣ, имѣющемся у насъ въ Россіи подъ рукой въ любомъ городѣ.

Мы говоримъ о пластинахъ и трубахъ изъ обожженной пластической глины.

Логическій рядъ мыслей, получившихъ у насъ послѣдовательное развитіе, начинался опять такъ отъ конструкціи козловой башни системы „Диттлеръ“, съ которой мы имѣли непосредственное практическое соприкосновеніе.

Мы уже говорили, что вмѣсто одной центральной вертикальной вентиляціонной трубы и нѣсколькихъ радіальныхъ горизонтальныхъ трубъ, мною съ успѣхомъ были введены еще трубы по периферіи башни.

Вводя эти трубы понятно мы не уменьшали значительно

¹⁾ Застой жидкости на днѣ особенно вреденъ въ контактныхъ фильтрахъ, гдѣ выпускъ изъ фильтра только одинъ и на противоположной отъ него сторонѣ на днѣ фильтра жидкость никогда не удаляется.

фильтрующей поверхности башины, так как сама поверхность труб служила также для биологической очистки.

Къ тому же эти трубы представляли изъ себя стойкій матеріаль, не содержащій въ себѣ веществъ способныхъ къ выщелачиванію.

Вѣдь для непрерывно-дѣйствующаго биологическаго фильтра въ идеаль требуется такая матеріальная сѣтка изъ стойкаго матеріала, которая давала бы возможно большую поверхность, которая давала бы возможность развиваться колоніямъ аэробныхъ микроорганизмовъ, которая притягивала бы къ себѣ органическія вещества и давала бы возможность свободного доступа свѣжаго воздуха ко всѣмъ точкамъ этой матеріальной сѣтки.

Если бы мы наполнили пространство наприм. въ 1—2 куб. саж. рядами частыхъ металлическихъ сѣтокъ изъ металла, неокисляющагося подѣ дѣйствіемъ кислорода воздуха, то это былъ бы непрерывно-дѣйствующій фильтръ большой поверхности, которую притомъ же можно было бы учесть.

А это послѣднее обстоятельство очень важно.

Простая аэрація съ помощью разбрызгиванія имѣетъ мало значенія, потому что безъ помощи микроорганизмовъ въ жидкость можетъ поступить очень немного кислорода.

До сихъ поръ мы имѣемъ объемныя нормы отношенія фильтрующаго матеріала къ очищаемой сточной водѣ. Такъ, напримѣръ въ Англіи принято считатьъ, что черезъ 1 куб. сажень фильтрующаго матеріала можно пропустить не болѣе 0,5 куб. саж. сточной воды въ сутки. Въ Германіи черезъ 1 куб. саж. непрерывнаго фильтра пачаляются 0,3—0,4 куб. саж. сточной жидкости и т. под.

Иногда продуктивность фильтровъ считаютъ по площади фильтра.

Въ Германіи считаютъ, что 1 десятинна непрерывно-дѣйствующихъ фильтровъ можетъ очистить 600.000—875.000 ведеръ городскихъ сточныхъ водъ.

Въ Англіи считаютъ, что 1 десятинна непрерывно-дѣйствующихъ фильтровъ можетъ обезвредить 1 миллионъ и болѣе ведеръ сточныхъ водъ.

Мы считаемъ что ни первый способъ, ни тѣмъ болѣе второй не отвѣчаютъ научнымъ методамъ измѣренія.

По нашему мнѣнію необходимо учитывать рабочую поверхность фильтрующаго матеріала.

А это возможно лишь при условіи не очень пористаго матеріала, напр. для пластинчатыхъ фильтровъ изъ пластинокъ и трубъ, выдѣланныхъ изъ обожженной пластической глины.

Посомнібно что такой матеріалъ имѣлъ бы и другое преимущество передъ коксомъ и шлакомъ. Мы знаемъ, что мелкія поры шлака и кокса при опораживаніи фильтра не освобождаются отъ воды. Эти поры вмѣсто аэробной биологической поверхности превращаются въ маленькіе септикъ-танки, въ которыхъ происходитъ анаэробный процессъ. Но этого мало. Главное неудобство то, что эти поры при обычной работѣ фильтра трудно промываются и заполняются частью осадками, частью сточной водой, насыщенной углекислотой и продуктами выдѣленія жизнедѣятельности бактерій.

Кромѣ того въ этихъ мертвыхъ мѣстечкахъ происходятъ процессы выщелачиванія, также невыгодные для очистки сточной воды.

При фильтрахъ изъ обожженной пластической глины всѣ эти недостатки устраняются.

Фильтръ можетъ быть безъ затрудненія промытъ.

Биологическая поверхность фильтра можетъ быть легко подсчитана. Если взять фильтръ изъ шариковъ непористаго матеріала діаметромъ въ 1 дюймъ, то биологическая поверхность на 1 куб. саж. фильтрующаго матеріала будетъ равна 264 кв. сажениамъ, а водоемкость 48%.

При діаметрѣ шариковъ въ $\frac{1}{2}$ " водоемкость остается та же, біологическая же поверхность увеличивается вдвое а именно равна 528 кв. саж.

При діаметрѣ шариковъ въ два дюйма опять при точно той же водоемкости біологическая поверхность будетъ равна 132 кв. саж.

Если наполнить фильтръ трубами изъ обожженной глины, то при трубахъ внутренняго діаметра 4" общая фильтрующая поверхность будетъ равна на 1 куб. саж. примѣрно 67 кв. саж. а при трубахъ внутренняго діаметра 2" 1 куб. саж. фильтра будетъ имѣть фильтрующую поверхность до 140 кв. саж.

Понятно, что если мы въ первыя трубы будемъ вставлять вторыя, то общая поверхность фильтра будетъ равна $67+140=207$ кв. саж.

Однако надо замѣтить, что труба представляетъ довольно дорогой матеріалъ. Гораздо проще и дешевле трубъ—глиняные обожженные кирпичики вродѣ гжельскаго кирпича, употребляемаго въ печномъ дѣлѣ.

При толщинѣ пластинъ въ $\frac{1}{2}$ ", ширинѣ—5" и длинѣ 10' и при разстояніи между пластинами 3", а при разстояніи слоевъ другъ отъ друга въ 1"—въ 1 куб. саж. уложится—3360 пластинъ, общая біологическая поверхность которыхъ будетъ равна 55 кв. саж. Водоемкость фильтра равна 86%.

При матеріалѣ имѣющемъ въ ширину 3" и въ длину 6" и

при разстояніи въ горизонтальной плоскости по 2", а въ вертикальной—опять въ 1", мы уложимъ въ 1 куб. саж. фильтра 8960 пластинокъ. Біологическая поверхность фильтра будетъ равна 57 кв. саж., а водоемкость 87%. Иначе говоря разниця въ біологической поверхности и водоемкость обонхъ фильтровъ незначительна.

Поверхность значительно увеличилась бы при сближеніи слоевъ до $\frac{1}{2}$ " разстоянія другъ отъ друга.

Кромѣ того поверхность фильтра безъ уменьшенія его водоемкости можетъ быть увеличена почти вдвое при выдѣлкѣ рифленой поверхности фильтрующаго матеріала.

Считая цѣну пластинокъ 1-го сорта по 2—3 коп. за штуку—куб. саж. фильтрующаго матеріала обойдется въ 67—100 р., т. е. не дороже кокса.

Можно подсчитать какое количество органическихъ веществъ приходится на 1-цу біологической поверхности фильтра и тогда можно вычислять производительность фильтра для каждой данной сточной воды.

Напримѣръ сточная вода московской канализаціи содержитъ въ растворенномъ видѣ и въ взвѣшенномъ состояніи всего до 1 грамма органическихъ веществъ на 1 литръ сточной воды.

Если пропускать такую воду на пластинчатый фильтръ съ біологической поверхностью въ 55 кв. саж. въ количествѣ 1 куб. саж. сточной воды на 1 куб. саж. фильтра въ сутки, то на каждый квадратный дюймъ біологической поверхности придется 25 миллиграммовъ органическихъ веществъ.

Если сточная вода будетъ имѣть вдвое меньше органическихъ загрязненій, а біологическая поверхность фильтра вдвое больше, чѣмъ только что мы имѣли, то конечно очистительный эффектъ будетъ въ 4 раза больше

Такимъ образомъ при пластинчатыхъ фильтрахъ мы можемъ производить учетъ біологической дѣятельности фильтра, чего при коксовыхъ, шлаковыхъ и подобныхъ фильтрахъ произвести нельзя.

Кромѣ того въ глиняномъ обожженномъ матеріалѣ мы имѣемъ стойкость и неизмѣняемость отъ дѣйствія сточной воды.

При устройствѣ біологическихъ фильтровъ непрерывнаго дѣйствія огромное значеніе имѣть выборъ способа распределенія сточной жидкости по поверхности фильтра. Необходимо, чтобы жидкость поступала на фильтръ возможно равномерно, чтобы весь фильтрующій матеріалъ орошался сточной жидкостью, дабы не остались однѣ части фильтра мертвыми, а другіи

перегруженными, чтобы система распределения не требовала частых исправлений и пр.

Существует несколько способов распределения сточной жидкости по поверхности фильтровъ.

По главныхъ типовъ 5.

1. Съ помощью неподвижныхъ желобовъ, уложенныхъ по поверхности фильтра.

2. Съ помощью продырявленныхъ желѣзныхъ трубъ, расположенныхъ по поверхности фильтра.

3. Съ помощью пульверизаторовъ, выкидывающихъ жидкость подъ давленіемъ.

4. Съ помощью вращающихся оросителей или шприклеровъ

5. Съ помощью періодически опорожняющихся резервуаровъ, подобныхъ автоматическимъ промывнымъ танкамъ.

Распределеніе съ помощью неподвижныхъ желобовъ наиболее простое.

При этомъ способѣ по поверхности фильтра укладываются деревянные желоба изъ простого остроганнаго теса въ 1 тесну. Въ боковыхъ стѣнкахъ желобовъ продырявлены отверстія, черезъ которыя и выходитъ жидкость на фильтрующий матеріалъ.

Такая система распределения довольно распространена. Желоба укладываются параллельно или радіально.



Фиг. 14.

На фиг. 14 изображено радіальное распределеніе.

Вмѣсто деревянныхъ желобовъ употребляютъ керамиковыя или бетонныя полутрубы соединенныя въ стыкахъ съ помощью раструбовъ.

Иногда въ самомъ фильтрующемъ матеріалѣ дѣлаютъ распределительныя канавки изъ болѣе мелкихъ зеренъ кокса или

шлака. Главнымъ недостаткомъ этой системы распределенія является неравномѣрность орошенія.

Этотъ недостатокъ нѣсколько уменьшается при распределеніи съ помощью продыравленныхъ желѣзныхъ трубъ, расположенныхъ по поверхности фльтра. При этой системѣ сточная вода поступаетъ на фильтры подъ небольшимъ давленіемъ и выходитъ въ отверстія трубъ въ видѣ тонкихъ струекъ. Когда отверстія засоряются, то ихъ прочищаютъ простой иглой.

Опытъ показалъ, что очень маленькія отверстія слишкомъ часто засоряются.

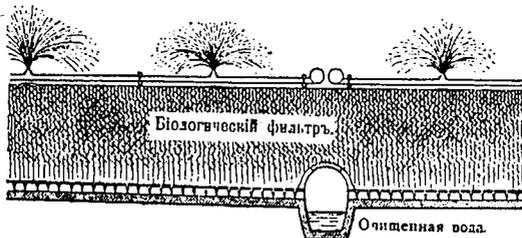
Значительно лучшее распределеніе достигается съ помощью пульверизаторовъ, разбрызгивающихъ сточную жидкость въ видѣ мелкаго дождя. Въ этомъ случаѣ кромѣ раздробленія и равномернаго распределенія нечистотъ происходитъ также очень по-



Фиг. 15.

лезная аэрація ихъ. Сточная жидкость поступаетъ въ распределители подъ нѣкоторымъ давленіемъ.

На фиг. 15 изображена подобная система пульверизаціи.



Фиг. 16.

Такая система распределенія практикуется въ Честерфильдѣ, Сальфордѣ, Бирмингамѣ и др.

На фиг. 16 представленъ разръзъ фильтра въ Бирмингамѣ съ разбрызгивающимъ оросителемъ.

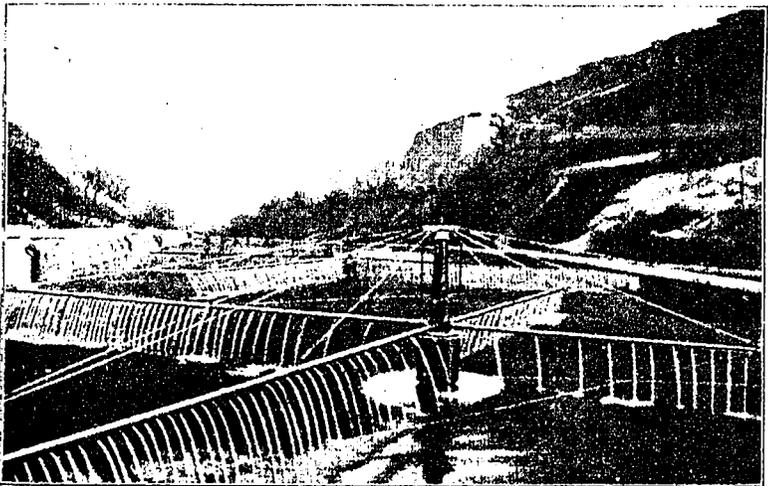
Кромѣ распределителя на этомъ рисункѣ видно устройство дренажныхъ канавокъ по дну и общаго сборнаго канала для очищенной воды.

Въ Бирмингамѣ съ помощью пульверизаторовъ достигли струи воды высотой 2,5 метра.

Къ четвертой группѣ распределителей относится большое количество вращающихся оросителей или шприклеровъ, одни изъ которыхъ вращаются вслѣдствіе давленія поступающей въ нихъ сточной жидкости, другіе же получаютъ движеніе отъ механическихъ двигателей.

Вращающиеся оросители имѣютъ огромное распространеніе; ихъ имѣется много типовъ, но главные изъ нихъ слѣдующіе: шприклеръ Адамса, сегнерово колесо, распределители Wittaker-Bruant, Мазера и Платта, Scott-Moncrieff, Вилькокса, Фидіана и другихъ.

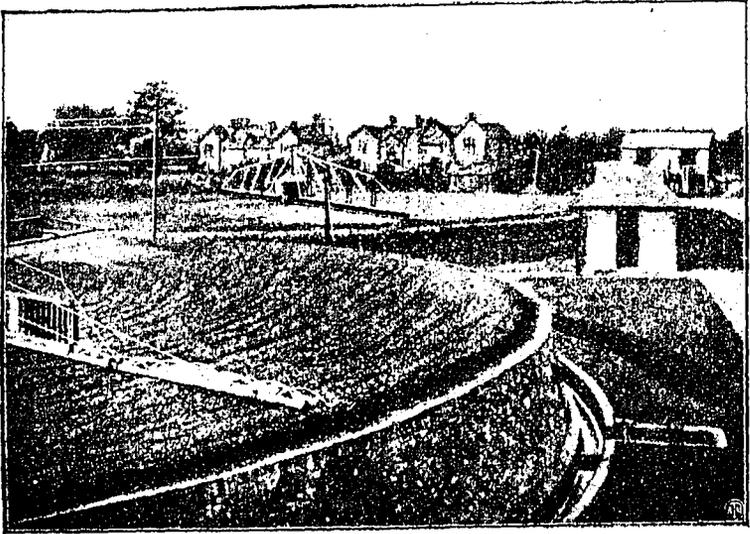
Ороситель Диттлера, Адамса и под. основаны на принципѣ сегнерова колеса; онъ можетъ вращаться отъ небольшого напора жидкости въ 70 сантиметровъ.



Фиг. 17.

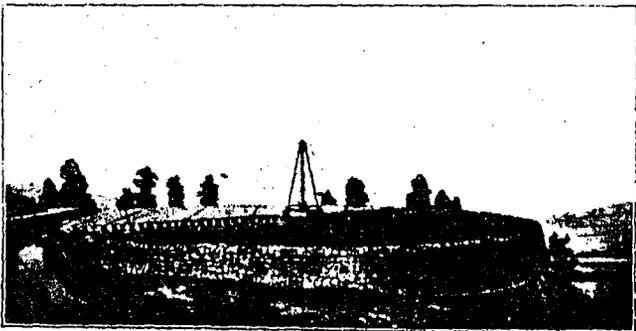
На этомъ принципѣ основанъ шприклеръ, изображенный на фиг. 17. Здѣсь, какъ и въ сегнеровомъ колесѣ ороситель получаетъ вращеніе вслѣдствіе односторонняго напора съ непродывленной стороны трубъ, составляющихъ его.

На фиг. 18 изображенъ видъ на непрерывно-дѣйствующіе фильтры съ вращающимися распределителями въ Бирмингамѣ.



Фиг. 18.

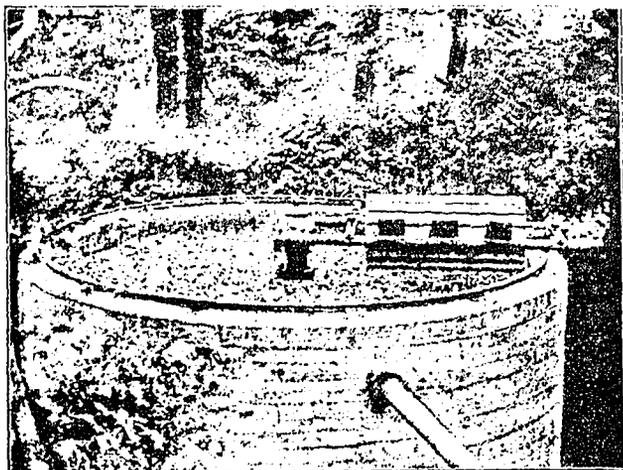
На переднемъ планѣ видна часть фильтра и одинъ копецъ оросителя; на заднемъ — весь ороситель второго фильтра.



Фиг. 19.

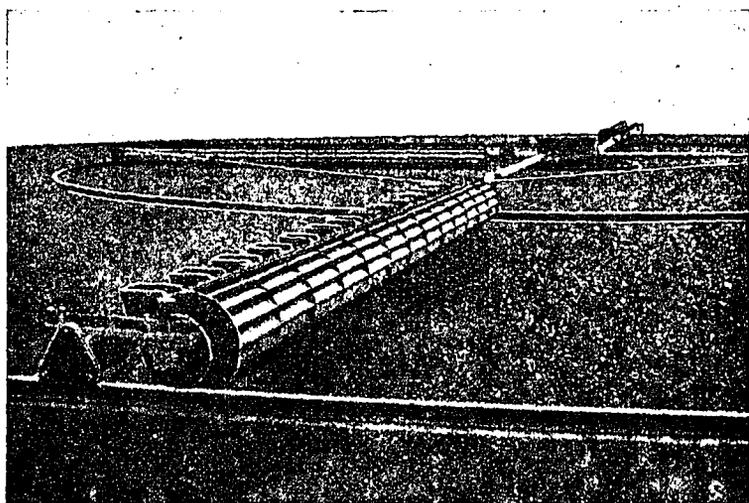
На фиг. 19 изображенъ видъ непрерывно-дѣйствующаго фильтра съ вращающимся распределителемъ подобнаго же типа. Изъ вращающихся само-дѣйствующихъ распределителей очень удачнымъ оказался на практикѣ даже въ нашемъ климатѣ распределитель Фидіана.

На фиг. 20 онъ изображенъ въ небольшомъ масштабѣ съ непрерывно-дѣйствующимъ фильтромъ, снабженнымъ кирпичными стѣнками.



Фиг. 20.

Яснѣе видно устройство распределителя на фиг. 21.



Фиг. 21.

Сточная жидкость подается по трубѣ, проходящей по вертикальной оси фильтра, имѣющаго форму цилиндра или усѣченнаго конуса.

Надъ поверхностью фильтра по 2 желѣзнымъ концентри-

ческимъ рельсамъ катится цилиндръ, снабженный желобами, идущими по образующимъ цилиндра.

Въ эти желоба, какъ на лопатки мельничнаго колеса, падаетъ изъ ряда ковшей сточная жидкость.

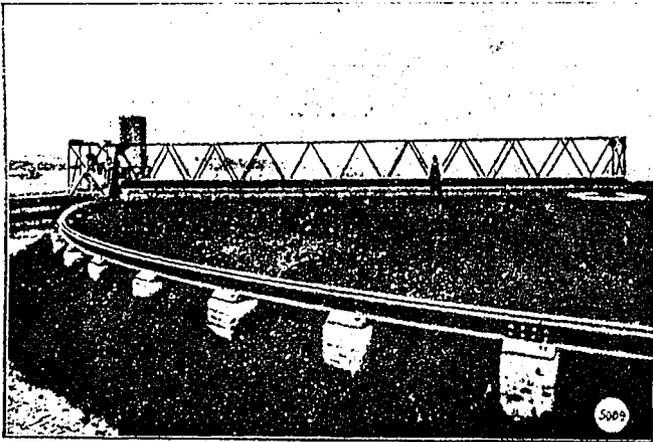
Отъ давления этой жидкости цилиндръ получаетъ вращеніе и каченіе.

Какъ только цилиндръ повернется, жидкость изъ ковша выльется на фильтръ по его радіусу. Тогда слѣдующій желобъ наполняется водою.

Снова получится вращеніе и поступательное движеніе распределителя и т. д.

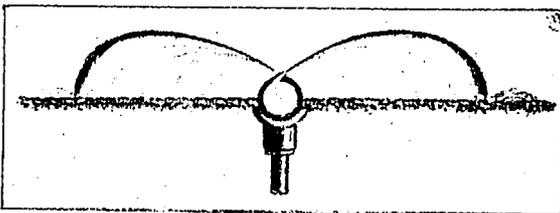
Распределитель вращается и двигается впередъ очень медленно, обходя весь фильтръ въ нѣсколько минутъ.

Результаты его работы на опытной біологической станціи въ Москвѣ очень удовлетворительныя.



Фиг. 22.

На фиг. 22 изображена часть непрерывнодѣйствующаго фильтра съ катящимся распределителемъ системы Скотъ-Монкрифа.



Фиг. 23.

Распределитель приводится въ движеніе отъ мотора. Примѣняется въ Бирмингамѣ.

Къ этой же группѣ распределителей относятся зонточный ороситель, изображенный на фиг. 23.

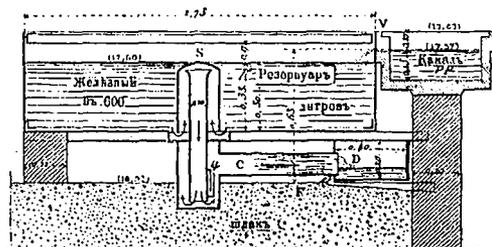
Онъ падѣнается на съемный хорошо конструированный мундштукъ. Въ г. Колумбусѣ въ Соед. Штат. Сѣв. Америки этотъ распределитель далъ очень хорошіе результаты.

На фиг. 24 изображенъ видъ этого распределителя во время суровыхъ морозовъ. Несмотря на снѣгъ и ледяныя сосульки, распределитель работалъ безостановочно. И біологическая очистка на фильтрахъ не останавливалась въ продолженіи всей зимы. При этомъ ороситель необходимо возможно полное освобожденіе очищаемой жидкости отъ взвѣшенныхъ веществъ, что производится въ септикахъ-танкахъ.



Фиг. 24.

На фиг. 25 изображенъ сифонный автоматически опоражнивающийся танкъ, применяемый на опытной станціи въ Маделенѣ близъ Лиля.



Фиг. 25.

Резервуаръ наполняется минутъ въ 10 и съ помощью сифона опоражнивается въ 50 секундъ.

Сточная жидкость идетъ изъ сифона по разводному каналу, а отъ него по желобкамъ, уложеннымъ на фильтрѣ.

Сравнивая различные біологическіе методы между собою, мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ.

Въ количественномъ отношеніи контактные фильтры превосходятъ поля орошенія и почвенную фильтрацію. Непрерывно-дѣйствующіе фильтры еще производительнѣе, такъ какъ контактные заплываются больше.

Запленіе можетъ быть значительно ограничено съ помощью тщательнаго выдѣленія нерастворимыхъ веществъ изъ сточной воды посредствомъ отстойныхъ резервуаровъ, гнилостныхъ бассейновъ или химическаго освѣтленія, или съ помощью первичнаго фильтра, приготовленнаго изъ крупнаго матеріала.

Чрезвычайно важно проложить подъ контактными фильтрами дренажъ. Фильтратъ нужно спускать по канавкамъ, которыя перекрываются продыравленными пластинами.

Въ качественномъ отношеніи фильтратъ изъ одного (одноступенчатого) фильтра значительно ниже фильтрата съ почвеннаго фильтра и полей орошенія, тщательно ведомыхъ.

При одинарномъ контактномъ фильтрѣ фильтратъ всегда способенъ къ гниенію, но въ немъ нѣтъ нерастворимыхъ веществъ, которыя бывають въ сточныхъ водахъ. Однако онъ всегда опалесцируетъ. При стояніи на воздухѣ происходитъ освѣтленіе съ выдѣленіемъ небольшого количества осадка, который по химическому составу обнаруженъ Fe, а по бактериологическому большое количество бактерий и другихъ живыхъ существъ. Фильтраты контактныхъ фильтровъ рѣдко бывають совсѣмъ свободны отъ запаха. Обыкновенно они имѣють земляной или немного пахнущій запахъ.

Содержаніе азотной кислоты въ фильтратѣ изъ контактныхъ фильтровъ обыкновенно меньше чѣмъ при поляхъ орошенія или почвенной фильтраціи. Это происходитъ оттого, что образующаяся въ контактныхъ фильтрахъ азотная кислота подвергается процессу возстановленія, который можетъ довести ее до полнаго исчезновенія.

Можно однако сказать, говоритъ Дунбаръ, что присутствіе азотной кислоты не такъ важно, какъ думали ранѣе, иначе говоря все біологическое очищеніе не исчерпывается образованіемъ азотной кислоты. Такимъ образомъ количество содержащейся въ фильтратѣ азотной кислоты не есть несомнѣнный показатель полученной степени очистки, а только даетъ въ извѣст-

ной степени коэффициентъ надежности. Чѣмъ больше содержится азотной кислоты въ фильтратѣ, тѣмъ больше увѣренности, что не только достигается требуемая степень очищенія, но и получается вполне стойкій и надежный продуктъ.

Въ бактериологическомъ отношеніи контактные фильтры стоятъ ниже другихъ біологическихъ способовъ.

Содержаніе бактерій обыкновенно меньше, чѣмъ въ сырой сточной водѣ, однако всецѣп много.

Сидней Барвейзъ указываетъ на слѣдующія преимущества контактныхъ фильтровъ:

1. Нѣтъ большой необходимости въ тщательномъ распредѣленіи сточной жидкости на фильтрѣ.

2. Фильтрующій матеріалъ не требуется тщательно сортировать. Крушность зерна въ 1—2 дюйма даетъ средніе результаты.

Къ невыгодамъ контактныхъ фильтровъ Барвейзъ относитъ необходимость имѣть 2 окислителя для полученія того же результата, что дастъ 1 непрерывнодѣйствующій.

Далѣе окислитель долженъ имѣть непроницаемыя для жидкости стѣнки.

Количество воздуха, поступающаго на контактный фильтръ ограничено его водоемкостью. Слѣдовательно его окисляющее дѣйствіе также ограничено.

Очищаемая жидкость, находясь долгое время въ соприкосновеніи съ фильтрующимъ матеріаломъ, заливаетъ его поры и долго держать его сырымъ, что уменьшаетъ аэробные процессы и увеличиваетъ анаэробные.

Производительность контактнаго фильтра нельзя поднять увеличеніемъ толщины фильтрующаго слоя.

Выгоды непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ Барвейзъ сводитъ къ слѣдующимъ:

1. Фильтры не требуютъ непроницаемыхъ стѣнокъ.

2. Очистка жидкости на непрерывнодѣйствующихъ фильтрахъ болѣе совершенна, нежели на контактныхъ.

3. Количество воздуха, поступающаго въ промежутки между фильтрующимъ матеріаломъ, можетъ быть равно 5 объемамъ жидкости, поступающей на фильтръ. Слѣдовательно окислительная способность непрерывнодѣйствующаго фильтра значительно болѣе, нежели контактнаго.

4. Закупориваніе поръ можетъ происходить только на верхнемъ словѣ фильтра. А потому этотъ недостатокъ въ непрерывно-

дѣйствующихъ фильтрахъ легче устраняется нежели на контактныхъ.

Производительность непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ почти въ 5 разъ больше нежели контактныхъ.

Для сравненія производительности біологическихъ методовъ между собою, приводимъ слѣдующія данныя.

Берлинскія поля орошенія очищаютъ 17 литровъ сточной жидкости на 1 кв. саж. орошаемой площади въ 1 день.

Парижскія поля—34 литра на 1 кв. саж. въ день.

Московскія поля въ 1905 г.—29 литр. на 1 кв. саж. въ день.

Перемежающіеся фильтры въ Броктонѣ очищаютъ 135 литровъ на 1 кв. саж. въ день.

Искусственныя біологическія фильтры контактные—до 3000 литровъ на 1 кв. саж. фильтра въ день.

Непрерывнодѣйствующіе фильтры при высотѣ фильтра въ 2 сажени—отъ 10000 до 15000 литровъ на 1 квадр. саж. фильтра въ день.

Расходы по устройству при непрерывной (капельной) системѣ фильтровъ меньше, чѣмъ при наливной (контактной). Кромѣ того при капельной системѣ меньше шансовъ на заилненіе. Напротивъ того при мелкозернистомъ матеріалѣ наливной системы трудно устранить заилненіе даже при самой совершенной предварительной очисткѣ.

А промывка стоитъ денегъ; кромѣ того отъ 5 до 10% мелкаго фильтрующаго матеріала при промывкѣ исчезаетъ.

Съ другой стороны фильтратъ съ капельной системы содержитъ иллыстыя вещества, хотя и незагнивающія, но нежелательныя.

Нѣкоторыя затрудненія при капельной системѣ представляетъ распредѣленіе сточной жидкости по поверхности. Но въ этомъ отношеніи уже сдѣлано многое.

Контактный фильтръ предпочтителенъ тамъ, гдѣ подпочва представляетъ изъ себя плотную глину, на которой фильтръ можно поставить безъ каменной кладки, или въ тѣхъ случаяхъ, когда разниа уровней очень незначительна.

Что касается стоимости устройства біологическихъ сооруженийъ, то можно сказать, что при искусственномъ біологическомъ методѣ устройство стоитъ не дороже хорошо устроенныхъ полей орошенія.

Устройство непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ дешевле контактныхъ.

Слѣдующая таблица дастъ нѣкоторыя данныя стоимости біологическихъ сооруженийъ для небольшихъ городовъ и населенныхъ мѣстъ.

Таблица стоимости устройства и эксплуатации биологической очистки сточных водъ въ некоторых примѣнныхъ городахъ и мѣстечкахъ, не считая стоимости земли.

	Стоимость устройства въ маркахъ.			Стоимость эксплуатации въ маркахъ и пфенигахъ.			Примѣчанія.
	Общая сумма стоимо-сти.	Тоже на 1 жителя.	Тоже на 1 к. метръ сточ. воды.	Общая годовая стои-мость.	Тоже на 1 жителя.	Тоже на 1 к. м. включая амортизац.	
Бейтенъ	550.000	10, 0	138	—	—	—	
Бивзъ	74.500	18, 6	166	—	—	—	
Борзингвальде	30.000	10, 0	375	—	—	—	перекачка
Врингъ	231.000	8, 9	82	5000	0,19	1,6	
Броккау	44.000	8, 8	367	3000	0, 6	11,9	перекачка
Кульмзее	45.000	5, 0	188	2700	0,30	5,7	
Хайнау	70.000	10, 0	280	—	—	—	
Гомбергъ	16.000	4, 7	160	600	0,18	3,8	
Лангсзальца	117.000	9, 8	213	1900	0,16	2,7	
Лётценъ	35.000	5, 8	175	—	—	—	
Мервебургъ	75.000	3,70	62	3100	0,15	1,6	
Мюльгеймъ	135.000	3,40	27	9300	0,23	0,9	
Наубургъ	50.000	8,30	139	—	—	—	
Вейсензее	117.000	3,80	90	—	—	—	
Штаргардъ	126.000	4,70	79	8000	0,30	2,5	
Томпельговъ	76.500	10,90	239	—	—	—	
Унна	62.000	6,20	62	2400	0,24	1,5	
Вильгельмбургъ	85.000	28,40	1130	2000	0,67	23,0	перекачка
Chorzow	4 500	30, 0	450	100	0,67	8,9	
Флипебургъ	26.000	26,00	130	600	0,60	2,6	
Гроссшвейдницъ	24.000	40,00	200	400	0,67	3,7	
Хохенвие	33 000	165, 0	660	мало	—	10,4	
Ютербогъ	45.000	22, 5	300	2100	1,05	7,9	
Ландекъ	7.600	47,50	304	400	2,50	8,6	
Позенъ	45.000	9,00	90	1600	0,32	2,1	
Шмидсбергъ	7.300	73,00	487	мало	—	9,1	
Шрейбергау	2.400	40,00	480	мало	—	11,0	
Шлаветницъ	3.500	31,80	117	450	4,09	5,7	
Тельтовъ	6.500	38,20	108	500	2,94	3,8	
Валъ	50.000	16,70	143	2500	0,83	3,9	
Видау	85.000	113,30	284	4000	?	7,5	
Zabrze	3.500	175, 0	1750	мало	—	30,2	

Стоимость эксплуатации при биологическомъ методѣ по даннымъ, собраннымъ Дунбаромъ не превосходитъ .70—80 пфен. (35—40 коп.) на жителя въ годъ.

Такъ, въ Манчестерѣ	66,6	пфеннига.
Хендонѣ	38,3	„
Свинтонѣ	1,3	„
Аккриптонѣ	74,5	„
Уинѣ	55,0	„
Мюльгеймѣ	40,0	„
Мерзбургѣ	35,0	„
Мангензальца	65,0	„
Брокау	1,1	„

Наблюдения надъ дѣйствіемъ фильтровъ на опытной биологической станціи въ Москвѣ. На поляхъ орошенія московской канализаціи устроены 2 группы контактныхъ или періодическихъ фильтровъ и 1 непрерывно дѣйствующій. Одна группа контактныхъ фильтровъ очищаетъ пропущенную воду, а другая воды, прошедшія отстойный бассейнъ. Непрерывно дѣйствующій фильтръ также можетъ получать воду изъ септичь-танка и изъ отстойнаго бассейна.

Большинство фильтровъ загружено шлакомъ, и только 2—коксомъ. Крупность зерна въ первыхъ фильтрахъ 10—25 мм., во вторыхъ 3—10 мм. Въ третьей группѣ фильтровъ фильтрующимъ матеріаломъ служатъ высківки шлаковъ и песокъ, крупностью 1—3 мм.

Непрерывно дѣйствующій фильтръ загруженъ шлакомъ крупностью болѣе 60 мм., а верхній слой болѣе мелкимъ зерномъ. Прежде всего опыты показали, что водоемкость фильтровъ уменьшается съ увеличеніемъ числа напусковъ; но кромѣ того она зависитъ отъ количества взвѣшенныхъ веществъ, отъ періодовъ отдыха и другихъ факторовъ.

Опыты показали далѣе, что температура жидкости въ фильтрахъ осенью, зимою и весною понижается, а лѣтомъ повышается. Во всякомъ случаѣ въ самое холодное время (въ январѣ) средняя мѣсячная температура не падала ниже 7,7° Ц.

Измѣренія температуры фильтрующаго матеріала показали, что въ верхнихъ слояхъ зимою температура падала до 0,1° Ц., а въ нижнихъ до 5,5°.

На зиму фильтры пробовали покрывать матами. По сніатию матовъ во второй половинѣ января 1906 г. поверхность фильтровъ была талая. Потому благодаря морозамъ открытые фильтры покрылись мѣстами мерзлымъ слоемъ, толщиной не болѣе 0,02,

но замерзаніе было лишь на тѣхъ фильтрахъ, на поверхности которыхъ выступила жидкость при напускѣ.

Въ мартѣ 1906 г. часть фильтровъ была занесена глубокимъ снѣгомъ, который не снимали до таянія.

Взвѣшенные вещества задерживались фильтрами:

Наименованіе жидкости.	Въ миллиграм. на 1 литръ.	Въ процентахъ.
При водѣ изъ септик.-танка	135	—
„ „ „ осадочнаго басс.	162	—
Изъ первыхъ окислителей и септика.	82	39 ⁰ / ₀
„ „ „ и осадочн. басс.	78	52 ⁰ / ₀
Изъ вторыхъ окислителей и септик.-танка	45	67 ⁰ / ₀
„ „ „ и осадочн. басс.	36	78 ⁰ / ₀

Наблюденія надъ однимъ фильтромъ показали 63⁰/₀ удержа- ній взвѣшен. вещ., а надъ другимъ—95⁰/₀.

Окисляемость воды послѣ созрѣванія фильтровъ уменьша- лась въ фильтрахъ на 66—74⁰/₀, а содержаніе амміака на 62—82⁰/₀.

По наблюденіямъ надъ московскими фильтрами оказалось, что вода, прошедшая септикъ-танкъ, очищалась фильтрами хуже нежели вода, прошедшая осадочный бассейнъ.

Это отличіе наблюдается по отношенію къ задержанію взвѣ- шенныхъ веществъ, прозрачности, окисляемости, содержанія ам- міака и азотной кислоты.

Непрерывно дѣйствующій фильтръ получалъ воду изъ оса- дочнаго бассейна.

Объемъ фильтрующаго матеріала 24,3 куб. саж. Суточная производительность фильтра—24,3 куб. саж.

Фильтръ до 17 февраля былъ закрытъ соломенными матами съ бо- ковъ и сверху. Часть матовъ примерзла къ фильтрамъ. Очистка на этомъ фильтрѣ въ московскихъ опытахъ не удалась.

Относительно населенія фильтровъ отмѣчено особенно на первичныхъ окислителяхъ развитіе громаднаго количества разныхъ мелкихъ червей.

Объ этихъ червяхъ въ отчетѣ управы говорится, что они, поселяясь въ органическомъ осадкѣ, наполняящемъ поры филь- трующаго матеріала и пустоты между его кусками и питаются имъ, превращаютъ этотъ осадокъ подобно дождевымъ червямъ въ гумозныя вещества. Кромѣ того, двигаясь въ осадкѣ, черви

все время разрыхляют его и способствуют его водо и газо проницательности.

Присутствие этих червей и ихъ труповъ въ очищенной водѣ не представляетъ опасности въ смыслѣ загниваемости. Осѣдая на дно, живые черви продолжаютъ тамъ свою дѣятельность. Мертвые же служатъ пищей для другихъ существъ.

Въ настоящее время на московской опытной станціи успешно работаетъ непрерывно-дѣйствующій фильтръ съ распределителемъ Фидіана. Этотъ фильтръ работалъ вполне удовлетворительно и мпнувшей (1907/8 гг.) зимой.

На 7 водопроводномъ съѣздѣ докт. С. К. Дзержговскій сообщилъ о своихъ опытахъ и изслѣдованіяхъ въ Царскомъ Селѣ, выдержки изъ которыхъ мы и приводимъ ниже.

Фильтры контактные. Опыты производились различными матеріалами. Самымъ лучшимъ матеріаломъ оказался коксъ. Торфъ оказался непригоднымъ для біологической очистки.

Крупность зерна фильтрующаго матеріала имѣетъ большое значеніе: чѣмъ зерно меньше, тѣмъ болѣе степень достигаемой очистки.

Далѣе выяснилось, что чѣмъ фильтрующей слой толще, тѣмъ совершеннѣе очистка. Предѣлъ какъ для величины зерна, такъ и для толщины фильтрующаго слоя не есть величина постоянная, а мѣняется въ зависимости отъ свойства воды и конструкции фильтра и обуславливается съ одной стороны способностью загрязненія, съ другой—достаточностью проникновенія воздуха ко всѣмъ его частямъ.

Самымъ подходящимъ періодомъ работы фильтра въ Царскомъ Селѣ оказался такой: трехкратное наполненіе для перваго и втораго окислителей и удвоенное, т.-е. шестикратное наполненіе для 3-го.

Лучшіе результаты получились при величинѣ отъ 15 до 10 миллим. для 1-го окислителя, отъ 10 до 7 мил.—для втораго и отъ 7 до 3—для 3-го.

При этихъ условіяхъ на созрѣвшихъ фильтрахъ окисляемость въ среднемъ уменьшалась для перваго окислителя на 54—60%, для 2-го отъ 70 до 75%, для 3-го отъ 80 до 95%.

Свободнаго амміака исчезало въ первомъ фильтрѣ 30—35%, во второмъ—70—75%, въ 3-мъ окислителѣ—90—92%.

Альбуминоиднаго амміака въ первомъ окислителѣ уменьшается 60—67%, во второмъ 85—90% и въ 3-мъ до 96%.

Очищенная вода вполне безцвѣтна, прозрачна, безъ всякаго запаха и пріятнаго вкуса. (?) При темпер. 37° Ц. послѣ продолжительнаго стоянія вода не загниваетъ. По своей окисляемости и физическимъ свойствамъ вода, очищенная біологически,

оказалась лучше Невской воды. Число колоній, вырастающихъ изъ 1 куб. сант. воды, колеблется между 150 и 500.

Открытые фильтры зимою работаютъ вполне удовлетворительно. Только созрѣваютъ медленно, поэтому заряжать ихъ слѣдуетъ лѣтомъ.

По опытамъ съ контактными окислителями въ г. Колумбусѣ сточная вода предварительно обрабатывалась въ отстойныхъ резервуарахъ или септикахъ.

Наполненіе фильтровъ производилось отъ 1 до 3 разъ въ сутки. Время пребыванія воды въ окислителѣ пзмѣнялось отъ 0 до 2 часовъ. Объемъ каждого напуска наивыгоднѣйшій—1 куб. метръ сточи. жидк. на 2,8 куб. метра фильтра. Время опоражниванія колебалось отъ 1 до 3 часовъ. Высота фильтрующ. слоя 5 фут. Производительность выражалась суточнымъ количествомъ очищаемой жидкости отъ 3640 до 10920 куб. метр. на 1 акръ.

Фильтры лучше работаютъ если имѣютъ болѣе продолжительныя промежутки отдыха.

Пройдя одинъ окислитель, жидкость еще не теряла способности загнивать. Послѣ второго окислителя жидкость уже утрачивала способность къ загниванію.

Во время работы фильтровъ и во время ихъ отдыховъ дурного запаха не замѣчалось.

Количество кислорода, раствореннаго въ фильтратѣ изъ окислителей, зимою было больше, нежели лѣтомъ и доходило въ декабрѣ до 4 частей на 1 миллионъ.

Уменьшеніе числа бактерій изъ контактныхъ окислителей въ среднемъ выражалось 50%.

Органическаго азота въ среднемъ удалялось 45—50%. Контактные фильтры удаляютъ изъ отстойной или прогнившей жидкости 60—70% взвѣшенныхъ веществъ.

Вслѣдствіе большого содержанія взвѣшенныхъ веществъ, вслѣдствіе излишняго содержанія минеральныхъ солей, напр. желѣзныхъ, также вслѣдствіе перегрузки фильтровъ чрезмѣрнымъ количествомъ очищаемой жидкости, было замѣчено закупориваніе фильтра.

Засореніе происходитъ главнымъ образомъ съ поверхности фильтра.

Средніе слои фильтра задерживаютъ меньше осадка.

Низкая температура зимы 1904—05 г. не вліяла на производительность окислителей. Нѣкоторые окислители были покрыты льдомъ, но не промерзли.

Автоматическіе распредѣлители даютъ возможность дѣлать 3 папуска въ сутки.

Опыты съ непрерывно-дѣйствующими окислителями въ г. Колумбусѣ дали лучшіе результаты, нежели съ контактными во всѣхъ отношеніяхъ: разложеніе органическихъ веществъ на непрерывно дѣйствующихъ окислителяхъ происходитъ полнѣе, нежели на контактныхъ фильтрахъ. Очищенная вода содержитъ въ растворѣ болѣе кислорода (6,7 на 1 милл. част. въ январѣ).

Количество осадка равно 14,9 тоннъ на 1 акръ фильтра; осадокъ содержитъ 65,4% воды. Въ сухомъ видѣ—5,2 тоннъ на 1 акръ или въ 100 разъ менѣе нежели на контактныхъ фильтрахъ. Для уменьшенія заиленія рекомендуется освобождать предварительно сточную жидкость отъ взвѣшенныхъ веществъ, равномерно распредѣлить жидкость на поверхности окислителя, отмывать фильтрующій матеріалъ отъ глины и мелкихъ частицъ.

Большая часть жидкости проходитъ черезъ окислитель въ 3 минуты.

Холодъ замѣтнаго вліянія на производительность окислителей не оказалъ. Даже при температурѣ въ нѣсколько градусовъ ниже 0 по Ц. вращающіеся распредѣлители работали удовлетворительно, хотя кругомъ по периферіи намерзалъ ледъ.

Производительность фильтра составляла 2.000.000 галлоновъ на 1 акръ. Большая производительность давала худшіе результаты.

Замѣчено, что на дѣйствіе окислителей имѣютъ огромное значеніе періоды покоя. Во время отдыха на фильтрѣ совершается усиленная нитрификація. Количество бактерій уменьшается въ непрерывно дѣйствующемъ фильтрѣ на $\frac{2}{3}$.

Опыты съ фильтрами въ Маделенѣ дали нѣкоторые небезъинтересные выводы.

Прежде всего отмѣчено, что холода не оказывали замѣтнаго вліянія на дѣятельность фильтровъ.

Даже на непрерывно-дѣйствующихъ фильтрахъ иногда не происходило замерзанія.

Количество амміака въ очень сильной степени уменьшалось только послѣ фильтраціи черезъ непрерывно-дѣйствующій фильтръ. Количество нитритовъ уменьшается послѣ перваго контактнаго фильтра; послѣ же втораго контактнаго фильтра—увеличивается.

Послѣ непрерывно-дѣйствующаго фильтра также происходитъ увеличеніе нитритовъ.

Количество нитритовъ уменьшается послѣ перваго и послѣ втораго контактныхъ фильтровъ; послѣ же непрерывно-дѣйствующаго фильтра увеличивается.

Количество кислорода, раствореннаго въ водѣ, послѣ второго контактнаго фильтра равно 7,8 миллигр. на 1 литръ; послѣ непрерывно-дѣйствующаго фильтра—10,2 милл.

Количество углерода, окислившагося:

въ 1-мъ контактномъ фильтрѣ 43⁰/₁₀₀;
 во 2-мъ " " " " 58⁰/₁₀₀;
 въ непрерывно дѣйствующемъ фильтрѣ 79⁰/₁₀₀.

Слѣдующая таблица даетъ понятіе объ уменьшеніи органическаго азота.

Уменьшеніе органическаго азота въ процентахъ.	Сырая сточная вода.	Сточная вода, прогннанная въ септикѣ.
Въ первомъ контактномъ фильтрѣ	21 ⁰ / ₁₀₀	30 ⁰ / ₁₀₀
Во второмъ " " " "	44 ⁰ / ₁₀₀	50 ⁰ / ₁₀₀
Въ непрерывно дѣйствующемъ фильтрѣ	77 ⁰ / ₁₀₀	80 ⁰ / ₁₀₀

Приводимъ среднія данныя анализовъ очищенныхъ сточныхъ водъ 5 англійскихъ городовъ, употребляющихъ для біологической очистки сточныхъ водъ непрерывно-дѣйствующіе фильтры.

Производительность фильтровъ—1200 литровъ на 1 квадрат. метръ въ сутки.

Названіе городовъ.	Альбуминоиднаго азота въ миллигр. на литръ.	Кислорода, поглощен. въ 3 мин. въ милл. на литръ.		Нитратовъ въ милл. на литръ.
		до инкубацин.	послѣ инкубацин.	
Langwith.	0,2	0,3	0,3	4,0
Chesterfield.	0,6	0,1	0,1	18,0
Long Eaton.	0,8	0,1	0,1	6,0
Buxton	0,3	0,1	0,1	—
Dronfield.	0,8	0,9	0,9	13,0

Эти цифры, говорятъ Кальметъ, вполне подтверждаютъ заключеніе англійской королевской комиссіи, признавшей сточныя воды, очищенныя біологически, допустимыми для спуска въ проточныя воды безъ риска загрязненія ихъ.

Въ слѣдующей таблицѣ показано уменьшеніе окисляемости въ зависимости отъ реакціи сточныхъ водъ и предварительной ихъ обработки въ септикъ-танкѣ.

Уменьшеніе окисляемости въ %	С т о ч н а я в о д а .			
	С ы р а я .		П о с л ѣ с е п т и к а .	
	Реакція воды.		Реакція воды.	
	Кислая.	Щелочная.	Кислая.	Щелочная.
Изъ перваго контакти. фильтр.	41 ⁰ / ₁₀	50 ⁰ / ₁₀	45 ⁰ / ₁₀	52 ⁰ / ₁₀
„ втораго „ „	60 ⁰ / ₁₀	69 ⁰ / ₁₀	63 ⁰ / ₁₀	70 ⁰ / ₁₀
Изъ непрерывнодѣйствующаго фильтра.	77 ⁰ / ₁₀	79 ⁰ / ₁₀	79 ⁰ / ₁₀	80 ⁰ / ₁₀

Число бактерій въ неочищенной сточной водѣ обычно около 5 миллионъ въ 1 кубич. сантим.

При выходѣ изъ септика число бактерій насчитывается до 50 милл. въ 1 куб. сантим.

Все это количество состоитъ изъ анаэробныхъ и факультативныхъ анаэробныхъ бактерій.

При выходѣ сточной воды изъ 2-го контактнаго фильтра число анаэробныхъ бактерій уменьшается до 98 тысячъ штукъ, а аэробныхъ—достигаетъ 2.900.000.

Изъ непрерывно дѣйствующихъ фильтровъ очищенная вода содержитъ аэробныхъ бактерій—800.000 и анаэробныхъ—2.000.

Искусственныя біологическія фильтры слабо задерживаютъ микроорганизмы.

Но черезъ нѣкоторое время содержаніе бактерій въ фильтратѣ уменьшается.

Вода изъ непрерывно-дѣйствующаго фильтра черезъ 2 дня содержала 11.000 аэробныхъ бактерій, а черезъ 5 дней лишь 7.500.

Тифозныя бациллы при изслѣдованіяхъ не были найдены ни разу.

Напротивъ кишечныя палочки попадались постоянно. Изъ контактныхъ фильтровъ ихъ насчитывалось въ 1 куб. сантим. 4.000 и изъ непрерывно-дѣйствующихъ фильтровъ—2 тысячи (въ септикѣ ихъ насчитываютъ до 20.000 въ 1 куб. сантим.).

ГЛАВА XVII.

Биологическія станціи нѣкоторыхъ городовъ.

Г. Царское Село. Городскія канализаціонныя воды поступаютъ на биологическую станцію, расположенную вблизи города. Станція рассчитана на 40.000 жителей.

Въ 1907 году очищалось въ сутки 130.000 ведеръ нечистоты.

Сточная жидкость предварительно прогниваетъ въ септик-танкахъ, а затѣмъ проходитъ 3 ступени фильтровъ, изъ которыхъ 2 фильтра контактныхъ, а третій непрерывно-дѣйствующій.

Впослѣдствіи предполагается поставить станцію для озонирования очищенныхъ сточныхъ водъ въ періоды эпидемій.

Для защиты отъ зимнихъ холодовъ септик-танки и биологическіе фильтры находятся въ закрытыхъ помѣщеніяхъ.

Но такъ какъ опыты биологической очистки въ Царскомъ Селѣ и въ Москвѣ показали возможность дѣйствія открытыхъ окислителей даже во время сильныхъ морозовъ, то въ 1906 г. были построены 4 открытыхъ окислителя, изъ которыхъ 2 контактныхъ и 2 непрерывно-дѣйствующихъ.

Септики проектированы на суточный объемъ сточной жидкости. Передъ септиками вода проходитъ небольшой предварительный отстойный резервуаръ (песочникъ), снабженный металлическими сѣтками: сюда выпадаютъ случайно попавшіе въ сѣть предметы, а сѣтками задерживаются: бумага, мочала, тряпки и проч.

Каждый септик-танкъ раздѣленъ двумя поперечными перегородками на 3 отдѣленія.

Вода проходитъ изъ одного отдѣленія въ другое посредствомъ 14—дюймовыхъ переливныхъ сифоновъ.

Изъ септиковъ вода поступаетъ въ распределительный желобъ, а изъ послѣдняго въ распределительные бассейны, гдѣ и совершается накопленіе воды въ количествѣ, достаточномъ для быстрого заполнения очередного окислителя первой серіи.

Въ настоящее время сооружено 2 септическихъ резервуара, емкостью каждый въ 68.000 ведеръ, изъ нихъ одинъ съ потолкомъ, а другой только съ крышкой.

Первые окислители имѣютъ длину 11,67 саж., ширину 5 саж. и высоту фильтрующаго слоя—0,47 саж.

Окислители загружены коксомъ крупностью зеренъ отъ 10 до 15 милл.

Вторые окислители имѣютъ въ длину 13,33 саж. при той же ширинѣ и глубинѣ фильтрующаго слоя.

Они загружены болѣе мелкимъ коксомъ крупностью въ 5—10 милл., а потому полезный объемъ или емкость ихъ нѣсколь-ко меньше, нежели при болѣе крупныхъ зернахъ.

Третьи окислители имѣютъ въ длину 10 саж., въ ширину—5 с. и высоту фильтрующаго слоя 0,30 саж.

Окислители первыхъ 2 серій, какъ мы уже упоминали, периодическ-дѣйствующіе.

Число наполненій—2 раза въ сутки. Въ дѣйствительности же оказывается наилучшимъ 4 заполнения въ сутки и даже можно доводить до 6 наполненій.

Третьи окислители непрерывно-дѣйствующіе; они предпо-лагались песочными, но въ настоящее время загружены коксомъ.

Станція сооружена такимъ образомъ, что вся она дѣйстви-тель самотекомъ.

Вся станція сооружена изъ бетона; окислители перекрыты крестовыми ползучими сводами на бетонныхъ столбахъ. Крыши окислителей сдѣланы на одинъ скатъ. Освѣщеніе происходитъ отъ оконъ, расположенныхъ съ одной стороны.

Своды окислителей покрыты асфальтомъ. Поверхъ асфальта насыпана земля для утепленія.

По проекту станція занимаетъ 5000 кв. саж.

Стоимость станціи 400.000 рубл., а стоимость фильтрующ. матеріала 43.000, а именно 100 руб. за 1 куб. саж. (33 коп. за пудъ).

Результаты біологической очистки очень благоприятны.

Окисляемость уменьшается на 83%. Всего азота уменьшает-ся на 92%. Органическаго азота и взвѣшенныхъ веществъ со-всѣмъ нѣтъ въ окончательно очищенномъ продуктѣ.

Вытекающая изъ третьихъ окислителей вода не имѣетъ ни запаха, ни окраски; при стояннн въ закрытомъ сосудѣ она не загниваетъ. Органическаго амміака нѣтъ. Свободнаго амміака около 1 миллигр. Нитратовъ—около 25 миллиграмм.

Вначалѣ станція работала безъ септиковъ. Первое время очищеніе шло хорошо. Но затѣмъ произошло страшное засоре-ніе контактныхъ фильтровъ, которые сами превратились въ септики.

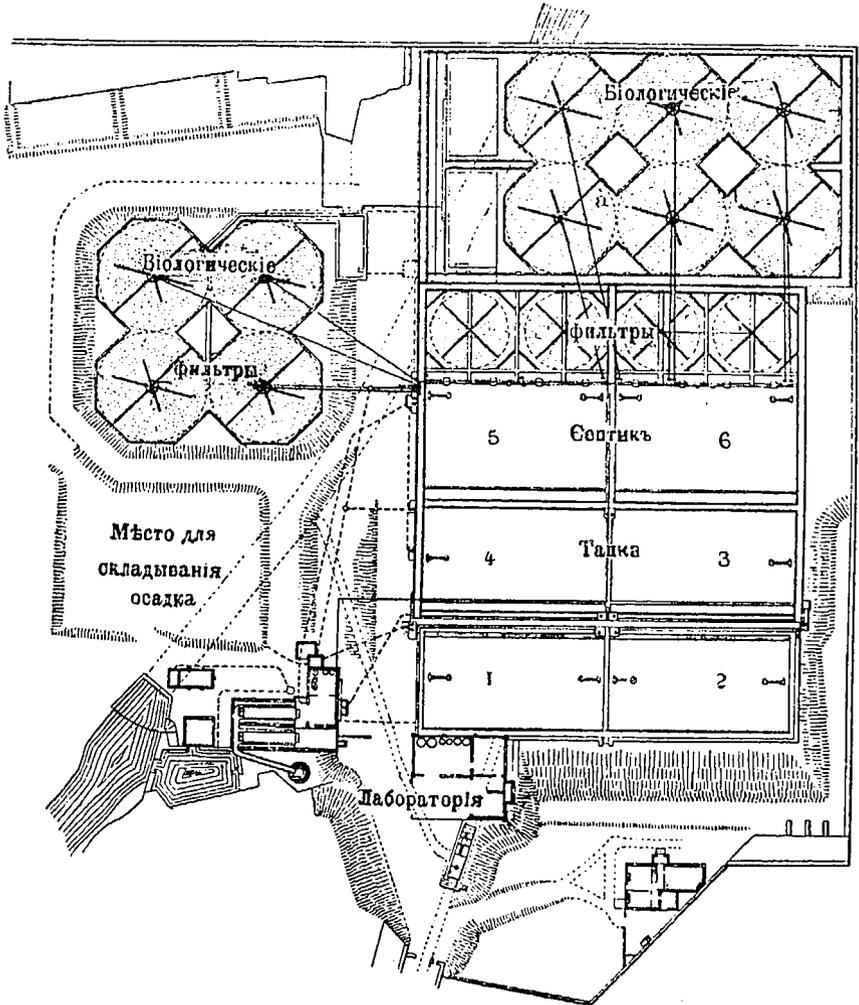
Предварительное прогниваніе несомнѣнно полезно.

Городъ Аккрингтонъ былъ одинъ изъ первыхъ, въ кото-ромъ біологическая очистка сточныхъ водъ была примѣнена въ большомъ масштабѣ.

Біологическая станція въ Аккрингтонѣ состоитъ изъ 6 откры-тыхъ септик-танковъ, въ 8630 куб. метр. общаго объема. Среднее суточное количество сточныхъ водъ въ сухое время—5678 куб. метровъ=455.000 ведеръ.

Число біологическихъ фильтровъ 14, изъ которыхъ 10 имѣютъ въ діаметрѣ каждый 20 метровъ и 4—15 метровъ. Высота 2,75 метра. Общая фильтрующая поверхность 4614 квадр. метр. Фильтрующимъ матеріаломъ служитъ шлакъ и коксъ.

На фиг. 26 очень хорошо видно распределеніе непрерывно-дѣйствующимъ фильтровъ съ вращающимися оросителями.



Фиг. 26

Работы обошлись по 23 руб. за квадрат. метръ. фильтра, включая сюда каменную кладку, земляныя работы, дренажъ, распределители и пр.

Біологическая станція минерализуетъ 90% органическихъ веществъ; альбуминнаго азота минерализуетъ 91,3%.

Удаленіе осадка изъ септикъ-танковъ потребовалось лишь черезъ 13 мѣсяцевъ непрерывнаго дѣйствія станціи; при чемъ вычищено 3000 тоннъ осадка слѣдующаго состава: воды 88,5%, минеральныхъ веществъ 6,28%, органическихъ веществъ 5,22%. По высушиваніи вѣсъ этого осадка уменьшился до 348 тоннъ.

Въ Гельберштатѣ біологическая станція построена по образцу подобныхъ же станцій въ Мерзебургѣ, Уннѣ и Мюльгеймѣ.

Станція состоитъ изъ большого песочника, (вслѣдствіе сплавной канализаціи), 4 осадочныхъ бассейновъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ 60 метр. въ длину и 12 метр. въ ширину и 12 непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ 50 метровъ въ длину и 12 метр. въ ширину.

Суточное количество сточной жидкости—3600 кубич. метр. (около 293.000 ведеръ). Капельные фильтры рассчитаны такъ, что 1 куб. метръ сточной воды соотвѣтствуетъ 1 квадр. метру фильтрующей поверхности.

Стѣнки фильтровъ выдѣланы изъ кирпича на цементѣ.

Для притока воздуха въ стѣнахъ на разстояніи 20 сантим. выдѣланы отверстія въ $\frac{1}{2}$ кирпича.

Стѣны, раздѣляющія отдѣльные фильтры, обладаютъ кромѣ этихъ отверстій горизонтальными боровами, размѣрами 40×40 сантим.

Дно каждого фильтра оштукатурено и снабжено 4 желобами съ уклономъ въ $\frac{1}{80}$.

Фильтръ загруженъ слоями просѣяннаго каменноугольнаго шлака изъ мѣстныхъ желѣзнодорожныхъ мастерскихъ. Общая высота слоевъ=1,20 метра.

Нижній слой толщиной 85 сантим. изъ шлака крупностью въ кулакъ; второй слой 25 сантим. крупностью зеренъ въ орѣхъ и верхній—15 сантим. крупностью въ зерно.

Распределеніе сточной жидкости производится съ помощью цѣлесообразно устроенныхъ желобовъ, которые подаютъ воду по всей поверхности фильтра вполне равномерно.

Притокъ регулируется задвижкой Гейгерша.

Въ теченіе 2 недѣль работаетъ 6 фильтровъ, а другіе 6 въ это время отдыхаютъ. Затѣмъ обратно.

Изъ 2400 миллигр. взвѣшенныхъ веществъ въ 1 литрѣ сточной воды до фильтровъ доходитъ 170 миллигр.

Первые годы станція работала образцово. Изъ 2400 миллигр. всѣхъ взвѣшенныхъ веществъ изъ фильтра выходило 24 миллигр.

Растворимыя органическія вещества уменьшались почти на 70%. Сѣродородъ совершенно исчезалъ. Амміака оставалось въ фильтратѣ лишь слѣды.

Вода послѣ очистки имѣла свѣтлый видъ съ землястымъ запахомъ. При стояніи въ бутылки не загнивала.

Городской Совѣтникъ Келлеръ *) въ журналѣ „Gesundheits—Ingenieur“ описываетъ, какія непріятности причинила эта станція по истеченіи перваго года работы и какъ вышли изъ этихъ затрудненій.

По истеченіи года работы фильтровъ, пишетъ Келлеръ, въ фильтрѣ появилась муть, иногда сильная, иногда слабая.

Несмотря на тщательную промывку фильтра чистой водой муть не устранилась, а съ теченіемъ времени даже усиливалась.

Мутная вода пахла тухлой капустой, показывала голубовато-темную окраску и отлагала черный осадокъ.

Келлеръ точно выяснилъ, что эта муть происходила не отъ перегрузки фильтровъ, такъ какъ на фильтръ пускали точно 1 куб. метръ воды на 1 квадрат. метръ фильтрующей поверхности.

Анализъ фильтрата показалъ большое количество органическихъ сѣрнистыхъ соединений, которыя и давали дурной запахъ и черную окраску.

Это явленіе объяснилось слѣдующимъ образомъ.

Присутствующая въ шлакѣ окись желѣза переходила въ растворимыя соединенія закиси желѣза.

Изъ сѣры бѣлковыхъ веществъ образуются соединенія съ окисями желѣза. Черный осадокъ, появившійся въ очищенной водѣ, оказался сѣрнистымъ желѣзомъ.

Келлеръ объяснилъ это непріятное явленіе недостаткомъ притока воздуха.

Вслѣдствіе застоя жидкости въ фильтрѣ, пишетъ онъ, и связаннаго съ нимъ процесса выщелачиванія или мацерации каменноугольныхъ шлаковъ происходятъ химическія реакціи возстановленія.

Процессы же окисленія въ этихъ частяхъ фильтра за отсутствіемъ воздуха прекращаются.

Рядомъ опытовъ Келлеръ выяснилъ, что устраненія застоя жидкости въ фильтрующемъ матеріалѣ нельзя достигнуть ни крупностью шлака, ни канавками по дну фильтра.

На днѣ фильтра все равно образуется очень большой осадокъ сѣрнистаго желѣза и въ самомъ шлакѣ скопляются большія гнѣзда его.

Келлеръ вышелъ изъ этого затрудненія тѣмъ, что сначала подвелъ къ низу притокъ свѣжаго воздуха, а затѣмъ подъ всѣмъ фильтрующимъ матеріаломъ образовалъ воздушное пространство.

*) „Ueber Mazerationsprozesse in Tropffiltern“. von Stadtbaurat Köhler in Helberstadt. Gesundheits—Ingenieur, № 14. 1907.

Онъ закладывалъ по дну фильтра желѣзные полуобручи и по нимъ настилалъ досчатую опалубку. Изъ этихъ каналовъ онъ проводилъ кверху вентиляціонныя трубы.

Такимъ образомъ Келлеръ достигъ значительнаго улучшенія въ очистительной способности фильтровъ.

Окончательнымъ же улучшеніемъ фильтра въ цѣляхъ уничтоженія застоя жидкости и улучшенія вентиляціи было устройство второго (рѣшетчатого) дна въ фильтрѣ изъ желѣзо-бетона. Фильтры такого устройства уже не давали загнивающего продукта и чернаго осадка сѣрнистаго желѣза.

Мы рядомъ опытовъ и съ помощью теоретическихъ соображеній пришли въ началѣ 1907 г. совершенно къ такому же заключенію, еще не будучи освѣдомлены съ опытами Келлера.

Одною изъ новѣйшихъ біологическихъ станцій является станція въ Вильмерсдорфѣ близъ Берлина.

Станція включаетъ предварительное очищеніе сточной жидкости, біологическіе фильтры и окончательное очищеніе.

Сначала сооруженіе устроено на очистку сточныхъ водъ отъ 200.000 человѣкъ, но впослѣдствіи станція должна расширяться до обслуживанія 631.000 человѣкъ.

Въ расчетѣ принято на человѣка 108 литровъ въ день потребленія воды или въ сухую погоду 21.600 куб. метровъ въ сутки=1.728.000 ведер. въ сутки.

Предварительная очистка производится въ осадочныхъ бассейнахъ.

Объемъ резервуаровъ 10800 куб. метр.

Сточные воды по напорнымъ трубамъ попадаютъ въ распределительный резервуаръ, расположенный въ центрѣ станціи. Онъ состоитъ изъ 4 равныхъ бетонныхъ отдѣленій, перекрытыхъ сводами. Дно также бетонное.

Всѣхъ 6 резервуаровъ по 1800 куб. метр. каждый.

Изъ послѣдняго осадочнаго бассейна нечистоты, освобожденные отъ грубыхъ взвѣшенныхъ веществъ, поступаютъ въ сборный резервуаръ, а отсюда на непрерывнодѣйствующіе фильтры.

Напускъ на фильтры производится періодически съ помощью клапана съ противовѣсомъ.

Біологическіе фильтры непрерывнодѣйствующіе. Въ настоящее время работаетъ 56 фильтровъ. Средній діаметръ фильтра 20 метровъ и 2,5 метра высоты. Каждый фильтръ имѣетъ въ объемѣ 785 куб. метровъ.

А всего объема фильтровъ 44.000 куб. метровъ.

Фильтры имѣютъ большое дно съ уклономъ отъ центра къ окружности.

Фильтрующимъ матеріаломъ служить коксъ. Размѣръ кусковъ колеблется между кулакомъ и головой. Самый крупный слой помещается надъ дренажемъ; толщина его 0,5 метра.

Внутри радіально проложено 8 продырявленныхъ гончарныхъ трубъ. Снаружи фильтра также крупные куски.

Коксовыхъ фильтровъ 51; 3 фильтра изъ кусковъ клинкера; 1—изъ известковаго камня и 1—изъ обломковъ бетона.

Распределитель въ видѣ кольчататаго желоба.

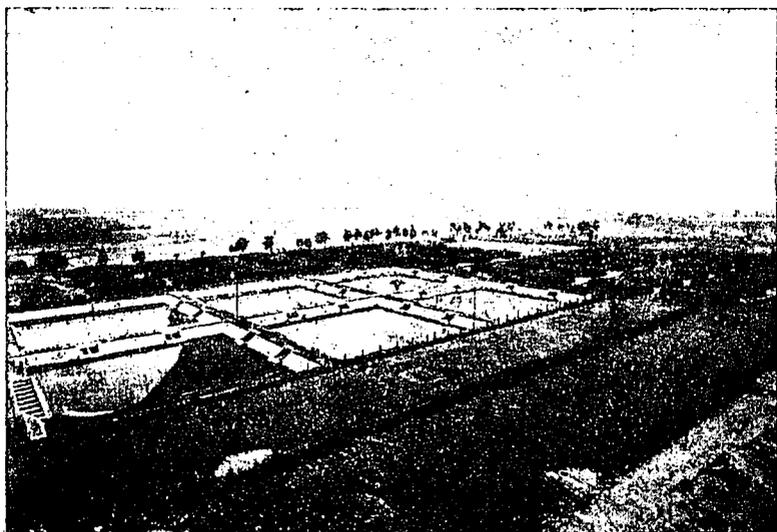
Изъ фильтровъ сточная жидкость попадетъ въ окончательные очистители: 6 бассейновъ по 910 куб. метр. каждый съ общимъ объемомъ въ 5460 кубич. метровъ. Конструкція и расположеніе послѣ-очистителей то же, что и предварительныхъ очистителей.

Окончательный фильтръ устроенъ по системѣ Chorley'и. Полезная поверхность фильтра=28000 квадр. метровъ; на каждый квадрат. метръ приходится примѣрно 0,75 куб. метра очищенной воды.

Песчаные фильтры употребляются для задержанія бактерій. Высота ихъ слоя=0,6—0,8 метра.

Для удаленія осадка имѣется трубопроводъ.

Для складыванія осадка имѣется 13 резервуаровъ, средней высоты 1,3 метра. Объемъ резервуаровъ рассчитанъ на удаленіе



Фиг. 27.

30.000 куб. метр. пла. Каждый резервуаръ отвѣчаетъ суточному количеству осадка.

Вся біологическая станція занимаетъ 12,2 гектара.

Опытъ 1906 и 1907 г. далъ очень удовлетворительные результаты, хотя были морозы, доходившіе до—21,5° Ц.

Выяснилось, что отверстія въ шпринклерѣ въ 3 мм. недостаточны и ихъ увеличили до 10 миллим.

Отъ снѣга фильтры прикрывались желѣзо-бетонными досками.

Станція находится подъ наблюдениемъ Королевскаго Института.

На фиг. 28 изображенъ видъ біологическихъ сооруженийъ станціи въ Вильмерсдорфѣ.

Эта станція самая совершенная изъ существующихъ въ настоящее время.

Стоимость устройства можно выразить въ среднихъ цифрахъ:	
Приобрѣтеніе земли для станціи на 631.000 чел.	500.000 мар.
Напорный трубопроводъ	3.600.000 „
Земляныя и бетонныя работы	1.005.000 „
Біологическіе фильтры	850.000 „
Окончательные фильтры	150.000 „
Проведеніе телефона	25.000 „
Постройки зданій	95.000 „
Приспособленія для складыванія осадка	15.000 „
Трубопроводъ очищенной воды	360.000 „
	<hr/>
	6.600.000 мар.

Это составитъ около 2 руб. на 1 ведро фекальныхъ водъ, не принимая во вниманіе, что станція рассчитана и на очистку ливневыхъ водъ.

Насосная станція исчислена отдѣльно:

1. Фундаменты главнаго зданія	200.000 мар.
2. Главное зданіе и водонапорная башня	260.000 „
3. Оборудование машинами	716.000 „
4. Вспомогательныя зданія	113.000 „
5. Замощеніе двора, садъ, водопров. и газопров.	67.000 „
9. Разные расходы	44.000 „
	<hr/>
	1.400.000 мар.

Постройки начаты въ 1903 г. и закончены въ маѣ 1906 г.

Стоимость эксплуатаціи—16.000 мар. въ годъ.

1. Жалованья и зараб. платы	9400 мар.
2. Содержаніе станціи	2000 „
3. Удаленіе осадка	1600 „
4. Химико-бактеріологич. изслѣдованія 3000 „	3000 „

Или 8 пфенниговъ на 1 человѣка, а включая и амортизацію (4% на капиталъ)—20 пфен. на человѣка въ годъ.

Это составляет 10 коп. на жителя въ годъ или около 1,2 коп. на 1 ведро въ годъ.

Биологическая станція въ Гамильтонѣ въ Англии. Г. Гамильтонъ прежде спускалъ свои воды въ р. Clyde. Въ 1906 г. устроена биологическая станція, состоящая изъ періодическихъ, контактныхъ фильтровъ съ предварительной обработкой въ септикъ-танкахъ.

Станція примыкаетъ къ общественному парку.

Основанія септиковъ и фильтровъ покоятся на природной скаль. Работы производила Septic-Tank Company.

Населеніе 15.000 человекъ. Максимальное суточное количество—680.000 галлоновъ=251.800 вед.=320 куб. с.

Двѣ сточныя трубы ведутъ канализаціонныя воды къ 3 осадочнымъ бассейнамъ, вѣрнѣе песчаникамъ, имѣющимъ по 10 фут. длины, 5 ф.—ширины и 3 ф. глубины.

Здѣсь задерживаются тяжелые предметы; изъ песочниковъ нечистоты поступаютъ въ септики, числомъ 6. Каждый септикъ имѣетъ 98,5 фута въ длину (11,07 с.), 18 фут. (2,57 с.) ширины и 7 фут. глубины=36,16 куб. с. А всѣ 6 септиковъ—217 куб. саж. Такъ какъ суточный объемъ сточной воды 320 куб. саж. то объемъ септика рассчитанъ примѣрно на $\frac{2}{3}$ суточного количества. Нечистоты проходятъ черезъ септикъ-танки непрерывно.

Танки—бетонные и перекрыты бетонными сводами.

Доступъ въ каждый танкъ—черезъ лазъ.

Для удаленія осадка имѣются приспособленія.

Изъ септиковъ прогнившая жидкость поступаетъ на 20 контактныхъ фильтровъ, расположенныхъ въ 5 рядовъ по 4 фильтра.

Передъ фильтрами имѣется распределительная камера съ задвижками. Жидкость распределяется по поверхности фильтровъ керамиковыми полутрубчатыми канавками.

Подъ фильтромъ уложены сельско-хозяйственные дренажныя трубы, которыя выводятся въ гончарный коллекторъ.

У каждаго фильтра имѣется при выпускѣ колодезь съ задвижкой.

Глубина фильтра 6 футъ, длина 34 фута и ширина 27 фут. Общій объемъ фильтровъ=321 куб. саж. Фильтръ наполненъ промытыми кусками шлаковъ, оставшихся отъ выплавки стали.

Напуски регулируются такимъ образомъ, что жидкость находится въ фильтрѣ до тѣхъ поръ, пока наполняется сосѣдній фильтръ.

Профильтрованная жидкость спускается прямо въ водостокъ. Станція занимаетъ очень малый участокъ земли и обошлась въ

10.000 фунт. = около 100.000 руб. Это составляет 6 р. 66 к. на жителя или 40 коп. за 1 ведро очищенной воды.

Городъ Манчестеръ имѣетъ сплавную канализацію какъ для хозяйственныхъ, такъ и для дождевыхъ водъ.

Биологическая станція состоитъ изъ септикъ-танковъ и контактныхъ фильтровъ въ 2 ступени.

Имѣется 16 бассейновъ длиною 45 саж., шириною 15 саж., глубиною 1 саж. Бассейны эти или септикъ-танки открытые; 12 бассейновъ общей емкостью 5.600.000 ведеръ служатъ для хозяйственныхъ водъ (около 900.000 ведеръ въ сутки), а 4 для ливневой воды.

Дождевая вода идетъ въ первые 12 бассейновъ, черезъ которые въ сутки можетъ пройти 22.400.000 ведеръ. Септикъ-танки чистятся 2 раза въ годъ.

Изъ септикъ-танковъ вода самотокомъ поступаетъ на фильтры первой ступени, которые сдѣланы изъ бетона: форма квадратная, число—92; площадь каждаго 2.000 кв. метр. или приблизительно 500 квадр. саж.

Общая площадь фильтровъ—184.000 кв. м. Вторая ступень фильтровъ такая-же размѣровъ. Загружены фильтры шлакомъ отъ паровыхъ котловъ крупностью отъ 3 до 5 мм.; при этомъ у дренажныхъ трубъ помѣщенъ болѣе крупный матеріалъ.

Завѣдующій станціей проф. Фоулеръ считаетъ, что промывка и обновленіе фильтра потребуетъ не чаще 1 раза въ 5 лѣтъ.

Рѣчная коммиссія установила степень очистки воды для спуска въ рѣку въ размѣрѣ 13 миллигр. кислорода на 1 литръ очищенной воды.

До биологической очистки въ Манчестерѣ была химическая очистка. Тогда получалось на 1 000 вед. воды—2,4 пуда осадка. Теперь количество осадка уменьшилось почти въ 3 раза. Стоимость устр. около 44 руб. на 1 куб. метръ. очищенной воды. Эксплуатація въ 1903—04 г. обошлась въ 1 коп. на каждое ведро суточного количества въ годъ.

Поразительно благоприятный результатъ биологической очистки получается въ Бирмингамѣ¹⁾.

Этотъ городъ стоитъ на берегу небольшой рѣчки Таме, которая протекаетъ по району съ сильно развитой промышленностью и потому носящему прозвище „чернаго округа“ (the black country). Населеніе бассейна рѣчки выше г. Бирмингама равно 357.000 человекъ. Въ самомъ городѣ 5 лѣтъ назадъ было почти 600.000 жителей.

¹⁾ Die Abwasserreinigungsanlagen von Birmingham und der Prozess Tameworth contra Birmingham. Von Prof. Dr. Dunbar. Gesundheits-Ingén. № 9. 29 Febr. 1908.

Вышележащія города, селенія и различныя химическія заводы почти не очищаютъ свои сточныя воды, вѣдствие этого Таме, подходя къ Бирмингаму несетъ воду страшно загрязненную, окрашенную въ черный цвѣтъ. Въ сухіе дни въ рѣкѣ проходитъ въ сутки не болѣе 55.000 куб. метр. воды. Тотчасъ же послѣ Бирмингама въ Таме впадаетъ рѣчка Реа, въ бассейнѣ которой расположено 60 деревень и нѣсколько фабрикъ, придающихъ водѣ рѣчки очень грязный видъ. Реа несетъ въ сухіе дни, 14.000 куб. метр. воды въ сутки.

Г. Бирмингамъ до 1900 г. очищалъ свои сточныя воды съ помощью химическаго осажденія, употребляя для этой цѣли гидратъ извести. Прибавляли обыкновенно 130 гр. гидрата извести на 1 куб. метръ сточной воды. Городъ тратилъ на очистку около 85.000 марокъ въ годъ, изъ которыхъ почти 75.000 марокъ уходило на покупку извести.

При этомъ процессѣ въ Бирмингамѣ получалось ежедневно отъ очистки 54 т. куб. метр. сточныхъ водъ 300—400 тоннъ ила, въ 3 раза болѣе нежели въ другихъ городахъ. Илъ зарывался въ землю, для чего требовалось ежедневно 0,4 гектара земли. Въ землѣ илъ оставался безъ измѣненія.

Послѣ химической обработки сточныя воды всетаки загнивали. Поэтому ихъ пришлось обезвреживать еще почвой.

Въ 1897 г. Бирмингамъ имѣлъ для очистки сточныхъ водъ уже 1145 гект. земли.

Въ 1876 г. Бирмингамъ вмѣстѣ съ соседними городами и селеніями образовалъ товарищество для совмѣстнаго обезвреживанія сточныхъ водъ (The Tame and Rea District Drainage Board). Къ послѣднимъ годамъ районъ населенія товарищества возросъ по площади до 24000 гект., а по числу жителей до 900.000 человекъ. Въ 1906 г. въ сухіе дни очищалось 100.000 куб. м. сточной жидкости. Въ сильные ливни воды было въ 150 разъ болѣе. Изъ этого количества въ 1906 г. очищалось лишь 81%, въ 1907—88%. Къ 1906 г. товарищество затратило на очистительныя устройства до 24 милл. марокъ. Ежегодно товарищество затрачиваетъ до 1 милл. марокъ въ годъ на устройство очистительныхъ сооружений и до 1½ милл. марокъ на содержаніе ихъ.

Въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ Бирмингамъ перемѣнилъ нѣсколько способовъ химической очистки сточныхъ водъ и въ концѣ концовъ пришелъ въ ужасъ отъ все болѣе и болѣе возрастающаго количества ила.

Первые опыты съ біологической очисткой сточныхъ водъ въ 1902 г. дали хорошіе результаты. Поэтому городъ сталъ расширять свои опытыя біологическія сооруженія.

Въ настоящее время сточныя воды Бирмингама предварительно прогниваютъ въ септикъ-танкахъ или осаждаются въ осадочныхъ бассейнахъ. Передъ септикъ-танками и осадочными бассейнами помѣщаются песчаники, которые очищаются отъ твердыхъ осадковъ разъ въ недѣлю.

Осадочные бассейны имѣютъ въ длину 100 метр., въ ширину—30 метр. и въ высоту—1,8 до 2,5 метр. Размѣръ ихъ рассчитанъ на половину суточнаго количества сточныхъ водъ въ сухіе дни.

Характеръ сточныхъ водъ г. Бирмингама сильно отличается отъ обыкновенныхъ городскихъ канализационныхъ водъ вслѣдствіе промышленности по обработкѣ металловъ. Такъ въ городскія сточныя воды еженедѣльно попадаетъ примѣрно 120.000 литровъ соляной, серной и азотной кислотъ.

Вслѣдствіе этого число бактерій въ сточной водѣ Бирмингама много меньше нежели въ другихъ городахъ, а именно только 500.000 въ 1 куб. сант.

Слѣдуетъ отмѣтить, что присутствіе свободныхъ кислотъ мѣшаетъ гнилоственному процессу, однако постепенно онъ дѣлается нормальнымъ.

Количество взвѣшенныхъ веществъ по анализамъ 1907 г. =478 миллигр. на 1 литръ. Изъ септикъ-танковъ выходитъ 321 миллигр. на 1 литр. Значить уменьшеніе равно лишь 33%.

Осадковъ въ 1906 г. удалено изъ песчаниковъ 8000 куб. метр., а изъ осадочныхъ бассейновъ и септикъ-танковъ—125000 куб. метровъ. Первые удалялись механическими черпаками, вторые—насосами.

Несмотря на то, что всѣ осадочные резервуары и септикъ-танки открыты, запаха вблизи біологической станціи не ощущается. На разстояніи 330 саж. отъ септиковъ расположенъ рядъ изящныхъ частныхъ домовъ.

Въ 1902 г. рядомъ со осадочными бассейнами и септикъ-танками были поставлены 3 непрерывнодѣйствующихъ фильтра, изъ которыхъ одинъ заполненъ углемъ, другой шлакомъ, третій камнемъ.

Фильтры были построены высотой 1,4 метра. Крупность зерна 9—35 миллим.

На 1 куб. метръ фильтрующаго матеріала ежедневно напускалось 0,6 куб. метр. сточной воды.

Степень очистки измѣрялась по окисляемости сточной воды; при чемъ окисляемость воды, прошедшей каменный фильтръ уменьшилась на 64%, шлаковый—на 71% и угольный—на 93%.

Илъ, который съ теченіемъ времени закупориваетъ поры фильтрующаго матеріала, при отдѣленіи на воздухѣ не пахнетъ. Для промывки фильтра была сконструирована промывная машина, черезъ которую пропускали фильтрующій матеріалъ.

Стоимость промывки обходилась по 2,17 мар. за 1 куб. метръ, не считая стоимости электрическаго тока, который употреблялся для приведенія въ дѣйствіе промывныхъ машинъ. Промывка производилась сточной водой.

Новые непрерывнодѣйствующіе фильтры имѣютъ 36 метровъ въ діаметрѣ и $1\frac{1}{2}$ метра въ высоту; наполнены коксомъ. Распредѣлитель одного фильтра—по системѣ Скоттъ-Монкрѣфа, а другого по системѣ Адамса.



Фиг. 28.

Сначала на эти фильтры напускали по 0,8—0,9 кубич. метр., а позднѣе—по 1,1 куб. метра сточной воды на 1 квадр. метръ фильтра въ сутки.

Окисляемость воды послѣ прохожденія черезъ фильтръ уменьшалась на 86%.

Фильтры наполнены твердымъ камнемъ (гранитомъ, діоритомъ) кусками крупностью въ 25—50 миллим., въ среднемъ—38 миллим.

Высота фильтровъ—1,8—2,1 метръ.

Дно фильтра выложено гончарными полутрубами. Всѣхъ фильтровъ 1,6 гектар.

Въ новыхъ фильтрахъ стѣнокъ нѣтъ, а матеріалъ укладывался прямо по естественному откосу.

Осадокъ распредѣляется по поверхности почвы съ помощью канавокъ.

Для дождевыхъ и ливневыхъ водъ имѣются особенные дождевые фильтры площадью въ 12 гектаръ; они загружены шлакомъ, какъ болѣе дешевымъ матеріаломъ, нежели гранитъ. Распредѣленіе на этихъ фильтрахъ производится съ помощью неподвижныхъ пульверизаторовъ.

Стоимость устройства фильтровъ около 17 руб. на 1 куб. метръ воды или 21 коп. на 1 ведро очищаемой жидкости.

Интересно отмѣтить, что вода въ рѣкѣ Таме до подхода къ г. Бирмингаму болѣе загрязнена, нежели пройдя городъ и получивъ городскія канализаціонныя воды.

Это чрезвычайно рѣдкое явленіе Дунбаръ объясняетъ большимъ содержаніемъ кислорода и нитратовъ въ сточной водѣ г. Бирмингама, очищенныхъ биологически.

На фиг. 28 изображенъ каналъ, по которому сточная жидкость, профильтрованная черезъ непрерывнодѣйствующіе фильтры, течетъ въ р. Таме.

Вода настолько чиста, что по каналу катаются въ видѣ прогулокъ на лодкахъ.

Въ Суттонѣ очищается биологически до 200.000 ведеръ сточной жидкости въ сутки.

Предварительная обработка производится въ септикъ-танкахъ, которые выдѣланы въ глинистомъ грунтѣ. Дно и откосы резервуаровъ выстланы кирпичемъ по глини.

Резервуары рассчитаны на суточное количество сточной жидкости; объемъ ихъ=185.000 ведрамъ.

Половина резервуаровъ покрыта сводами изъ волинстаго желѣза.

Осадокъ вычерпывается черпаками и отдается фермерамъ.

Биологическіе фильтры контактные. Бассейны для фильтровъ кирпичные и бетонные (старые). Старые бассейны имѣютъ общую площадь въ верхней ступени 800 кв. метр. и высоту 1

метръ, а въ нижней ступени—площадь=1600 кв. метр. и высоту=1 метръ.

Нсвые бассейны также въ 2 ступени; выдѣланы изъ кирпича на цементѣ.

Старые фильтры имѣютъ въ объемѣ 2800 кубич. метр. для очистки 141.000 ведеръ воды въ сутки. Объемъ новыхъ фильтровъ=617 кубич. метр.; они ежедневно очищаютъ 59.000 ведеръ сточной воды.

По дну бассейновъ проходятъ дренажныя трубы.

Старые фильтры загружены шлакомъ (1-я ступень) и коксомъ (2-я ступень). Верхніе фильтры имѣютъ куски крупностью отъ 12 до 100 миллям., а нижніе—отъ 3 до 25 миллим.

Новые фильтры въ обѣихъ ступеняхъ загружены коксомъ, при чемъ крупность зерна=отъ 18 до 100 миллим.

Наполняются фильтры 3 раза въ сутки.

Для наполненія требуется 1 часъ и для опораживанія—около 2 часовъ. Въ фильтрахъ вода стоитъ 2 часа. Свободнымъ отъ жидкости фильтръ стоитъ также 2 часа.

Фильтры перештыковываются 1 разъ въ годъ.

Распределеніе производится частью съ помощью самодѣйствующихъ распределителей, частью желѣзными и деревянными желобами.

Біологическая станція расположена на 11 десятинахъ, стоющихъ 120.000 рубл. Устройство станціи стоитъ около 500.000 руб.

Эксплуатація станціи, не считая процентовъ по займамъ и амортизаціи, обходится по 4 коп. за суточное ведро въ годъ.

Далѣе мы приводимъ описаніе біологической станціи въ Наубургѣ, которая по своимъ размѣрамъ представляетъ переходъ отъ городской станціи къ домовой или станціи при больницѣ, казармѣ, санаторіи и тому подобн.

На фиг. 29 изображенъ разрѣзъ и планъ біологическихъ сооружений въ г. Наубургѣ на р. Заалѣ.

Городъ имѣетъ 24.000 жителей, но біологическая станція рассчитана лишь для 10.000 жителей—а получаетъ нечистоты отъ 5.000 человекъ. Расчетъ произведенъ на потребленіе 60 литровъ воды въ сутки на жителя, а всего на 360 кубич. метровъ въ сутки.

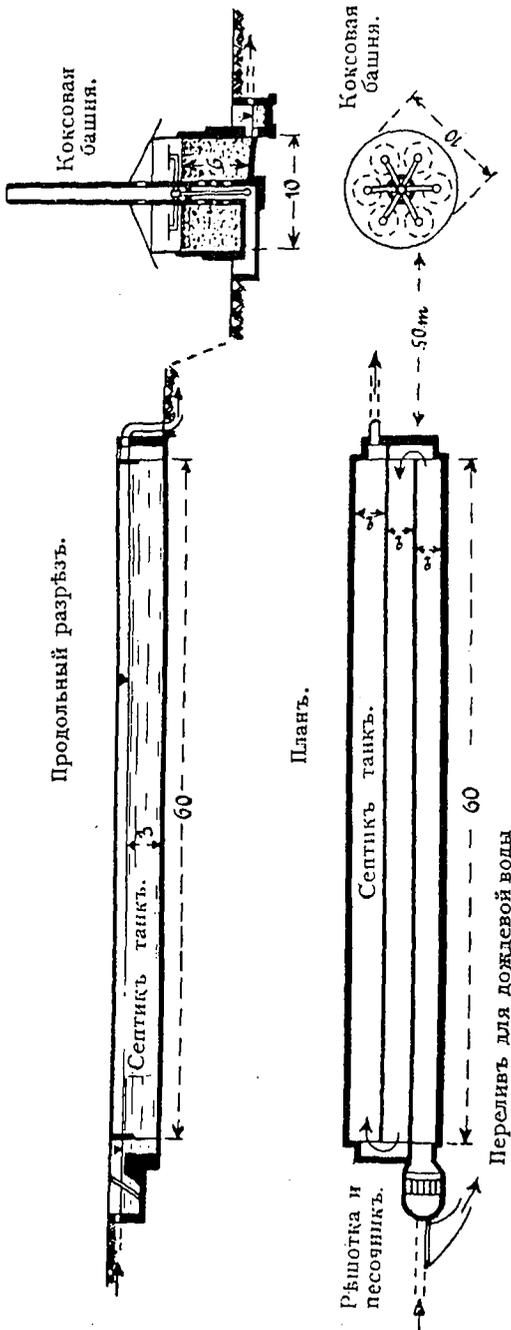
Станція устроена по системѣ Диттлеръ и состоитъ изъ септика-танка и коксовой башни.

Объемъ септика рассчитанъ на 3-хъ дневное гніеніе жидкости. Септикъ состоитъ изъ 3 отдѣленій, общій объемъ кото-

рыхъ равенъ 1080 кубич. метровъ. Длнна септика—60 метр., ширина—8,6 метра и глубина—3,8 метра. Септикъ покрытъ

кирпичными сводами. Стѣнки резервуара также кирпичныя; толщина наружныхъ стѣнъ внизу—1 метръ, вверху—0,63 метра. Внутреннія перегородки—0,30 метра.

Коксовая башня имѣеть кирпичныя стѣнки съ отверстиями для притока свѣжаго воздуха. Средняя толщина стѣнокъ—0,63 метра. Діаметръ башни—10 метр., высота—6 метровъ. Въ срединѣ башни проходитъ высокая (20 метр.) вытяжная труба для удаленія газовъ, образующихся при разложеніи органическихъ веществъ. Мѣстность біологической станціи очень благоприятна для поступленія сточной жидкости на коксовую башню самооткомъ. Прогнившая жидкость распределяется по поверхности фильтра съ помощью 6 оросителей, вращающихся отъ напора жидкости, получаемого отъ разности уровней въ септикѣ и на коксовой башнѣ. Въ зависимости отъ количества поступающей жидкости пускаютъ въ работу всѣ



Фиг. 29.

оросители или только нѣсколько.

Башня совершенно открыта по бокамъ и только сверху защищена крышей.

Такъ какъ съ біологической станціи Наубурга сточныя воды подходят по сплавной системѣ канализаціи, то передъ септиками имѣется каналъ, отводящій дождевыя воды мимо системы.

Передъ входомъ сточной воды въ септикъ имѣется небольшой отстойникъ для улавливанія песку и разныхъ тяжелыхъ предметовъ, а для задержанія плавающихъ предметовъ имѣется рѣшетка.

Устройство станціи, не считая стоимости кокса, обошлось въ 50 тыс. марокъ. А по всей совокупности стоимость станціи выразилась въ суммѣ 60.000 марокъ или 1 р. 20 к. за суточное ведро. Эксплуатація обходится 10 пфенниговъ на жителя въ годъ.

ГЛАВА XVIII.

Біологическая очистка сточныхъ водъ больницъ, санаторіевъ, казармъ, тюремъ и отдѣльныхъ домовъ.

Едвали можно себѣ представить болѣе удобную систему очистки сточныхъ водъ больницъ, санаторіевъ, казармъ, тюремъ и подобныхъ учрежденій, нежели біологическую.

При расходѣ воды въ нѣсколько сотъ ведеръ нѣтъ смысла устраивать поля орошенія.

Біологическая же станція въ подобномъ случаѣ представляетъ большія удобства. Она займетъ очень мало мѣста и можетъ быть удобно контролируема, что особенно важно въ случаѣ появленія заразныхъ болѣзней.

Обычно въ такихъ случаяхъ станцію помѣщаютъ въ замкнутомъ пространствѣ, такъ какъ небольшой и очень непостоянный расходъ воды въ жилыхъ домахъ можетъ вызвать зимою въ морозныя ночи промерзаніе фильтра, что несомнѣнно остановитъ біологическую очистку и даже закупоритъ стоянью жидкости.

Въ домахъ и учрежденіяхъ съ небольшимъ и непостояннымъ расходомъ воды можно ставить станціи въ подвальный этажъ жилого зданія и даже прямо въ подземной шахтѣ. Но въ этомъ случаѣ, какъ мы уже говорили въ гл. 16-й, необходимо принять спеціальныя мѣры для снабженія фильтровъ подобныхъ станцій свѣжимъ атмосфернымъ воздухомъ.

Кромѣ того если мы ставимъ біологическія сооруженія въ подвальномъ помѣщеніи жилого зданія, то необходимо принять всѣ мѣры къ тому, чтобы неочищенная сточная жидкость не текла нигдѣ открыто, такъ какъ при подобныхъ обстоятельствахъ можетъ появиться въ подвалѣ непріятный запахъ и могутъ размножаться массы мелкихъ мушекъ.

Чрезвычайно важно также имѣть въ подвалѣ станціи хорошую приточную и вытяжную вентиляцію, при чемъ вытяжки изъ подвала и біологическаго фильтра должны проходить сквозь всѣ этажи совершенно изолировано и ни въ какомъ случаѣ нигдѣ не соединяясь ни съ вытяжными каналами жилыхъ помѣщеній, ни съ дымовыми трубами.

Для небольшихъ станцій желательно ставить септикъ-танки объемомъ, равнымъ 2-хъ 3-хъ суточному количеству сточной жидкости.

Біологическіе фильтры должны имѣть объемъ, соответствующій не менѣе чѣмъ $1\frac{1}{2}$ суточному количеству сточныхъ водъ.

Резервуары для септикъ-танковъ и біологическихъ фильтровъ дѣлаются изъ желѣзо-бетона или котельнаго желѣза.

Въ литературѣ существуетъ много патентованныхъ системъ біологическихъ сооружений для домовыхъ станцій.

Мы ихъ не будемъ описывать, потому что патентируются обыкновенно отдѣльныя приспособленія біологическихъ сооружений, которыя хотя и имѣютъ значеніе въ дѣлѣ біологической очистки, но не первостепенное.

Если передъ выходомъ сточной жидкости на біологическіе фильтры имѣется напоръ около 1 метра, то можетъ быть поставленъ самодѣйствующій распредѣлитель.

Не слѣдуетъ ставить біологическія сооруженія въ одномъ помѣщеніи съ котлами центрального отопленія, такъ какъ въ этомъ случаѣ будетъ нарушаться правильное снабженіе фильтровъ воздухомъ.

Желательно, чтобы въ помѣщеніе станціи проходилъ дневной свѣтъ.

Септикъ-танки и біологическіе фильтры въ домовыхъ устройствахъ дѣлаются закрытыми. Изъ септикъ-танка дѣлается также вытяжка.

Біологическія станціи для учреждений, расходующихъ нѣсколько тысячъ ведеръ воды въ сутки могутъ быть устроены на усадьбѣ учрежденія въ нѣкоторомъ отдаленіи отъ жилыхъ зданій.

Въ этомъ случаѣ біологическія сооруженія могутъ быть и открытыми.

Въ Россіи въ настоящее время существуетъ уже нѣсколько десятковъ біологическихъ станцій при земскихъ больницахъ, тюрьмахъ, лѣчебницахъ для душевно-больныхъ и т. п.

Домовыя біологическія сооруженія имѣются въ Москвѣ, Кіевѣ, Одессѣ и другихъ городахъ.

Удобство ихъ заключается между прочимъ и въ томъ, что домовыя сточныя воды, будучи очищены біологически, допускаются для сброса въ городскіе дождевые водостоки.

Такъ какъ въ Москвѣ, Кіевѣ и Одессѣ существуетъ канализація только въ части города, то, ради избавленія отъ зловонныхъ и докучливыхъ выгребныхъ ямъ, многія учрежденія и частныя лица предпочитаютъ устроить въ своихъ владѣніяхъ домовыя біологическія станціи, если только имѣется по близости ихъ владѣнія городскій водостокъ или естественное русло.

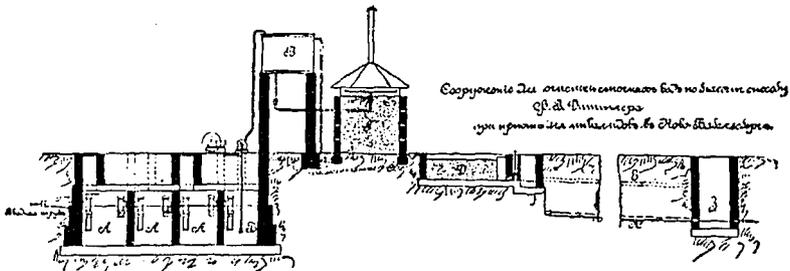
Иногда нѣсколько домовладѣльцевъ соединяются въ компанію для устройства общей станціи.

На фиг. 30 изображенъ разрѣзъ сооруженій біологической станціи по системѣ Диттлеръ въ Нео-Вабельсбергѣ.

Станція устроена при приютѣ для инвалидовъ на 100 обитателей.

Въ основу расчета положено 20 литровъ потребленія воды на каждаго обитателя.

Система состоитъ изъ 3 камеръ А септикъ-танковъ, коксовой баптии В и второго или окончательнаго окислителя Д.



Фиг. 30.

Гнилостный резервуаръ рассчитанъ на 5 суточное гниеніе и равенъ 10 кубич. метрамъ полезнаго объема. Камеры почти одинаковы по размѣрамъ.

Изъ септиковъ прогнившая жидкость поступаетъ въ нижній сборный резервуаръ Б, изъ котораго съ помощью вѣтрянаго двигателя, не показаннаго на чертежѣ, и насоса перекачивается въ верхній сборный резервуаръ В. Объемъ нижняго также какъ и верхняго резервуаровъ = 6 куб. метровъ. Изъ верхняго сбор-

наго резервуара сточная жидкость поступает под небольшим давлением во вращающийся ороситель, помещенный над фильтрующим материалом коксовой башни.

Коксовая башня стоит открыто. Через ее средину проходит дырятая вентиляционная труба; такие же трубы меньшего диаметра заложены внутри башни горизонтально. Для притока свежего воздуха в стѣнках башни имѣются отверстия. Коксовая башня имѣет в диаметръ и высоту 2 метра. Фильтрующий материал внизу имѣет в диаметръ больше дюйма, а сверху 3—5 миллиметровъ. Над башней имѣется желѣзная крыша съ вытяжной трубой.

Второй окислитель Д имѣет 1,8 метра длины, 1,4 метр. ширины и 0,80 метр. глубины; онъ вмѣщаетъ суточный объемъ очищаемой жидкости; въ немъ вода съ помощью задвижки задерживается на 2 часа и затѣмъ спускается подъ почву. Фильтрующимъ материаломъ служитъ кирпичный щебень величиною 10—20 миллиметровъ.

Передъ спускомъ подъ почву имѣется контрольный колодезь, въ которомъ, если требуется, производится дезинфекція.

Подземное орошеніе производится съ помощью керамиковой трубы длиною 12 метровъ. Эта труба снабжена отверстиями и заложена на глубинѣ 1 метра. Чтобы отверстия не засаривались, они обсыпаны промытымъ щебнемъ.

Ниже этой распределительной трубы на глубинѣ 2 метр. отъ поверхности земли заложена дренажная труба, уводящая очищенную воду изъ владѣнія. На пути этой трубы поставленъ также контрольный колодезь.

Минувшей зимой 1906/7 года благодаря сильнымъ морозамъ вода во второмъ окислителѣ замерзла и онъ временно не работалъ.

На фиг. 31 изображена біологическая станція при пріютѣ для идиотовъ въ Любенѣ.

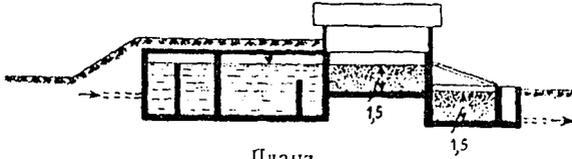
Какъ видно на чертежѣ станція состоитъ изъ септикъ-танковъ А, А, контактныхъ фильтровъ двухъ ступеней: первой ступени В, В и второй С, С. Станція пущена въ ходъ въ 1905 г.; производительность очистки—300 метр. сточныхъ водъ въ сутки отъ населенія въ 1000 человекъ. Нечистоты перекачиваются изъ сборнаго резервуара въ септики.

На фиг. 32 изображена біологическая станція на курортѣ въ Флинсбергѣ.

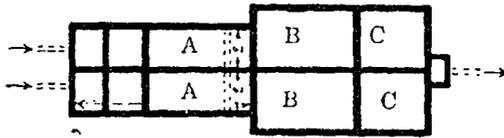
Она состоитъ изъ септика и контактныхъ фильтровъ въ 2 ступени. Станція рассчитана на очистку 200 куб. метровъ сточи.

жидкости въ день. Въ лѣтнее время станція работаетъ полной производительностью, а зимой значительно слабѣе. Станція въ ходу съ 1898 г. Размѣры показаны въ метрахъ.

Продольный разрѣзь.



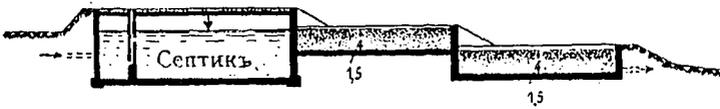
Планъ.



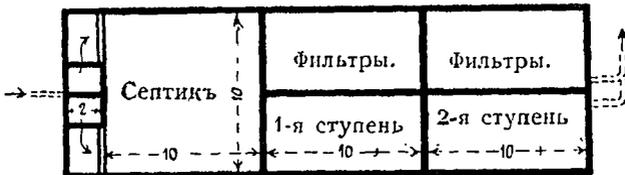
Фиг. 31.

На фиг. 33 изображена біологическая система, состоящая изъ открытаго септика, перелива жидкости съ цѣлью большаго соприкосновенія съ воздухомъ (аэратора) и открытаго непрерыв-

Разрѣзь.



Планъ.



Фиг. 32.

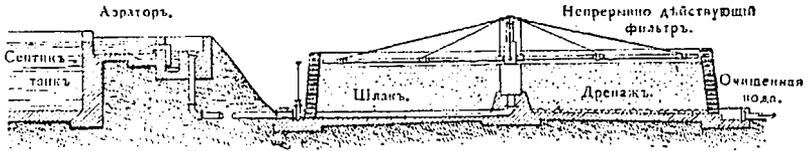
подѣйствующаго фильтра съ вращающимся распределителемъ системы Адамса.

На чертежѣ видны нѣкоторыя детали устройства.

На фиг. 34 изображенъ, поперечный разрѣзь открытаго септика и біологическаго фильтра, выдѣланныхъ безъ каменной и бетонной кладки.

Прогнившая сточная жидкость изъ септика самотекомъ поступаетъ въ распредѣлительную канаву, а изъ ней по поверхности фильтра.

Шпринклеръ Адамса.



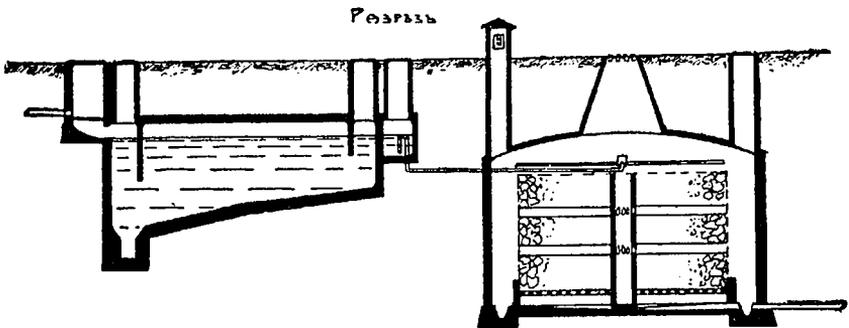
Фиг. 33.

На фиг. 35 и 36 изображена биологическая станція, состоящая изъ септика въ 2 отдѣленія и непрерывно-дѣйствующаго фильтра съ двойнымъ дномъ и вентиляціонными трубами.

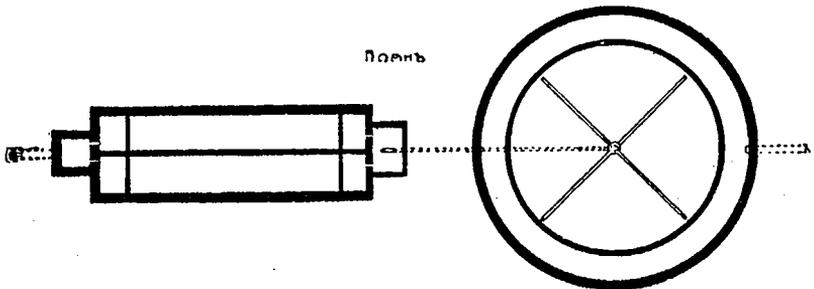


Фиг. 34.

Дну септика приданъ обратный уклонъ дабы легче осаждались взвѣшенные вещества и ради болѣе удобнаго удаленія осадка.



Фиг. 35.



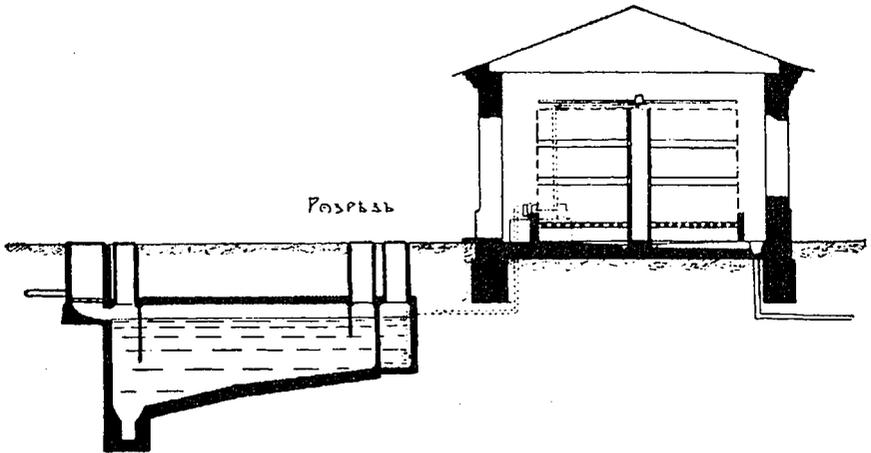
Фиг. 36.

Фильтръ перекрытъ сводомъ и находится въ подземной камерѣ

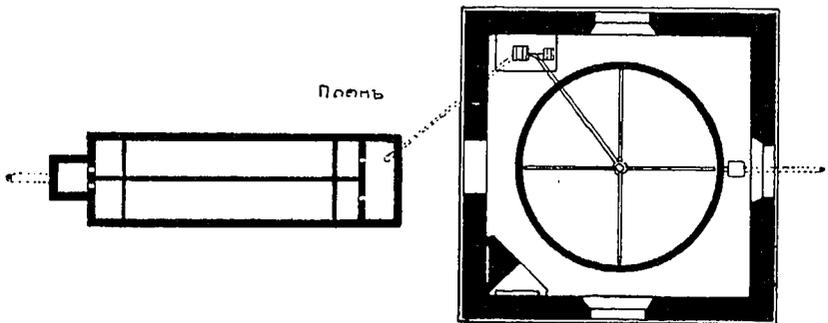
Для снабженія фильтра свѣжимъ воздухомъ и удаленія газообразныхъ продуктовъ разложенія органическихъ загрязненій имѣются вентиляціонныя трубы.

Сточная жидкость изъ септика на фильтръ поступаетъ самотокомъ.

На фиг. 37 и 38¹⁾ изображено такое же устройство съ той лишь разницей, что біологическій фильтръ помещенъ надъ землей и поэтому сточную жидкость необходимо изъ септика перекачивать на фильтръ насосомъ.



Фиг. 37.



Фиг. 38.

Тамъ, гдѣ есть электрическій токъ, эта работа легко выполняется съ помощью насоса, приводимаго въ дѣйствіе небольшимъ электромоторомъ.

Перекачка можетъ производиться періодически. При этомъ

¹⁾ Этотъ рисунокъ и предыдущій взяты нами изъ брошюры А. Д. Ивалова „Очистка сточныхъ водъ біологическимъ, механическимъ и химическимъ способами“. Они представляютъ изъ себя типы станцій, выработанныхъ путемъ улучшеній и измѣненій системы „Диттлеръ“.

пускъ насоса въ ходъ и остановка производится съ помощью автоматическаго включателя, имѣющагося на рынкѣ.

Биологическія станціи для небольшого расхода устраиваются также и безъ септикъ-танка.

Въ этомъ случаѣ для предварительной обработки сточной жидкости употребляютъ пластинчатый окислитель, какъ нами уже было описано въ гл. 12.

Пластинчатый окислитель при такомъ устройствѣ играетъ роль септикъ-танка, какъ бы разрѣзаннаго нѣсколькими горизонтальными плоскостями.

Но существенной разницей пластинчатого окислителя отъ септикъ-танка является преобладаніе аэробнаго процесса надъ анаэробнымъ.

Съ пластинчатого окислителя сточная жидкость поступаетъ на биологическіе фильтры той или другой системы.

ГЛАВА XIX.

Опытныя біологическія станціи въ Москвѣ и Мадленѣ.

Для полноты представленія о біологическихъ станціяхъ позволимъ себѣ привести описаніе опытныхъ станцій въ Москвѣ и Мадленѣ, близъ Лиля во Франціи.

Опытная станція для біологической очистки городскихъ канализационныхъ водъ въ Москвѣ построена на поляхъ орошенія въ 1905 г.

Станція рассчитана на очистку 50.000 ведеръ сточной жидкости въ сутки.

Станція состоитъ изъ двухъ группъ періодическихъ фильтровъ и одного непрерывно-дѣйствующаго.

Одна группа періодическихъ фильтровъ пользуется водою, проходящею черезъ септикъ-танкъ, а другая—водою, проходящею черезъ отстойный бассейнъ. Непрерывно-дѣйствующій фильтръ также соединенъ съ отстойнымъ бассейномъ и съ септикъ-танкомъ.

Септикъ-танкъ состоитъ изъ 2-хъ осадочныхъ отдѣленій, каждое изъ которыхъ имѣетъ въ длину 5,02 саж. въ ширину—0,79 саж.; средняя глубина 1,67 саж.; объемъ—6,63 куб. саж. изъ главнаго, отдѣленія, имѣющаго въ длину—14,89 саж., въ ширину—2 саж.; средняя глубина—1,52 саж.; объемъ—45,27 куб. саж.; полезный объемъ—37,25 куб. саж.; изъ сборнаго отдѣленія, имѣющаго въ длину 20,53 саж., въ ширину—0,79

саж.; средняя глубина 1,51 саж.; объем—24,49 куб. саж.; полезный объем—20,21 куб. саж.

Осадочный бассейн расположен на противоположной стороне от септик-танка. Он состоит из осадочного отделения и сборного. Осадочное отделение имеет в длину 9,67 саж., в ширину—1.0 саж. и в глубину 1,24 саж., объем бассейна—12.00 куб. саж., а полезный объем—9,86 кубич. сажень.

Сборное отделение имеет в длину 13.01 саж., в ширину—2.0 саж. и в глубину 0,31 саж. Объем бассейна—8.03 куб. саж., а полезный объем—5.44 куб. саж.

Контактные фильтры группы септик-танка имеют размеры: в верхней ступени № 1 и № 2 в длину 4.01 саж., в ширину—3,50 саж., в высоту 1.02 саж. Объем бассейна—14,32 куб. саж.; объем, занятый фильтрующим материалом—9,91 куб. саж. Площадь фильтра за вычетом колодца—13,80 кв. саж. Полезный объем—10,32 куб. саж.

Третий фильтр немного меньше и имеет объем, занятый фильтрующим материалом—9,83 куб. саж.

Нижняя ступень имеет 4 фильтра почти одинакового размера, а именно в длину 7,46 саж., в ширину—2,58 саж. и в высоту—0,78 саж. Объем резервуара—14,82 куб. саж. Площадь фильтра—19.00 квадрат. саж.; объем занятый фильтрующим материалом—10,45 куб. саж. Полезный объем—11,02 куб. саж.

Группа фильтров при осадочном бассейне состоит из 3 контактных фильтров верхней ступени и 4—нижней. почти тех же размеров, что и только-что описанные.

Главный фильтрующий материал—шлак, и 2 фильтра загружены коксом.

Фильтры третьей ступени имеют размеры: в длину—3 саж., в ширину—2,34, высотой—0,55 саж. Объем бассейна внутри—3,86 куб. саж. Площадь фильтра—7,02 кв. саж. Объем фильтрующего материала—2,53 куб. саж. Полезный объем—2,57 куб. саж. Один такой фильтр загружен высквами шлаков, а другой—песком.

Эти 2 добавочных фильтра работают в системе септика-танка, и еще 2 подобных фильтра немного больших размеров работают в системе осадочного бассейна.

Безпрерывно-действующий фильтр прямоугольный; объем фильтрующего материала—24, 30 куб. саж.

Кокс доставлялся на биологическую станцию отсортированный и отсыянный. Всего доставлено 9269,25 пуд. В дфло уложено 22,03 куб. саж.

На 1 куб. саж. фильтрующего материала израсходовано 420,8 пудовъ кокса.

Расходы по приобретению, грохочению и загрузкѣ кокса выразились въ суммѣ 2500 р. 21 к. что даетъ на 1 куб. саж. полезного объема фильтра—108 руб. 94 коп.

Шлаки отъ топокъ паровыхъ котловъ доставлялись уже отсѣянные отъ мелочи мельче 5 миллим. Всего шлаковъ было приобретено 111.169 пудовъ.

При грохоченіи и отсѣваніи шлаковъ утратилось 5,1% и получилось высѣвокъ 12,2%.

Вѣсъ шлака крупностью 10—3 миллим. въ среднемъ 533 пуда въ куб. с. Употреблено въ дѣло 91869 пуд. шлаковъ. Общій расходъ на заготовку и нагрузку ихъ выразился въ суммѣ—16,181 р. 75 к. Песокъ и гравій добывались на мѣстѣ.

Общая стоимость станцій:

Устройство сооружений	30505 р. 34 к.
Фильтрующий матеріаль и загрузка	18978 р. 09 к.
Распределительные желоба, деревянные покры- тія и разныя мелкія работы	1870 р. 49 к.
Устройство зданія для химической и бактерио- логической лабораторіи	6066 р. 96 к.
Устройство водопровода и канализациі	811 р. 82 к.
Часть технического надзора	205 р. 23 к.
На покрытие сооружений	1675 р. 19 к.
Итого	60112 р. 12 к.

Общая площадь, занятая опытной біологической станціей—1200 кв. саж.; поля орошенія при ней—815,77 кв. саж.

Расходъ по эксплуатаціи за первый годъ выразился въ суммѣ 3712 р. 67 к., изъ которыхъ пошло

1) на личный составъ низшихъ служащихъ	2244 р. 09 к.
2) на ремонтъ и содержаніе сооружений	135 р. 73 к.
3) на перештыковку непрерывнодѣйствующаго фильтра	9 р. 20 к.
4) покрытіе фильтровъ на зиму	883 р. 87 к.
5) снятіе покрытій	53 р. 44 к.
6) удаленіе осадка	386 р. 44 к.

Отчетъ комиссіи по производству опытовъ вышелъ въ началѣ 1907 г. ¹⁾.

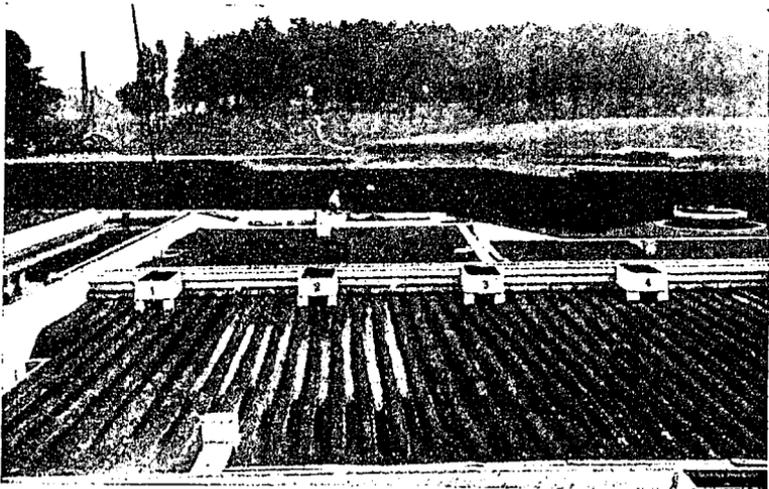
¹⁾ Матеріалы къ Отчету, вышедшіе поздиѣ, еще болѣе подтверждаютъ примѣнимость біологическаго метода въ нашемъ климатѣ.

Съ того времени работы біологической опытной станціи продолжалась.

Между прочимъ были установлены непрерывнодѣйствующій фильтръ съ распределителемъ Фидіана; были установлены фильтры изъ гончарныхъ обожженныхъ трубъ и т. под.

Опыты дали настолько благоприятные для біологической очистки результаты, что въ ближайшемъ будущемъ устраивается опытная станція для біологической очистки 500.000 ведеръ сточной жидкости въ сутки.

На фиг. 39 изображенъ видъ опытной біологической станціи въ Маделенѣ.



Фиг. 39.

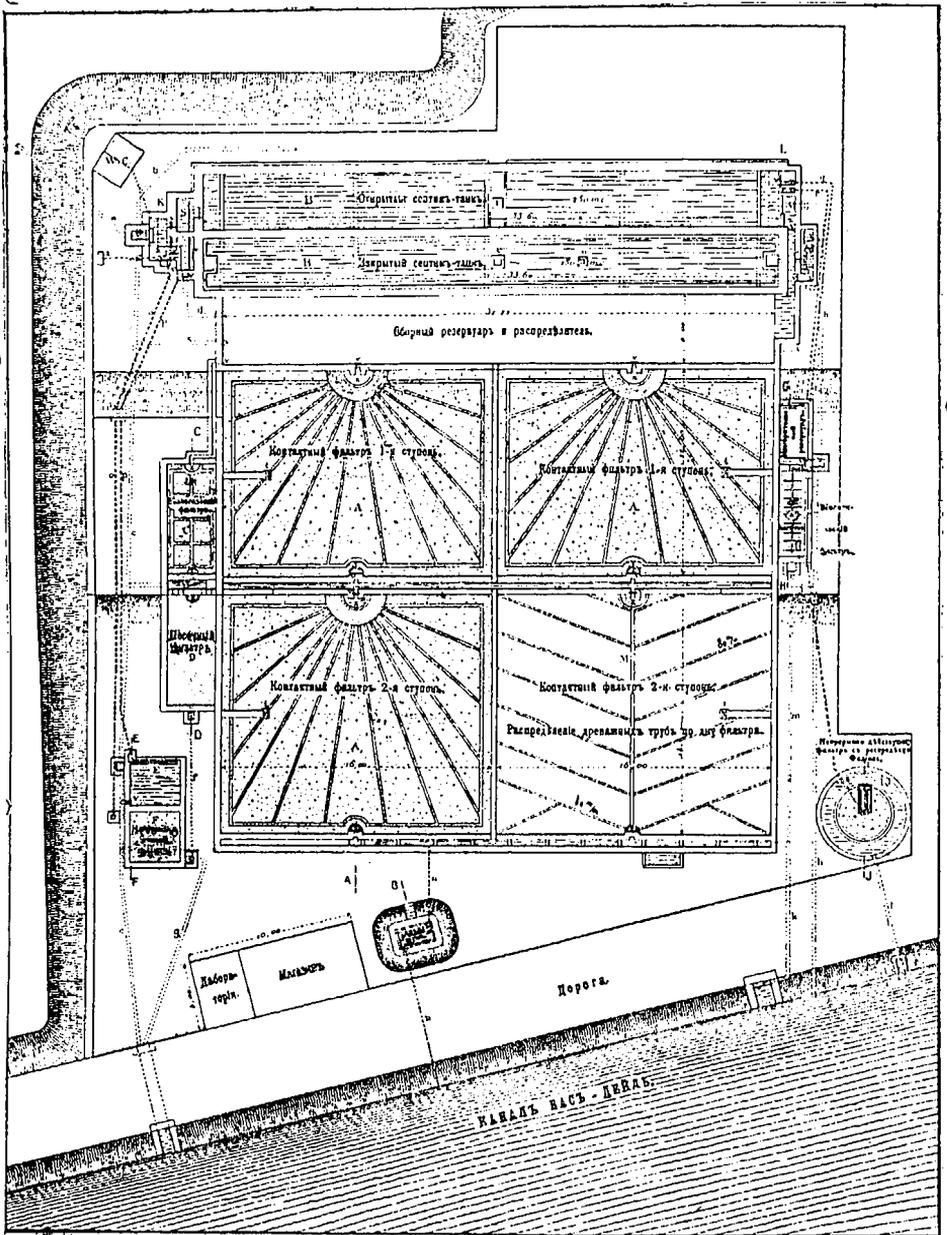
На первомъ планѣ видѣнъ непрерывнодѣйствующій фильтръ съ періодическимъ напускомъ сточной жидкости изъ септиковъ съ помощью 6 сифонмъ, обозначенныхъ на рисункѣ цифрами 1, 2, 3, 4... Сифоны извергаютъ жидкость на фильтръ каждыя 10 минутъ въ теченіе 50 секундъ.

Площадь всего фильтра—400 квадр. метровъ.

Распределительные желобки выдѣланы на фильтрѣ изъ фильтрующаго матеріала. Ихъ 54; каждый по 14 метровъ длины.

Въ 1 часъ на фильтръ поступаетъ 21,600 куб. метровъ сточной жидкости.

Рядомъ съ непрерывнодѣйствующими фильтрами видны контактные фильтры въ 2 ступени.



Фиг. 40.

Планъ биологическихъ сооруженийъ опытной станціи въ Маделень.

Въ сторонѣ сзади контактныхъ фильтровъ видѣтъ непрерывнодѣйствующій фильтръ съ распределителемъ Фидіана.

Сточная вода изъ септика идетъ по распределительному каналу pp', изъ котораго поступаетъ въ 6 автоматически опоражниваемыхъ сифоновъ системы Дюльтона. На фиг. 24 изображенъ разрѣзь этого аппарата и распределительнаго канала.

Сифонные резервуары выдѣланы изъ котельнаго желѣза. Объемъ каждаго изъ нихъ равенъ 600 литрамъ (19 ведрамъ).

Какъ только резервуаръ наполнится жидкостью, на что требуется примѣрно 10 минутъ, вода извергается изъ него въ теченіе 50 секундъ съ помощью сифона S. Вся вода черезъ трубочку С попадаетъ въ распределительный каналъ D, изъ котораго она распределяется по желобкамъ, выдѣланнымъ на поверхности фильтра. Размѣры поставлены на рисунокѣ въ метрахъ. Числа въ скобкахъ обозначаютъ вертикальныя невелиринныя отмѣтки.

Каждый сифонъ имѣетъ 9 бороздъ по 14 метр. длины каждая, распределенныхъ на $\frac{1}{6}$ фильтра, имѣющаго 400 квадрат. метровъ.

Описание опытной станціи въ Мадленѣ.

- A. — Біологическіе фильтры періодическаго дѣйствія въ работѣ.
- B. — Септикъ-танки.
- C. — Маленькій біологическій фильтръ для опытовъ.
- D. — Песчаный біологическій фильтръ.
- JJ. — Измѣренный резервуаръ для взятія образцовъ сточной воды, вышедшей изъ септикъ-танка.
- F. — Контактный фильтръ для опытовъ съ неочищенной сточной водой.
- KK. — Измѣренный резервуаръ для взятія образцовъ сточной воды, прошедшей септикъ-танки.
- I. — Непрерывно-дѣйствующій маленький фильтръ съ автоматически дѣйствующимъ сифономъ.
- JJ. — Непрерывнодѣйствующій фильтръ съ распределителемъ Фидіана.
- Y. — Регуляторъ для впуска сточной воды въ септикъ-танкъ.
- XX'. — Задвижки для регулированія выпуска сточной воды изъ септикъ-танка.
- MM. — Видъ непрерывнодѣйствующаго фильтра.
- LL. — Видъ контактнаго фильтра съ показаніемъ радіальныхъ распределительныхъ канавокъ.
- LL'. — Видъ того же фильтра 2-й ступени съ показаніемъ распределенія дренажныхъ трубъ.
- S. — Песочная камера (песочникъ).

- a.—Труба, ведущая сточныя воды въ септикъ-танкъ.
- b.—Труба, ведущая сточныя воды къ резервуарамъ для химической очистки.
- c.—Труба, идущая отъ переливныхъ трубъ, имѣющихся на случай переполненія.
- d.—Труба, ведущая неочищенныя сточныя воды прямо въ каналъ Базъ-Дейль.
- e.—Переливная труба распределительнаго резервуара.
- g.—Выпускъ очищенныхъ водъ.
- h.—Переливная труба изъ септикъ-танка.
- j.—Выпускъ очищенной воды изъ контактнаго фильтра первой ступени.
- mz.—Выпускъ очищенной сточной воды изъ обоихъ контактныхъ фильтровъ.
- l.—Выпускъ очищенной воды изъ фильтра съ распределителемъ Фидіана.
- u.—Труба, ведущая очищенную сточную воду въ акваріумъ.
- u'.—Переливная труба акваріума.
- uu'.—Разводной каналъ.
- r.—Труба, ведущая неочищенную сточную воду въ измѣренный резервуаръ для взятія образцовъ.
- q.—Труба, ведущая сточную воду изъ септикъ-танка въ измѣренный резервуаръ.
- g.—Труба, ведущая сточную воду изъ септикъ-танка на маленькій біологическій фильтръ съ сифономъ h.
- s.—Труба, ведущая сточную воду изъ септикъ-танка къ фильтру съ распределителемъ Фидіана.
- t.—Термометры для измѣренія температуры въ септикъ-танкѣ и біологическихъ фильтрахъ.
- u.—выходъ газа изъ септикъ-танка.
- v.—задвижки.
- x.—выпускъ сточной воды на контактный фильтръ 1-й ступени.

Приведемъ нѣкоторыя соображенія по поводу біологической очистки сточныхъ водъ нѣкоторыхъ русскихъ городовъ.

Москва.

Опасность появленія холеры минувшей осенью снова выдвигаетъ вопросъ объ оздоровленіи окраинъ города и объ устройствѣ канализаціи 2-й очереди.

При обсужденіи этого вопроса неизбежно приходится считаться съ примѣненіемъ метода искусственной біологической очистки. И если тѣмъ не менѣ проектировать поля орошенія то от-

казь отъ біологической очистки долженъ быть во всякомъ случаѣ солидно мотивированъ.

По отчетамъ Москов. Город. Управы городскія канализаціонныя воды столицы содержатъ въ 1 литрѣ около 600 миллиграммовъ нерастворимыхъ взвѣшенныхъ веществъ. Въ этомъ отношеніи къ московской водѣ подходятъ воды англійскихъ городовъ (Бирмингамъ—686, Лидсъ—600, Манчестеръ—458, Лондонъ—424). Воды большинства нѣмецкихъ городовъ менѣе загрязнены нерастворимыми взвѣщенными веществами (Висбаденъ—74, Гамбургъ—229, Ганноверъ—302, Кельнъ—303, Фрейбургъ—350, Бреславль—404; но Галле—1016 и Франкфуртъ на М.—1390).

Растворимыхъ загрязненій въ московской сточной водѣ до 1000 миллиграмм.—также больше многихъ нѣмецкихъ городовъ. Органическихъ веществъ въ нерастворимыхъ загрязненіяхъ до 500 миллгр. и въ растворимыхъ—такое же количество.

Такъ какъ въ Москвѣ раздѣльная система канализаціи, т. е. въ канализаціонныя трубы не попадаютъ дождевыя воды, стекающія съ поверхности улицъ (онѣ идутъ по самостоятельной системѣ водостоковъ прямо въ Москву-рѣку), то въ канализаціонной водѣ содержится мало песка и различныхъ тяжелыхъ предметовъ.

Количество бактерій въ московской канализаціонной водѣ отъ 1 милл. до 15 милл. въ 1 кубич. сантиметрѣ. Въ западноевропейскихъ сточныхъ водахъ число микроорганизмовъ колеблется отъ 1½ милл. до 15 милл. и болѣе.

Московская канализація дѣйствуетъ около 10 лѣтъ и въ настоящее время обслуживаетъ около половины населенія г. Москвы, по преимуществу въ центральной части города.

Обезвреживаніе московскихъ канализаціонныхъ водъ производится на поляхъ орошенія, площадь которыхъ, какъ мы знаемъ, равна 1089,6 десятинамъ. Изъ этой площади въ 1905 г. дѣйствительно орошалось 701,3 десятины.

Ежедневно въ 1903 г. на поля орошенія изъ московской канализаціи поступало въ среднемъ 3.250.000 ведеръ сточной воды; въ это время канализированный районъ имѣлъ населеніе 340.000 человекъ.

Эти воды несли въ себѣ ежедневно:

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1) взвѣшенныхъ твердыхъ веществъ | |
| органическаго характера | 1374 пуд. |
| минеральнаго " | 256 " |
| 2) Всѣхъ растворим. въ водѣ веществъ | 1770 " |

Въ этихъ веществахъ находится много, выраженнаго въ формѣ

поваренной соли	610 пуд.
сѣрной кислоты	250 ”
фосфорной кислоты	44 ”
органическаго азота, если выразить его въ формѣ бѣлковъ	208 ”
аммиака	255 ”
азотной кислоты	11 ”

Въ настоящее время московская канализація несетъ сточныя воды отъ населенія болѣе 400.000 человекъ въ количествѣ болѣе 4 милл. вед. въ сутки.

Когда закончится присоединеніе владѣній къ канализаціи 1-й очереди, то она будетъ обслуживать населеніе болѣе чѣмъ въ полмилліона человекъ. Если не считаться съ приростомъ населенія, то при устройствѣ канализаціи второй очереди для населенія г. Москвы безъ пригородовъ пришлось бы имѣть дѣло со сточными водами примѣрно отъ 700.000 человекъ.

Такъ какъ въ сѣть 2-й очереди войдутъ больше фабрикъ и заводовъ, чѣмъ это имѣло мѣсто при 1-й очереди, то количество сточныхъ водъ во второй очереди канализаціи будетъ не просто пропорціонально больше.

Въ настоящее время канализація 1-й очереди г. Москвы несетъ на каждого жителя, включая фабричныя и банныя воды, примѣрно 9 ведеръ сточной жидкости въ сутки.

Если прибавить сюда еще 1 милл. добавочныхъ фабричныхъ сточныхъ водъ, то мы получимъ для 2-й очереди канализаціи г. Москвы, не включая пригородовъ, съ запасомъ 8 милл. ведеръ въ сутки.

Проектъ 2-й очереди канализаціи, составленный городскими инженерами, охватываетъ всю еще неканализованную часть Москвы, по преимуществу за чертой Садовой съ пригородамъ.

Населеніе въ этой части Москвы исчислялось съ большимъ запасомъ въ 1.667.465 человекъ и въ 492.800 человекъ для пригородовъ. Всего сточныхъ водъ по этому проекту исчислено для второй очереди 22.460.000 ведеръ въ сутки.

Всѣ эти нечистоты предположено перекачивать на новыя поля орошенія площадью въ 3670 десятинъ, расположенныя въ Бронницкомъ уѣздѣ, на разстояніи 20 верстъ отъ Покровской заставы.

По исчисленію городскихъ инженеровъ на постройку 2-й сѣти канализаціи потребуется 46.600.000 рублей.

Проектъ этотъ составленъ съ большимъ запасомъ для населенія, которое можетъ возрасти до расчетнаго количества лишь черезъ нѣсколько десятковъ лѣтъ.

Осуществленіе его по финансовымъ соображеніямъ едва ли возможно даже въ теченіе ближайшаго десятка лѣтъ.

А между тѣмъ санитарное благоустройство окраинъ столицы безусловно необходимо.

Слѣдовательно сама жизнь требуетъ отказаться отъ непосильной задачи и выдвинуть что болѣе осуществимое.

Кромѣ того проектъ встрѣтилъ много возраженій со стороны совѣщанія инженеровъ и свѣдущихъ лицъ. собраннаго Моск. Гор. Упр. по этому поводу.

Если принять систему очистки сточныхъ водъ 2-й очереди канализаціи г. Москвы съ помощью полей орошенія, но ограничиться лишь чертой города въ предѣлахъ Камеръ-Коллежскаго вала и населеніемъ, существующимъ въ настоящее время въ этомъ районѣ, то стоимость канализаціи 2-й очереди значительно понизится.

Канализація 1-й очереди вмѣстѣ съ полями орошенія по отчетамъ Московской Городской Управы обошлась по 28 руб. 50 коп. на жителя канализованнаго района.

Ввиду вздорожанія земель, рабочихъ рукъ и всѣхъ строительныхъ матеріаловъ цѣну эту для канализаціи 2-й очереди необходимо увеличить по крайней мѣрѣ на 25%.

Если принять населеніе второй очереди безъ пригородовъ въ 700.000 человекъ, то осуществленіе проекта удаленія сточныхъ водъ второй очереди и обезвреживанія ихъ на поляхъ орошенія должно обойтись примѣрно въ 700.000×35 р. 63 к. = 24.941.000 руб.

Въ указанномъ совѣщаніи при Моск. Гор. Упр. былъ высказанъ городскимъ инженерамъ между прочимъ справедливый упрекъ въ томъ, что они признали за единственный способъ очистки нечистотъ—поля орошенія, „между тѣмъ можно было бы призвать на помощь биологической способъ“.

Въ „Отчетѣ Комиссіи по производству опытовъ биологической очистки сточныхъ водъ на поляхъ орошенія г. Москвы“ составители его приводятъ соображенія, по которымъ стоимость биологической очистки сточныхъ водъ 2-й очереди канализаціи будетъ ниже исчисленной городскими инженерами для системы очистки съ помощью полей орошенія примѣрно на 40%.

Если попытаться схематически представить себѣ систему искусственной биологической очистки для сточныхъ водъ 2-й очереди, то мы получимъ слѣдующую картину.

Будемъ вести наши исчисленія на 8 милл. ведеръ суточного расхода.

Далѣе, возьмемъ систему биологической очистки съ предварительной обработкой сточной жидкости и съ окончательной очист-

кой фильтра, прошедшего биологические фильтры, подобно тому как устроено в самое последнее время в Вильмерсдорфе. Это будет богатое задание.

Нам нужно будет очистить ежедневно 100.000 кубич. метров сточной жидкости.

Для предварительной очистки при системѣ осадочных бассейновъ можно имѣть резервуаровъ общаго объема 25.000 куб. метр. и менѣе.

При системѣ септикъ-танковъ—до 50.000 куб. метровъ.

Фильтры всего выгоднѣе устраивать непрерывнодѣйствующіе.

Если принять размѣръ и производительность фильтровъ Вильмерсдорфа, то потребуется имѣть 250 фильтровъ по 20 метр. средняго діаметра и 2,5 метр. высоты.

Можетъ быть было бы выгоднѣе дать фильтрамъ большую высоту и уменьшить діаметръ, но это уже конструктивная частности.

Изъ биологическихъ фильтровъ, которые могутъ быть разставлены въ 16 рядовъ по 16 фильтровъ въ ряду или какъ-нибудь иначе, сточная жидкость будетъ поступать на окончательные очистители. Объемъ этихъ дополнительныхъ сооруженийъ будетъ равенъ 25.000 куб. метровъ.

Всѣ эти сооружения займутъ площадь примѣрно въ 50 десятинъ.

Для обезвреживанія осадка потребуется при зарываніи въ землю до 75 десятинъ. Прибавимъ сюда 5 десятинъ на постройки и вообще на усадьбу. Тогда получимъ, что при обезвреживаніи осадка въ землѣ необходимо будетъ имѣть для станціи 130 десятинъ земли. Если же для переработки осадка поставить особые резервуары или употреблять для предварительной обработки сточной жидкости пластинчатые окислители Дибдина, то можно будетъ ограничиться 65 десятинами земли для всей биологической станціи для очищенія 8 милл. ведеръ сточной жидкости при довольно свободномъ размѣщеніи.

Стоимость биологической станціи въ Москвѣ, переводя ее на стоимость 1 ведра очищаемой въ сутки сточной жидкости, будетъ значительно ниже, нежели въ Вильмерсдорфѣ, такъ какъ тамъ станція рассчитана и на ливневые воды.

Если мы примемъ во вниманіе также и то обстоятельство, что въ Россіи, не смотря на болѣе дешевыя рабочія руки, стоимость техническихъ устройствъ обходится дороже, то намъ немного придется понизить стоимость устройства Вильмерсдорфа.

Принявъ для Москвы съ большимъ запасомъ стоимость устройства биологической станціи съ землей, но безъ перекачки

и не включая городскую канализационную сеть по 1 р. 50 коп., мы получим стоимость биологической станции в 12 милл. руб.

Что эта оценка не гадательна, можно видеть из данных стоимости биологических устройств за границей, приведенных выше.

Затем при описании опытной биологической станции на полях орошения Московской канализации мы привели также данные стоимости фильтрующих материалов и работ по устройству биологической станции, которые также подтверждают, что наша оценка больше или меньше близка к действительности.

Стоимость эксплуатации в Вильмерсдорфе равна 10 коп. на жителя в год или 1,2 коп. за годовое ведро сточной жидкости.

По этому расчету эксплуатация предполагаемой станции 2-й очереди г. Москвы будет стоить примерно 90 тыс. рублей.

Конечно в наши схематические расчеты нужно внести много поправок, но общая картина от этого не изменится.

Преимущества биологической станции перед полями орошения для г. Москвы очень велики и разнообразны.

Прежде всего не потребуются огромной земельной площади. Затем незачем будет проводить длинные загородные трубопроводы, стоящие очень дорого.

Ведь биологическую станцию можно поставить в черте города или во всяком случае в непосредственной близости.

Как на всякой крупной фабрике, на биологической станции при целесообразном распределении различных сооружений и приборов можно очень выгодно сконцентрировать все производство на небольшой площади, придав всему ведению дела возможно больше надежный и правильный автоматизм.

Это страшно облегчит и удешевит эксплуатацию станции.

Во время эпидемий дезинфекция может производиться с большим контролем, так как очищенный продукт не проникает в почву, а уходит весь на глазах по трубопроводам.

Конечно при полях орошения ничего подобного сказать нельзя, так как приходится иметь дело с обширной площадью (в данном случае в 2 — 2½ тысячи десятин).

Контроль за степенью очистки на биологических фильтрах больше доступен и надежен.

Не нужно иметь вынужденной, плохо координируемой с санитарными задачами очистки сельскохозяйственной культуры.

Однако это не мешает пользоваться водой, очищенной биологически для орошения, если местные условия благоприятны для этого.

Выгоды такого орошенія неоспоримы, потому что мы имѣемъ въ этомъ случаѣ азотистыя вещества уже переработанными въ соединеніи азотистой и азотной кислоты, т. е. какъ разъ тѣ соли, которыя легко усваиваются растительностью.

Кромѣ того сточная вода освобождена отъ взвѣшенныхъ веществъ, которыя представляютъ для полей орошенія прямо бѣдствіе, такъ какъ закупориваютъ поры между фильтрующими частицами почвы.

Принимая во вниманіе всѣ выгоды концентраціи производства очистки сточныхъ водъ на біологическихъ фильтрахъ, стоитъ ли прибѣгать къ обширнымъ площадямъ полей орошенія, которыя для Москвы находятся на разстояніи 25 верстъ отъ столицы и стоимость которыхъ возрастетъ вдвое, какъ только будетъ извѣстно ихъ владѣльцамъ, что земли эти необходимы для г. Москвы.

Г. Кіевъ въ настоящее время имѣетъ канализацію, обслуживающую лишь часть населенія.

По отчету Общества Канализаціи за 1905 г. сточныя канализаціонныя воды до 1 милл. ведеръ въ сутки перекачиваются на поля орошенія, площадью болѣе 300 десятинъ.

По отзывамъ Кіевской Городской Управы водное хозяйство на поляхъ ведется отвратительно.

Стоимость эксплуатаціи канализаціи и полей орошенія за 1905 г. выразилась въ суммѣ 90.000 руб.; $\frac{2}{3}$ этой суммы уходитъ на перекачку.

Въ настоящее время передъ городомъ стоитъ задача о расширеніи канализаціи.

Въ случаѣ примѣненія біологической очистки не будетъ необходимости перекачивать прибавочный миллионъ ведеръ въ сутки, такъ какъ по условіямъ мѣстности главный коллекторъ можно провести вдоль берега Днѣпра до желѣзнодорожнаго моста, гдѣ на пескахъ, принадлежащихъ городу, можно было бы устроить біологическую станцію.

Если даже устроить окончательную фильтрацію черезъ песчаные фильтры, все же для біологической станціи потребуется не болѣе 27 десятинъ. Часть этого участка пришлось бы подсыпать на 3 $\frac{1}{2}$ арш.

Слѣдовательно подъ біологическую станцію потребуется до 5 десятинъ земли, изъ которыхъ лишь 2 десятины придется подсыпать и спланировать подъ фильтры и служебныя зданія до уровня, не заливаемаго внешними водами.

Для окончательной фильтраціи можно спланировать и дренировать до 12 десятинъ естественныхъ песковъ.

Если прибавить еще около 10 десятинъ для обезвреживанія ила, то станція первой очереди на 1 миллионъ ведеръ суточного количества канализационныхъ водъ займетъ не болѣе 27 десятинъ земли.

Что касается стоимости устройства биологической станціи для г. Кіева, то по нашимъ предварительнымъ подсчетамъ при вышеуказанныхъ условіяхъ, не считая городской канализационной сѣти и стоимости земли, которая принадлежитъ городу, станція должна обойтись около 1 миллиона рублей.

Эксплуатация биологической станціи со включеніемъ процентовъ на затраченный капиталъ и амортизацию, но не включая содержанія канализационной сѣти достигнетъ по примѣрнымъ подсчетамъ 25.000 рубл. въ годъ.

Въ Нижнемъ-Новгородѣ при населеніи въ 150 тыс. жителей по проекту проф. Чицова предполагается сплавлять до 1.000.000 ведеръ сточной жидкости въ Волгу съ предварительнымъ освѣтленіемъ. Эта предварительная операція должна удалить всѣ взвѣшенные вещества.

Смѣта канализациіи 1-й очереди—849.275 рубл. Ежегодный платежъ по займу въ 850.000—5% и $\frac{1}{2}$ % погашенія.

Вся постройка съ финансовыми операціями обойдется въ 1.168.000 рублей.

И въ данномъ случаѣ было бы рациональнѣе, а съ санитарной точки зрѣнія безусловно лучше построить станцію биологической очистки съ предварительной обработкой сточной жидкости съ цѣлью удаленія взвѣшенныхъ веществъ.

Въ такомъ же положеніи находятся всѣ большіе поволжскіе города, спускающіе свои сточныя воды въ р. Волгу.

Вѣдь мы знаемъ, что холера, которая стала послѣдніе годы обычной посѣтительницей нашихъ городовъ, передвигается по Волгѣ какъ по главному магистральному пути.

Отъ санитарнаго благоустройства Астрахани, Саратова, Сызрани, Самары и другихъ поволжскихъ городовъ зависитъ судьба дальнѣйшаго распространенія холеры по Европейской Россіи и даже проникновеніе ея въ Западную Европу.

Если правительство имѣло возможность затратить миллионы рублей въ 1896 г. на благоустройство промышленной выставки и г. Нижняго, при чемъ съ правительственной помощью былъ построенъ театръ, электрической трамвай, то насколько же важнѣе оздоровленіе Поволжья въ интересахъ не только населенія Россіи, но и всего челоувѣчества.

Несомнѣнно, что для устройства канализаціи и обезвреживанія сточныхъ водъ поволжскихъ городовъ необходимы, если не во всей суммѣ, то во всякомъ случаѣ въ большей части, государственныя средства.

Петербургъ по своимъ топографическимъ условіямъ представляетъ очень неблагоприятную задачу для проектированія полей орошенія, между тѣмъ какъ біологическій методъ вполне примѣнимъ для нашей столицы, при чемъ сообразно мѣстнымъ условіямъ можно было бы свести городскія сточныя воды къ нѣсколькимъ біологическимъ станціямъ.

ГЛАВА XX.

Дезинфекція сточныхъ водъ.

Если говорятъ объ опасности городскихъ сточныхъ водъ въ санитарномъ отношеніи, то имѣютъ въ виду содержащихся въ нихъ патогенныхъ бактерій.

Большая часть населенія сточныхъ водъ безвредна для человѣка.

Мы уже знаемъ, что въ фильтрованной рѣчной водѣ содержатся 1—2 сотни бактерій и болѣе, которыхъ мы потребляемъ совершенно безнаказанно.

Патогенныя бактеріи попадаютъ въ сточныя воды вмѣстѣ съ отбросами больныхъ.

Возможность заразы черезъ сточныя воды при извѣстной осторожности почти отсутствуетъ. Однако возбудители тифа, холеры и пр., пройдя всѣ стадіи очистки сточныхъ водъ, могутъ оказаться въ рѣчной водѣ, которую жители употребляютъ въ хозяйствѣ.

Отсюда необходимость спеціальнаго обезвреживанія сточныхъ водъ во время эпидемій.

Умерщвленіе болѣзнетворныхъ возбудителей можно произвести двумя способами: стерилизаціей, т. е. умерщвленіемъ всѣхъ бактерій и дезинфекціей, т. е. умерщвленіемъ только болѣзнетворныхъ зародышей.

Если бы стерилизацію можно было бы произвести также легко и дешево, какъ и дезинфекцію, то, конечно, слѣдовало бы стерилизовать сточную жидкость, такъ какъ стерилизація легче контролируется.

Однако въ практикѣ приходится довольствоваться только дезинфекціей.

Такъ какъ трудно прослѣдить въ сточной водѣ всѣ болѣзнетворныя бактеріи, то прибѣгаютъ къ косвенному способу, а именно отыскиваютъ въ сточной водѣ обычныхъ и болѣе многочисленныхъ спутниковъ патогенныхъ бактерій.

Къ такимъ постояннымъ спутникамъ относятся кишечныя палочки (бактерія коли).

Въ настоящее время при изслѣдованіи рѣкъ и колодезевъ на заразу стараются опредѣлить бактеріи коли.

Надо замѣтить, что высокая температура и химическія вещества дѣйствуютъ одинаково какъ на кишечныя палочки, такъ и на тифозныя бациллы.

Умерщвление бактерій коли вызываетъ одновременно умерщвление тифозныхъ бациллъ, бактерій дезинтеріи и холеры.

Поэтому бактеріями коли пользуются какъ показательнымъ (индикаторными) на болѣзнетворные возбудители.

Бактерій коли присутствуетъ въ сточной водѣ до 200.000 на 1 куб. сантим.

Если сточная жидкость послѣ очистки содержитъ немного или совсѣмъ не содержитъ бактерій коли, то заключаютъ, что въ этой водѣ нѣтъ и болѣзнетворныхъ бактерій, такъ какъ онѣ относятся одинаково къ различнымъ влияніямъ.

Опыты Дунбара въ Гамбургѣ показали, что если удаляется 90% нерастворимыхъ веществъ, то бактерій уменьшается на 30%.

Ошибочно думали ранѣе, что бактеріи уничтожаются при химическомъ осажденіи и гнилостномъ процессѣ.

Количество ихъ уменьшается въ нѣкоторыхъ случаяхъ. Но это уменьшеніе не идетъ далѣе 40—50%.

Мы уже знаемъ, что самыя лучшія поля орошенія пропускаютъ въ дренажи патогенныя бактеріи.

Еще въ большей степени это повторяется въ біологическихъ фильтрахъ.

Изслѣдованія показали, что коли-бактеріи находятся въ дренажныхъ водахъ съ полей орошенія. Были случаи, что въ 0,0001 куб. сантим. дренажной воды еще попадались коли бактеріи.

Съ санитарной точки зрѣнія, говоритъ Дунбаръ, конечно не приходится такъ высоко ставить числовыя данныя, какъ мы дѣлаемъ при химическихъ анализахъ.

Всегда приходится принимать во вниманіе условія для дальнѣйшаго размноженія микроорганизмовъ.

Взвѣшенные вещества служатъ бактеріямъ убѣжищемъ, пищей и средствомъ передвиженія. Поэтому для санитарнаго обез-

вреживанія сточныхъ водъ необходимо прежде всего возможно полное выдѣленіе взвѣшенныхъ веществъ.

Поля орошенія при хорошемъ устройствѣ и при правильномъ веденіи дѣла всего полнѣе задерживаютъ взвѣшенные вещества, а съ ними и бактеріи.

Но полное удаленіе или умерщвленіе патогонныхъ бактерій ни однимъ изъ способовъ очистки сточныхъ водъ не достигается.

Въ случаѣ заразныхъ заболѣваній и въ особенности въ случаѣ эпидемій необходимо прибѣгнуть къ специальнымъ средствамъ—къ дезинфекціи.

Хлорная известь въ растворѣ 1 на 10000 до 1 на 15000 частей сточной жидкости болѣе дѣйствительна, чѣмъ известь при концентраціи 1 на 500.

Хлорная известь лучше гидрата извести еще потому, что послѣдній даетъ много ила, въ то время какъ хлорная известь даетъ лишь незначительный осадокъ.

Наконецъ надо отмѣтить, что хлорная известь легче проникаетъ внутрь взвѣшенныхъ частицъ, въ которыхъ большею частью и живутъ микроорганизмы.

Опытами установлено, что кшечныя палочки болѣе стойки къ дѣйствию хлорной извести, нежели тифозныя бациллы и холерныя вибрионы.

Поэтому можно считать, что если убиты всѣ бактеріи коли, то съ ними погибли и всѣ патогенныя бактеріи за исключеніемъ тѣхъ, которыя образуютъ споры.

Далѣе опыты показали, что дѣйствіе дезинфекціоннаго средства на бактеріи обратно пропорціонально концентраціи сточныхъ водъ. Чѣмъ больше органическихъ веществъ въ единицѣ объема сточныхъ водъ, чѣмъ болѣе окисляемость нечистотъ—тѣмъ больше надо употребить дезинфекціоннаго средства.

Однако Шумахеръ показалъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ это правило не подтверждается.

Въ слѣдующей таблицѣ даны результаты 4—часового дѣйствія хлорной извести на бактеріи.

Ранѣе думали, что холерныя и тифозныя бациллы убивались прибавкой извести до слегка щелочной реакціи.

Однако это оказалось невѣрно.

По опытамъ проф. Дунбара и докт. Цирна даже прибавка 1 части гидрата извести на 500 ч. сточныхъ водъ не всегда убиваетъ очень чувствительныхъ тифозныхъ и холерныхъ бациллъ при 6—12 часов. дѣйствіи на сравнительно мало концентрированный составъ нечистотъ.

Прибавка хлорной извести въ пропорціи.	Число бактерій въ 1 куб. сантим.	
	неочищенной сточной воды.	вода послѣ дезинфекціи.
1 : 2000	1350000	15
1 : 5000	1350000	23
1 : 10000	1350000	36
1 : 20000	1350000	72
1 : 30000	1350000	3620
1 : 40000	1350000	59000

Изъ этой таблицы такіе авторитеты, какъ Дунбаръ и Шварцъ дѣлаютъ практическіе выводы, что прибавка хлорной извести въ пропорціи 1: къ 25000 къ домовымъ и городскимъ сточнымъ водамъ даже при 2-часовомъ стояніи убиваетъ тифозныя, холерныя, дезинтерійный и другія бактеріи подобной же чувствительности.

Самымъ дешевымъ и сильно дезинфицирующимъ средствомъ является хлорная известь.

Если стоимость ея принять за 1, то другія средства при равномъ дезинфицирующемъ дѣйствіи по Дунбару будутъ стоить.

Дезинфекціонныя средства.	Стоим. хлорн. изв. = 1.
Хлорная известь	1
Гидратъ извести	2
Хлорная мѣдь	4
Марганцовокислосе кали.	6
Хлоръ.	6
Жавелевая вода.	8
Неочищенн. сѣрная кислота.	10
„ карболовая „	20
Сулема	25
Неочищенн. желѣзн. купоросъ.	40
„ мѣдн. купоросъ	150
Лизоль	500
Формалинъ.	500

Борная кислота, хлористая мѣдь, бура, салициловая кислота и пр. менѣе благоприятны.

Въ настоящее время дезинфекцію сточныхъ водъ въ обычное время производятъ лишь въ больницахъ и постели заразнаго больного.

Всѣ же сточныя воды дезинфецируютъ только въ случаяхъ эпидемій.

Дезинфекцію производятъ въ особыхъ резервуарахъ до очистки сточной воды и послѣ.

Однако необработанную сточную жидкость дезинфецировать непрактично.

При дезинфекціи въ септикахъ-танкахъ послѣ прибавки хлорной извести въ пропорціи 1 къ 10000 при 3½—часовомъ дѣйствіи бактерій-коли не находилось.

Такимъ образомъ въ септикѣ мы получаемъ лучшіе результаты съ ⅓ количества хлорной извести, нежели съ сырыми сточными водами.

Сѣрнистый водородъ септика мѣшаетъ дезинфекціи, поэтому если мы имѣемъ въ септикѣ большое количество сѣрнистаго водорода, то количество хлорной извести для дезинфекціи должно быть увеличено.

Интересно отмѣтить, что съ прибавкой хлорной извести въ пропорціи 1:10000 къ сточнымъ водамъ, вышедшимъ изъ септикахъ-танка, дезинфекція получается полная; а между тѣмъ дезинфецированная сточная жидкость вполне удовлетворительно очищалась далѣе на непрерывнодѣйствующихъ фильтрахъ.

Папускъ равнялся 1,5 куб. метра сточной жидкости на 1 кв. метръ поверхности фильтра въ теченіе 12 часовъ. Kideal сообщаетъ, что въ Индіи на Hoogly River стокъ изъ септика дезинфецируется хлорной известью до полной стерилизаціи.

Прибавка желѣзнаго купороса дезодорируетъ сточную воду. Но при этомъ стоки изъ гнилостнаго резервуара окрашиваются въ черный цвѣтъ, который не исчезаетъ и послѣ пропуска воды черезъ біологическіе фильтры.

Дунбаръ, какъ мы уже упоминали въ главѣ о септикахъ, связываетъ сѣрнистый водородъ желѣзными опилками. Но хлорная известь также связываетъ сѣрководородъ, поэтому съ ея помощью можно дезинфецировать и дезодорировать сточную жидкость.

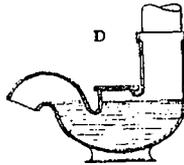
Опыты г. Колумбуса дали хорошіе результаты съ солями мѣди. Но мы знаемъ, что дезинфекція сульфатомъ мѣди и другими мѣдными препаратами стоитъ дороже, нежели хлорной известью, поэтому на этихъ опытахъ не будемъ останавливаться.

Песчаные фильтры задерживаютъ огромное количество микроорганизмовъ, но все же профильтрованную черезъ нихъ сточную воду нельзя называть не только стерилизованной, но даже дезинфецированной.

Даже въ хорошо работающихъ английскихъ фильтрахъ для питьевой воды удается найти бактеріи коли, если онѣ находились въ достаточномъ количествѣ въ нефильтрованной водѣ.

Докт. Кальметъ рекомендуетъ въ больницахъ, въ которыхъ имѣются заразные больные, ставить надъ ватерклозетомъ не одинъ промывной бакъ, какъ это дѣлается обыкновенно, а 2, изъ которыхъ одинъ сообщается съ водопроводной сѣтью, а другой съ резервуаромъ, заключающимъ въ себѣ растворъ хлорной извести, лизола или другого дезинфицирующаго средства. Въ случаѣ необходимости дезинфицировать выдѣленія больного дергаютъ ручку второго танка и въ унитазъ попадаетъ необходимое количество дезинфицирующаго раствора.

При этомъ устройствѣ подъ унитазомъ въ подпольѣ ставится сифонное колѣно, изображенное на фиг. 41.



Фиг. 41.

Объемъ его рассчитанъ на 6 промывокъ унитаза съ цѣлью обезпечить достаточный промежутокъ времени для соприкосновенія выдѣленій съ дезинфицирующимъ средствомъ.

ГЛАВА XXI.

Очистка фабричныхъ сточныхъ водъ біологическимъ способомъ.

Мы уже говорили ранѣе, что сточныя воды фабрикъ и заводовъ всегда находятся въ городскихъ канализаціонныхъ водахъ.

Въ нѣкоторыхъ английскихъ городахъ онѣ даже составляютъ почти половину всѣхъ сточныхъ водъ городской канализаціи.

Наблюденія показали, что хотя эта примѣсь и оказываетъ вліяніе на городскія сточныя воды, но не было ни одного случая, чтобы фабричныя воды препятствовали очищенію городскихъ сточныхъ водъ.

Правда, что въ Англии при очисткѣ городскихъ сточныхъ водъ біологическимъ способомъ въ тѣхъ городахъ, въ которыхъ имѣется большое число фабрикъ и заводовъ, спускающихъ въ городскую канализацію большое количество минеральныхъ загряз-

знаній, примѣняется предварительная обработка сточныхъ водъ съ помощью химическаго осажденія.

Иначе говоря, даже въ тѣхъ случаяхъ, когда промышленныя сточныя воды содержатъ въ себѣ большое количество минеральныхъ веществъ, примѣненіе къ нимъ біологической очистки все же возможно.

Что же касается сточныхъ водъ сахарныхъ, крахмальныхъ, дрожжевыхъ, пивоваренныхъ, кожевенныхъ заводовъ, писчебумажныхъ, шерстоткацкихъ и шерстопрядильныхъ фабрикъ, шерстомоенъ и другихъ промышленныхъ заведеній, содержащихъ большое количество органическихъ веществъ, то приложеніе біологической очистки къ сточнымъ водамъ этихъ производствъ не только возможно, но прямо желательно.

Отличіе фабричныхъ водъ названныхъ производствъ отъ городскихъ канализаціонныхъ заключается въ томъ, что въ фабричныхъ водахъ много различныхъ примѣсей, измѣняющихъ обычную реакцію сточныхъ водъ. Напримѣръ сточныя воды бумажныхъ фабрикъ содержатъ большое количество щелочи, а между тѣмъ воды мыловаренныхъ заводовъ имѣютъ сильно кислую реакцію.

Въ этомъ случаѣ, если спустятъ въ городскую канализаціонную сѣть эти оба вида сточныхъ водъ, то произойдетъ большая или меньшая нейтрализація ихъ.

Мы уже говорили по поводу біологической очистки городскихъ канализаціонныхъ водъ, что современное мнѣніе специалистовъ таково, что сточная вода передъ біологической очисткой должна подвергнуться предварительной обработкѣ съ цѣлью удаленія возможно большаго количества взвѣшенныхъ веществъ.

Эта предварительная обработка особенно важна для сточныхъ водъ фабрикъ и заводовъ.

Въ фабричныхъ сточныхъ водахъ кромѣ предварительнаго выдѣленія взвѣшенныхъ веществъ иногда можетъ быть необходимо нейтрализовать излишнюю свободную кислоту щелочью, иногда напротивъ излишнюю свободную щелочь необходимо нейтрализовать кислотой.

Въ другомъ случаѣ приходится связать ядовитыя мышьяковистыя соединенія съ желѣзомъ.

На красильныхъ фабрикахъ приходится химически осадить протравы и тому подобное.

Словомъ къ дѣлу предварительной обработки фабричныхъ сточныхъ водъ необходимо приложить много знаній и умѣнья.

Трудно указать общій способъ обработки для всѣхъ видовъ сточныхъ водъ.

Безусловно необходимо не только для каждого вида водъ, но и для каждого даннаго случая обстоятельно взвѣсить всѣ данныя анализа сточныхъ водъ и всѣ обстоятельства, сопровождающія данный случай, чтобы опредѣлить способъ предварительной обработки фабричныхъ сточныхъ водъ прежде чѣмъ ихъ пускать на біологическія сооруженія.

Иногда бываетъ полезно смѣшивать сточныя воды всѣхъ отдѣленій фабрики, присоединить къ нимъ клозетныя, ванныя, банныя, прачечныя и другія хозяйственныя воды и уже общую смѣсь подвергать обработкѣ.

Въ другихъ случаяхъ напротивъ почти чистыя конденсаціонныя или промывныя воды нужно бываетъ только охладить (первыя) или подвергнуть отстаиванію (вторыя) и послѣ этого прямо спускать въ естественныя водоемы и рѣки.

Также какъ и при городскихъ канализаціонныхъ водахъ, жиры, если они имѣются въ фабричныхъ сточныхъ водахъ, необходимо предварительно выдѣлать.

Сточные воды химическихъ заводовъ сплошь и рядомъ необходимо бываетъ предварительно обработать химически и тому подобное.

Предварительно обработанныя сточныя воды подвергаются біологической очисткѣ совершенно на тѣхъ же основаніяхъ, что и городскія канализаціонныя.

Для полноты представленія характера фабричныхъ водъ мы приведемъ нѣкоторыя данныя по біологической очисткѣ наиболѣе азотъ-содержащихъ фабричныхъ сточныхъ водъ, входящихъ въ одну группу съ городскими канализаціонными водами.

Очистка сточныхъ водъ сахарныхъ заводовъ біологическимъ способомъ уже производится на нѣкоторыхъ заводахъ Франціи и Австріи ¹⁾.

Сточные воды сахарныхъ заводовъ, какъ показываетъ нижеприведенная таблица анализовъ, содержатъ большое количество органическихъ веществъ.

Анализъ сточныхъ водъ 2-хъ сахарныхъ заводовъ по Субботину (см. табл. на стр. 204).

По даннымъ Кальмета во Франціи въ одномъ литрѣ диффузионныхъ сточныхъ водъ имѣется органическихъ веществъ (потери при прокаливаніи). 4 грамма.

Минеральныхъ веществъ	1—2	„
Сахара	2—3,5	„
Всего азота	0,020	„

¹⁾ См. брошюру Ф. А. Данилова: Біологическая очистка сточныхъ водъ сахарныхъ заводовъ. Кіевъ. 1907. Цѣна 40 к.

Азота въ амміакѣ 0,002—0,007 „

Взвѣщенныхъ веществъ 5 - 20 и болѣе „

Реакція свѣжей воды нейтральная.

Запахъ воды характерный для свекловичной.

Предоставленная сама себѣ, эта вода подвергается укисному и масляному броженію и получаетъ острый запахъ тухлаго масла.

Характеръ водъ.	Въ 1 литрѣ нефилтриванн. воды грам.					
	Кожанскій заводъ.			Ржищевскій заводъ.		
	Сумма.	Минер.	Орган.	Сумма.	Минер.	Орган.
1 Конденсаціонная вмѣстѣ съ водою изъ квасил.	0,410	0,170	0,240	—	—	—
2 Конденсаціонная	0,350	0,060	0,290	0,400	0,090	0,310
3 Диффузіонная	1,670	0,560	1,110	0,590	0,120	0,470
4 Общія нечистыя воды.	—	—	—	1,360	0,960	0,400
5 Вода газовой мойки	2,300	1,080	1,220	—	—	—
6 Вода изъ квасильни	3,380	1,010	2,370	—	—	—
7 Вода изъ промывн. цилиндровъ для крупки	—	—	—	16,680	7,840	8,840
8 Вода изъ квасильни, кади.	6,490	3,880	2,610	102,720	35,940	66,780
9 Промой съ фильтровъ	4,520	0,360	4,160	—	—	—
10 Сокъ изъ диффузіонныхъ остатковъ	7,440	0,870	—	—	—	—

Первые опыты біологической очистки сточныхъ водъ сахарныхъ заводовъ во Франціи были произведены въ Pont-d'Ardres и въ Marquillier съ помощью контактныхъ фильтровъ въ 2 и 3 ступени послѣдовательнаго очищенія. Мязга и диффузіонная рѣзка отдѣлялась посредствомъ простыхъ ситъ. Сточные воды передъ поступленіемъ на фильтры не подвергались предварительному загниванію въ септикахъ-танкахъ.

Непримѣненіе септиковъ вызывалось небольшимъ количествомъ азота въ диффузіонныхъ водахъ и болзнью превращенія углеводовъ въ масляную кислоту. А эта послѣдняя очень вредна для дальнѣйшей работы біологическихъ фильтровъ.

Жидкость держалась въ каждомъ контактномъ фильтрѣ отъ 1½ до 2 часовъ. Послѣ прохожденія 3 фильтровъ вода теряла въ окисляемости марганцово-кислымъ калиемъ 89,8%.

Очищенная вода совершенно теряла запахъ свеклы и не загнивала даже послѣ 7-дневнаго стоянія въ термостатѣ при 30° Ц. въ бутылкахъ съ притертыми стеклянными пробками.

Въ очищенной такимъ образомъ водѣ жили рыбы и ее можно было безопасно спускать въ текуція воды.

Вслѣдствіе этихъ опытовъ была устроена біологическая станція, но вмѣсто контактныхъ фильтровъ были поставлены фильтры непрерывнаго дѣйствія съ автоматическими распредѣлителями.

Фильтръ хорошо работалъ и зимою при температурѣ -10° Ц. Температура внутри фильтра никогда не падала ниже $+5^{\circ}$ Ц.

Слѣдуетъ отмѣтить, что очищенная вода сахарныхъ заводовъ содержитъ въ своемъ растворѣ углекислоту, которая немного выщелачиваетъ изъ шлака известковыя и желѣзныя соли, образуя двууглекислыя воды.

Dr. I. Kaup. и Fr. Adam опубликовали въ Oesterr.-Ungar. Zeitschr. Strohmer'a 1905 г. результаты своего изслѣдованія біологическаго способа очистки сточныхъ водъ по системѣ Дунбара на сахарномъ заводѣ въ предмѣстьяхъ Вѣны—Леопольдсдорфѣ (см. „Записки“ по свеклосахарной промышленности № 8, 1906 г.) Впервые этотъ способъ примѣнялся въ 1902—3 гг., но вполне правильно дѣйствовалъ лишь съ 1903—4 гг. Отъ полей орошенія пришлось отказаться вслѣдствіе неблагоприятнаго состава почвы.

Очищались сточныя воды изъ подъ диффузіи и изъ подъ прессовъ для отжиманія высоложенной стружки, очистка же водъ изъ подъ бурачной мойки состояла въ простомъ отстаиваніи въ обыкновенныхъ отстойникахъ, какъ это практикуется и на нашихъ заводахъ.

По системѣ Дунбара устроены фильтры, емкостью не болѣе 100 куб. метр. въ 2 ступени; въ первой ступени 4 резервуара, а во 2-й—8.

Фильтры состоятъ изъ кусковъ кокса или шлака для 1-й ступени крупностью—10—30 мм., а для второй—5—10 мм.

Сточные воды поступали сначала въ резервуаръ первой ступени, а затѣмъ на второй.

Результаты фильтраціи выражались въ уменьшеніи взвѣшенныхъ веществъ на 49%. Органическихъ веществъ въ фильтратѣ уменьшалось съ 786 mgr до 300 въ литрѣ т. е. на 54,2%. А во взвѣшенныхъ веществахъ органическихъ веществъ терялось 36,7%.

Количество N для фильтрата упало съ 21,2 mgr. до 7,8 mgr., т. е. около 65%. Для взвѣшенныхъ веществъ—почти никакого измѣненія. Количество амміачнаго азота опредѣлялось только для нефилтрованныхъ водъ и паденіе его составляло около 75%.

Содержаніе углерода падало съ 387,8 mgr. до 37,4 т. е. на 96%.

Окисляемость уменьшалась на 91,4% (съ 1538,5 mgr. до 133 mgr. на 1 литрѣ).

Въ фильтрахъ происходило сильное и интенсивное брожение сахара съ образованіемъ летучихъ органическихъ кислотъ. Цѣмѣніе же въ бѣлковыхъ веществахъ происходило недостаточное.

Сточные воды крахмальныхъ заводовъ содержатъ въ себѣ крахмалъ, клѣтчатку, бѣлковыя вещества, гумми, сахаръ и минеральныя соли, по преимуществу соли калия и фосфорной кислоты.

Приводимъ по Кёнигу анализы сточныхъ водъ 2-хъ пшенично-крахмальныхъ заводовъ, одного рисо-крахмального завода и одного картофельно-крахмального. Числа обозначаютъ миллиграммы на 1 литръ сточной воды.

Пробы сточныхъ водъ.	Органич. вещество.	Въ нихъ азота.	Минеральн. вещество.	Калия.	Фосфорной кислоты.	Амміака.	Азотной кислоты.	Извести.
1. Пшенично-крахм.заводъ	—	1120,0	—	520,0	910,0	—	—	471.5
2. Тоже	3775,0	1465,0	2168,0	948,0	804,0	—	—	—
3. Рисо-крахмалн. заводъ	—	280,0	—	205,4	120,0	—	—	—
4. Картофельно-крахм.зав.	1134,2	140,67	723,8	212,5	56,0	37,4	3,8	—

До послѣдняго времени сточныя воды крахмальныхъ заводовъ съ успѣхомъ очищались на поляхъ орошенія.

Но уже по составу ихъ видно, что ихъ съ наименьшимъ успѣхомъ, что и сточныя воды сахарныхъ заводовъ, можно очищать биологически.

Докторъ Кальметъ произвелъ опыты на крахмальномъ заводѣ въ Haubourg(din (Nord) во Франціи подѣ наблюдениемъ пастеровскаго института въ Лилѣ.

Выяснилось что взвѣшенные вещества сточныхъ водъ необходимо предварительно обрабатывать въ септикахъ-танкахъ или выдѣлять съ помощью химическаго осажденія.

Въ противномъ случаѣ биологическіе фильтры скоро засаривались мязгой.

Хотя предварительная обработка сточныхъ водъ въ септикахъ и не дала хорошихъ результатовъ, однако въ септикахъ все же задерживалось значительное количество взвѣшенныхъ веществъ.

Предварительная обработка гидратомъ извести стоила дешево и давала очень хорошіе результаты. Такимъ путемъ осаждались всѣ взвѣшенные вещества.

Послѣ химической обработки сточная жидкость поступала на 2 контактныхъ фильтра.

Очищенная такимъ образомъ сточная вода едва опалисцировала и совершенно не загнивала въ термостатѣ при температурѣ 30° Ц.

Между тѣмъ какъ сырая сточная вода и проба воды, очищенной гидратомъ извести, загнивали съ выдѣленіемъ сѣроводорода.

Извести прибавлялось до 200 граммовъ на 1 кубич. метръ, дабы получить щелочную реакцію.

Осадокъ получался быстро, скорѣе чѣмъ черезъ часъ.

Сточные воды винокуренныхъ заводовъ содержатъ также большое количество органическихъ веществъ, поэтому онѣ также очень подходящи для біологической очистки.

Шпиндлеръ приводитъ анализъ 3 пробъ подобныхъ водъ 1):

	Растворимыхъ нелетучихъ веществъ.		Окисляемость.	
	Неорганическихъ (оттокъ при прокаливаніи.)	Органическихъ (потери при прокаливаніи).	Марганцово-кислаго кали.	Кислорода
	Въ 1 литрѣ воды миллиграммовъ.			
1 проба реакц. нейтральная	637,6	346,0	195,0	49,0
2 " " кислая	677,2	678,8	602,8	152,0
3 " " нейтральная	741,2	343,2	261,0	66,0

Мы видимъ изъ этой таблицы, что въ 1 литрѣ сточной воды винокуренныхъ заводовъ растворимыхъ органическихъ веществъ въ среднемъ около полграмма, т. е. нѣсколько болѣе нежели въ городскихъ сточныхъ водахъ западноевропейскихъ городовъ и почти столько же, сколько въ канализационной водѣ г. Москвы.

Докторъ Кальметъ производилъ лабораторные опыты біологической очистки сточныхъ водъ винокуренныхъ заводовъ изъ свекловичной патоки.

Онъ примѣнялъ септикъ-танкъ и контактные фильтры въ 3 степени.

Результаты получались очень благоприятныя.

Окисляемость падала въ одномъ опытѣ на 1 литрѣ съ 140,6 въ септикъ-танкъ, до 84,4 въ фильтратѣ изъ 1-го контактнаго

1) Dr. I. König. Die Verunreinigung der Gewässer. Zweiter Band S. 210.

фильтра, до 37,2—изъ 2-го контактнаго фильтра и до 22,4—изъ послѣдняго фильтра.

Въ другихъ опытахъ результаты сходны.

Сточные воды дрожжевыхъ заводовъ содержатъ значительно большее количество органическихъ веществъ. Поэтому про нихъ можно сказать, что только біологическимъ способомъ ихъ можно очистить вполне удовлетворительно.

Кѣнигъ даетъ 1) слѣдующую таблицу анализовъ нѣсколькихъ пробъ сточныхъ водъ дрожжевыхъ заводовъ.

Обозначеніе пробъ.	Алкоголь.	Неорганическія вещества.	Органическихъ веществъ.	Азота.	Летучихъ кислотъ (уксусной кислоты.)	Нелетучихъ кисл. (молочной кислоты).	Фосфорной кислоты.
1. сточи. вода	1,21	0,668	8,257	0,415	0,11	0,85	0,259
2. осадокъ	0,10	0,543	6,037	0,273	0,04	0,68	0,195
3. сточи. вода	—	0,685	3,145	0,201	—	—	—
4. " "	—	0,635	4,245	0,207	—	—	—

Сточные воды дрожжевыхъ заводовъ очень легко загниваютъ, поэтому онѣ должны подвергаться искусственной біологической очисткѣ возможно скорѣе по выходѣ съ завода.

Сточные воды пивоваренныхъ заводовъ содержатъ значительное количество органическихъ загрязненій, какъ показываютъ слѣдующіе анализы, взятые у Кенига 2).

1 литръ сточной воды содержитъ миллиграммовъ:

Взвѣшенные вещества.			Растворимыя вещества.					
Неорганическія.	Органическія.	Въ послѣдн. азота.	Всего.	Неорганическія (остатокъ по сжиганію).	Органическія (потери при сжиганіи).	Органическаго азота.	Кислорода и азота окислен.	Фосфорной кислоты.
135,0	362,5	43,5	1170,0	825,0	345,0	14,1	172,8	14,0

1) Dr. I. König. Die Verunr. der. Gewässer. Zweit. Band. S. 210.

2) Смотри также брошюру Ф. А. Данилова. Сточные воды пивоваренныхъ заводовъ. Составъ водъ и способы ихъ очищенія. Москва, 1896 г. Цѣна 25 коп.

Для воды, оставшейся послѣ мочки ячменя (солодовенной), Ксннгъ даетъ слѣдующія числа:

	Азота.	Кали.	Фосфорной кислоты.
	mgr.	mgr.	mgr.
1-ая проба	154,0	196,0	74,0
2-ая „	12,0	89,0	9,0

Солодовенныя воды содержатъ всегда въ большемъ или меньшемъ количествѣ гумми, сахаръ, азотистыя вещества, кали и фосфорную кисл. и потому легко загниваютъ, причемъ даютъ всѣ продукты разложенія, которые наблюдаются при гніеніи азотистыхъ веществъ.

Сточные воды пивоваренныхъ заводовъ состоятъ изъ смѣси водъ 4-хъ сортовъ: бродильныхъ, образующихся отъ промывки бродильныхъ чановъ; солодовенныхъ, остающихся отъ мочки ячменя; водъ, удаляемыхъ изъ варницы, и, наконецъ, полоскальных, получающихся отъ промывки бочекъ и бутылокъ. Въ 100 частяхъ сточныхъ водъ пивоваренныхъ заводовъ заключается примѣрно:

1) Бродильныхъ	4 части
2) Солодовенныхъ	26 „
3) Водъ изъ варницы	3 „
4) Полоскальныхъ	67 „
Итого	100 частей.

По качеству своему эти воды также значительно разнятся. Въ то время какъ полоскальныя воды почти не обнаруживаютъ присутствія азота и довольно чисты на видъ, всѣ остальные воды мутны и въ большемъ или меньшемъ количествѣ содержатъ азотъ, какъ во взвѣшенныхъ веществахъ, такъ и въ растворѣ, а иногда—слѣды амміака. Кромѣ того, сточныя воды пивоваренныхъ заводовъ содержатъ дрожжевыя клѣтки, гнилостныя грибки всевозможныхъ родовъ, бактеріи, бациллы и пр. Названныя воды очень измѣнчивы по составу и чрезвычайно склонны къ гніенію.

Очевидно, что сточныя воды пивоваренныхъ заводовъ послѣ предварительнаго освобожденія отъ взвѣшенныхъ веществъ вполне пригодны для біологической очистки.

Сточные воды кожевенныхъ заводовъ, какъ видно изъ ниже-приведенной таблицы, содержатъ огромное количество органическихъ веществъ.

Самое меньшее количество ихъ въ истощенной бейцѣ (кислая вода изъ отрубей, помета и пр.) и равно 2,754 грамма, а въ ямахъ съ известковой жижей для удаленія волосъ количество органическихъ веществъ доходитъ почти до 11 граммовъ на 1 литръ.

Таблица алализовъ заводскихъ водъ кожевенныхъ заводовъ.
Въ 1 литръ-граммовъ.

Названіе заводской воды.	Реакція.	Остатокъ по выпариван.	Потери при прокаливан.	Остатокъ послѣ прокат.	Колич. кислор. потреб. на окислен.	Известк.	Сѣрной кислоты.	Особыя примѣчанія.
1. Вода изъ замочки свѣжихъ кожъ.	Нейтр.	4,360	2,202	2,153	0,636	—	0,033	Темно-краснаго цвѣта съ большимъ количеств. бактерій.
2. Кислый бейцъ (вода изъ отрубей или помета).	кислая.	4,870	4,195	0,675	—	0,163	—	—
3. Тоже.	кислая.	6,500	—	—	—	—	—	Съ небольшимъ содержаніемъ мышьяка.
4. Истощенный бейцъ.	кислая.	3,746	2,754	0,992	1,486	—	0,036	Содержитъ дубил. кислоту и множество грибковыхъ побѣговъ и бактерій.
5. Содержимое ямы съ известковой жижей.	сильно щелочн.	14,390	9,510	4,880	—	2,860	0,645	Темный осадокъ органическихъ частицъ и уголекислой извести.
6. Содержимое ямы съ известковой жижей на паровомъ кожевенномъ заводѣ.	—	14,105	10,470	3,635	—	1,680	—	Въ 1 литрѣ воды содержится $\frac{1}{2}$ грамма и болѣе мышьяка въ нерастворенномъ видѣ. Осадокъ, какъ и въ № 5.
7. Яма съ известковой жижей.	сильно щелочн.	15,846	10,930	10,916	2,130	—	0,373	Мышьяка нѣтъ. Вывѣшенныхъ веществъ 10,150 граммовъ; осадокъ съ уголекислой известью и фосфорно-кислымъ аммоціемъ—магнезіей.

Конечно, эта вода слишкомъ густа для биологической очистки. И прежде всего ее слѣдуетъ разбавить.

Кромѣ того передъ напускомъ сточной воды на биологическіе фильтры ее слѣдуетъ освободить отъ шерсти, минеральной грязи и другихъ нерастворимыхъ веществъ.

Для ознакомленія съ общимъ характеромъ и химическимъ составомъ сточныхъ водъ шерстомойныхъ и суконныхъ фабрикъ позволю себѣ отослать читателя къ книгѣ А. П. Лидова: „Сточные воды отбѣльныхъ, красильныхъ и ситцепечатныхъ фабрикъ“.

Въ упомянутыхъ сточныхъ водахъ кромѣ тяжелыхъ взвѣшенныхъ веществъ необходимо также предварительно удалить жиры.

Послѣ предварительной обработки сточная вода шерстомойныхъ и суконныхъ фабрикъ вполне пригодна для біологической очистки.

Инженеръ В. А. Дроздовъ въ одномъ изъ своихъ докладовъ ¹⁾ въ Московскомъ Политехническомъ Обществѣ сообщилъ нѣсколько данныхъ объ опытахъ въ этомъ направленіи въ Англии и Америкѣ.

Массачуссетскіе опыты обработки біологическими фильтрами съ предварительнымъ удаленіемъ взвѣшенныхъ веществъ сточныхъ водъ красильныхъ шерстяныхъ фабрикъ дали очень хорошіе результаты.

Послѣ преній по докладу г. Дроздова Собраніе приняло слѣдующіе тезисы, которые, насколько мнѣ извѣстно, приняты также и Московскимъ Обществомъ для содѣйствія улучшенію и развитію мануфактурной промышленности.

1. Требования по отношенію къ степени обезвреживанія фабричныхъ водъ не могутъ быть общими; они зависятъ отъ многихъ мѣстныхъ условій и потому должны быть выяснены особыми наблюденіями въ каждомъ данномъ случаѣ. Минимальныя требованія должны преслѣдовать охрану рѣкъ отъ накопленія гниющихъ массъ, зловонія, ядовъ, рѣзкой окраски и помутненія.

2. Отставаніе и химическое осажденіе не устраняютъ загниваемости водъ, содержащихъ растворенныя органическія вещества, а потому послѣ этой операціи рачіонально примѣнить окислительныя процессы, а получаемые при этомъ осадки подвергать особой переработкѣ.

3. Окислительныя процессы, имѣющіе цѣлью минерализовать органическія загрязненія, могутъ быть достигнуты или прибавленіемъ химическихъ реактивовъ или жизнедѣятельностью микро-организмовъ.

Такъ какъ первый путь практически представляетъ весьма большія трудности, то слѣдуетъ стремиться къ возможно широкому примѣненію біологическихъ процессовъ въ дѣлѣ обезвреживанія фабричныхъ сточныхъ водъ.

¹⁾ Бюллетени Политехническаго Общества. 1908 г. № 1.

ГЛАВА XXII.

Постановленія русских водопроводныхъ съѣздовъ, касающіяся очистки сточныхъ водъ биологическимъ способомъ.

Первый докладъ по очисткѣ сточныхъ водъ биологическимъ способомъ былъ прочитанъ на пятомъ водопроводномъ съѣздѣ въ 1901 г. инженеромъ И. О. Платсомъ.

Докладъ возбудилъ всеобщій интересъ и вызвалъ оживленныя пренія, послѣ которыхъ было принято слѣдующее постановленіе.

Современное положеніе вопроса о биологическомъ способѣ очистки сточныхъ водъ городовъ и промышленныхъ заведеній таково, что дѣлаетъ желательнымъ производство изслѣдованій въ примѣненіи его къ условіямъ Россіи.

На шестомъ водопроводномъ съѣздѣ въ 1903 г. по биологической очисткѣ сточныхъ водъ былъ прочитанъ докладъ доктора Рашковича, изложившаго свои опыты по биологической очисткѣ сточныхъ водъ сахарныхъ заводовъ. По этому докладу велись очень интересныя пренія. Резолюціи же, принятія съѣздомъ, очень страннаго характера. Въ нихъ постановляется благодарить докладчика за сообщеніе по вопросу о биологическомъ методѣ очистки сточныхъ водъ, имѣющему важное современное значеніе и внести вопросъ объ этомъ методѣ очистки въ программу седьмого водопроводнаго съѣзда.

Несравненно болѣе серьезное мѣсто занялъ биологическій методъ очистки сточныхъ водъ на седьмомъ водопроводномъ съѣздѣ въ 1905 г.

Здѣсь было прочитано 3 доклада, посвященныхъ этому вопросу. Кромѣ того обширныя пренія еще болѣе освѣтили вопросъ.

Постановленія были приняты съѣздомъ по совокупности всѣхъ докладовъ.

Они были сформулированы слѣдующимъ образомъ:

1. Очищеніе сточныхъ водъ искусственнымъ биологическимъ способомъ можетъ быть доведено до такихъ же результатовъ, какіе достигаются рационально устроенными полями орошенія.

2. Примѣненіе биологическихъ способовъ къ очисткѣ сточныхъ водъ городовъ должно быть обставлено предварительными опытами, имѣющими цѣлью приспособленіе метода къ мѣстнымъ условіямъ.

3. Эксплуатація биологическихъ способовъ должна сопровождаться постояннымъ контролемъ съ химической и биологической точекъ зрѣнія.

4. Развитие и совершенствование биологического метода возможно только при дружной совместной работе представителей техники с одной стороны, химии и биологии с другой, почему данный вопрос должен параллельно разрабатываться во всех этих отношеніяхъ.

5. Методъ биологической очистки сточныхъ водъ въ непокрытыхъ крышей бассейнахъ можетъ считаться на основаніи царско-сельскихъ опытовъ применимымъ вообще и въ той части Россіи, гдѣ имѣются сыжные покровы, но для выясненія предельной применимости этихъ бассейновъ необходимы дальнѣйшіе опыты въ различныхъ широтахъ.

6. Подтвердить, что все воды заразныхъ отдѣленій больницы при примененіи любого метода ихъ очистки должны подвергаться полной дезинфекціи и стерилизаціи до выпуска ихъ въ канализаціонную сеть.

7. Признать желательнымъ законодательное установленіе нормъ химическаго, физическаго и бактериологическаго состава сточныхъ водъ, допускающихъ спускъ послѣднихъ въ естественные водоемы.

На послѣднемъ восьмомъ водопроводномъ сѣздѣ (въ С.-Петербургѣ въ 1907 г.) снова былъ выслушанъ рядъ докладовъ по биологической очисткѣ сточныхъ водъ.

По докладу С. К. Дзержовскаго „О значеніи септическихъ приспособленій для очистки сточныхъ водъ“ было принято 2 постановленія:

1. Септическіе бассейны, взятые въ отдѣльности, не могутъ быть разсматриваемы какъ приспособленія, окончательно разрушающія все органическія вещества, а потому не могутъ считаться самостоятельной системой для очистки сточныхъ водъ.

2. Въ то же время необходимо признать, что септическія приспособленія, способствуя частичному разрушенію некоторыхъ органическихъ веществъ и въ особенности уплотненію и уменьшенію объема образующихся осадковъ и тѣмъ самымъ облегчая удаленіе взвѣшенныхъ веществъ въ сточныхъ водахъ, могутъ быть полезнымъ вспомогательнымъ элементомъ при биологической очисткѣ.

По докладу В. А. Дроздова: „Новый принципъ въ дѣлѣ биологической очистки сточныхъ водъ“, въ которомъ референтъ изложилъ устройство и дѣйствіе пластинчатыхъ окислителей Дибдина, сѣздъ постановилъ лишь „принять къ сведѣнію и пожелать, чтобы были произведены опыты для оцѣнки предложеннаго способа съ санитарной и экономической точекъ зрѣнія въ Россіи“.

По вопросу о выработкѣ предѣльныхъ нормъ состава очищенной сточной жидкости съѣздъ постановилъ „признать желательнымъ выработку таковыхъ нормъ для контроля дѣйствія биологическихъ станцій на основаніи опытовъ о данныхъ русской практики“.

По докладу Е. Б. Контковскаго о значеніи микробиологическихъ изслѣдованій для оцѣнки степени очистки сточныхъ водъ съѣздъ принялъ цѣлый рядъ тезисовъ, предложенныхъ докладчикомъ:

1. Микроскопическія изслѣдованія флоры и фауны, какъ водоемовъ, служащихъ для впуска сточныхъ водъ населенныхъ мѣстъ и промышленныхъ заведеній, такъ и спускаемыхъ въ нихъ водъ, являются необходимымъ дополненіемъ по производству химическаго и бактериологическаго анализовъ этихъ водъ.

2. Изслѣдованія эти должны простираются не только на взвѣшенные въ водѣ микроорганизмы (планктонъ воды), но и на населеніе дна, отмелей и береговъ водоемовъ, а также на разныя составныя части очистительныхъ приспособленій, для полученія возможно полной картины, какъ нормально населяющей ихъ флоры и фауны, такъ и вліянія, оказываемаго выпускомъ данныхъ водъ на жизненныя условія водоема.

3. При рѣзкомъ измѣненіи общаго характера флоры и фауны у мѣста выпуска сточной воды и появленія въ водоемѣ большихъ массъ явныхъ указателей загрязненія (полисапробиотовъ), необходимо произвести научное изслѣдованіе данного случая для своевременнаго принятія мѣръ къ устраненію санитарнаго вреда отъ выпуска загрязненной жидкости въ водоемъ.

4. Постоянное наблюденіе за открытыми водоемами, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда ими пользуются для водоснабженія населенныхъ мѣстъ, должно производиться компетентными учрежденіями и лицами и является мѣрою безусловно необходимою въ санитарномъ отношеніи.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Ознакомившись близко съ очисткой сточныхъ водъ искусственнымъ біологическимъ методомъ, мы можемъ смѣло сказать, что ему предстоитъ въ ближайшемъ будущемъ сыграть очень крупную роль въ дѣлѣ оздоровленія городовъ и другихъ населенныхъ мѣстъ.

Обладая всѣми свойствами сконцентрированнаго производства, онъ въ очень выгодную сторону отличается отъ полей орошенія, потому что требуетъ небольшой площади земли и очень удобенъ для надзора.

Поля орошенія требуютъ большихъ площадей, которыя съ трудомъ находятся близъ крупныхъ городовъ.

Городъ Бирмингамъ, по словамъ Дунбара, растетъ такъ быстро, что поля орошенія каждую недѣлю должны увеличиваться на 0,4 гектаръ. Но такое расширеніе совершенно невозможно.

Городъ Лидсъ съ населеніемъ почти полмилліона и съ глинистой почвой окружающихъ земель совсѣмъ не можетъ устроить полей орошенія.

Поля орошенія зимою и осенью работаютъ совершенно неудовлетворительно.

Біологическіе фильтры работаютъ удовлетворительно лѣтомъ и зимою.

Біологическіе фильтры не требуютъ вынужденнаго сельскаго хозяйства, какъ это имѣетъ мѣсто на поляхъ орошенія.

Біологическіе фильтры даютъ возможность легче и скорѣе расширять размѣры станціи. Между тѣмъ какъ приспособленіе полей орошенія требуетъ много лѣтъ.

Біологическіе фильтры легче очищаются въ случаѣ засоренія, нежели поля орошенія.

Продолжительные осенніе дожди не имѣютъ на біологическіе фильтры такого пагубнаго вліянія, какъ на поля орошенія.

Біологическіе фильтры совершенно не зависятъ отъ характера почвы той мѣстности, гдѣ приходится ихъ устраивать.

Біологическую станцію можно поставить ближе къ городу, поэтому не потребуетъ такой перекачки и такихъ длинныхъ водоводовъ, какъ при поляхъ орошенія.

Удаленіе ила при біологическомъ методѣ лучше, нежели при поляхъ орошенія.

Биологическая очистка применима для отдельных учреждений и домов тех городов, в которых нет канализации для сплава домовых нечистот.

При сравнении системы полей орошения с искусственной биологической очисткой не следует, говорит Дунбарь, принимать, что с полей орошения получается всегда светлый продукт, а в фильтрате из искусственных биологических фильтров всегда присутствуют хлопьевидные взвешенные частицы.

Дренажная вода полей орошения почти прозрачна и безцветна, но в ней заметно плавают много хлопьев характерной для этих вод флоры иногда больших размеров.

В Бирмингеме для удержания этих хлопьев пришлось поставить сетку.

Биологическому методу ставят в вину то обстоятельство, что он не задерживает патогенных бактерий.

Но мы знаем, что и лучшие поля орошения не дают в дренах совершенно надежного и безопасного продукта.

Бактерии коли, тифозные бациллы и холерные вибрионы одинаково проходят через естественную почву, хотя и в меньшем количестве, нежели через биологические фильтры.

Во всяком случае, если сточная вода подозрительна в смысле содержания болезнетворных микроорганизмов, то ее безусловно необходимо дезинфицировать.

Говорят далее, что на биологических фильтрах развивается огромное количество мушек, которые распространяются по окружающей местности.

Но чтобы предупредить это явление, следует давать на фильтры свободный приток воздуха и не допускать разлива на открытых местах неочищенной сточной жидкости.

Кроме того эти мушки далеко не разлетаются; наконец они развиваются и на полях орошения.

Последний упрек, который высказывается по адресу биологической очистки—это ее дороговизна сравнительно с полями орошения.

Но из данных, приведенных выше, определенного заключения на этот счет сделать нельзя.

Имея за границей такие прекрасно оборудованные биологические станции, как станция Вильмерсдорфа, где применены все улучшения по биологической очистке и все-таки стоимость устройства при силовой канализации не превысила 2 рубл. на ведро очищаемой жидкости в сухие дни, а стоимость эксплуатации, включая % и амортизацию, составляет 1,2 коп. на ведро

въ годъ, можно сказать, что самое дорогое устройство биологической очистки не дороже хорошо устроенныхъ полей орошенія.

А если возьмемъ большинство нѣмецкихъ биологическихъ станцій и особенно англійскихъ, то увидимъ, что стоимость устройства ихъ значительно ниже только-что приведенной.

Въ г.г. Уинъ и Мерзбургъ устройство станцій обошлось менѣе 40 коп. за ведро очищаемой въ сутки жидкости. А въ Англія есть станцій, стоимость которыхъ не выше 25 коп. за ведро очищаемой въ сутки сточной жидкости.

При выборѣ системы очистки сточныхъ водъ приходится принимать во вниманіе стоимость земли и характеръ почвы.

Мы знаемъ, что торфяники совершенно не пригодны для полей орошенія.

Глинистыя почвы требуютъ для полей орошенія большой площади.

Слѣдовательно можетъ оказаться, что при песчаной почвѣ экономичнѣе устроить поля орошенія, а при глинистой—искусственную биологическую очистку.

Септикъ-танкъ желателенъ въ системахъ домашнихъ устройствъ.

Въ большихъ же городскихъ станціяхъ онъ менѣе необходимъ, потому что взвѣшенные вещества, пройдя большой или меньшій путь городской канализациі, уже въ значительной степени раздробятся.

При большихъ станціяхъ септики устраиваются на небольшой объемъ, а именно на половину суточного количества сточныхъ водъ и даже меньше.

Биологическіе фильтры во всѣхъ случаяхъ болѣе удобны и выгодны непрерывнодѣйствующіе.

Если уклоны мѣстности недостаточны для самоточнаго движенія жидкости, то приходится устраивать перекачку. Обыкновенно качаютъ сточную воду послѣ предварительной обработки на фильтры.

Въ Вильмерсдорфѣ сточныя воды перекачиваются въ осадочные бассейны, расположенные на высшей точкѣ, а отсюда уже самотокомъ идутъ къ фильтрамъ.

Желательно очищать сточную жидкость и послѣ окислителей. Для этой цѣли достаточно простого отстаиванія.

Переходя къ конструкціи биологическихъ сооружений, слѣдуетъ сказать, что главную часть строительныхъ работъ составляютъ резервуары.

Форма резервуаровъ зависитъ отъ ихъ назначенія. Напримѣръ септикъ-танки и осадочные бассейны большихъ станцій

дѣлаютъ вытянутыми ради полученія болѣе однородной жидкости. Глубину этихъ бассейновъ дѣлаютъ примѣрно въ 2 метра.

Отъ искусства выбрать болѣе удачную конструкцію стѣнокъ резервуаровъ зависитъ въ значительной степени удешевленію біологическихъ сооружений.

Выбирая систему септикъ-танковъ и біологическихъ фильтровъ, не слѣдуетъ придавать большое значеніе патентамъ.

Инженеръ, работающій въ области санитарной техники, ознакомившись съ біологической очисткой сточныхъ водъ по образцамъ существующихъ сооружений, сумѣетъ самъ спроектировать біологическую станцію. Пожалуй придется считаться лишь съ патентованными оросителями.

При изложеніи отдѣльныхъ этаповъ біологической очистки сточныхъ водъ мы старались дать опытные данныя, могущія послужить основаніемъ для проектированія біологическихъ сооружений.

Обладая способностью довести очистку сточныхъ водъ до высокой степени совершенства, искусственный біологическій методъ по своимъ удобствамъ имѣетъ огромное будущее.

Сторонниками его въ настоящее время являются не только техники, но и врачи—гигиенисты.

Докторъ Кальметъ рѣшительно высказывается въ пользу искусственнаго біологическаго метода передъ полями орошенія.

„Мы думаемъ, говоритъ онъ, что вмѣсто пріобрѣтенія новыхъ земельныхъ площадей подъ поля орошенія и проведенія къ нимъ за дорогую цѣну сточной жидкости, городъ Парижъ поступилъ бы благоразумнѣе, если бы устроилъ огромные біологическіе фильтры, способные освободить Сену отъ массы загрязненій, которыя поступаютъ въ нее ежедневно въ настоящее время“.

Професс. Дунбаръ заканчиваетъ свою замѣчательную книгу ¹⁾, которую мы неоднократно цитировали и матеріаломъ которой мы обильно пользовались въ предлагаемомъ трудѣ, слѣдующими знаменательными словами:

„Я убѣжденъ въ томъ, что для многихъ городовъ выгоднѣе было бы отказаться отъ полей орошенія и замѣнить ихъ искусственными біологическими фильтрами. Можно предвидѣть, что съ ростомъ городовъ выше извѣстной мѣры это такъ и случится. Я, напримѣръ, не сомнѣваюсь, что многіе изъ насъ еще доживутъ до того момента, когда г. Берлинъ продастъ свои поля орошенія для застройки, а вмѣсто нихъ устроитъ искусственные біологическіе фильтры“.

¹⁾ Dunbar. Leitfaden f. d. Abwasserrenigungsfrage.

Успѣху распространенія біологическаго метода въ значительной степени способствуютъ быстрые успѣхи бактеріологіи.

Можно смѣло сказать, что прикладная бактеріологія въ настоящее время является той областью знанія, которая сулитъ человѣчеству неисчислимыя практическія выгоды.

Она учитъ между прочимъ техника, какъ использовать величайшую энергію, которую природа вложила въ микроорганизмы.

Она учитъ, какъ использовать въ техническихъ цѣляхъ міриады невидимыхъ живыхъ существъ, которые представляютъ изъ себя огромную даровую силу природы.

И въ этихъ знаніяхъ мы находимъ новую опору для борьбы съ разрушительными стихійными силами природы.

Біологическіе фильтры представляютъ изъ себя фабрику, въ которой главнымъ дѣятелями являются милліоны невидимыхъ работниковъ, трудъ которыхъ человѣкъ утилизируетъ въ своихъ интересахъ.

І. ПРИЛОЖЕНІЕ.

Правила присоединенія частныхъ біологическихъ станцій къ городской канализаціонной сѣти.

Такъ какъ біологическій способъ очистки сточныхъ водъ за послѣдніе 5 лѣтъ проникъ и въ Россію, то явилась необходимость выработать практическія требованія, которыя надлежитъ предъявлять къ домовладѣльцамъ, если они пожелаютъ устроить у себя біологическую очистку сточныхъ водъ и нуждаются въ спускѣ очищенныхъ такимъ образомъ водъ въ городскіе дождевые водостоки.

Однимъ изъ удобствъ біологическаго метода является возможность примѣненія его въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ канализаціи для спуска нечистотъ.

Мы уже ранѣе говорили, что въ Россіи канализаціонная сѣть для спуска kloзетныхъ водъ существуетъ лишь въ 5 родахъ.

Но и тамъ, гдѣ канализація существуетъ у насъ, она обслуживаетъ лишь нѣкоторые, по преимуществу центральные районы. Поэтому даже въ канализованныхъ городахъ, какъ Москва, Кіевъ, Одесса, выдвигается вопросъ о примѣненіи въ неканализованныхъ районахъ болѣе рациональнаго удаленія сточныхъ водъ, нежели системой выгребовъ и отвозкой жидкихъ нечистотъ на свалки.

Біологическій способъ даетъ выходъ для улучшенія санитарныхъ условій и тѣхъ районовъ, въ которыхъ нѣтъ канализаціи.

Въ Москвѣ напр. это относится болѣе чѣмъ къ половинѣ города. Тоже — для Кіева.

Разсчитывать, чтобы въ Москвѣ скоро осуществилась постройка 2-й очереди канализаціи, очень трудно, такъ какъ по предварительной смѣтѣ Городской Управы на эту работу требуется 46.600.000 руб., а оздоровленіе окраинъ очень важно.

Поэтому при Московской Городской Управѣ уже нѣсколько лѣтъ существуетъ коммиссія по опытамъ надъ біологической очисткой сточныхъ водъ.

Эта комиссия и выработала требования, которымъ должны удовлетворять сточныя воды, очищенныя біологическимъ способомъ.

Прежде всего комиссия не пашла возможнымъ вмѣшиваться въ конструкцію фильтровъ и установленіе ихъ частей, мотивировавъ это рѣшеніе слѣдующимъ образомъ. Біологическій способъ очистки сточныхъ водъ является сравнительно еще новымъ, подвергающимся постоянно дальнѣйшему развитію и усовершенствованію. Конструкція фильтровъ крайне разнообразна въ зависимости отъ климатическихъ условій, концентраціи воды и ея характера.

При выдачѣ же разрѣшеній на постройку біологическихъ сооружений комиссия предполагаетъ разсматривать проекты съ 2 сторонъ: 1) съ конструктивной стороны въ смыслѣ прочности и соответствія его съ правилами строительнаго устава, а также правильности устройства домовой и дворовой канализаціи, 2) со стороны санитарной, какъ самаго устройства, такъ и эксплуатаціи его.

При обсужденіи вопроса о взиманіи платы съ введенныхъ у себя біологическій способъ очистки сточныхъ водъ, комиссия остановилась на $1\frac{1}{2}\%$ съ чистой доходности всего владѣнія, т. е. платѣ, которая взимается съ владѣній, хозяйственныя воды которыхъ присоединены къ городскимъ водостокамъ.

Нормы химическаго состава очищенныхъ водъ комиссіей не были выработаны въ виду отсутствія достаточнаго количества данныхъ и наблюденій московскихъ сточныхъ водъ.

Исключеніе было сдѣлано лишь для количества взвѣшенныхъ веществъ, для которыхъ установлена абсолютная цифровая норма.

Организацію надзора за частными біологическими сооружениями комиссия предполагаетъ осуществить слѣдующимъ образомъ:

При Канализаціонномъ Отдѣлѣ Управы устанавливается для разсмотрѣнія проектовъ съ технической стороны и для наблюденія за правильнымъ выполненіемъ проектовъ — техническій надзоръ.

Для разсмотрѣнія проектовъ съ санитарной стороны и для наблюденія за санитарнымъ состояніемъ владѣній, имѣющихъ біологическія сооружения, устанавливается санитарный надзоръ.

Для разрѣшенія вопросовъ, которые могутъ возникать при выдачѣ разрѣшеній на устройство біологическихъ сооружений и при ихъ дѣйствиіи при Отдѣлѣ организуется совѣщательный органъ.

Для изслѣдованія водъ, очищенныхъ біологическимъ способомъ, при Отдѣлѣ будетъ устроена лабораторія.

Приведемъ краткое изложеніе главныхъ статей правилъ, принятыхъ Московской Городской Управой для устройства біологическихъ сооружений въ частныхъ владѣніяхъ г. Москвы, и для спуска сточныхъ водъ, очищенныхъ біологически, въ городскіе водостоки и естественные протоки.

Подъ біологическимъ способомъ очистки сточныхъ водъ понимается очистка съ помощью жизнедѣятельности микроорганизмовъ, низшихъ растений и животныхъ.

Хозяйственные воды, къ которымъ относятся всѣ грязныя домовыя воды и нечистоты отъ клозетовъ и ниссуаровъ, а равно фабричныя воды, которыя могутъ быть очищены біологическимъ способомъ, послѣ очистки такимъ способомъ дозволяется спускать въ городскія водосточныя трубы и естественные протоки.

Всѣ работы по устройству біологическихъ сооружений и по передѣлкѣ ихъ, если это потребуется, производятся владѣльцемъ недвижимыхъ имуществъ за свой счетъ.

Соединеніе контрольнаго колодца съ городскимъ водостокомъ или естественнымъ протокомъ производить Городская Управа своими техниками за счетъ домовладѣльца.

При расширеніи канализаціи г. Москвы можетъ оказаться возможнымъ присоединить владѣніе, имѣющее біологическія сооружения, къ городской канализаціонной сѣти. Въ этомъ случаѣ Управа можетъ потребовать отъ владѣльца разобрать въ извѣстный срокъ біологическія сооружения и спускать сточныя воды своего владѣнія непосредственно въ городской водостокъ.

Біологическія сооружения строятся и капитально ремонтируются по проектамъ утвержденнымъ Управой и до пуска въ ходъ принимаются агентами Управы.

Въ пояснительной къ проекту запискѣ должно быть объяснено дѣйствіе всего устройства: какія воды и въ какомъ количествѣ (среднее въ сутки въ ведрахъ) предположено очищать біологическимъ способомъ.

Всѣ части сооружений для біологической очистки сточныхъ водъ должны быть устроены изъ негниющаго матеріала.

Біологическія сооружения строятся точно по утвержденнымъ чертежамъ подъ наблюденіемъ техника, имѣющаго права на производство строительныхъ работъ. Этотъ техникъ является ответственнымъ лицомъ за безопасность при производствѣ работъ.

Всѣ воды, очищенные біологическимъ способомъ, подводятся однимъ или нѣсколькими дворовыми коллекторами къ контрольному колодцу, поставленному внутри владѣнія у воротъ его. Нивелирная отмѣтка заложения контрольнаго колодца дается Управой.

Контрольный колодезь всегда закрытъ и опечатанъ пломбой Управы. Изъ него берется проба воды для испытанія, когда это потребуется.

По окончаніи работъ по сооруженію биологической станціи и дворовой канализаціи домовладѣлецъ извѣщаетъ Управу, которая назначаетъ осмотръ.

Освидѣтельствованіе строительныхъ работъ производится въ нижеслѣдующемъ: 1) выполнены ли работы во всемъ согласно утвержденнымъ чертежамъ; 2) проложены ли трубы отъ колодца до колодца совершенно прямо безъ перегибовъ, для чего трубы просматриваются на свѣтъ; 3) нѣтъ ли внутри трубъ какихъ-либо постороннихъ предметовъ и не выходятъ ли изъ стыковъ внутрь концы смоленой пряди, которой проконопачены трубы; 4) не проходятъ ли значительной фильтраціи въ трубахъ и въ колодцахъ и 5) перестроены ли надлежащимъ образомъ ретиряды, помойныя ямы и выгребъ, относящіеся къ зданіямъ, не присоединеннымъ къ биологическимъ фильтрамъ.

Если окажется несоотвѣтствіе сооруженія съ проектомъ, то владѣлецъ долженъ устранить это несоотвѣтствіе. Въ противномъ случаѣ для Управы является необязательнымъ соединить эти сооруженія съ городскимъ водостокомъ.

Домовладѣлецъ въ предѣлахъ канализаціоннаго владѣнія обязанъ содержать въ исправномъ видѣ какъ канализаціонную, такъ и водопроводную сѣть со всеми относящимися къ нимъ сооружениями и приспособленіями, а также и все устройство для биологической очистки и немедленно исправлять всѣ поврежденія. Уличная сѣть и соединительная вѣтвь отъ контрольнаго колодца находятся на попеченіи Управы.

Домовладѣлецъ обязанъ наблюдать, чтобы въ квартирахъ, не занятыхъ жильцами, сифоны подъ всеми пріемниками для спуска сточныхъ водъ и нечистотъ были заполнены жидкими мало летучими маслами, дабы не было проникновенія воздуха изъ сточныхъ трубъ въ квартиру.

Засоренія домовой сѣти устраняются домовладѣльцемъ, а уличной—Городской Управой за счетъ города.

Агенты Управы свободно входятъ во дворъ домовладѣльца отъ 8 ч. утра до 6 ч. вечера и берутъ, если нужно, образцы сточной воды изъ всѣхъ отдѣленій биологическихъ сооружений и изъ канализаціи.

При началѣ дѣйствія биологическихъ фильтровъ, во время ихъ созрѣванія, вытекающая съ нихъ вода вывозится домовладѣльцемъ за свой счетъ до тѣхъ поръ, пока не будетъ удосто-

вѣрено агентомъ Городской Управы, что вода отвѣчаетъ въ качественномъ отношеніи предварительной и лабораторной пробамъ, указаннымъ ниже. Это правило соблюдается также послѣ ремонта біологическихъ фильтровъ, промывки и вообще послѣ временныхъ пріостановокъ всего дѣйствія сооруженія или въ частяхъ его при существованіи запасныхъ отдѣловъ. При необходимости ремонта, промывки фильтровъ, и вообще какихъ либо временныхъ пріостановокъ въ дѣйствіи фильтровъ,—домовладѣлецъ обязанъ увѣдомить агента Городской Управы.

Воду, прошедшую черезъ фильтры, но не вполне очищенную, дозволяется перекачивать на септикъ-танкъ или 1-й фильтръ. Перекачка устраивается съ разрѣшенія Городской Управы и по чертежамъ ею утвержденнымъ.

Пробы воды, очищенной біологическимъ способомъ, берутся агентами Городской Управы изъ контрольнаго колодца въ присутствіи домовладѣльца или лица, спеціально имъ на то уполномоченнаго письменнымъ заявленіемъ Городской Управы. По желанію домовладѣльца или его уполномоченнаго ему выдается, при взятіи пробы агентомъ Управы, такая же проба за печатью агента, съ обозначеніемъ времени и мѣста взятія пробы.

Контроль надъ качествомъ очищенной воды производится агентами Городской Управы; контроль установленъ двоякій: 1) предварительный на мѣстѣ дѣйствія сооруженія и 2) періодическій—съ изслѣдованіемъ пробы въ лабораторіи. Предварительнымъ контролемъ опредѣляется: а) прозрачность въ стеклянныхъ цилиндрахъ діаметромъ 10—12 сант. при разсѣянномъ дневномъ свѣтѣ (не солнечномъ), пользуясь шрифтомъ Снеллена,¹⁾ б) запахъ, в) отсутствіе устойчивости пѣны и д) сѣководородъ.

Удовлетворительная по качеству вода должна имѣть прозрачность не ниже 5 сантиметровъ; запахъ въ ней допускается лишь слабо землистый или неопредѣленный, но не противный; если испытуемою водою наполнить до половины стеклянки, заткнуть пробкою и сильно взболтать въ теченіе полминуты, то появившаяся сплошная пѣна въ случаѣ удовлетворительной очистки воды должна исчезнуть не долѣе какъ черезъ 3 секунды.

Присутствіе сѣководорода опредѣляется качественно свинцовой бумажкой, которую держатъ надъ испытуемою водою въ закупоренной стеклянкѣ полчаса. Отсутствіе потемнѣнія бумажки

¹⁾ См. прилож. II.

укажетъ на отсутствіе сѣроводорода, что и должно быть при удовлетворительной очисткѣ сточной воды.

Лабораторныя испытанія состоятъ въ слѣдующемъ:

1) Опредѣленіе количества взвѣшенныхъ веществъ фильтрованіемъ и высушиваніемъ при 100° Ц. Для удовлетворительно очищенной воды въ литрѣ ея должно содержаться взвѣшенныхъ веществъ, высушенныхъ при 100° не болѣе 50 миллиграммъ.

2) Опредѣленіе прозрачности—какъ въ предварительныхъ испытаніяхъ.

3) Опредѣленіе незагниваемости. Вода, поставленная въ наполненной почти до пробки закупоренной стеклянкѣ на 7 сутокъ при комнатной температурѣ, не на прямомъ солнечномъ свѣтѣ, не должна выдѣлять сѣроводорода, образовывать пленокъ на поверхности и обладать противнымъ запахомъ. Установленіе признаковъ загниванія предоставляется лабораторіи.

4) Опредѣленіе вредныхъ для здоровья металловъ и металлоидовъ, какъ то: мѣди, мышьяка, сурьмы, свинца, свободного хлора и друг. Удовлетворительно очищенная вода не должна совершенно содержать ихъ.

Пользованіе городскими сточными трубами и естественными протоками для удаленія нечистотъ и хозяйственныхъ водъ безъ разрѣшенія Городской Управы воспрещается.

При подачѣ заявленія о желаніи очищать фабричныя сточныя воды біологическими фильтрами должны быть указаны:

1) Характеръ производства.

2) Суточное количество сточныхъ водъ.

3) Вся ли отработанная вода будетъ подлежать очищенію въ біологическихъ фильтрахъ или только часть ея.

Примѣчаніе. Въ нѣкоторыхъ производствахъ часть наиболее чистыхъ сточныхъ водъ по опредѣленію Управы можетъ быть допущена къ спуску въ водостоки безъ предварительной очистки.

Разрѣшеніе на устройство біологическихъ фильтровъ для очищенія фабричныхъ сточныхъ водъ выдается Управой послѣ изслѣдованія состава сточныхъ водъ и опредѣленія ихъ пригодности для очистки біологическимъ способомъ.

До впуска водъ въ біологическіе фильтры по разрѣшенію Управы можетъ быть допущена предварительная химическая очистка водъ. Вообще владѣльцы фабрикъ и заводовъ вырабатываютъ по соглашенію съ Городскою Управою тѣ условія, при которыхъ фабричныя и заводскія воды въ зависимости отъ характера производства фабрикъ и заводовъ могутъ быть допущены къ біологической очисткѣ.

Устройство и эксплуатация биологических фильтров для очищения фабричных сточных вод должны удовлетворять тѣмъ же требованіямъ, какъ и при очищеніи домовыхъ водъ.

Воды конденсаціонныя, изъ холодильниковъ, ледниковъ, котловъ для согрѣванія воды, грунтовыя воды, атмосферныя осадки (дождевыя и снѣговыя воды) могутъ быть отведены въ водосточныя трубы или естественныя протоки безъ предварительной очистки биологическимъ способомъ особою сѣтью и коллекторомъ съ контрольнымъ колодцемъ, не имѣющимъ никакихъ соединительныхъ трубъ съ трубопроводами къ биологическимъ фильтрамъ или вообще съ сооруженіемъ для биологической очистки.

Въ домовую и дворовую городскую канализаціонную сѣть, а также въ соединительную вѣтвь отъ контрольнаго колодца до городской сточной трубы или естественныя протоки воспрещается спускать какіе бы то ни было твердые предметы, какъ-то: соръ, золу, землю, песокъ, мочалу, солому, щепки и т. п., а также кухонныя и хозяйственныя отбросы.

Перекачка сточной жидкости изъ глубокихъ подваловъ въ домовую или дворовую сѣть или непосредственно въ сооруженія для биологической очистки допускается лишь въ исключительныхъ случаяхъ, когда Городская Управа признастъ это необходимымъ. Проектъ перекачки утверждается Городской Управою.

Перекачка нечистотъ изъ выгребныхъ ямъ отъ неканализованныхъ зданій въ сооруженія для биологической очистки сточныхъ водъ не дозволяется.

Сточные воды, очищенныя биологическимъ способомъ, не дозволяется спускать въ непроточныя водоемы или въ грунтъ въ видѣ поглощающихъ колодцевъ, а также употреблять для промывки канализаціонной сѣти клозетовъ, писсуаровъ, раковинъ, или другихъ канализаціонныхъ приборовъ.

Во владѣніяхъ, лежащихъ ниже уровня высокыхъ водъ, бывшихъ при весеннемъ разливѣ рѣкъ Москвы и Яузы въ 1879 году, дозволяется устраивать сооруженія для биологической очистки сточныхъ водъ, но съ тѣмъ, чтобы въ проектѣ сооруженій была предусмотрена возможность дѣйствія таковыхъ очистительныхъ приборовъ въ случаѣ поднятія горизонта весенняго паводка до уровня бывшаго въ 1879 году.¹⁾

Примѣчаніе. Нивелирныя отмѣтки весенняго разлива 1879 года выдаются въ Московской Городской Управѣ.

¹⁾ Подъемъ вошнихъ водъ въ 1908 г. въ Москвѣ произошелъ таковой же 1879-го года болѣе чѣмъ на 1 аршинъ.

Существующіе домовые спуски въ водостоки или естественные протоки, хотя бы и устроенные съ разрѣшенія Управы, должны быть совершенно отъ нихъ разобщены въ теченіе мѣсяца со дня открытія дѣйствія біологическихъ фильтровъ.

Исключеніе составляютъ только тѣ домовые водостоки, которые служатъ для отвода конденсаціонныхъ, грунтовыхъ, дождевыхъ и подобныхъ водъ, и если дворовые сѣти и коллекторы этихъ водостоковъ уже разобщены отъ сѣти біологической очистки, иначе должны быть перестроены надлежащимъ образомъ.

Домовая и дворовая канализація, устроенная ранѣе утвержденія сихъ правилъ, должны быть приведены до присоединенія къ біологическимъ фильтрамъ въ видѣ, согласно съ особо выработанными Городской Упрavoю техническими кондиціями.

По полученіи разрѣшенія отъ Городской Управы на пользованіе біологическимъ фильтромъ, выгребныя и помойныя ямы отъ тѣхъ зданій, отъ которыхъ сточныя воды очищаются біологическимъ фильтромъ, должны быть уничтожены домовладѣльцемъ засыпкою въ двухмѣсячный срокъ. Предварительно засыпки выгребныхъ ямъ, онѣ должны быть тщательно очищены до дна. Трубы, отводящія нечистоты въ означенныя ямы, должны быть отъ послѣднихъ разобщены. Равнымъ образомъ должны быть въ тотъ же срокъ уничтожены земляные и пудръ-клозеты.

Если очищеніе сточныхъ водъ біологическимъ способомъ предполагается ввести не во всѣхъ зданіяхъ владѣнія, то тѣ зданія, которыя будутъ присоединены къ біологическимъ фильтрамъ, должны имѣть домовую и дворовую канализацію согласно симъ правиламъ. Если при остальныхъ зданіяхъ, не присоединенныхъ къ біологическимъ фильтрамъ, имѣются простые ретирасы, помойки и выгребы, то домовладѣлецъ обязанъ переустроить ихъ такъ, чтобы они вполне отвѣчали санитарнымъ условіямъ.

Во владѣніи, канализованномъ біологическими фильтрами, вновь возводимыя зданія должны быть канализованы также съ біологическими фильтрами.

Домовладѣлецъ обязанъ отвозить за свой счетъ твердые отбросы изъ раковинъ, сметки со дворовъ и улицъ, сколотый снѣгъ, вообще все, что подлежитъ отвозкѣ для содержанія владѣнія въ чистотѣ, а равно и осадокъ, получаемый отъ устройства для біологической очистки сточныхъ водъ. Осадокъ этотъ въ моментъ извлеченія его изъ отдѣленій біологической очистки долженъ дезинфицироваться и отвозиться изъ владѣнія въ день его полученія, при чемъ домовладѣльцемъ должны быть приняты мѣры противъ распространенія зловонія.

Относительно промывки и содержанія домової канализаціонной сѣти и всѣхъ необходимыхъ при ней устройствъ домовладѣльцы подчиняются особо выработаннымъ Городской Управою техническимъ кондиціямъ.

Кромѣ Московской Городской Управы подобныя же правила присоединенія біологическихъ сооруженийъ къ городскимъ водостокамъ и естественнымъ протокамъ выработаны и приняты также и Екатеринославской Городской Управой.

Но они очень кратки и послѣ Московскихъ правилъ мало что прибавляютъ для урегулированія этого важнаго вопроса.

Шрифтъ Снедлена 1,0.

для опредѣленія степени прозрачности воды.

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь кое-гдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь кое-гдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь кое-гдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

Протоколъ подробнаго анализа воды. №.....

№..... Время взятія пробы: 190..... г..... мѣс..... числа..... час.

Откуда взята проба.....

Температура воды....., наружн. воздуха..... Барометр. давл.....

Погода: до взятія пробы.....

„ во время взятія пробы.....

Физическія качества воды.

Прозрачность (въ общихъ выраженіяхъ).....

Цвѣтъ.....

Запахъ.....

Степень прозрачности.....

Реакція *).....

Характеристика взвѣшен. вещ. и осадка.....

Химическій анализъ.

	Граммъ въ 1 литрѣ.	Примѣчанія.
1. Взвѣшенные вещества при 100° Ц.		
„ „ послѣ прокаливанія.		
Въ нихъ летучихъ веществъ.		
2. Плотный остатокъ при 100° Ц.		
„ послѣ прокаливанія		
Въ нихъ летучихъ веществъ.		
3. Хлоръ.		
4. Общес количество азота.		
5. Органическій азотъ		
6. Альбуминоидный амміакъ		
7. Амміакъ солей.		
8. Азотная кислота.		
9. Азотистая кислота.		
10. Окисляемость (въ грамм. кислорода).		
11. Сѣроводородъ.		

Подпись.....

*) При рѣзко выраженной кислой или щелочной реакціи опредѣляется кислотность или щелочность жидкости.

Протоколъ сокращеннаго анализа воды. №.....

№..... Время взятіе пробы 190.....г..... мѣс..... числа..... час.

Откуда взята проба.....

Температура: воды....., наружи. воздуха..... Барометр. давл.....

Погода до взятія пробы.....

„ во время взятія пробы.....

Физическія качества воды.

Прозрачность (въ общихъ выраженіяхъ).....

Цвѣтъ.....

Запахъ.....

Степень прозрачности.....

Реакція.....

Характер. взв. вѣщ. и осадка.....

Химическій анализъ.

	Гр. въ 1 литрѣ.	Примѣчанія.
1. Окисляемость (въ грамм. кислорода)		
2. Азотная кислота		
3. Азотистая кислота		
4. Амміакъ солей		
5. Хлоръ		
6. Сѣроводородъ		

Кислородная проба.		Проба на загниваемость.
Количество кислорода въ 1 литрѣ воды:		
а) въ день взятія пробы		
б) черезъ два дня послѣ взятія пробы		
Коэффициентъ измѣняемости кислорода		

Подпись.....

Таблица перевода мѣръ.

Приложёніе V.

1 метръ	3 фута 3,4 дюйм.	0,469 сажени	1 арш. 6,5 вершк.	
1 футъ	12 дюйм.	0,1429 „	0,429 арш.	0,3048 метра
1 арш.	28 „	0,333 „	—	0,7112 „
1 саж.	84 „	—	3 арш.	2,134 „
1 километръ	—	468,7 саж.	—	1000 „
1 сантим.	0,397 дюйм.	—	—	0,01 „
1 дюймъ.	—	—	—	25,4 миллиметра
1 ярдъ	3 фута			0,914 метра
1 кв. метръ	10,764 кв. фута	0,2196 кв. саж.		
1 кв. саж.	49 кв. фут.	—	9 кв. арш.	4,553 кв. метр.
1 „ „	7056 кв. дюйм.			
1 кв. футъ	144 кв. дюйм.	—	0,1837 кв. арш.	0,0929 кв. метр.
1 кв. дюймъ	—	—	—	645,15 кв. миллим.
1 кв. километръ	—	0,8787 кв. верст.	100 гектаръ.	1000000 кв. метр.
1 акръ въ Германіи		1126 кв. саж.		
1 „ въ Англии		900 „ „		
1 гектаръ	0,9153 десятины	2196,76 „ „	0,01 кв. километр.	10000 кв. метр.
1 кв. верста	104,17 „	250.000 „ „	1,138 „ „	
1 десятинна		2400 „ „	1,0925 гект.	10925 „ „
1 кв. ярдъ.	9 кв. фут.			0,836 „ „
1 кубич. метръ	35,3156 куб. фут.	0,103 куб. саж.	2,7799 куб. арш.	—
1 „ метръ	81,36 ведеръ	1,308 куб. ярдъ	264,170 галлон.	1000 литровъ
1 „ сантим.	0,061 куб. дюйм.	— примѣрно	20 капель	воды
1 „ футъ	1728 куб. дюйм.	2,3 ведра	28,03 литра	0,028 куб. метр.
1 „ саж.	343 куб. фут.	789,674 ведра	9710 литровъ	9,71 „ „
1 галлонъ америк.	0,833 англ.	0,134 куб. фут.	4,546 „	0,00379 „ „
1 литръ	0,0357 куб. фут.	0,081 ведра		0,001 „ „
1 ведро	0,434 „ „	2,7 галл.		12,299 литровъ
1 килограммъ	2,438 фунта			1000 грам.
1 тонна	61 пудъ			
1 пудъ	16,4 килограм.			
1 фунтъ	0,41 „			
1 гранъ	0,0648 грамм.			

1 миллигр. на 1 литр. соотвѣтств 1 : 1.000.000 частей.