

## Искусственная биологическая очистка сточныхъ водъ \*).

А. А. Десятова.

Удаленіе и обезвреживаніе нечистотъ людей и животныхъ, различныхъ отбросовъ хозяйства, заводскихъ, банныхъ и т. п. водъ составляетъ въ послѣднее время одну изъ наиболѣе важныхъ и трудныхъ задачъ, какъ городовъ, такъ и отдѣльныхъ учрежденій, фабрикъ, заводовъ. Все увеличивающаяся спѣшенность людей на небольшихъ пространствахъ, развитіе потребностей людей, а вслѣдствіе этого громадное увеличеніе числа различныхъ промышленныхъ заведеній, приводятъ къ необходимости такъ или иначе удалить и обезвреживать массу различныхъ отбросовъ, которые требуютъ для своего удаленія громадныхъ расходовъ, при нерациональныхъ способахъ удаленія и очистки загрязняютъ и заражаютъ почву и рѣки и дѣлаютъ санитарное состояніе большихъ поселеній невозможнымъ до того, что ихъ населеніе начинаетъ вымирать.

Уже одни плотныя и жидкія изверженія людей составляютъ для города вродѣ Казани съ 150 тысячами населенія въ годъ около 7500 куб. саж., т. е. массу въ одну сажень толщины, 15 саж. ширины и одну версту длины. Но человѣческія изверженія составляютъ только незначительную часть всѣхъ отбросовъ, создаваемыхъ жизнью людей (1—5%); при мало мальски удовлетворительномъ водоснабженіи, при поддержаніи необходимой чистоты по расчетамъ Эрисмана въ такомъ городѣ кухонныхъ помоевъ и отбросовъ за годъ должно быть около 700 тысячъ куб. саж. (553 милліона ведеръ), а вѣдь сюда еще надо прибавить нечистоты животныхъ, баннаго водъ, не говоря уже о сточныхъ водахъ промышленныхъ заведеній.

---

\*) Доложено въ засѣданіи Общества врачей при Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ 20 декабря 1908 г.

По расчету инж. Линдлея въ Самарѣ при существующемъ вооснабженіи количество сточныхъ водъ, считая и фабричныя и промышленныя заведенія, должно быть около 1789000 куб. саж. (1800 миллионъ вѣдеръ).

При нашихъ обширныхъ пространствахъ, при рѣдкости и незначительной величинѣ городовъ, при мощности нашихъ рѣкъ мы пока еще не замѣчаемъ рѣзкихъ, бросающихся въ глаза, результатовъ загрязненія почвы и рѣкъ и обходимся наиболѣе примитивными способами удаленія только части человѣческихъ изверженій въ ближайшія окрестности и рѣки, вовсе ничего не думая объ остальныхъ отбросахъ, а тѣмъ болѣе объ ихъ обезвреживаніи. Но и теперь уже почва большихъ городовъ у насъ страшно загрязнена и становится замѣтнымъ и загрязненіе рѣкъ; не говоря уже о загрязненіи отдѣльныхъ маленькихъ рѣчекъ, которыя въ отдѣльныхъ случаяхъ загрязняются такъ, что въ нихъ превращается всякая жизнь, что изъ нихъ не только нельзя пить воду, но нельзя и купаться въ ней, даже и на большихъ рѣкахъ начинается склизываться это загрязненіе, не смотря на ихъ многоводность и относительную пустынность береговъ. Загрязнены не только рѣки Яуза и Москва, но и многоводная и быстрая Нева (по свѣдѣніямъ собранымъ д-ромъ г. Кулеша въ Неву отъ ея истока до водопроводнаго баена вливается ежедневно 16000000 вѣдеръ разныхъ сточныхъ водъ), загрязненіе многихъ мелкихъ притоковъ Волги и прибрежной полосы самой даже Волги обнаружено изслѣдованіями санитарныхъ врачей В. Арнольдова и А. Никитина. Но здѣсь пока загрязненіе еще незначительно, а на мелкихъ рѣкахъ промышленнаго района оно уже доходитъ до того, что жизнь становится невозможной на ихъ берегахъ.

Какъ загрязнена почва нашихъ городовъ, даютъ понятіе слѣдующія цифры и выводы изъ нихъ. Изслѣдованіе почвенной воды въ С.-Петербургѣ въ 1906 г. дало слѣдующія цифры: <sup>1)</sup>

Потребно кислорода на окисленіе орган. вѣщ.	102,4
Плотный остатокъ	2227,6
Тоже послѣ прокаливанія	1525,6
Потеря при прокаливаніи	702,0
Хлоръ	264,8

<sup>1)</sup> Вѣстн. Общест. Гигіены 1898 г. Мартъ.

Амміакъ	175,0
Фосфорная кислота	3,0

По замѣчанію автора это уже не вода, а настояй нечистотъ.

Московская почва въ среднемъ содержитъ по изслѣдованіямъ Л. Лялина въ процентахъ: <sup>2)</sup>

Воды	28,0
Амміака	0,0139
Азота	0,439
Хлора	0,024
Азотной кислоты	0,0134
Фосфорной кислоты	0,702

Изъ найденнаго имъ количества азота въ почвѣ авторъ выводитъ для наглядности слѣдующій расчетъ: если принять, что азотъ почвы обязанъ своимъ происхожденіемъ исключительно загрязненію почвы мочей человѣка, то получимъ, что слой почвы въ чертѣ Садовой улицы глубиной въ 3 аршина содержитъ въ себѣ годовую порцію мочи болѣе 1500 миллионовъ человѣкъ. При расчетѣ по количеству содержащейся въ почвѣ фосфорной кислоты тотъ же районъ содержитъ годовую мочу 3000 миллионовъ человѣкъ.

Московская почва изслѣдовалась еще въ 1885 г. д-ромъ Бубновымъ и для характеристики ея загрязненія онъ приводитъ слѣдующее сравненіе: <sup>3)</sup>

Почва вблизи выгребовъ съ человѣч. нечистотами содержитъ:

	Органич. вѣщ.	16,76
	орг. азота	1,23
Почва въ Охотномъ ряду, дворъ № 3	органич. вѣщ.	144,31
	орг. азота	3,21

И мы уже давно расплачиваемся за это загрязненіе почвы и рѣкъ громадной смертностью, распространеніемъ заразныхъ болѣзней и т. д. и намъ пора уже давно обратить вниманіе на этотъ вопросъ и не повторять ошибокъ западно-европейскихъ государствъ, а пользуясь ихъ примѣровъ, принимать теперь мѣры противъ загрязненія почвы и рѣкъ, чтобы добиться такого же пониженія смертности и исчезновенія въ некоторыхъ заразныхъ болѣзней, какового добились многіе государства зап. Европы.

<sup>2)</sup> Вѣстн. Общ. Гигіены 1897 г. Іюнь.

<sup>3)</sup> Сборникъ работъ гигиен. лабор. Московскаго Университета. Т. 1-й.

Конечно смертность въ городахъ и государствахъ зависитъ не только отъ санитарныхъ мѣръ, но и отъ условій климата, экономическихъ условій, состава населенія по возрасту и т. п., но и санитарные мѣропріятія имѣютъ громадное значеніе и это доказано многими достовѣрными наблюденіями<sup>4)</sup>. Все это, конечно, хорошо Вамъ извѣстно и я не буду на этомъ останавливаться. Не могу я также касаться обширнаго вопроса о способахъ удаленія сточныхъ водъ и перехожу прямо къ темъ докладу.

Принципомъ искусственной біологической очистки нечистотъ является устройство приспособленій, которые давали бы благоприятныя условія для развитія и жизне-дѣятельности низшихъ организмовъ, вслѣдствіе которой и происходитъ раствореніе, разложеніе и минерализація органическихъ веществъ, составляющихъ главное загрязненіе городскихъ и значительную часть загрязненія и всѣхъ другихъ сточныхъ водъ фабрикъ и заводовъ, которыя содержатъ много разнообразныхъ и часто ядовитыхъ веществъ, я здѣсь касаться не буду, о нихъ въ концѣ доклада.

Приспособленія для біологической очистки состоятъ въ настоящее время обычно изъ двухъ частей: 1. бассейна для задержки (септики, гнилостные бассейны) или только для задержки (осадочные бассейны) и 2. окислительныхъ фильтровъ. Необходимой составной частью являются, конечно, какъ и вообще при всякой очисткѣ сточныхъ водъ, приспособленія для задержки крупныхъ, тяжелыхъ и неорганическихъ предметовъ, неспособныхъ подвергаться измѣненіямъ при біологическихъ процессахъ (рѣшетки, песколовки). Здѣсь же, наконецъ, надо упомянуть о жироловителяхъ. Въ виду того, что жиры представляютъ цѣнную часть сточныхъ водъ, которая притомъ очень трудно измѣняется при біологическихъ процессахъ, загрязняетъ фильтры и мѣшаетъ ихъ работѣ, въ настоящее время считается необходимымъ отдѣлять ихъ до выпуска жидкости на очистительныя приспособленія и употреблять на приготовленіе мыла, свѣчъ, брикетовъ для отошленія и т. п.

Послѣ механическаго очищенія отъ грубыхъ взвѣшенныхъ частицъ и жировъ, сточныя воды поступаютъ въ септики или осадочные бассейны. Септики или гнилостные бассейны—это искусственные бассейны изъ желѣза или желѣзо-бетона, отличающіеся отъ осадочныхъ бассейновъ величиной, а поэтому и біологическими процессами, происходящими въ нихъ во время медленнаго прохожденія воды и развитія въ нихъ анаэробныхъ бактерій. Величина ихъ рассчитывается такъ, чтобы они могли вмѣстить коли-

<sup>4)</sup> Вотъ нѣсколько цифръ, доказывающихъ это вліяніе (таблица № 1).

чество водъ протекающихъ въ 6—12—24 и 48 часовъ, чаще всего устраиваются септики на суточное количество; громадные септики на 5—10 и даже 20-ти суточное количество, хотя и устраиваются изрѣдка еще и въ настоящее время, но большинствомъ авторитетовъ признаются непрактичными и вредными для дальнейшей очистки.

Прототипомъ септиковъ являются выгребы Мура, извѣстные у насъ больше подъ названіемъ выгребовъ Шамбо. Это герметически закрытые бассейны, которые по идеѣ изобрѣтателей считаются самостоятельными очистительными аппаратами (посредствомъ гнилостныхъ процессовъ) и изъ которыхъ по ихъ мнѣнію можно выпускать воды уже въ общественные водоемы. Употреблялись и употребляются они только, какъ выгребы изъ отдѣльныхъ клозетовъ. Этотъ способъ очищенія сточныхъ водъ посредствомъ гнилостныхъ процессовъ былъ затѣмъ разработанъ и возведенъ въ систему Шведеромъ, а соединеніе его въ одну систему съ окислительными фильтрами предложено впервые въ Англии инж. Камерономъ. Въ настоящее время уже всеми признано, что гнилостные бассейны самостоятельными приспособленіями для очистки не могутъ быть совершенно, что жидкость выходитъ изъ нихъ необезвреженной и спускъ ея въ общественные водоемы недопустимъ. Вопросъ о значеніи ихъ въ биологической системѣ является еще спорнымъ: есть мнѣнія, что на большихъ станціяхъ ихъ выгоднѣе замѣнять механическими приспособленіями для задержки взвѣшенныхъ веществъ или же прямо очищать воды на особо устроенныхъ окислительныхъ фильтрахъ (пластичатый окислитель Дибдина).

Вліяніе септиковъ на сточныя воды заключается во первыхъ въ выдѣленіи взвѣшенныхъ частицъ, которыя вслѣдствіе болѣе медленнаго теченія жидкости или падаютъ на дно или поднимаются вверху въ зависимости отъ ихъ удѣльнаго вѣса, а во вторыхъ въ измѣненіи органическихъ веществъ, происходящемъ вслѣдствіе развитія и жизнедѣятельности анаэробныхъ бактерий. Вопросъ о количественномъ значеніи того и другого процесса въ септикахъ служитъ еще сейчасъ предметомъ большихъ разногласій среди спеціалистовъ. Въ то время, какъ проф. Кальметтъ считаетъ септики очень важными въ процессѣ биологической очистки и полагаетъ, что въ нихъ происходитъ громадная работа анаэробныхъ бактерий, которыя разлагаютъ и дѣлаютъ растворимыми многія органическія вещества и главнымъ образомъ углеводы (клетчатка бумаги и растеній, крахмалъ, декстрины, сахаръ), затѣмъ органическія кислоты, жиры, а отчасти и бѣлковыя вещества, Держговскій находитъ, что въ септикахъ главнымъ образомъ происходитъ только механическое отстаиваніе взвѣшенныхъ веществъ, биологическіе же процессы въ нихъ далеко не такъ значительны: уменьшеніе осад-

ка по его мнѣнію происходитъ не столько отъ разложенія и растворенія органическихъ частицъ, сколько отъ уплотненія осадка. Въ то время, какъ по Кальметту черезъ извѣстное время, когда въ септикѣ создадутся благоприятныя условія для развитія анаэробовъ, иль въ немъ перестаетъ увеличиваться и всѣ взвѣшенные вещества при извѣстныхъ размѣрахъ и скорости теченія растворяются въ томъ же количествѣ, въ какомъ прибываютъ въ сточной водѣ, Держговскій говоритъ, что въ септикахъ иль подъ влияніемъ анаэробовъ разлагается очень мало и скоро накапливается въ такихъ количествахъ, что требуется чистка бессейновъ.

Какъ и вездѣ, истина здѣсь находится, кажется, по срединѣ; біологическіе процессы въ септикахъ несомнѣнно наблюдаются и въ довольно значительной степени, но въ нихъ далеко не растворяется все количество притекающихъ взвѣшенныхъ частицъ и септики нуждаются въ чисткѣ болѣе или менѣе часто въ зависимости отъ ихъ величины и отъ условій протеканія черезъ нихъ воды, а также, вѣроятно и въ зависимости отъ состава воды. Извѣстные нѣмецкіе специалисты по біологической очисткѣ Дунбаръ и Туммъ признаютъ, что въ септикахъ разлагается и растворяется значительное количество органическихъ веществъ, что благодаря этому и уплотненію ила онъ уменьшается на девять десятыхъ, если принимать во вниманіе объемныя величины. Что въ септикахъ происходитъ энергичная біологическая работа, видно изъ того, что они даютъ много газовъ, являющихся продуктами разложенія органическихъ веществъ (водородъ, метанъ, углекислота, азотъ). Многіе станціи собираютъ и утилизируютъ эти газы, такъ въ г. Экзеторѣ эти газы сжигаютъ въ уличныхъ фонаряхъ и освѣщаютъ общественныя бани; въ Дюссельдорфѣ они сжигаютъ въ газовомъ двигателѣ, дающемъ 70 силъ. Въ таблицѣ, приводимой Держговскимъ въ подтвержденіе того, что септики скоро загрязняются, есть между прочимъ г. Бирмингамъ, септикъ котораго доказываетъ противное, ибо онъ при глубинѣ въ полтора метра и вмѣстности 0,29 суточного количества не чистился уже три съ половиной года.

Д-ромъ В. Фавромъ въ лабораторіи профессора Дунбара въ Гамбургѣ были произведены многочисленныя наблюденія надъ разложеніемъ различныхъ органическихъ веществъ въ септикѣ, вмѣщавшемъ суточное количество суточныхъ водъ, въ стоячей гнѣющей жидкости изъ септика и въ текучей водопроводной водѣ.

Изъ опытовъ оказалось, что въ септикѣ легко и скоро разлагались всѣ бѣлки и альбуминоиды, даже такіе плотные и крѣпкіе, какъ хрящи и сухожилія; хорошо разлагались также углеводы; разлагалась, наконецъ, и клетчатка, хотя и значительно медленнѣе, чѣмъ бѣлки и углеводы. Менѣе всего измѣнялись жиры и почти не измѣнялась пробка.

Въ стоячей гниющей водѣ всѣ вещества разлагались очень медленно и не совершенно, а въ водопроводной водѣ измѣненія веществъ были почти совсѣмъ незамѣтны.

Въ таблицѣ № 2 представлены измѣненія различныхъ веществъ и предметовъ въ септикахъ по даннымъ Фавра (Харьковский Медицинскій Журналъ 1908 г. Январь).

Разногласія наблюдателей здѣсь естественно объясняются кромѣ разнообразнаго состава водъ и разной конструкции септиковъ, тѣмъ еще, что не только происходящія здѣсь процессы и производящія ихъ бактеріи, но и вещества, подвергающіеся здѣсь измѣненіямъ очень недостаточно изучены (кѣлѣчатка, бѣлки) а потому и трудно опредѣленіе тѣхъ условій, отъ которыхъ зависитъ качество и величина работы бактерій. Между тѣмъ послѣднія, какъ живыя существа, относятся очень чувствительно ко всѣмъ измѣненіямъ среды, въ которой имъ приходится жить: качественнѣй и количественнѣй составъ сточныхъ водъ, ихъ температура, скорость движенія, извѣстная степень содержанія кислорода и т. п. все это оказываетъ громадное вліяніе на жизнедѣятельность бактерій, а слѣдовательно и на работу септического бассейна. Обширные и хорошо поставленные опыты въ Москвѣ въ сожалѣнію далеко еще не закончены и точныхъ результатовъ не дали. Въ первомъ отчетѣ станціи имѣются нѣкоторые данные о сравнительномъ дѣйствіи осадочнаго бассейна и септика, но авторы вездѣ оговариваются, что ихъ опыты не закончены, что свѣдѣнія о работѣ септика недостаточны, потому что опы еще не созрѣли. Упомяну всетаки, что по этимъ опытамъ септичекъ, какъ видно изъ нижеслѣдующей таблицы задерживаетъ больше взвѣшенныхъ веществъ, сильнѣе просвѣтляетъ воду и понижаетъ ея окисляемость, но въ тоже время замѣчено, что воды изъ осадочнаго бассейна несомнѣнно лучше очищаются на фильтрахъ, чѣмъ воды изъ септика. Упомяну объ этомъ, потому что Дзержговскій, а также отчасти и Дунбаръ приходятъ также къ убѣжденію, что септические процессы вредно вліяютъ на воду въ смыслѣ дальнѣйшаго очищенія ея на фильтрахъ. Но съ другой стороны извѣстно, что плохая очистка воды ведетъ къ загрязненію фильтровъ и быстрому уменьшенію ихъ водоемкости; эта сторона вопроса не могла быть провѣрена на Московской станціи за краткость періода наблюденія<sup>5)</sup>.

Необходимы еще многіе и болѣе детальныя опыты надъ работою септиковъ при различныхъ условіяхъ ихъ дѣятельности; такіе опыты чрезвычайно важны, ибо установленіе наилучшихъ условій для дѣятельности септиковъ можетъ очень значительно уменьшить операціи съ удаленіемъ и обезвреживаніемъ ила, а

<sup>5)</sup> Сравн. работа септиковъ и осадочныхъ бассейновъ см. табл. № 3.

оны, какъ я уже говорилъ, представляютъ наиболѣе непріятную, а часто и пайболѣе дорогую часть біологической системы.

Вообще можно считать установленнымъ, что сточныя воды до напуска на фильтры должны очищаться отъ взвѣшенныхъ частицъ, а вопросъ о томъ, должны ли для этого устраиваться осадочныя бассейны или септики можетъ быть разрѣшенъ только по изученіи мѣстныхъ условій, какъ въ смыслѣ качества водъ, такъ и въ экономическомъ. Изъ осадочныхъ бассейновъ приходится удалять гораздо чаще и въ большемъ количествѣ болѣе жидкій илъ, по постройка ихъ гораздо дешевле, чѣмъ постройка септиковъ. Слѣдовательно для выбора того или другого очистителя нужно вычисленіе стоимости построекъ, обсужденіе способовъ обезвреживанія ила, стоимости его удаленія и обезвреживанія, возможности употребленія его на удобреніе и т. п. Для небольшихъ станцій отдѣльныхъ учрежденій всѣ авторитеты находятъ нужнымъ устраивать септики, но небольшихъ размѣровъ.

Удаленіе и обезвреживаніе ила изъ осадочныхъ бассейновъ или септиковъ представляетъ дорогую и непріятную часть системы; въ большинствѣ случаевъ обезвреживаніе производится или въ особыхъ ямахъ, гдѣ илъ высыхаетъ и засыпается землей или распредѣляется ила тонкимъ слоемъ по землѣ, гдѣ онъ сохнетъ и запахивается; въ приморскихъ городахъ илъ въ баркахъ отвозится въ море: дѣлаются опыты приготовленія изъ ила брикетовъ для удобренія или для полученія горючихъ газовъ, но опредѣленнаго мнѣнія о выгодности этой операціи еще нѣтъ. Количества земли необходимой для обезвреживанія ила различны въ зависимости отъ ея качества и обработки; въ среднемъ надо около 30 квадр. саж. на 1 куб. метръ, т. е. на 30 ведеръ. Инженеръ Даниловъ на основаніи отчетовъ разныхъ заграничныхъ станцій считаетъ, что на 1 куб. метръ ила изъ осадочнаго бассейна надо 100 квадр. саж. и изъ септика 60 квадр. саж. Въ отчетѣ объ осмотрѣ біологическихъ станцій заграничей проф. Вильямса и инж. Вимана имѣются слѣдующія замѣчанія о септикахъ и осадочныхъ бассейнахъ. Осадки удаляются изъ осадочныхъ бассейновъ 1—2 раза въ 2 недѣли, изъ септиковъ 1—2 раза въ годъ; въ Вильдау септикъ на 6-ти суточныхъ количество воды не чистился уже 4 года; въ Унла на основаніи опытовъ полагаютъ, что въ септикѣ разрушается 54% осадковъ; въ Лидсѣ 30%; осадки во многихъ городахъ продаются земледѣльцамъ, въ другихъ отдаются даромъ; септики устраиваются большей частью открытыми.

Второй и наиболѣе существенной частью біологической системы являются окислительныя фильтры. Исторически они ведутъ свое происхожденіе отъ полей орошенія; обезвреживаніе нечистотъ почвой является естественнымъ способомъ, къ которому прибѣгали



люди въ доисторическія времена и прибѣгаютъ земледѣльцы въ малыхъ поселеніяхъ и теперь. Уничтоженіе запаха изверженій земель извѣстно и животнымъ, которые зарываютъ свои изверженія, вѣроятно съ цѣлью скрыть свои слѣды отъ враговъ.

Понятно поэтому, что и при необходимости обезвреживать сточныя воды большихъ поселеній люди еще въ давнопрошедшія времена пришли къ мысли спускать ихъ на сосѣднія земли въ качествѣ удобрения. Но затѣмъ вслѣдствіе роста поселеній на сосѣднія земли приходилось уже слишкомъ много нечистотъ, а отвозить ихъ далеко становилось уже невыгоднымъ; оказалось, что земля не обладаетъ неограниченной способностью перерабатывать нечистоты и поля орошенія приходилось сильно расширять или они превращались въ жидкія зловонныя болота. Пришлось улучшать условія переработки земель нечистотъ, выбирать подходящую, пористую землю, дренировать ее и, наконецъ, по временамъ всетаки давать ей отдыхъ. Современные большіе города стали давать уже такую массу сточныхъ водъ, представляющихъ такого хорошаго удобрения, какъ человѣческія изверженія, что интересы удаленія и обезвреживанія сточныхъ водъ далеко разошлись съ сельско-хозяйственными интересами полей орошенія. Такъ пришли къ періодической фильтраціи, при которой небольшіе участки земли, специально подготовленные для этого, периодически, то наполняются сточными водами, то отдыхаютъ и провѣтриваются и только по истеченіи нѣсколькихъ лѣтъ поступаютъ подъ какую нибудь культуру. Отсюда уже естественнымъ явился переходъ къ фильтраціи водъ черезъ искусственную почву, а потомъ и къ окислительнымъ фильтрамъ, т. е. замѣнѣ почвы кусками того и ли другого матеріала, черезъ которые бы фильтровались сточныя воды. Затѣмъ для отдѣленія взвѣшенныхъ веществъ, которыя скоро загрязняютъ фильтры, прибѣгли къ устройству септиковъ или отстойныхъ бассейновъ.

Фильтры представляютъ собой открытые бассейны, наполненные тѣмъ или другимъ пористымъ веществомъ; дно ихъ дѣлается непроницаемымъ и на немъ имѣются сборныя трубки для воды, по которымъ она отводится въ магистраль, идущую или въ слѣдующіе фильтры или туда, куда воды рѣшено удалять окончатель-но. По способу дѣйствія фильтры раздѣляются на періодическіе и непрерывнодѣйствующіе, а въ связи съ этимъ различно устраиваются стѣнки фильтровъ. Устройство плотныхъ стѣнъ необходимо при періодическихъ фильтрахъ, которые наполняются водой до верха, стоятъ наполненными извѣстное время и затѣмъ опорожняются для отдыха до слѣдующаго наполненія. На непрерывнодѣйствующихъ (запельныхъ) фильтрахъ вода постоянно равномерно распределяется по всей верхней поверхности и непрерывно про-

ходить через всю толщу фильтрующаго матеріала, почему здѣсь стѣнки могутъ быть неплотными, ихъ дѣлаютъ изъ проволоки или даже изъ болѣе крупныхъ кусковъ того же фильтрующаго матеріала.

Матеріаломъ для набивки фильтровъ служатъ пористыя вещества въ видѣ зеренъ различной величины (отъ 20—30 милл. ввызу и до 2—4 милл. вверху для періодическихъ фильтровъ и болѣе крупный для капельныхъ), которые бы не разрушались водою, не вывѣтривались и не разваливались—коксъ, различные шлаки, битый кирпичъ хорошо, конечно, обожженный, гравій и т. п.

Прежде, чѣмъ говорить о системахъ и практическомъ дѣйствіи фильтровъ, я скажу нѣсколько словъ о теоріи ихъ дѣйствія. Уже въ началѣ прошлаго столѣтія (1819 г.) Джадпери обратилъ вниманіе на способность почвы обезцвѣчивать грязныя воды, что можно считать началомъ научной разработки способности почвы очищать грязныя воды. До 70-тыхъ годовъ прошлаго столѣтія думали, что сточныя воды на поляхъ орошенія очищаются вслѣдствіе задержанія почвой органическихъ веществъ, которые потомъ частью устраняются растеніями, разводящимися на поляхъ, которые употребляютъ ихъ на свое питаніе, частью объясняются воздухомъ почвы. Но опытами, начатыми въ 1868 году англійскій химикъ Фрэнклендъ доказалъ, что, если почвѣ по временамъ давать достаточный отдыхъ, то она способна перерабатывать сточныя воды постоянно безъ всякихъ на ней поспѣвовъ, а затѣмъ Варрингтонъ указалъ и главную истинную причину очищенія воды—жизнедѣятельность микро-организмовъ, которые употребляютъ органическія вещества для своей жизни, т. е. сжигаютъ ихъ съ кислородомъ воздуха, минерализуютъ, превращаютъ въ конечные продукты—углекислоту, воду, азотнокислыя соли. Затѣмъ подробно условія переработки органическихъ веществъ въ почвѣ химическими и биологическими факторами были изучены и разъяснены трудами Либиха, Пастера, Шлезинга, Мюнтца, Сойки, Фодора, Виноградскаго и многихъ другихъ ученыхъ. Было доказано, что, дѣйствительно, въ разрушеніи и минерализаціи органическихъ веществъ главную роль играютъ бактеріи и другіе низшіе организмы, что въ проваленной почвѣ загрязненныя воды очищаются только механически отъ взвѣшенныхъ частицъ и очень незначительной части растворенныхъ и что дѣйствительное очищеніе воды начинается только тогда, когда въ почвѣ развивается достаточное количество бактерій. Если воды насыщались предварительно хлороформомъ, который препятствуетъ развитію бактерій, то растворенныя вещества скоро переставали поглощаться почвой и воды проходили черезъ почву такими же загрязненными. Найдены и бактеріи производящія разложеніе и минерализацію органическихъ веществъ и

нѣкоторыя изучены во всѣхъ подробностяхъ. Чтобы показать, какъ сложна работа такихъ бактерий, въ какихъ часто особыхъ условіяхъ она нуждается, какъ необходима бываетъ совмѣстная работа различныхъ бактерий, я въ нѣсколькихъ словахъ изложу подробно изученныя Виноградскимъ процессы образованія бактеріями азотистокислыхъ и азотнокислыхъ солей. Эти соли образуются отдѣльными бактеріями, изъ которыхъ одна—нитритная окисляетъ амміакъ и образуетъ соли азотистой к-ты, а другая—нитратная уже окисляетъ азотистыя соли въ азотныя. Обѣ бактеріи способны разлагать углекислоту воздуха и потому обѣ не только не нуждаются въ сложныхъ органическихъ веществахъ, но послѣдніе въ большихъ количествахъ даже вредны для нихъ. Замѣчательно рѣзкое раздѣленіе ихъ работы: нитратныя бактеріи не только не могутъ окислять амміака, но и гибнутъ отъ небольшихъ его количествъ, а нитритныя бактеріи вовсе не могутъ дѣйствовать на азотистокислыя соли.

Извѣстны и подробно изучены и многіе возбудители гніенія и броженій различнаго рода, но въ общемъ, какъ я уже сказалъ, всѣ процессы гніенія и тлѣнія изучены далеко недостаточно и на разъясненіе ихъ надо положить еще много трудовъ.

Что очистка сточныхъ водъ обуславливается главнымъ образомъ біологическими процессами, признано въ настоящее время подавляющимъ большинствомъ ученыхъ и нѣкоторыя отдѣльныя мнѣнія, стремящіеся объяснить дѣйствіе фильтровъ только механическими процессами (Бретшнейдеръ) являются совершенно одиночными и невыдерживающими критики. Въ общемъ работа на фильтрахъ можетъ быть представлена въ слѣдующемъ видѣ: органическіе вещества вслѣдствіе прилипанія взвѣшенныхъ частицъ и адсорбціи тѣлъ привлекать къ себѣ и удерживать вещества, растворенныя въ жидкости) растворенныхъ удерживаются на фильтрующемъ матеріалѣ и здѣсь разлагаются и минерализуются аэробными и анаэробными бактеріями и другими растеніями и животными. На фильтрахъ происходитъ и анаэробная и аэробная работа: первая внутри большихъ зеренъ фильтрующаго матеріала, куда кислородъ не попадаетъ, потому что задерживается аэробами, работающими на поверхности зеренъ. Въ переработкѣ органическихъ веществъ кромѣ бактерій принимаютъ участіа и плесени, инфузоріи, водоросли, черви, насѣкомые и ихъ личинки.

На опытной станціи г. Москвы въ первичныхъ окислителяхъ найдена масса червей, которые отчасти минерализуютъ органическія вещества, сжигая ихъ въ своихъ жизненныхъ процессахъ, отчасти выносятъ ихъ изъ фильтра въ видѣ своихъ тѣлъ, затѣмъ они

разрыхляют осадки и способствуют ихъ окисленію и вымыванію изъ фильтра.

Поглощающая поверхность пористаго матеріала громадна, такъ какъ здѣсь происходитъ распредѣленіе поглощаемыхъ веществъ между стѣнью молекулъ поглощающаго вещества; Роденвальдъ вычислилъ, что одинъ кубич. милим. шлака имѣетъ поглощательную поверхность въ 4 квадр. аршина. Соответственно этому и вся работа расщепленія и окисленія органическихъ веществъ производится на громадной поверхности безчисленнымъ множествомъ низшихъ организмовъ, чѣмъ и объясняется поразительно большая на первый взглядъ работа фильтровъ. Будучи разложена на свои элементы, говорить Дзержговскій, она не представляется чѣмъ нибудь необычнымъ, такъ какъ на каждый квадратный сантиметръ фильтрующаго матеріала приходится отъ 0,005 до 0,03 миллгр. органич. веществъ въ зависимости отъ содержанія ихъ въ водѣ и отъ расхода воды на кубич. объемъ фильтра.

Данные о степени очистки воды находятся въ нижеслѣдующихъ таблицахъ; изъ нихъ видно, что біологическая искусственная система немного уступаетъ полямъ орошенія, что при правильной поставкѣ дѣла можно получать воду, которую можно спускать въ общественные водоемы, не опасаясь произвести ихъ загрязненіе. Приведемъ еще слѣдующіе данные о стоимости и дѣятельности періодическихъ и непрерывнодѣйствующихъ фильтровъ. Они очень различны въ отношеніи стоимости, ибо для періодическихъ фильтровъ необходима постройка непроницаемыхъ стѣнъ, тогда какъ для капельныхъ достаточно проволочныя или изъ того же фильтрующаго матеріала. На Московской станціи устройство періодическихъ фильтровъ обошлось на одну куб. саж. полезнаго пространства въ 105 руб. 10 коп., а одна саж. капельнаго фильтра въ 34 руб. 32 коп.; работа фильтровъ выразилась въ слѣдующихъ цифрахъ: на одну квадр. саж. поверхности періодич. фильтровъ очищалось отъ 0.186 до 0.265 куб. саж. воды, а на саж. поверхности капельнаго фильтра 1.376 куб. саж. воды. По этому расчету на 1 дес. конт. фильт. можетъ очищаться отъ 350 до 597 тысячъ ведеръ, а на 1 дес. капельныхъ 702 тысячъ. Дѣйствіе капельнаго фильтра на Московской станціи было очень неровно, сначала онъ работалъ хорошо, такъ что по результатамъ очищенія воды равнялся со вторичными контактными окислителями, но затѣмъ дѣятельность его все ухудшалась и его едва можно было сравнивать съ первыми фильтрами періодическаго дѣйствія. Но для какихъ нибудь точныхъ выводовъ станція работала еще слишкомъ мало. Мнѣнія о преимуществахъ того и другого рода фильтровъ еще весьма разнообразны, хотя большинство склоняется въ

пользу капельныхъ (См. таб. № 4—5). Вотъ еще нѣкоторые данныя о степени очистки воды тѣми и другими фильтрами, заимствованныя изъ книги Данилова.

#### Количество окислившагося углерода

Въ 1-мъ контактномъ фильтрѣ	43%
„ 2-мъ „ „	58%
„ капельномъ „	79%

#### Уменьшеніе органическаго азота.

Въ 1-мъ конт. фильтрѣ	30%
„ 2-мъ „ „	50%
„ капельномъ „	80%

#### Уменьшеніе окисляемости.

Въ 1-мъ конт. фильтрѣ	52%
„ 2-мъ „ „	70%
„ капельномъ „	80%

Относительно стоимости фильтровъ надо добавить, что значительную прибавку къ стоимости капельныхъ фильтровъ представляютъ распределители воды по ихъ поверхности; правильное распределение является важнымъ условіемъ правильности ихъ дѣйствія, а между тѣмъ провести такое лотками затруднительно, а всѣ приборы въ видѣ пульверизаторовъ, сегнера колеса и т. п. дороги, портятся и требуютъ постояннаго надзора. Нѣкоторые указываютъ, что непрерывно дѣйствующіе фильтры вуждаются въ болѣе сильномъ очищеніи воды отъ взвѣшенныхъ веществъ, они быстро загрязняются волокнами целлюлозы вслѣдствіе слабости въ нихъ анаэробныхъ процессовъ; отношеніе фильтровъ къ морозамъ тоже еще не выяснено точно, несомнѣнно и тѣ и другіе фильтры могутъ дѣйствовать у насъ зимой, хотя дѣятельность ихъ въ холодное время понижается, а покрывка отъ морозовъ матами ухудшаетъ ихъ дѣятельность, мѣшая ихъ провѣтриванію. Въ отчетѣ о заграничной поѣздкѣ проф. Вильямса и инж. Бимана сообщается что за границей находятъ, что для странъ съ суровой зимой предпочтительнѣе капельные фильтры. Перейдемъ теперь къ сравненію искусственной биологической очистки съ другими системами, т. е. собственно съ полями орошенія и періодической фильтраціей черезъ землю, ибо способы очистки химическими веществами или

посредствомъ сжиганія нечистотъ въ примѣненіи къ очисткѣ всѣхъ городскихъ водъ являются слишкомъ непрактичными и дорогими и могутъ быть примѣняемы только въ специальныхъ случаяхъ при очисткѣ сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній или (сжиганіе) въ примѣненіи къ отдѣльнымъ учрежденіямъ въ неканализированныхъ городахъ и только для однихъ нечистотъ. Поля орошенія и въ настоящее время считаются большинствомъ специалистовъ наилучшимъ способомъ очистки городскихъ сточныхъ водъ. Что они прекрасно очищаютъ ихъ доказано уже давно опытами многихъ городовъ Западной Европы. Вотъ данные англійской комиссіи по изученію полей орошенія нѣкоторыхъ англійскихъ городовъ. (Даянловъ).

Удерживается въ ‰ ‰-ахъ.

Назв. гор.	Почва.	Взвѣшен.		Растворенныхъ		
		веществъ	всего	углерода	азота	амміака
Рюнгби.	Песчан. глина	96	30	72,3	90,3	92,2
Варвикъ.	Плотная „	100	1,2	71,7	89,6	65,6
Нордвудъ.	„ „	100	30	65,0	92,0	89,2
Найпиритъ.	Песчан. глина	100	59	75,0	94,3	100
Альдерсхотъ.	Тощій песокъ	94	60	80,9	93,5	94,5
Крайдонъ.	Гравій „	100	6,3	67,4	84,0	80,0

О дѣйствиіи Московскихъ полей орошенія имѣются слѣдующіе данные:

Содержать въ миллиграмахъ на литръ.

	Сточные	Дренажныя	Москва рѣка	
	воды	выше полей	ниже полей	
Взвѣшенныхъ частицъ	703	0,0	6,9	26,5
Сухого вещества при 100°	663	163,0	300	285
Тоже послѣ прокаливан.	421,1	74,3	174,3	176,4
Хлора	160,0	12,3	24,1	26,0
Фосфорной кислоты	20,0	0,0	с л ѣ д ы	
Азотъ орган. веществъ	14,2		0,4	1,9
Обиcляемость	41,4	0,8	6,9	7,6
Азотная кислота	5,1	52,4	7,4	8,8

Поля орошенія, какъ видно, прекрасно очищаютъ сточныя воды, но изъ первой таблицы видно также, что степень очистки находится въ большой зависимости отъ состава почвы. Земли для полей орошенія требуется очень много; общую норму установить, конечно, нельзя, но колебанія ея невелики. Въ среднемъ считается необходимой одна десятина на 200 жителей, но во многихъ мѣстахъ по специальнымъ опытамъ признано возможнымъ имѣть одну десятину на 500 и даже 600 человѣкъ (Москва, Марижъ). Такимъ образомъ для города со 150 тысячами населенія необходимо имѣть, считая запасъ на приростъ населенія около 1000 десятинъ. Эксплоатація полей орошенія требуетъ много рабочихъ рукъ, а главное очень заботливаго и умѣлаго веденія дѣла. Но даже и при такомъ веденіи дѣла поля орошенія рѣдко даютъ доходъ, на что сильно рассчитывали при ихъ введеніи, санитарныя и сельскохозяйственныя потребности очень рѣдко сходятся. Зимой въ нашихъ условіяхъ поля орошенія работаютъ очень плохо.

Способъ періодической фильтраціи черезъ почву отличается отъ полей орошенія тѣмъ, что здѣсь земля тщательнѣе выбирается и готовится и затѣмъ безъ культуры растений заливается слоемъ воды черезъ каждые два три дня въ теченіи 1—2 лѣтъ и только по истеченіи этого времени идетъ подъ поствѣ, т. е. отдыхаетъ годъ. При этой системѣ на одну десятину спускаются воды отъ 2500—3000 человѣкъ.

Очищаетъ воды этотъ способъ также хорошо, какъ и поля орошенія по мнѣнію англійскихъ и американскихъ авторовъ, тогда, какъ въ Европѣ этотъ способъ не привился и отзывы о немъ большей частью неудовлетворительны. Къ сожалѣнію англійская и американская литература у насъ мало и реферруется, такъ что данныя объ этомъ способѣ очень скудны. Искусственнымъ биологическимъ способомъ воды очищаются также очень хорошо, что видно по нижесприведеннымъ таблицамъ. Въ дополненіи къ нимъ приведемъ еще слѣдующіе данныя о Царскосельской опытной станціи:

Убыль въ % ‰-ахъ			
1/ Окисляемость	Свободный амміакъ		Бѣлковый амміакъ
1-ый фильтръ	57,1	50,0	49,4
2-й "	82,6	95,0	95,0
3/ый "	92,4	98,6	98,8

По выходѣ изъ 3-яго фильтра вода требовала 18 милл. марганцевокислаго калия. тогда какъ окисляемость невской воды равна

28—30 милл. Для очистки воды по этому способу требуется земли уже несравненно меньше; на одну десятину площади фильтровъ могутъ быть выпускаемы воды отъ 50—60 тысячъ человекъ, такъ что для города со 150 тыс. населеніе нужно и съ запасомъ 4—5 десятилъ земли.

Количество земли необходимо для очистки сточныхъ водъ при разныхъ системахъ видно еще изъ слѣдующей таблички, составленной по опыту различныхъ городовъ:

Очищается сточной воды на одну десятину

Поля орошенія	отъ 2000 до 3000 ведеръ
Періодическая фильтрація	до 26000
Контактные фильтры	отъ 352000 до 597000 ведеръ
Капельные	800000

Что касается патогенныхъ бактерій, то всѣ системы біологической очистки не могутъ быть названы совершенными въ этомъ отношеніи. Многія бактеріи переживаютъ всѣ стадіи очищенія и въ значительныхъ количествахъ оказываются въ очищенной водѣ. Лучше всего очищаютъ воды отъ бактерій поля орошенія. Искусственный біологическій способъ наимѣнѣе дѣйствителенъ въ этомъ отношеніи, но имѣетъ преимущество передъ ост ственными способами въ томъ отношеніи, что здѣсь очищенная вода находится всегда подъ нашимъ наблюденіемъ и можетъ контролироваться и въ случаѣ надобности дезинфицироваться, тогда, какъ при поляхъ орошенія и періодической фильтраціи мы лишены этой возможности контроля. Для очистки сточныхъ водъ въ бактериологическомъ смыслѣ прибѣгаютъ или къ послѣдовательной фильтраціи черезъ песчаные фильтры и участки земли или къ химической дезинфекціи очищенныхъ водъ. Фильтрація очищенныхъ водъ черезъ песокъ или почву происходитъ уже легко и площадь для этого нужна очень небольшая. Дезинфекція зараженныхъ жидкостей должна производиться у постели больного, а общая дезинфекція очищенныхъ водъ производится только при эпидеміи въ городѣ. На Царскосельской станціи производились опыты обеззараживанія очищенной воды озонированіемъ; они дали очень хорошіе результаты и, вѣроятно, теперь тамъ уже практикуется такое обеззараживаніе водъ. Въ Россіи въ настоящее время имѣется уже порядочно мѣстныхъ біологическихъ станцій въ отдѣльныхъ учрежденіяхъ, иногда довольно значительныхъ—на 15—30 тысячъ ведеръ. Такъ біологическая станція на 30 000 ведеръ имѣется въ Екатеринбургской Губернской Земской больницѣ, станція на 15000 вед. на станціи Реутово Нижегород. ж. д. у т-ва Реутовской мануфактуры,



на 3000 вед. въ Киевскомъ Политехническомъ Институтѣ, на 3000 вед. въ Тульской Городской больницѣ. Уже давно существуетъ станція въ колоніи душевнобольныхъ Нижегородскаго Губер. земства. Къ сожалѣнію собрать подробныя свѣденія объ этихъ станціяхъ оказалось очень трудно; Изъ г. Царскаго Села мнѣ отвѣтили, что печатныхъ матеріаловъ у нихъ не имѣется, относительно Нижегородской станціи имѣются свѣденія въ „Извѣстіяхъ медико-санитарнаго бюро Нижегород. Губ. Земства“, но очень неполныя и и другихъ получить не удалось; отъ завѣдующихъ другими станціями свѣденій тоже еще не получено.

По полученіи и предполагаю представить свѣденія о русскихъ станціяхъ въ отдѣльномъ докладѣ.

Лично мнѣ пришлось осматривать биологическую станцію въ Царскомъ Селѣ. Она производитъ очень благопріятное впечатлѣніе, никакого запаха не слышно не только около нея, но даже и въ септикахъ, хотя они помѣщаются въ закрытыхъ помѣщеніяхъ; грязная, сѣро-черная, вонючая жидкость септика тутъ же, такъ сказать, на Вашихъ глазахъ, пройдя двѣ ступени періодическихъ фильтровъ и ступень капельныхъ, превращается въ совершенно чистую, прозрачную воду безъ всякаго запаха.

Развитіе дѣла биологической очистки немедленно повело, конечно, къ изобрѣтенію все возможныхъ патентованныхъ системъ такой очистки и къ рекламированію такихъ системъ всѣми способами. Какъ надо быть осторожнымъ при оцѣнкѣ этихъ патентованныхъ способовъ даже при самыхъ, казалось бы, лучшихъ ихъ рекомендаціяхъ, показываетъ статья С. Держговскаго (Вѣстникъ Общественной Гигіены и т. д. Май 1907 г.) относительно системы инженера Розенъ-Завилейскаго, устанавливаемой Московской фирмой Либензонъ. Проф. Вильямсъ, завѣдующій полями орошенія въ Москвѣ, далъ объ этой системѣ слѣдующее заключеніе: „На основаніи всего вышеизложеннаго также ясно, что спускъ обезвреженной по системѣ инженера Розена воды въ общественныя водосемы, независимо отъ величины послѣднихъ и скорости теченія въ нихъ воды, вполне безопасенъ и допустимъ, какъ съ точки зрѣнія санитарной, такъ и съ точки зрѣнія эстетики, ибо вода, которая получается изъ окислителя, будетъ совершенно неспособна загнивать и, если не будетъ годна для питья, то только вслѣдствіе значительнаго содержанія растворенныхъ минеральныхъ солей, которыя цѣликомъ перейдутъ въ нее изъ сточной воды. „Благодаря этому отзыву такіе окислители были поставлены во многихъ правительственныхъ учрежденіяхъ. О дѣйствіи такого очистителя въ Харьковскомъ Исправительномъ Отдѣленіи далъ благопріятный отзывъ городской санитарный врачъ д-ръ Фавръ, который резуль-

таты изслѣдованій напечаталъ отдѣльной брошюрой. При осмотрѣ той же Харьковской очистной станціи д-рами Держговскимъ и Левашевымъ (за пять дней до осмотра Фавра) оказалось, что вода изъ септиковъ инж. Розена ничѣмъ не отличается отъ обыкновенныхъ выгребныхъ водъ и что послѣ фильтра она такъ мало очищается, что ее приходится спускать въ поглощающій колодець. Вообще всѣ осматрѣнные Держговскимъ станціи, устроенныя по системѣ Розена, оказались совершенно неудовлетворяющими своему назначенію, а подробный разборъ данныхъ д-ра Фавра приводитъ Держговскаго къ заключенію, что здѣсь были или очень крупныя погрѣшности въ анализѣ или какія то загадочныя условія при взятіи пробъ. Я не привожу цифръ Фавра и Держговскаго, желающіе найдутъ ихъ въ указанной статьѣ. Никакого возраженія со стороны Фавра, Вильямса или Розена въ литературѣ мнѣ встрѣтить не пришлось.

На основаніи теоритическаго только изученія біологической очистки во всякомъ случаѣ можно сказать, что септики Розена, рассчитанные на 22-хъ суточное количество воды, непригодны для подготовки сточныхъ водъ къ очисткѣ на окислительныхъ фильрахъ и отзывы д-ра Фавра и проф. Вильямса являются совершенно неопытными.

Стоимость устройства той или другой системы находится въ зависимости отъ весьма многихъ различныхъ мѣстныхъ условій, такъ что очень трудно указать что нибудь среднее; особенно относится это къ полямъ орошенія и періодической фильтраціи въ виду весьма различной цѣбености земли, а главное въ виду необходимости тѣхъ или другихъ работъ по ея подготовкѣ въ зависимости отъ ея качества, возможности веденія того или другого хозяйства и т. п. Легче привести данныя по искусственной біологической очисткѣ, хотя и они крайне разнообразны въ связи съ различными мѣстными условіями. Благодаря тому, что при указаніи стоимости различныхъ станцій не всегда указываются подробности ихъ устройства, во многихъ случаяхъ нельзя объяснить очень рѣзкія колебанія цѣнъ. Совершенно неимѣющими значенія представляются цифры расхода на одного жителя въ виду крайне разнообразнаго количества сточныхъ водъ, приходящихся на человѣка въ разныхъ городахъ, а особенно когда сюда же присоединяются воды промышленныхъ заведеній. Большое значеніе имѣютъ цифры расхода на 1 ведро очищаемой жидкости. Всѣ найденныя мной цифры стоимости біологическихъ станцій приведены въ слѣдующихъ таблицахъ табл. № 6—7—8.

Болѣе подробныя свѣденія объ устройствѣ и стоимости имѣются о Московской опытной станціи; они и приведены въ особой

таблицѣ. Въ стоимость станціи здѣсь не вошла цѣна земли, такъ какъ станція устроена на Московскихъ поляхъ орошенія.

Таковы данные объ устройствѣ, стоимости и дѣйствиіи искусственной биологической очистки городскихъ сточныхъ водъ. Что касается очистки фабричныхъ и вообще промышленныхъ водъ, то онѣ такъ разнообразны въ своемъ составѣ въ зависимости отъ характера производства, такъ часто содержатъ ядовитыя минеральныя вещества, которыя не только не поддаются биологической очисткѣ, но иногда уничтожаютъ всѣ биологическіе процессы, такъ часто мѣняютъ свои свойства вслѣдствіе періодичности разныхъ операций въ промышленныхъ заведеніяхъ и такъ, наконецъ, мало еще изучены со стороны ихъ состава, что сказать о нихъ что нибудь общее очень трудно.

Здѣсь въ каждомъ данномъ случаѣ необходимо изученіе сточныхъ водъ и часто специальныхъ способовъ ихъ предварительной очистки и, можетъ быть, особыхъ приспособленій въ устройствѣ биологической очистки.

Что же касается городскихъ сточныхъ водъ, то можно сказать, что въ искусственной биологической системѣ мы имѣемъ хорошій недорогой способъ, пригодный тамъ, гдѣ нѣтъ возможности устроить поля орошенія. Но при этомъ необходимо оговориться, что для правильнаго примѣненія этого способа необходимы предварительные опыты и именно опыты мѣстные, въ каждомъ городѣ. Нельзя руководствоваться только чужими данными, а особенно иностранными, гдѣ всѣ условія жизни такъ отличны отъ нашихъ. Эти опыты такъ дороги, а результаты ихъ такъ важны, что расходы во вниманіе принимаются здѣсь не могутъ. Наоборотъ при нашей вывозной системѣ эти опыты могутъ быть чрезвычайно выгодны. По собранному мною свѣдѣніямъ только 5 казенныхъ учрежденій на Арскомъ полѣ тратятъ на вывозку своихъ сточныхъ водъ ежегодно 28500 руб. и то только два изъ нихъ вывозятъ всѣ воды, остальные же вывозятъ только незначительную часть, а остальные, должно полагать, спускаютъ въ поглощающіе колодцы. А вѣдь 28500 руб. это  $\frac{1}{100}$  сѣ капитала въ 570000 руб., такъ что, если бы на опытную станцію въ 20000 ведеръ въ сутки (считая по 4000 ведеръ въ сутки на каждое учрежденіе при полной канализаціи) и на канализацію этихъ учрежденій пришлось издержать 300000 тысячъ (я намѣренно беру самыя большія цифры) и на ежегодное ея содержаніе употреблять 3500 руб. (почти втрое больше, чѣмъ по Московскому расчету), всетаки на капиталъ въ 300000 руб. получался бы доходъ въ 25000 руб., т. е.  $8\frac{3}{100}$ ‰, что вполне достаточно для уплаты процентовъ и капитала. И это при самыхъ преувеличенныхъ съ моей стороны расчетахъ. При этомъ

воды, дѣйствительно, удалялись бы всё и на самомъ дѣлѣ обезвреживались бы, теперь же при громадныхъ тратахъ все равно загрязняется почва, загрязняется рѣка, отравляется воздухъ и всё деньги, тратящіяся на вывозку нечистотъ, пускаются собственно на вѣтеръ. Въ этомъ опытѣ долженъ принять участіе и городъ, ибо для него чрезвычайно важны результаты опыта, который только и можетъ дать необходимыя указанія на условія обезвреживанія сточныхъ водъ города Казани, канализація котораго неизбежна въ самомъ недалекомъ будущемъ.

Лаборантъ Екатеринбургскаго Горнаго Училища г. Аверкіевъ на біологической станціи Екатеринбургской Губернской Земской больницы сдѣлалъ очень интересныя опыты съ введеніемъ въ окислительныя фильтры искусственно разведенныхъ бактерій, причемъ оказалось, что искусственныя разводки содѣйствуютъ скорѣйшему созрѣванію фильтровъ и значительно улучшаютъ ихъ работу. Въ нижеуказанной статьѣ г. Аверкіева въ Практическомъ Врачѣ приведены слѣдующіе результаты введенія искусственной разводки въ окислительныя фильтры. „Въ самомъ началѣ работы введеніе искусственныхъ культуръ рѣзко отразилось на паденіи органическихъ веществъ на 50%. Точно такимъ же образомъ обстоитъ и съ свободнымъ амміакомъ, именно паденіе почти на 52%, отмѣчено также появленіе слѣдовъ азотистой кислоты и азотной“ (стр. 410). Послѣ второй и третьей прибавки культуръ результаты выразились главнымъ образомъ въ уменьшеніи амміака и увеличеніи количества азотной кислоты. Эти опыты, указывающіе новые пути въ дѣлѣ улучшенія методовъ искусственной біологической очистки, имѣютъ громадное значеніе и желательнo, чтобы такія опыты продолжались и были поставлены въ болѣе широкихъ размѣрахъ. О статьѣ г. Аверкіева я предполагаю сказать еще подробнѣе въ докладѣ о русскихъ станціяхъ искусственной біологической очистки.

Въ заключеніе считаю долгомъ извиниться, что я взялъ на себя смѣлость прочесть въ ученомъ обществѣ докладъ—рефератъ, основанный на литературныхъ данныхъ, а не на собственныхъ опытахъ и наблюденіяхъ; я рѣшился на это только потому что мнѣ хотѣлось возбудить въ нашемъ обществѣ пренія по важному общественному вопросу, который къ тому же имѣетъ сейчасъ, можно сказать, жизненное значеніе для нашего города и вообще городовъ Поволжья. Я думаю, что мой рефератъ, можетъ быть, возбудить вниманіе общества къ насущно-важному вопросу, что я считаю весьма существеннѣе, такъ какъ задача О-ва врачей не только обмѣниваться между собой мѣтніями по лечебно-спеціальнымъ, хотя бы и важнымъ и серьезнымъ вопросамъ, какіе у насъ преобладаютъ и отодвигаютъ насъ отъ общества и общественной ра-

боты, но и изучать тѣ общественно-санитарныя задачи, которые необходимо нужны не для леченія больныхъ, а для болѣе важнаго предупрежденія заболѣваній.

Изъ всѣхъ университетскихъ городовъ только въ одной Казани нѣтъ никакого городского и земскаго санитарнаго надзора и нѣтъ никакого единенія городскихъ и земскихъ учрежденій съ учеными силами Университета и его лабораторіями, а только такое единеніе и могло бы повести къ правильному рѣшенію многихъ чрезвычайно важныхъ санитарныхъ вопросовъ и къ оздоровленію города.

Починъ уже сдѣланъ въ этомъ отношеніи нашимъ О-вомъ въ видѣ анкеты объ устройствѣ повторительныхъ курсовъ для врачей и для изученія аппендицита, желательнo, чтобы онъ продолжался и, я думаю, что объединенія можно скорѣе добиться именно на почвѣ общественно-санитарныхъ вопросовъ.

ТАБЛИЦА № 1.

Вліяніе канализаціи городовъ на смертность вообще и отъ брюшнаго тифа въ частности:

	До канализаціи	Послѣ канализаціи.
Ланкастеръ. Общая смертность на 1000 чел.	28,0	22,0
Вортингъ. — — — — —	25,0	15,5
Салисбери. — — — — —	27,0	20,0
Мюнхенъ. Смертн. отъ брюшн. тифа на 1000 жит.	2,42	1,66
Данцигъ. — — — — —	0,99	0,29
Гамбургъ. Смертн. отъ тифа на 1000 общей смерт.		
За 7 лѣтъ до канализаціи.	48,5	
— За 9 лѣтъ во время устройства канал.	39,5	
— За 8 лѣтъ послѣ устройства канал.		29,9
— За слѣдующіе 8 лѣтъ		22,0
Гамбургъ. Смертность отъ брюшнаго тифа на 1000 жителей за 1872—1874 годы:		
Канализирован. части города		3,6
Отчасти — — — — —		3,2
Неканализированныя	4,6	
Франкфуртъ. Смертность отъ брюшнаго тифа	0,50	
Москва. Смерт. отъ брюш. тифа съ 1890 по 1898 г.	0,25	
— — — — — 1899 по 1907 г.		0,15

ТАБЛИЦА № 2.

Разложение органическихъ веществъ въ септикѣ (уменьшеніе вѣса)  
по В. Фавру,

	Куринный блѣдъ.	Мясо св- рзе.	Полубе ощипаный.	Рыба св- рая.	Хрящъ.	Сухожилия	Сало говя- жье	Капуста сырая.	Картофель.	Бумага.	Угль льняной
24-го Юля.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
31-го Юля.	85	102	113	43	120	128	158	108	110	307	192
7-го Августа.	45	82	108	17	163	112	158	86	120	343	190
14-го Августа	25	51	121	16	70	98	158	54	115	321	163
21-го Августа.	13	14	98	»	30	70	158	13	106	296	147
28-го Августа.	3	6	81	»	1	47	146	4	68	286	121
4-го Сентября.	1	4	75	»	«	35	146	1	28	276	95
То же въ стоячей водѣ изъ септика.											
24-го Юля.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4-го Сентября.	76	85	104	25	120	109	156	25	108	268	194

ТАБЛИЦА № 3.

Данные о работѣ осадочныхъ и септическихъ бассейновъ.

% уменьшенія взвѣшенныхъ веществъ.				коэффициентъ освѣтленія	
Септикъ		Осадоч. бассейнъ		Септикъ	Осадоч. бассейнъ
среднее		среднее		среднее	
80%		70%		2,0	1,8
колебанія				колебанія	
отъ 66 до 86%		48—81%		2,1—3,2	1,3—2,1
Работа фильтровъ, соединен. съ септикомъ осадоч. бассейн.				Суточное колич. ила на 1-го человѣка въ куб. метрахъ	
фильтры				0,10	0,38
№ 5	№ 6	№ 18	№ 19	0,35	0,67
степень прозрачности въ сантим.				0,20	1,67
5,6	5,7	5,8	6,0		
окисляемость въ ‰ уменьшенія				площадь земли, необх. для обезвр. ила на 1-го чел. въ вв. м.	
42%	48%	61%	60%	0,05	0,12
амміакъ въ ‰ уменьшенія				0,05	0,83
27%	35%	35%	35%	0,05	0,93
на 1-ну десятину проходило воды				0,05	0,93
септикъ		осадочный бассейнъ		стоимость удаленія ила на 1-го чел. въ годъ въ маркахъ	
1134100 ведеръ		7022200 ведеръ		1,5	5,8
стоимость постройки				1,1	6,7
7216 руб.		1607 руб.		"	1,8

ТАБЛИЦА № 4.

Очистка сточныхъ водъ біологическимъ способомъ.

Мюльгеймъ 1904 года	14-го Іюля		16-го Декабря.	
	Неочищен.	Очищен.	Неочищ.	Очищенная
Взвѣшенные вещества	442,8	12,8	292,1	7,6
Изъ нихъ: органическихъ	180,2	3,2	164,0	1,2
— неорганическихъ	262,6	9,6	127,2	6,4
Сухой остатокъ	873,6	817,2	764,0	707,6
Тоже послѣ прокаливанія	628,0	727,2	633,6	595,6
Потеря при прокаливаніи	245,6	90,0	130,4	12,0
Хлоръ	118,3	152,1	101,4	108,2
Амміакъ	39,2	32,1	32,3	19,0
Азотъ	39,2	28,0	32,3	30,8
Азотная кислота	0	0	0	слѣды
Окисляемость (требуется хамелеона)	280,6	78,6	278,6	73,2
% уменьшенія окисляемости	72%		74%	

ТАБЛИЦА № 5.

Московская опытная станція.

Очистка воды на созрѣвшихъ фильтрахъ № 12 и № 13.	Послѣ бассейна 6—7 ч. утра.	Послѣ фильтровъ	
		№ 12 9—10 ч. утра.	№ 13 12—1 ч. дня.
Степень прозрачности въ сант.	2,6	4,7	10,9
Возвѣщенные вещества при 100	0,2027	0,0642	0,0162
— послѣ прокаливанія	0,0348	0,0165	0,0043
Сухой остатокъ при 100	0,9640	0,8950	0,9477
— послѣ прокаливанія	0,4377	0,4767	0,4877
Хлоръ	0,1851	0,1769	9,1739
Окисляемость	0,0629	0,0361	0,0235
Альбуминоидный амміакъ	0,0071	0,0055	0,0038
Азотъ органическій	0,0112	0,0140	0,0075
Азотная кислота	0,000	0,0158	0,1295



ТАБЛИЦА № 6.

Стоимость устройства и эксплуатациі биологическихъ станцій въ различныхъ городахъ. (Даниловъ).

Названія городовъ.	Стоимость постройки.		Стоимость эксплуат.	
	Общая стоим.	На одно ведро	Общая стоим.	На одно ведро.
Беутенъ	225000	0,81		
Баизъ	37250	1,03		
Борзигвальде	15000	2,35		
Брингъ	165000	0,50	2500	0,01
Брокау	22000	2,30	1500	0,07
Кульмзее	23000	1,15	1350	0,03
Хайнау	35000	1,75		
Гомбергъ	8000	0,50	300	0,02
Лангенвальцъ	58500	1,30	950	0,016
Лотцевъ	17500	1,10		
Мерзебургъ	32500	0,40	1550	0,01
Мюльгеймъ	67500	0,17	4650	0,005
Наубургъ	25000	0,80		
Вейсензее	58500	0,50		
Штаргардъ	63000	0,48	4000	0,015
Темпельговъ	38000	1,50		
Унна	31000	0,40	1200	0,01
Вилгельмбургъ	42500	7,05	1000	0,14
Хорзовъ	2250	2,70	50	0,055
Флиенбергъ	13000	0,80	300	0,01
Гроссвейдинцъ	12000	1,25	200	0,015
Хохенвизе	15500	4,25	мало	0,06
Ютербогъ	22500	2,00	1550	0,05
Ландекъ	3800	2,00	200	0,06
Позенъ	22500	0,50	800	0,015
Шмидсбергъ	3650	3,40		0,05
Шрейбергау	1200	3,40		0,06
Шлаветзицъ	1750	0,75	225	0,03
Тельтовъ	3250	0,60	250	0,02
Забрже	1750	10,30		0,19
Ванъ	25000	0,90	1250	0,02
Видау	42500	1,75	2000	0,06

## ТАБЛИЦА № 7.

Стоимость устройства и эксплуатации Московской опытной станции.

## 1. Устройство.

Станция состоитъ изъ осадочнаго бассейна, септика, 14 периодическихъ фильтровъ, 1-го непрерывнодѣйствующаго, 2-хъ отстойниковъ и 4 песчаныхъ фильтровъ.

Всѣ бассейны (септикъ, осадочный бассейнъ и 14 периодическихъ фильтровъ) имѣютъ дно изъ цементнаго бетона и стѣнки изъ кирпича на цементѣ.

Вся станція занимаетъ около 1200 квадратныхъ саженъ.

Площадь поверхности всѣхъ бассейновъ	378,97 кв. саж.
Общій полезный объемъ всѣхъ бассейновъ	254,23 куб. саж.
Стоимость всѣхъ бассейновъ съ земляными работами	26721 руб. 28 к.
Площадь поверхности капельнаго фильтра	17,41 кв. саж.
Полезный объемъ	26,12 куб. саж.
Общая стоимость капельнаго фильтра	648 руб. 29 коп.

Общая стоимость по полезному объему.

Септикъ	Осадочный бассейнъ	Периодъ фильтръ	Капельный фильтръ
7217 руб.	1607 руб.	1146 руб.	649 руб.

Стоимость 1-ной кубической саж. полезн. объемъ.

105 руб.	105 руб.	105 руб.	25 руб.
----------	----------	----------	---------

Стоимость 1-ной ввадр. саж. площади поверхности

71 руб.	71 руб.	71 руб.	37 руб.
---------	---------	---------	---------

Стоимость одной кубич. сажени кокса

108 р. 94 коп.

" " " " шлака

101 р. 45 коп.

Общая стоимость всѣхъ сооруженій

51478 р. 28 коп.

кромѣ того

Насосная станція для ила	1424 р. 41 коп.
Лабораторія	6878 р. 78 коп.
Очищалось воды въ сутки	52636 ведеръ
Стоимость сооруженій на 1-но годовое ведро	98 коп.
Вся стоимость станціи на 1-но годовое ведро	1 руб. 15 коп.

## Эксплоатація.

Содержаніе личнаго состава	2244 руб. 09 коп.
Расходъ на 1-но годовое ведро	5,1 коп.
Ремонтъ и содержаніе сооружений	123 руб. 17 коп.
Расходъ на 1-но годовое ведро	0,3 коп.
Удаленіе осадка	386 руб. 44 коп.
Расходъ на 1-но годовое ведро	0,9 коп.
Расходъ на 1-ну кубич. саж. осадка	57,1 коп.
Весь расходъ за годъ	2828 руб. 80 коп.
Расходъ на годовое ведро	6,44 коп.

## ТАБЛИЦА № 8.

Устройство и стоимость біологическихъ станцій въ нѣкоторыхъ городахъ.

г. Царское Село. Станція имѣетъ 2 септика и 2 періодическихъ фильтра въ ырытыхъ помѣщеніяхъ, 2 періодическихъ и 2 капельныхъ фильтра на открытомъ воздухѣ очищается до 150000 ведеръ въ сутки; стоимость устройства около 400000 руб., матеріалъ для фильтровъ около 43000 руб. На 1-но годовое ведро около 3 руб.

г. Вильмерсдорфъ. Станція состоитъ изъ осадочныхъ бассейновъ и непрерывно дѣйствующихъ фильтровъ. Все устройство, кромѣ насосной станціи 3300000 руб., очищается 1.728.000 ведеръ въ сутки. Расходъ на 1-но годовое ведро около 2 руб.

г. Виддау. Септикъ и періодич. фильтры, стоим. на 1-но ведро	93 к.
г. Ваденъ. " " " " " " " "	75 коп.
г. Унна Септикъ и капельные фильтры " " " "	45 коп.
Мюльгеймъ. Осадочные бассейны и капельныя фильтры "	15 коп.
г. Бирмингамъ. " " " "	21 коп.
г. Зальфордъ. " " " "	54 коп.
г. Акрингтонъ. " " " "	24 коп.

**Русская литература объ искусственной біологической очисткѣ, которой я пользовался при составленіи настоящаго доклада.**

1. Даниловъ. Ф. А. Біологическая очистка городскихъ, домовыхъ и фабричныхъ водъ. Теоритическіе основанія и практические данныя для расчета біологическихъ сооружений.

2. Отчетъ комиссіи по производству опытовъ біологической очистки сточныхъ водъ на поляхъ орошенія г. Москвы. (Отъ начала опытовъ по 1 Апрѣля 1906 г.).

3. Еншъ. А. К. Канализація городовъ и очистка сточныхъ водъ.

4. Кашкадамовъ. В. П. Основы и будущее біологической очистки стоковъ.

5. Ивандовъ. А. Д. Очистка сточныхъ водъ біологическимъ, механическимъ и химическимъ способами.

6. Держговскій. С. К. Къ вопросу о значеніи септического бассейна. Архивъ біологическихъ наукъ 1907 г. т. 13, вып. 1-й.

7. Егоровъ. Къ теоріи дѣйствія окислительныхъ фильтровъ. Архивъ біологическихъ наукъ 1907 г. т. 13 вып. 2-й.

8. Егоровъ. О нѣкоторыхъ методахъ очистки сточныхъ водъ. Вѣст. Об. Г. С. и П. М. 1907 г. Май.

9. А. Д. Соколовъ. Біологическій способъ очистки сточныхъ водъ по опытамъ на Московскихъ городскихъ поляхъ орошенія. 10-й Пироговскій съѣздъ.

10. А. Г. Огородниковъ. Къ вопросу о сульфуризаціи и десульфуризаціи въ біологическомъ способѣ очистки сточныхъ водъ. Тоже.

11. Сахаровъ. О соотношеніи между качествомъ очищаемыхъ сточныхъ водъ и количественнымъ учетомъ анаэробныхъ бактерій. Тоже.

12. В. А. Дроздовъ. Примѣненіе окислителя Дибдина въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ. Тоже.

13. Б. С. Кудеша. Къ вопросу объ объективныхъ признакахъ загниваемости. Тоже.

14. А. Д. Соколовъ. О методахъ санитарной оцѣнки сточныхъ водъ. Тоже.

15. Н. Д. Аверкиевъ. Современный біологическій методъ обезвреживанія и очищенія kloачныхъ водъ и опыты искусственныхъ культуръ аэробныхъ бактерій. Практическій Врачъ №№ 20—23. 1908 г.

16. В. Фавръ. О разложеніи различныхъ веществъ въ загнивателяхъ при біологической очисткѣ. Харьковскій Медицинскій Журналъ 1908 г. Январь.